

El ruido en el ambiente laboral: Algunos nuevos enfoques para un viejo problema

Alice Elizabeth González

Ingeniera Civil Op. Hidráulica y Sanitaria

Dra. en Ingeniería Ambiental

Departamento de Ingeniería Ambiental, IMFIA

Facultad de Ingeniería, Universidad de la República

Av. Julio Herrera y Reissig 565 CP 11.300 - Montevideo, URUGUAY

Tel. (+598) 2711 3386 ext. 206

Correo electrónico: aliceelizabethgonzalez@gmail.com

Abstract

El ruido es quizás uno de los primeros agentes presentes en el medio de trabajo que fue descrito como agresivo para la salud de las personas y estudiado como tal. Durante varios siglos se han sancionado disposiciones tendientes a evitar los daños a la salud de los trabajadores y las molestias a los vecinos en las zonas próximas a esas fuentes de producción de ruido.

¿Hay algo novedoso para decir acerca de un problema que es estudiado desde hace tanto tiempo?

Sin pretender aportar aspectos inéditos, en esta comunicación se presentan tendencias que en los últimos años se vienen incorporando a la hora de abordar la gestión de diferentes aspectos vinculados con el ruido en el ambiente de trabajo, en cuanto a nuevos ambientes y nuevos puestos de trabajo a considerar; técnicas preventivas para el diagnóstico temprano de la pérdida auditiva; métodos para evaluar ciertos puestos de trabajo; nuevos enfoques y criterios para evaluar la pérdida auditiva ocupacional; efectos de la exposición a ruido que se han asumido como tales; elementos nuevos que se han incorporado en la normativa internacional.

No se agotan aquí los temas posibles en los que se observan cambios: también los hay en materia de nuevos instrumentos de gestión, problemas que antes no preocupaban, soluciones nuevas que surgen a partir de éstos...

El tema es lo suficientemente amplio y desafiante como para que esta comunicación sea una aproximación que más que ofrecer respuestas, abra nuevas interrogantes acerca de cómo hacer cada vez mejor lo que cada día hacemos.

Palabras clave: ruido ocupacional; exposición a ruido; pérdida auditiva; efectos del ruido; normativa ocupacional

Introducción

El ruido es quizás uno de los primeros agentes presentes en el medio de trabajo que fue descrito como agresivo para la salud de las personas y estudiado como tal. Varios siglos antes de Cristo se hablaba del ruido que ocasionaban los trabajadores del metal en Sibaris, pero será hacia 1700 que Bernardino Ramazzini (1633-1714) describa por primera vez la relación causa-efecto entre la exposición a ruido y el deterioro auditivo. En su obra "De Morbis Artificum Diatriba" decía:

"...Existen broncistas en todas las urbes y en Venecia se agrupan en un solo barrio; allí martillan el día entero para dar ductilidad al bronce y fabricar luego con él vasijas de diversas clases; allí también ellos únicamente tienen sus tabernas y domicilios y causan tal estrépito que huye todo el mundo de un paraje tan molesto. (...) Dáñase pues principalmente el oído del continuo fragor y toda la cabeza por consiguiente; ensordecen poco a poco y al envejecer quedan totalmente sordos; el tímpano del oído pierde su tensión natural de la incesante percusión que repercute a su vez hacia los lados en el interior de la oreja debilitando y pervirtiendo todos los órganos de la audición; sucede a estos obreros lo que en Egipto a las personas que viven a orillas del Nilo y ensordecen por culpa de las cataratas."

La Revolución Industrial marcó sin dudas un punto de inflexión en la Historia al introducir cambios profundos de muy diversa índole, entre cuyas manifestaciones se cuenta el advenimiento de un nuevo paisaje sonoro urbano: "el ruido del progreso" que, en el imaginario colectivo, estuvo durante mucho tiempo indivisiblemente integrado con el humo negro de las chimeneas, como los ¿inequívocos? voceros de la llegada de tiempos mejores, que traían consigo la maravilla de la tecnificación y el poderío económico...

Un contaminante omnipresente

Lamentablemente, no por antiguo el ruido en el ambiente laboral es un problema resuelto: aún hoy, la hipoacusia profesional es una de las enfermedades profesionales que afecta a mayor cantidad de trabajadores a lo largo y ancho de nuestro planeta. En 1999, la Organización Mundial de la Salud indicaba (1):

"El deterioro de la audición inducido por ruido es el riesgo ocupacional más prevalente e irreversible en el mundo, y se estima que 120 millones de personas alrededor del mundo tienen dificultades de audición incapacitantes."

Veinte años más tarde, los elevados niveles de presión sonora continúan siendo uno de los principales contaminantes a nivel laboral, como lo muestra el gráfico de la Figura 1. Allí se compara el % de trabajadores expuestos a ruido según que su tarea esté o no asociada con una máquina o no (2).

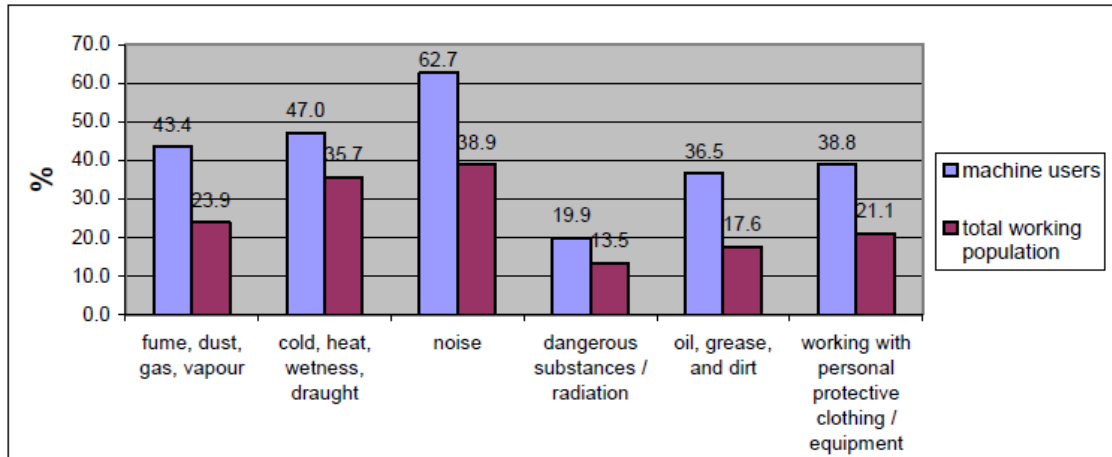


Figura 1. Usuarios de máquinas expuestos "A veces" o "Frecuentemente" a diferentes riesgos en el trabajo (tomado de (2))

Nuevos ambientes de trabajo a considerar

Si bien históricamente el estudio del ruido en el ambiente de trabajo se centraba en el local fabril "clásico", con el correr del tiempo se han ido incorporando otra serie de ambientes que, aunque puedan tener menores niveles de presión sonora, no por ello están exentos del potencial de afectar la salud de los trabajadores del lugar.

