

Prevalencia y caracterización de la pérdida auditiva en trabajadores expuestos a ruido industrial de una planta eléctrica turbogenerada en un complejo petroquímico.

María Montiel-López¹, Gilbert Corzo-Alvarez², Betulio Chacín-Almarza², Lilibiana Rojas-González¹, Ana Quevedo,¹ Adonias Lubo-Palma¹ y Hernando Rendiles³.

¹Instituto de Medicina del Trabajo e Higiene Industrial, ²Cátedra de Salud Ocupacional y Ambiental, Escuela de Medicina. Facultad de Medicina, Universidad del Zulia y

³Petróleos de Venezuela, S.A. Maracaibo, Venezuela.

Correo electrónico: mariamontiel89@yahoo.es; mmontiel@luz.edu.ve

Palabras clave: Pérdida auditiva inducida por ruido, hipoacusia, sonometría, audiometría.

Resumen. El propósito de este estudio fue determinar la prevalencia y caracterización de la pérdida auditiva por exposición laboral al ruido y su relación con otros factores, en trabajadores de una planta eléctrica turbogenerada en un complejo petroquímico del occidente de Venezuela. Se realizó un estudio de corte transversal donde se evaluaron 75 trabajadores a quienes se le practicó valoración médico ocupacional y audiometría tonal liminal. Se determinó el nivel de ruido en los lugares de trabajo mediante sonometría, siguiendo la metodología establecida en la norma COVENIN. Se obtuvo que la mayoría de los trabajadores estaban expuestos a ruido superior a 85 dB(A) y durante más tiempo que el recomendado en la norma. Todos utilizaban adecuadamente protección auditiva. La prevalencia de hipoacusia en trabajadores fue de 16,0%, y no se registraron hipoacusias inducidas por ruido. El umbral auditivo registrado en las audiometrías estuvo disminuido, pero dentro de los valores umbrales normales. Se diagnosticaron 12 casos de hipoacusias conductivas todas de grado I; no se diagnosticó hipoacusia sensorial ni mixta. No hubo significancia entre niveles de ruido e hipoacusia. Se sugiere el diseño e implantación de un programa de conservación auditiva para proteger la salud y seguridad de los trabajadores, realizar estudio longitudinal considerando como base los hallazgos del presente estudio.

Prevalence and characterization of hearing loss in workers exposed to industrial noise of the turbogenerated electric plant of a petrochemical industry.

Invest Clin 2006; 47(2): 117 - 131

Key words: Hearing loss noise-induced, hypoacusia, sonometry, audiometric test.

Abstract. The purpose of the present study was to assess the impact of occupational exposure to noise and its relationship with other factors that can induce hearing loss in the electric plant workers of a petrochemical industry of the west of Venezuela. A cross-sectional study was conducted that included sonometry tests, carried out according to the established methodology by COVENIN rules, and the occupational medical evaluation and liminal tonal audiometrics test in 75 workers. The equivalent noise levels (Leq) was quantified in different workplaces. It was found out that most of the workers are exposed to high noise levels [>85 dB(A)] and during more time than the recommended. All workers use hearing protectors appropriately. The hearing loss prevalence in workers was 16.0%, there were not noise-induced hearing losses. The hearing threshold registered in the audiometrics test was diminished, but inside the normal threshold values. We diagnosed 12 cases of conductive hearing loss, all grade I; there were not sensorial or mixed hearing losses. There was not a relationship between the equivalent noise level and hearing loss. It is suggested the design and implantation of a program of auditory conservation to protect the health and security of the workers and to conduct a longitudinal study considering the findings of the present study as it basis.

Recibido: 16-03-2005. Aceptado: 27-01-2006.

INTRODUCCIÓN

La pérdida auditiva por ruido es una enfermedad irreversible y prevenible, ubicada dentro de las principales causas de enfermedad ocupacional. En los Estados Unidos de Norteamérica, la pérdida auditiva por exposición a ruido de origen industrial (PAIR) es una de las 10 enfermedades ocupacionales más frecuentes, y se estimada que más de 20 millones de trabajadores de la producción en Estados Unidos de Norteamérica están expuestos a ruidos peligrosos que podrían causar sordera (1-3). En Venezuela, la pérdida auditiva inducida por ruido industrial se ha ubicado entre las diez

primeras causas de patología ocupacional, con el agravante que poco se ha hecho para prevenirla (4-6).

Los trabajadores pueden verse expuestos a niveles elevados de ruido en diversas y variadas ocupaciones como en la construcción, minería y fundición, industria textil, industria petrolera y petroquímica, y plantas generadoras de electricidad, entre otras (5,6), dado el uso de turbinas para producir electricidad.

Es necesario establecer el diagnóstico temprano de la pérdida de la audición, a fin de proveer una asesoría profesional y técnica adecuada para el manejo de casos, la valoración del deterioro de la capacidad audi-

tiva y la implementación de las medidas de prevención y control en salud. No sólo es importante determinar el momento en el cual el trabajador presenta la pérdida de la audición, si no determinar si ésta es causada por la exposición a ruido en puestos y áreas de trabajo (7-9).