La hipoacusia o sordera provocada por el ruido se refiere como una enfermedad profesional que se asocia con los siguientes ambientes de trabajo (3):

"Trabajos que expongan a ruidos continuos de nivel sonoro equivalente o superior a 80 decibelios a, durante ocho horas diarias o cuarenta horas semanales y especialmente:

Trabajos de calderería.

Trabajos de estampado, embutido, remachado y martillado de metales.

Trabajos en telares de lanzadera batiente.

Trabajos de control y puesta a punto de motores de aviación, reactores o de pistón.

Trabajos con martillos y perforadores neumáticos en minas, túneles y galerías subterráneas.

Trabajos en salas de máquinas de navíos.

Tráfico aéreo (personal de tierra, mecánicos y personal de navegación, de aviones a reacción, etc.).

Talado y corte de árboles con sierras portátiles.

Salas de recreación (discotecas, etc.).

Trabajos de obras públicas (rutas, construcciones, etc.) efectuados con máquinas ruidosas como las bulldozers, excavadoras, palas mecánicas, etc.

Motores diesel, en particular en las dragas y los vehículos de transporte de ruta, ferroviarios y marítimos.”

A esta lista deberían incorporarse también las oficinas, en particular cuando hay atención telefónica y/o equipamiento informático, los puestos de trabajo están tabicados parcialmente para no cortar la visibilidad o si se trata de cubículos livianos; los “call-centers”; los centros educativos, especialmente para preescolares y enseñanza primaria.

En los call-centers ocurren simultáneamente diversos agentes que ponen en riesgo la salud de los trabajadores, que por lo general son personas jóvenes y de nivel educativo entre bueno y superior. Entre las enfermedades más comunes –dejando de lado el estrés y otros problemas psicofísicos vinculados con la extensión de la jornada y el tipo de tarea- están las ocasionadas por movimientos repetitivos y la pérdida auditiva por la prolongada exposición a niveles sonoros que exceden los 85 dBA. Un estudio llevado adelante en la Universidad de Osaka, comparando los niveles de presión sonora reales y los apreciados a través de dispositivos de alta tecnología (4) dieron cuenta de niveles que pueden estar incluso en el orden de 90 dBA.

Nuevos puestos de trabajo a considerar

Así como hay nuevos ambientes de trabajo que ameritan estudiar en ellos la exposición ocupacional a ruido, también hay puestos de trabajo que no se consideraban de interés a la hora de los riesgos de pérdida auditiva y que hoy no pueden soslayarse.

En esta lista se tiene los telefonistas (en general, no sólo en call-centers); los músicos de orquesta; los músicos de conjuntos pop; los trabajadores de locales de recreación nocturna (por ejemplo, meseros y personal de la barra, ya que los DJ sí se consideran ocupacionalmente expuestos a ruido desde hace ya bastante tiempo).

También los trabajadores de los centros de salud han comenzado a ser estudiados desde este punto de vista; personal de servicios internos como lavadero, cocina o mantenimiento no solían considerarse expuestos a ruido y en lo que hace al personal de atención a la salud, se está dando prioridad al personal de los sectores de cuidados intensivos,

debido al conjunto de condiciones simultáneas de estrés a que pueden estar sometidos y al sonido permanente de los monitores de cada uno de los pacientes que advierte de la ocurrencia o no de condiciones que requieran rápida atención.

Música y Entretenimiento

En lo que tiene que ver con la exposición ocupacional a ruido en la industria de música y entretenimientos, Reino Unido ha realizado aportes significativos en materia bibliográfica para facilitar el mejor abordaje de esta temática (5). En 2008 el Health and Safety Executive, HSE, del gobierno británico incluyó una advertencia en Sound Advice¹, en que indica:

"Desde el 6 de abril de 2008, la normativa de ruido en el trabajo se aplica también a la industria de la música y el ocio".

De ese valioso material (5), se han seleccionado tres tablas que se transcriben a continuación. En la primera de ellas se indican niveles de presión sonora medidos para algunos instrumentos de viento en diferentes contextos.

	Orquesta en escenario, L_{pA}	Orquesta en foso para ópera, L_{pA}	Banda en marcha, L_{pA}
Clarinete	68 - 82*	88	119
Trompeta	88 - 108*	93	--
Trombón	90 - 106*	91	113
Saxofón	75 - 110*		113-115
Percusión	90 - 105	85	Tambores 113-122
			Platillos 118-121
Toda la orquesta	Música de cámara 70 - 92*	88	--
	Música sinfónica 86 - 102*		

* Mediciones realizadas a 3 m

Tabla 1. Niveles de presión sonora para instrumentos de viento de la familia de los metales, medidos en tres diferentes contextos. (Elaboración propia con datos de (5))

En la tabla 2 se mencionan los problemas más frecuentes en músicos de orquesta. Por último, en la tabla 3 se extiende esta información a trabajadores del sector entretenimiento, incluyendo posibles formas recomendadas de protección auditiva individual.

¹From 6 April 2008, the Noise Regulations 2005 also apply to the music and entertainment industry. See Sound advice (ISBN 978 0 7176 6307 1) or look at <http://soundadvice.info>."

Situación	Problemas típicos	Posible protección
Instrumentos amplificados o sistemas de sonido	Frecuentemente excesivamente intensos	Tapones de atenuación uniforme. (Nota: el uso de monitores intra-auriculares puede eliminar la necesidad de tener reproducción del sonido en áreas de trabajo, o permitir reducir los niveles de sonido reproducido en las áreas de trabajo, o permitir reducir sus niveles).
Cantantes	La voz propia puede ser excesivamente alta. Otros instrumentos hacen difícil controlarla	Cantantes solistas: tapones ventilados / sintonizados Cantantes con acompañamiento: tapones de atenuación uniforme
Instrumentos de viento (maderas) en la orquesta	Proximidad a las secciones de los metales y la percusión La resonancia de la mandíbula (efecto de oclusión) hace que sea difícil controlar el instrumento si se usan tapones convencionales para los oídos	Cerca de las trompetas o de la sección de percusión: • Tapones ventilados /sintonizados • Tapones de atenuación uniforme o tapones sensibles a la amplitud Cerca de altavoces amplificados: • Tapones de atenuación uniforme
Flautas y flautines	Niveles de pico fuertes, gran intensidad en altas frecuencias Si existe pérdida auditiva en el oído derecho, redundancia en distorsión percibida	En general: • Tapones de atenuación uniforme o tapones sensibles a la amplitud Pérdida de la audición del oído derecho: • Tapones asimétricos ventilados/sintonizados
Metales	La resonancia de la mandíbula (efecto de oclusión) hace que sea difícil controlar el instrumento si se usan tapones convencionales para los oídos	Cerca de la percusión o de otros metales: • Protectores de copa (tipo orejera) Cerca de altavoces amplificados: • Tapones de atenuación uniforme
Violines y violas	Los tapones convencionales eliminan los sonidos de frecuencias más altas	• Tapones de atenuación uniforme • Cuando se tienen cerca vecinos de gran intensidad sonora, algunos prefieren tapones sensibles a la amplitud
Bajos, violonchelos, arpas	Proximidad a la sección de metales	Tapones ventilados o sintonizados
Pianos y clavecines	Los tapones convencionales eliminan los sonidos de frecuencias más altas.	• Tapones de atenuación uniforme.
Tambores y percusión	Elevados niveles sonoros, sonidos intensos de alta frecuencia, como por ejemplo,	• Tapones de atenuación uniforme o sensibles a la amplitud • Protectores de copa (tipo orejera)

Situación	Problemas típicos	Posible protección
	los platillos. Los tapones convencionales reducen demasiado los niveles sonoros y esto puede resultar en golpear con exceso de intensidad para compensar.	
Orquestas en foso	Frecuentemente excesivamente fuertes	<ul style="list-style-type: none"> • Tapones de atenuación uniforme • Monitores de auriculares
Directores de orquesta y profesores de música	Los tapones convencionales eliminan los sonidos de frecuencias más altas.	<ul style="list-style-type: none"> • Tapones de atenuación uniforme
<p>Nótese que si bien los problemas son comunes, los factores personales y ambientales son muy variables. Los empleadores deben consultar a los artistas antes de seleccionar la protección auditiva que usarán. Es deseable contar con asesoramiento profesional.</p>		

Tabla 2. Problemas típicos y posibles formas de protección auditiva para el caso de músicos de orquesta. (Tomado de (5))

Situación	Problemas típicos	Posible protección
Ingenieros de sonido en vivo Artistas en estudio e ingenieros de sonido en estudio	Sonido muy fuerte Sonidos externos que compiten con los de interés	<ul style="list-style-type: none"> • Tapones de atenuación uniforme <p>(Nota: el uso de monitores intra-auriculares puede eliminar la necesidad de tener reproducción del sonido en áreas de trabajo, o permitir reducir los niveles de sonido reproducido en las áreas de trabajo, o permitir reducir sus niveles)</p>
Teatro y otros artistas en vivo, y equipos	Sonidos continuos (generadores) Sonidos impulsivos (pirotecnia, disparos)	<ul style="list-style-type: none"> • Orejeras • Tapones compresibles • Tapones premoldeados
Trabajadores de Sala de Conciertos	Necesidad de protección contra altos niveles sonoros, manteniendo la capacidad de comunicarse	<p>Si la comunicación no es importante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tapones compresibles • Orejeras <p>Si hay necesidad de comunicarse:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tapones de atenuación uniforme
Bares y discotecas	Necesidad de protección contra altos niveles sonoros Puede requerirse mantener la capacidad de comunicarse.	<p>Meseros:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Orejeras • Tapones compresibles • Tapones premoldeados <p>Personal del bar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tapones de atenuación uniforme. <p>DJs:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Orejeras con dispositivos de restauración de sonido (ANC)

Situación	Problemas típicos	Posible protección
		ajustados Gerentes, personal de seguridad: • Tapones de atenuación uniforme con intercomunicador. (Nota: el uso de controladores de nivel en las orejeras o intra-auditivos puede eliminar la necesidad de tener reproducción del sonido en áreas de trabajo, o permitir reducir los niveles de sonido reproducido en las áreas de trabajo, o permitir reducir sus niveles).
Nótese que si bien los problemas son comunes, los factores personales y ambientales son muy variables. Los empleadores deben consultar a los artistas antes de seleccionar la protección auditiva que usarán. Es deseable contar con asesoramiento profesional.		

Tabla 3. Problemas típicos y posibles formas de protección auditiva para otros puestos de trabajo vinculados a la industria del entretenimiento. (Tomado de (5))

Los niveles de presión sonora a que se ven expuestos algunos de los trabajadores mencionados en la tabla 3 se indican en la tabla 4.

Tarea/Ocupación	LEP _d promedio (dBA)	Desviación Estándar (dBA)	Horas promedio por semana
DJ	96,3	4,8	16,5
Personal del bar	92,3	4,2	15,7
Personal de piso	92,9	4,4	S/D
Personal de seguridad	96,2	3,2	S/D

Tabla 4. Niveles de exposición sonora diario promedio (tomado de (6))

Ruido en ambientes educativos

Los niveles sonoros en locales educativos no suelen ser adecuados a la función que deben cumplir. Es que en general, el acondicionamiento acústico de aulas es un tema que ha sido dejado de lado largamente y no sólo en América del Sur: estudios en Canadá y Alemania (6) muestran que hay problemas que hacen que se tenga un nivel de inteligibilidad de entre el 50 % y el 67 %, es decir, sólo se comprende correctamente entre la mitad y dos terceras partes de los mensajes verbales.

Entre las conclusiones de los estudios realizados en Alemania, surge un muy bajo cumplimiento de la normativa de aplicación (normativa nacional de requerimientos acústicos DIN 18041, 2004); niveles de presión sonora entre 50 dBA y 60 dBA con la clase en silencio y entre 60 dBA y 80 dBA si hay conversaciones, identificándose como principal

fuente sonora a la voz humana; los niveles sonoros son más elevados en las clases más bajas pero también los niños responden mejor a un entrenamiento intensivo para mejorar su conducta en la clase que los estudiantes de más años, con los que ese tipo de entrenamiento da menos resultado (6).

Nuevas caracterizaciones de la pérdida auditiva ocupacional

Durante mucho tiempo la pérdida auditiva ocupacional se consideró como una pérdida binaural simétrica. Pese a conocerse que la pérdida auditiva de los conductores profesionales, especialmente en el transporte de larga distancia, implica una pérdida auditiva asimétrica, no son demasiados los estudios disponibles que dan cuenta documentada de esta asimetría.