En algunos trabajadores que presentan pérdida de audición temprana no es posible establecer la asociación causal, debido a que sólo han estado expuestos a ruido de baja intensidad; y además, se desconocen o no aparece registrados en la historia médica los antecedentes de exposición previa a ruido y/o enfermedades asociadas a este fenómeno (8-10). Se ha determinado que los estudios de ruido en la industria deben estar conducidos a establecer correlación entre la pérdida auditiva y la exposición al ruido, siendo necesario enfatizar la necesidad de contar con registros confiables y válidos.

La norma COVENIN 1595-1995 sobre ruido ocupacional, ha establecido que para una jornada de trabajo de 8 horas, el límite equivalente continuo para ruido es de 85 dB(A) (11). Niveles mayores de intensidad de ruido deben ser compensados con el acortamiento del tiempo de exposición y/o medidas de protección personal entre otras. El riesgo de disminución de la audición se relaciona con la duración e intensidad de la exposición, así como con la susceptibilidad genética a daño por ruido (12-16).

La Pérdida de la Audición Inducida por Ruido (PAIR) se caracteriza por el deterioro gradual de la audición, con dificultad para comprender la conversación, en especial cuando existe un sonido enmascarador de fondo, que por lo común es de baja frecuencia y oculta la porción mejor preservada del espectro de audición y exacerba más los problemas de comprensión de la conversación, lo cual puede estar acompañado de zumbidos o tinnitus intermitentes o continuos, que a menudo se agravan con la in-

tensidad o duración de la exposición al ruido (17-19).

El diagnóstico de la PAIR comprende el estudio de los antecedentes ocupacionales, personales y familiares, así como consumo de medicamentos, hábitos, pasatiempos, actividad deportiva o eventos recurrentes que puedan relacionarse con los hallazgos clínicos. La elaboración de una cuidadosa historia medico-ocupacional es la base para planificar las exploraciones a realizar, las cuales deben estar acompañadas del examen clínico y las pruebas audiométricas. Los resultados clínicos deberán acompañarse de un diagnóstico ambiental que comprenda la evaluación y el manejo del riesgo, mediante la identificación de la fuente de emisión de ruido, medición de los niveles de ruido y el espectro sonoro mediante sonometría y/o dosimetría personal, y evaluación de las medidas de prevención y control; todo ello con el fin de determinar la relación de causalidad. Las frecuencias del ruido de tono agudo son las que más afectan al epitelio sensorial de la cóclea, con daño a los estereocilios de las células pilosas internas y externas, estas últimas son las que primero se afectan; de ahí la importancia de la determinación de las frecuencias del ruido a que están expuestos los trabajadores (20-32).

En la planta eléctrica de la industria petroquímica en estudio, existe un importante número de trabajadores expuestos ocupacionalmente a niveles de ruido crítico o excesivo. En el proceso de producción de los productos petroquímicos, la planta eléctrica es una unidad operativa encargada de generar servicios básicos de electricidad en procesos de producción y administrativos. Si bien en gran parte está automatizada, todos los procesos operacionales involucran la presencia activa de los trabajadores en las diferentes áreas de la planta eléctrica, en donde se encuentran diversos factores de riesgo laboral, entre los cuales destacan

riesgos por iluminación, productos de la combustión de hidrocarburos, mecánicos, y el ruido.

Dicha planta consta de diferentes áreas contiguas, y separadas físicamente de las otras plantas encargadas de la producción petroquímica en dicho complejo, y en todas se genera ruido. De tal manera que la exposición ocupacional a ruido de los trabajadores de la planta eléctrica de la industria petroquímica es generalizada a todas las áreas o puestos de trabajo. Dichos trabajadores no están expuestos a sustancias químicas producidas en el complejo petroquímico por encontrarse en áreas diferentes. El objetivo de este estudio fue determinar la prevalencia y caracterización de la pérdida auditiva por exposición laboral al ruido y su relación con otros factores, para de esta manera derivar medidas de prevención y control, a fin de coadyuvar con las condiciones de salud, higiene y seguridad de los trabajadores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional, descriptivo, de corte transversal en 75 trabajadores del sexo masculino, que conforman el total de los trabajadores de la planta eléctrica turbogenerada en una industria petroquímica ubicada en el occidente de Venezuela.