En lo que sigue se muestran los resultados de dos estudios realizados respectivamente en India y Brasil, en los que se estudian 90 y 624 casos respectivamente. Los resultados en ambos muestran una pérdida mayor en el oído izquierdo, que resulta estadísticamente diferente a la obtenida para el oído derecho.

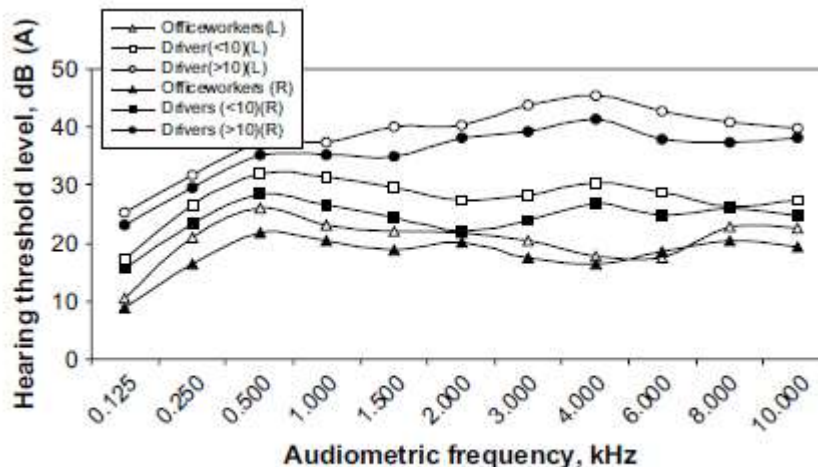


Figura 3. Audiograma de ambos oídos para grupos de conductores con menos y más de 10 años de exposición y grupo control (oficinistas) en India (tomado de (7))

Un resultado similar se muestra en (8), donde se comparan pérdidas en ambos oídos para conductores que transitan por zonas con diferentes niveles de ruido en San Pablo, Brasil. La tabla 5 está reproducida de ese estudio, en el que se muestra la asimetría de la pérdida auditiva en ambos oídos.

Área de trabajo	Parámetro	Oído derecho			Oído izquierdo		
		3 kHz	4 kHz	6 kHz	3 kHz	4 kHz	6 kHz
Grupo A: Áreas con bajos niveles sonoros	Media	8,3	12,39	18,53	9,11	13,33	19,75
	Desv.Estándar	0,40	0,46	0,52	0,47	0,55	0,61
Grupo B: Áreas con altos niveles sonoros	Media	12,20	17,23	22,48	13,03	18,14	24,30
	Desv.Estándar	0,89	1,08	1,17	0,82	1,05	1,10

Tabla 5. Umbral auditivo promedio (dB) a distintas frecuencias para oídos derecho e izquierdo en conductores que trabajan en dos áreas diferentes A y B. En todas las frecuencias comparadas, resulta t-test, $p < 0,001$ (Tomado de (8))

Nuevas técnicas preventivas para el diagnóstico de la pérdida auditiva

La detección temprana de un proceso de deterioro del oído interno es quizás una de las herramientas más poderosas para intentar prevenir el avance de la pérdida auditiva y prolongar el período de latencia, evitando disfuncionalidades que afectan tanto física como social y psicológicamente a quienes las padecen.

En ese sentido, la audiometría extendida de alta frecuencia o simplemente audiometría de alta frecuencia AAF, parece ser un instrumento idóneo para lograrlo. A diferencia de la audiometría de tonos puros convencional, que suele barrer hasta la banda de octava centrada en 8000 Hz, la AAF llega hasta los 18.000 Hz a 20.000 Hz. se trata de la técnica más sensible de la que se dispone en la actualidad para explorar de forma completa la función coclear y para estudiar la posible afectación auditiva a nivel coclear (9).

La AAF suele aplicarse para detección temprana del avance de la presbiacusia, de efectos de drogas ototóxicas (muchas de ellas producen alteraciones que se inician por encima de los 8.000 Hz y que, por lo tanto, no se detectan con la audiometría de tonos puros convencional) o de traumas acústicos ocasionados por exposiciones por lo general agudas, aunque también puede aplicarse a deterioro auditivo ocasionado por exposición crónica. Como en la audiometría de altas frecuencias se estudian las frecuencias entre 8.000 y 20.000 Hz, también permite realizar un diagnóstico diferencial entre la presbiacusia y las lesiones auditivas inducidas por ruido de larga evolución. En éstas se puede ver una recuperación en las frecuencias 10.000, 12.000 o 14.000 Hz, cosa que no sucede en la presbiacusia (9).

Hinalaf y Moreno (2007) muestran las bondades de la aplicación de las audiometrías de alta frecuencia para la predicción de la pérdida auditiva en adolescentes (10), línea que ha sido reafirmada por el equipo de investigación del CINTRA (Córdoba, Argentina) en múltiples

publicaciones. En particular, la Figura 4, tomada de Biassoni et al. (2014) (11) muestra los perfiles audiométricos de adolescentes con audición normal obtenidos con 4 años de diferencia en un estudio longitudinal. Aunque las pérdidas son muy pequeñas. Se anticipan en las frecuencias altas y muy altas antes de manifestarse en las frecuencias conversacionales.

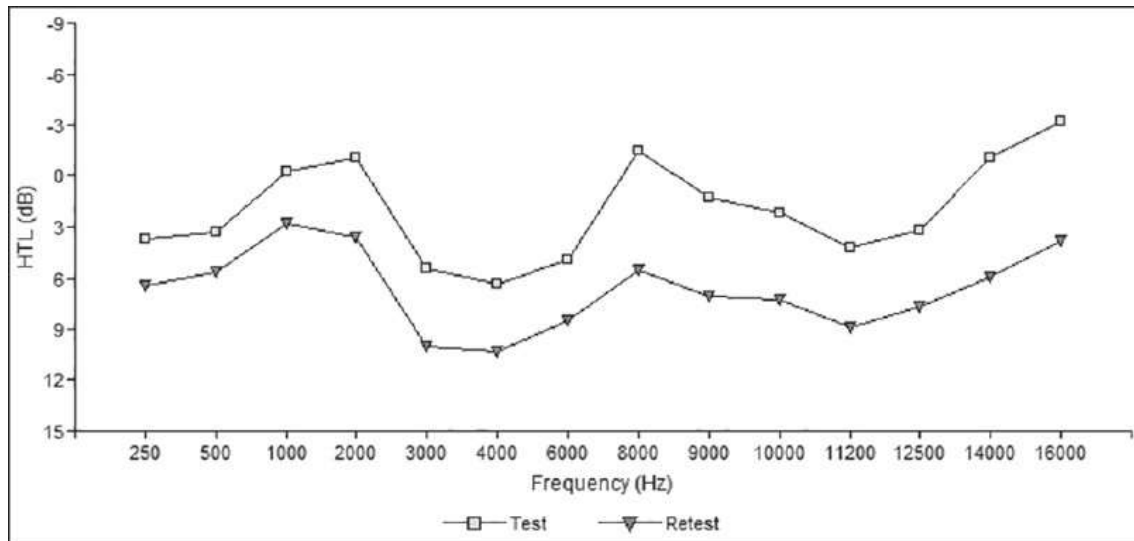


Figura 4. Comparación de perfiles audiométricos de adolescentes normoyentes (98 oídos) obtenidos con diferencia de 4 años entre el test y el retest (Tomado de (11)).

Nuevos métodos para evaluar puestos de trabajo

Aunque las técnicas de evaluación de la exposición parecen ser muy "clásicas" y estar totalmente estandarizadas, algunas de ellas son tan onerosas en cuanto al equipamiento que se requiere que hay propuestas alternativas para realizar este tipo de evaluaciones. Uno de estos casos es el de evaluación de la exposición a ruido por parte de operadores telefónicos en call centers.

Las técnicas generalmente aceptadas para evaluar este tipo de exposición son dos: la técnica MIRE (microphone in real ear), consistente en un micrófono o sonda que accede directamente al canal auditivo, y el uso de un oído o cabeza / torso artificial. Ambos métodos exigen disponer de equipamiento muy oneroso, por lo que los investigadores del Laboratorio de Acústica y Electroacústica de la Universidad Nacional de Rosario, Argentina, han desarrollado otra técnica de medición que se basa en la calibración del auricular telefónico por contraste del umbral auditivo contra un auricular audiométrico (12). Para los diferentes tonos, se determina el umbral con uno y otro auricular, registrando digitalmente la señal eléctrica que llega al auricular.

Se trata de un método muy económico, aunque no demasiado robusto: la determinación del umbral de audición para un auricular externo (de copa) abierto puede estar contaminada, por ejemplo, por el ruido ambiente. Sin embargo, si el valor de exposición obtenido por este método más la incertidumbre estimada resultan estar por debajo de los límites reglamentarios, el método permite verificar que se cumple con la normativa a muy bajo costo (12).

Nuevos enfoques para evaluar la pérdida auditiva ocupacional

Aunque a los efectos de proteger la salud de cada trabajador la evaluación clínica es insoslayable, desde otros puntos de vista puede resultar de interés trabajar con el conjunto de la población trabajadora expuesta a ciertos niveles de ruido en condiciones dadas, para dilucidar cuál es el efecto sobre la salud auditiva que se espera como resultado de tal exposición.

El enfoque epidemiológico no es nuevo, ni en materia de exposición a ruido ni a otros agentes, tanto en el medio laboral como en general. En efecto, cuando se está en presencia de poblaciones expuestas a un mismo agente potencialmente agresor, empiezan a aparecer en juego otros factores que deben necesariamente ser considerados y que tienen que ver con conceptos de tipo epidemiológico o poblacional, como por ejemplo la incidencia de la susceptibilidad individual en la respuesta de los distintos receptores ante dicho agente.

En un análisis epidemiológico, lo que se busca es encontrar regularidades en las respuestas de un conjunto de personas expuestas para definir medidas de gestión que apunten a proteger la salud de todas ellas, aunque no se obtiene información sobre el estado de salud de cada una en particular. En el caso de la exposición a elevados niveles de presión sonora en el ambiente de trabajo, se busca reducir el riesgo de ocurrencia de una pérdida auditiva incremental a la esperada por presbiacusia. Para lograrlo (13), las posibles medidas a implementar deben considerarse primero en la fuente (posibilidad de eliminar la fuente o sustituirla, soluciones de ingeniería –modificar el punto de funcionamiento, aislamiento, encapsulamiento, modificación de los elementos más ruidosos de la máquina- y de mantenimiento preventivo de los equipos); luego en el medio de propagación (barreras acústicas, silenciadores en los tubos de escape); medidas colectivas (por ejemplo, organización del trabajo, modificación del lugar de trabajo, restricciones de acceso a zonas ruidosas); y sólo cuando se han agotado las posibilidades razonables en esos dos casos es que debe pensarse en la protección individual a través del uso de elementos de protección personal (14).

La metodología que se emplea para predecir o evaluar la pérdida auditiva en poblaciones ocupacionalmente expuestas a ruido es la que propone la Norma ISO 1999:90 (15), que permite predecir la pérdida esperable en diferentes frecuencias para distintos porcentajes de un conjunto de individuos expuestos a cierto nivel sonoro continuo equivalente de ocho horas $L_{Aeq,8h}$, en función del género, edad y antigüedad en el puesto de trabajo. Es el método de evaluación que se recomienda por parte de la Unión Europea² (14).

Actualmente el mayor desafío viene dado por generar datos para establecer referencias locales para las bases de datos de comparación (16) que aplica esta metodología.

Nuevos criterios de evaluación de la pérdida auditiva

La Norma ISO 1999:1990 (15) avala la aplicación de nueve posibles criterios para evaluar la pérdida auditiva. En general toman en cuenta entre dos y cuatro frecuencias. La mayoría se refieren a promedios aritméticos de las pérdidas en las frecuencias consideradas. Algunos de ellos emplean las frecuencias audiométricas más convencionales; otros, incluyen la frecuencia de 3000 Hz.

A continuación se listan los criterios que menciona la Norma:

- (1) El promedio de las pérdidas en las frecuencias de 500 Hz, 1000 Hz y 2000 Hz.
- (2) El promedio de las pérdidas en las frecuencias de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz y 3000 Hz.
- (3) El promedio de las pérdidas en las frecuencias de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz y 4000 Hz.
- (4) El promedio de las pérdidas en las frecuencias de 1000 Hz, 2000 Hz y 3000 Hz.
- (5) El promedio de las pérdidas en las frecuencias de 1000 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz y 4000 Hz.
- (6) El promedio de las pérdidas en las frecuencias de 2000 Hz y 4000 Hz.
- (7) El promedio de las pérdidas en las frecuencias de 2000 Hz y 3000 Hz.
- (8) El promedio de las pérdidas en las frecuencias de 2000 Hz, 3000 Hz y 4000 Hz.

² "Para evaluar correctamente la exposición de los trabajadores al ruido es conveniente aplicar un método objetivo de medición; de ahí la referencia a la norma ISO 1999:1990, que goza de un reconocimiento general."

- (9) La siguiente combinación lineal de las pérdidas en cuatro frecuencias (criterio ponderado): 0,2 de la pérdida a 500 Hz, 0,4 de la pérdida a 1000 Hz, 0,3 de la pérdida a 2000 Hz y 0,1 de la pérdida a 4000 Hz.

Pese a dar este amplio abanico de opciones, la Norma no toma partido por ninguno de ellos ni da tampoco umbrales a partir de los cuales debe considerarse que existe una pérdida auditiva ni qué calificativo merece ésta, tal como es el enfoque más arraigado acerca de este tema (17). Tablas como la que sigue (tabla 6, tomada de (17)) fueron durante mucho tiempo el instrumento de decisión acerca de la existencia o no de pérdida auditiva.

Grado de discapacidad auditiva		Pérdida del mejor oído*	Desempeño
0	Nulo	<25 dB	No se tienen problemas de audición o son muy leves. Capaz de oír susurros.
1	Leve	26 – 40 dB	Capaz de oír y repetir palabras dichas con voz normal a 1 m de distancia.
2	Moderado	41 – 60 dB	Capaz de oír y repetir palabras dichas con voz fuerte a 1 m de distancia.
3	Severo	61 – 80 dB	Capaz de oír algunas palabras si se le grita en el mejor oído.
4	Profundo (incluye sordera)	≥ 81 dB	No oye ni entiende aun si se le grita.

*Según ISO: promedio de la pérdida auditiva en las frecuencias de 500, 1000, 2000 y 4000 Hz

Tabla 6. Definiciones de discapacidad auditiva (tomado de (17))

No son muchos los trabajos que comparan los resultados de aplicar los diferentes criterios sobre la misma población; de ahí que resulta interesante mostrar la comparación que se presenta en el estudio de Majumder et al. (7). Nótese (tabla 7) que los porcentajes mínimos de exceso de riesgo en el caso de conductores con mayor tiempo de exposición varían entre 3 % y 8 %, en tanto las medias lo hacen entre 15 % y 19 %.

Desde un punto de vista estadístico (18), se puede afirmar que los criterios 6 y 7 se apartan de los demás en sus resultados y son los más preventivos, en tanto el criterio 9 tampoco resulta comparable con los demás pero en este caso por ser excesivamente reparativo. Es decir que, a la hora de proteger la salud de los trabajadores, el mayor peso relativo de las frecuencias en que se instala pérdida auditiva (3000 Hz y 4000 Hz) hace la diferencia en cuanto a advertir tempranamente del riesgo a que se expone el trabajador antes de que la pérdida alcance las

frecuencias conversacionales y afecte su vida cotidiana. Esto es reafirmado en (7) de la siguiente forma:

"Modelos (de evaluación) que excluyen a las frecuencias más altas son menos sensibles a los daños ocasionados por el ruido y pueden requerir un mayor tiempo de exposición a un nivel sonoro determinado para que se observe un exceso de riesgo significativo en la población."

Frecuencias consideradas para evaluar la pérdida auditiva (Hz)	Exceso de riesgo de pérdida auditiva (%)					
	Conductores con menos de 10 años de exposición a ruido			Conductores con más de 10 años de exposición a ruido		
	Mínimo	Media	Máximo	Mínimo	Media	Máximo
500, 1000, 2000 y 3000	0	3,6	20,9	6,9	16,5	32,2
500, 1000 y 2000	0	4,3	20,4	3,3	14,9	35,0
1000, 2000 y 3000	0	3,5	20,4	3,3	17,4	35,4
1000, 2000, 3000 y 4000	0	3,9	19,4	4,7	19,0	32,2
500, 1000, 2000 y 4000	0	4,1	20,6	8,1	17,4	31,4

Tabla 7. Exceso de riesgo de pérdida auditiva para conductores profesionales en India (adaptado de (7))

Nuevos efectos de la exposición a ruido que se han asumido como tales

Sin dudas el efecto mejor caracterizado de la exposición ocupacional a ruido es la pérdida auditiva (17). De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, ésta trae aparejadas otras consecuencias, que incluyen:

- *Aislamiento social.*
- *Dificultades de comunicación con compañeros de trabajo y familia.*
- *Reducción de la capacidad de controlar el ambiente de trabajo (señales de advertencia, ruido de los equipos).*
- *Incremento de lesiones personales por alteración de la comunicación e incremento del aislamiento.*
- *Ansiedad, irritabilidad, disminución de la autoestima.*
- *Pérdida de productividad.*
- *Gastos por compensación y ayudas auditivas para los trabajadores afectados.*

Otros efectos que son considerados por la OMS como posibles consecuencias de la exposición ocupacional a elevados niveles sonoros

se indican en la tabla 6. Es de destacar el hecho de que la molestia, definida según Passchier-Vermeer como (17):

"Un sentimiento de resentimiento, disgusto, malestar, incomodidad, insatisfacción o enojo que ocurre cuando el ruido interfiere con los pensamientos, sentimientos o actividades cotidianas de una persona"

esté considerada como un efecto en sí misma.

Efecto		Evidencia de relación causa-efecto	Umbral observado (dBA)
Rendimiento		Limitada	
Efectos bioquímicos		Limitada	
Efectos sobre el sistema inmunitario		Limitada	
Peso al nacer		Limitada	
Molestia		Suficiente	En oficina: < 55 En industria: < 85
Hipertensión		Suficiente	55 – 116
Pérdida auditiva	En adultos	Suficiente	75
	En bebés en gestación	Suficiente	< 85

Tabla 6. Evidencia de los efectos reportados por exposición ocupacional a ruido, según OMS (tomado de (17))

Por su parte, la Unión Europea menciona los siguientes entre los efectos adversos ocasionados por la exposición a ruido:

- *Pérdida temporal de la audición por la exposición a corto plazo a altos niveles de ruido, que puede regresar a la normalidad luego de un período de reposo auditivo.*
- *Pérdida permanente de la audición después de la exposición prolongada a altos niveles de ruido.*
- *Tinnitus (zumbidos en los oídos o la cabeza; también se designan como acúfenos).*
- *Incremento de la presión arterial y el estrés.*
- *Incapacidad para dormir, fatiga y otros trastornos del sueño.*
- *Sensación de aislamiento e interferencia con las comunicaciones generales del lugar de trabajo.*
- *Incapacidad para escuchar advertencias de inminente peligro y alarmas debido al excesivo nivel de ruido.*

Asimismo advierte que los efectos del ruido se pueden potenciar en

presencia de otros agentes, como productos químicos.

En cuanto a efectos asociados con algún nivel de presión sonora, menciona los siguientes (tabla 7):

Nivel (dB)	Efecto
140	Daño súbito (trauma acústico)
85	Pérdida auditiva, tinnitus
75	Efectos cardiovasculares
70	Trastornos del sueño
65	Estrés
60	Molestia

Tabla 7. Efectos de la exposición a ruido de acuerdo con la European Agency for Safety and Health at Work (tabla adaptada de (6))

Por otra parte, aplicando una metodología de panel de expertos, la Unión Europea definió como riesgos emergentes prioritarios relacionados con exposición a ruido los que se listan en la tabla 8.

Status	Descripción del riesgo
Riesgos emergentes	Trauma acústico y exposición excesiva a ruido debido a nuevas tecnologías y organización del trabajo (por ejemplo, auriculares en call-centers)
	Exposición combinada a ruido y sustancias ototóxicas
	Exposición a ruido en aulas debido a acondicionamiento acústico deficiente de locales educacionales ubicados en áreas urbanas ruidosas
	Reducción de la audibilidad de señales informativas cuando se emplean sistemas de comunicación en presencia de ruido de fondo (por ejemplo, en el sector Construcción)
	Exposición a ruido por debajo de los límites admisibles pero que genera fatiga e ineficiencia (por ejemplo, en call-centers)
	Exposición combinada a ruido y vibraciones
	Exposición a ruido durante el embarazo
Riesgo no categorizado	Exposición cotidiana a vibraciones que incrementan la sensibilidad al ruido en el ambiente de trabajo

Tabla 8. Principales riesgos emergentes asociados con la exposición a ruido, de acuerdo con panel de expertos de la European Agency for Safety and Health at Work (tabla adaptada de (6))

La Asociación Canadiense de Salud Mental (Canadian Mental Health Association) (19) agrega que la reducción de la atención ocasionada por el ruido predispone a cometer errores en la tarea y a exponerse innecesaria e indebidamente a riesgos. A su vez, hace que las personas estén más nerviosas, ansiosas, intolerantes o enojadas. De ahí que

advierde que cuando hay algún agente físico causante de estrés en el ambiente de trabajo, como por ejemplo ruido, debe ser tratado prioritariamente en la fuente, realizando todos los esfuerzos posibles para abatir los niveles sonoros ambientales.

Nuevos elementos en la normativa

Algunos elementos que han aparecido en normativa de los últimos años y a los que quizás no se les ha prestado la atención que por su importancia parecen merecer, son los que se destacan en esta sección.

Directiva 2003/10/CE

La Directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del Consejo (14) procura proporcionar un nivel adecuado de protección a los trabajadores en lo relativo a riesgos para su salud y seguridad derivados de la exposición al ruido, en particular en lo referente a la pérdida de audición. Establece niveles de acción más exigentes que los anteriores, que eran de 85 dBA y 90 dBA y ahora bajan a 80 dBA y 85 dBA respectivamente.

Los parámetros físicos que toma en cuenta como indicadores de riesgo son los siguientes:

- Nivel de exposición diaria al ruido ($L_{EX, 8h}$) en dBA, referido a 20 μ Pa, promedio ponderado en el tiempo de los niveles de exposición al ruido para una jornada de trabajo nominal de ocho horas
- Nivel de exposición semanal, promedio ponderado en el tiempo de los niveles de exposición diaria al ruido para una semana de trabajo que conste de cinco jornadas de ocho horas.
- Presión acústica de pico (p_{pico}), el valor máximo de la presión acústica instantánea ponderada C en frecuencia.

La Directiva impone un primer nivel de acción para $L_{EX, 8 h} = 80$ dB(A) y $P_{pico} = 112$ Pa (3), o 135 dB; y un nivel de acción superior de: $L_{EX, 8 h} = 85$ dB(A) y $P_{pico} = 140$ Pa (2), o 137 dB.

Introduce asimismo un valor límite de exposición personal teniendo en cuenta el uso de protección auditiva, que es de $L_{EX, 8 h} = 87$ dB(A) y $P_{pico} = 200$ Pa o 140 dBC. Este valor se fija con la finalidad de evitar daños irreversibles en el oído del trabajador. Representa un nivel de exposición que no debe superarse en ningún momento y toma en cuenta la atenuación que proporcionan los protectores auditivos. Esto se traduce en la práctica en que el trabajador no debe resultar expuesto en ningún momento a tales niveles, los que actúan entonces a modo de valores TLV-C. Además:

- Indica explícitamente que las medidas de protección colectiva tienen prioridad sobre las medidas de protección individual.
- Propugna la evaluación poblacional a partir de la aplicación de la metodología que establece la norma ISO 1999:1990.
- Concede un período de transición para que se puedan trasladar en forma práctica y efectiva las disposiciones de la Directiva a los sectores de la música y el ocio.

Normativa de Reino Unido

La normativa de Reino Unido (20) establece obligaciones tanto para el empleador como para el empleado, y ha desarrollado materiales de rápida y fácil lectura y comprensión para su aplicación (21, 22).

Entre las obligaciones legales del empleador, se cuentan las siguientes:

- Procurar usar los equipos y/o procesos más silenciosos.
- Implementar las modificaciones técnicas y medidas de ingeniería posibles para reducir el ruido en la fuente.
- Utilizar pantallas, barreras, cerramientos o materiales absorbentes cuando sea necesario a los efectos de lograr puestos de trabajo con poco ruido.
- Mejorar las formas de trabajar para reducir los niveles de ruido.
- Limitar el tiempo de permanencia en áreas ruidosas.

También establece obligaciones legales para el empleado, entre las que se mencionan:

- Cooperar con el empleador para proteger su audición.
- Utilizar correctamente los dispositivos de control de ruido.
- Proceder de acuerdo con los métodos de trabajo que se le indican.
- Usar la protección auditiva que se le proporciona, en forma correcta y durante todo el tiempo necesario (cuando esté realizando tareas ruidosas y cuando se encuentre en zonas de uso obligatorio de protección auditiva).
- Cuidar su protección auditiva.
- Asistir a los controles auditivos.
- Reportar inmediatamente cualquier problema con los dispositivos de control de ruido o la protección auditiva.

Normativa de Uruguay

Se menciona aquí la actual normativa ocupacional de Uruguay, Decreto 320/012 (23), por considerar que plantea un elemento diferencial en relación a otras normativas e incluso a la que estaba anteriormente vigente en el país.

En efecto, independientemente de las medidas que se adopten para reducir los niveles de presión sonora en el ambiente laboral, indica que:

"...se requerirá el uso de protección auditiva personal cuando el nivel de intensidad sonora del puesto de trabajo considerado sea superior a 80 dBA."

Esta disposición, que a primera vista puede parecer desmedida y onerosa dado que prácticamente cualquier trabajador pasa a estar obligado a emplear protección auditiva y, en consecuencia, su empleador está obligado a proporcionársela, intenta por un lado resolver una dificultad operativa real en cuanto a lo general de la anterior reglamentación, en que se estipulaba la obligatoriedad de uso de protección personal a partir de los 85 dB(A) pero dejaba una gran imprecisión en cuanto al nivel de exposición sonora admisible y el tiempo de exposición correspondiente.

En un contexto de dificultades de control por limitaciones de personal y presupuestales, esta disposición puede acortar el camino para lograr una efectiva protección de la salud auditiva de los trabajadores.

Referencias Bibliográficas

(1) Sánchez Valenzuela, Mauricio Alejandro; Albornoz Villagra, Christian Eduardo (2005) Estrategia Frente a la Problemática del Ruido Ocupacional. Ciencia & Trabajo Año 8 N° 20 ABRIL / JUNIO 2006 pp. 58-64. www.cienciaytrabajo.cl

(2) European Agency for Safety and Health at Work (S/A) Literature review - The human-machine interface as an emerging risk. Topic Centre Risk Observatory, EU-OSHA. ISBN-13: 978-92-9191-300-8

(3) Gandarillas González, Marco A.; Quijano Terán, Fernando (2005) patología laboral: claves para el diagnóstico y gestión administrativa. Gobierno de Cantabria, Consejería de Sanidad y Asuntos Sociales: Servicio Cántabro de Salud, 2005.

(4) Riesgo de pérdida auditiva para los trabajadores de un Call Center. Disponible en: http://www.bksv.es/NewsEvents/News/Spain/KinkiUniversity_HearingLoss

(5) Sound advice: Control of noise at work in music and entertainment. 2008. Music and Entertainment Sector Working Group Health and Safety Executive HSG260 ISBN 978 0 7176 6307 1.

- (6) European Agency for Safety and Health at Work. Noise in figures. Office for Official Publications of the European Communities. Luxembourg, 2005. ISBN 92-9191-150-X
- (7) Majumder, J.; Mehta C.R.; Sen, D. Excess risk estimates of hearing impairment of Indian professional drivers. *International Journal of Industrial Ergonomics* 39 (2009) 234–238.
- (8) Melo Barbosa, Antônio Sérgio; Alves Cardoso, Maria Regina (2005) Hearing loss among workers exposed to road traffic noise in the city of São Paulo in Brazil. *Auris Nasus Larynx* 32 (2005) 17–21
- (9) Solé, M^a Dolores. Programa de Vigilancia de la Salud de los trabajadores expuestos a ruido. Sección Única. INSHT N° 36, pp. 16-28, 2005.
- (10) Hinalaf, María de los Ángeles; Moreno Barral, José. "Identificación de la fatiga auditiva en adolescentes como predictora temprana de hipoacusias inducidas por ruido." Universidad Nacional de Córdoba, Secretaria de Extensión Universitaria. Córdoba, República Argentina, 2007.
- (11) Biassoni EC, Serra MR, Hinalaf M, Abraham M, Pavlik M, Villalobo JP, Curet C, Joeques S, Yacci MR, Righetti A. Hearing and loud music exposure in a group of adolescents at the ages of 14-15 and retested at 17-18. *Noise Health* 2014;16:331-341
- (12) Miyara, Federico; Accolti, Ernesto; Guerrero, Stella Maris (2011a) Determinación de la exposición laboral a ruido en operadores telefónicos mediante comparación de umbrales auditivos con auriculares telefónicos y audiométricos. Reunión Regional de Acústica. Montevideo, Uruguay, octubre 2011.
- (13) Construpedia. *El Ruido en el Trabajo*. Construmática. Arquitectura, Ingeniería y Construcción. Portal, Buscador y Comunidad. Disponible en: <http://www.construmatica.com/construpedia/>
- (14) Diario Oficial de la Unión Europea. Directiva 2003/10/CE sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (ruido).
- (15) International Organization for Standardization (1990) ISO Standard 1999:1990 *Acoustics – Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment*. Suiza, 1990.
- (16) González Fernández, Alice Elizabeth (2008) Valoración epidemiológica del umbral auditivo de la población adulta uruguaya, en: *Seminario Internacional en Ruido Ambiental*, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Universidad de San Buenaventura–Medellín, Corantioquia. pp. 21-33. ISBN: 978-958-44-3029-8. Medellín, marzo 2008.

- (17) Concha-Barrientos M, Campbell-Lendrum D, Steenland K. Occupational noise: assessing the burden of disease from work-related hearing impairment at national and local levels. World Health Organization, 2004 (WHO Environmental Burden of Disease Series, N° 9). ISBN 92 4 159192 7; ISSN 1728-1652
- (18) González, Alice Elizabeth; Perona, Domingo Hugo; Pérez Rocamora, Esteban; Gavirondo Cardozo, Martín. De cómo diferentes criterios de pérdida auditiva avalados por la Norma ISO 1999-90 conducen a valoraciones diferentes de una misma población. Segundo Congreso Argentino de Acústica del Nuevo Milenio, Buenos Aires, Argentina, 2003.
- (19) Canadian Centre for Occupational Health & Safety (2012) "Sources of Workplace Stress" Richmond, British Columbia. <http://www.ccohs.ca/oshanswers/psychosocial/stress.html>
- (20) United Kingdom. The Stationery Office. Statutory instruments. Health and Safety. *The Control of Noise at Work Regulations* 2005, N° 1643. ISBN 978 0 11 072984 8. www.opsi.gov.uk
- (21) Health and Safety Executive, HSE (2008) Noise at work: Guidance for employers on the Control of Noise at Work Regulations 2005. Leaflet INDG362(rev1) www.hse.gov.uk/pubns/indg362.pdf
- (22) Health and Safety Executive, HSE (2012) Noise. Don't lose your hearing! Pocket card INDG363 (rev2), 05/2012.
- (23) República Oriental del Uruguay. Poder Ejecutivo, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (2012). *Decreto 320/2012 de 28 de abril de 2012*.