La población de la planta eléctrica estuvo distribuida en siete áreas: calderas y turbogenerador 3,4 (12,00%); en las calderas 11 y 12 (12,00%); en las calderas 14, 15, 16 y 17 (13,30%); en el turbogenerador a gas 5, 6, 10 (14,70%); panel de control (17,33%); supervisores de turno (17,33%) y supervisores mayores (13,33%). Los operadores de planta, ubicados en cada una de las áreas antes mencionadas, y sus supervisores laboran por turnos; mientras que el personal supervisorio mayor labora en horario de oficina, y realizan guardias semanal-

mente a disponibilidad. Los operadores de planta eléctrica ubicados en las áreas de calderas, turbogenerador a gas y panel de control permanecen aproximadamente el 87,5% de la jornada laboral en las áreas de trabajo con exposición a ruido, así como los supervisores de turno quienes además cumplen con funciones administrativas menores; mientras el personal de supervisión mayor comparte funciones administrativas, en gran medida, y de vigilancia y control en las diferentes áreas de la planta, en menor grado, con exposición no continua a ruido durante períodos de tiempo por debajo de los recomendado por la norma.

Se realizó una historia médico ocupacional, con la cual se obtuvo información socio-demográfica, profesión, antigüedad laboral, jornada de trabajo, antecedentes personales, familiares y laborales, hábitos, antecedentes de enfermedad auditiva, exposición extra-laboral, utilización y mantenimiento del equipo de protección auditivo.

A cada trabajador se le realizó un estudio audiológico, que consistió en una exploración otoscópica y examen otorrinolaringológico, y una audiometría tonal liminal (conducción aérea y ósea), la cual se realizó en una cámara sonoamortiguada. Las evaluaciones audiométricas se efectuaron antes que el trabajador iniciara la jornada de trabajo, previo período de no exposición a ruido durante 14 horas; cumpliendo con el procedimiento establecido en la norma COVENIN 1565-1995(11). Se utilizó un audiómetro tonal marca Coclea, Modelo CDA 3000, con una precisión de 99,9%, previamente calibrado. Asimismo, se evaluó el espectro acústico de la cámara sonoamortiguada, determinándose que cumplía con los requerimientos establecidos en la norma vigente.

Los resultados audiométricos se clasificaron e interpretaron de acuerdo con los criterios establecidos en la Guía para la Evaluación del Deterioro Permanente de

Asociación Médica de los Estados Unidos de Norteamérica (Guides to the Evaluation of Permanent Impairment of the American Medical Association) (23) que permitió clasificar clínicamente los resultados, evaluar el deterioro de la capacidad auditiva (uni y bilateralmente) y calcular el porcentaje equivalente de deterioro auditivo a deterioro corporal total.

La audición normal fue definida como el límite de percepción menor a 25 decibeles (dB) y la pérdida auditiva inducida por ruido se clasificó en tres niveles: *primer grado*, cuando al comienzo no se detecta trastorno auditivo y se escucha bien la palabra hablada, pero el audiograma muestra caída del umbral en la frecuencia de 4000 Hertz (Hz) de aproximadamente una octava de extensión, que se levanta otra vez en el extremo de tono agudo; *segundo grado*, cuando el audiograma muestra mayor descenso del umbral, la pérdida inducida por ruido es manifiesta, la pérdida es de unos 40 dB, abarca hasta dos octavas y cae más en las frecuencias agudas; y *tercer grado*, cuando la caída de la curva es acentuada, el umbral decrece hasta 60 dB o más, y abarca una gran extensión de la zona tonal. Se consideraron las hipoacusias no relacionadas con el ruido en aquellas que no corresponden a la pérdida sensorial de la audición y no cumplen con los criterios establecidos (23). La realización de la historia médica, la audiometría e interpretación, estuvo a cargo de un médico especialista en salud ocupacional y audiólogo experto.

Se realizó monitoreo de ruido continuo en los lugares y tareas de trabajo, mediante la utilización de sonómetro marca Quest modelo 2700 con micrófono omnidireccional, con un rango de medición sonora de 30 a 140 decibeles (dB), un nivel de linealidad de ± 1 dB a 94 dB, y una precisión de $\pm 0,7$ dB a 25°C sin distorsión eminente (± 1 dB por encima de un rango de temperatura de -10°C a +50°C), con un rango de

frecuencia de 4 Hz (Hertz) a 50 KHz (Kilohertz) y una frecuencia de referencia de 1 KHz; calibrado diariamente, antes y después de la ejecución de la evaluación, mediante calibrador Quest modelo QC-10. No fue posible realizar la evaluación de bandas de octava para determinar los niveles de ruido en las frecuencias, debido a que la empresa no cuenta con el instrumento accesorio para sonómetro. No se midió ruido de impulso.

La medición de ruido se realizó en decibeles A, según las condiciones habituales de trabajo a las cuales están expuestos los trabajadores, explicándoles a cada uno de ellos el propósito del estudio.

En los puestos de trabajo, con las fuentes de ruido operando en forma habitual durante la jornada laboral de 8 horas, se efectuaron mediciones cada 10 segundos, de acuerdo con lo pautado en la norma COVENIN vigente, que permitió calcular los respectivos niveles de ruido continuo equivalente (Leq), siguiendo el procedimiento descrito en la normativa actual (11).

El análisis estadístico se realizó mediante la aplicación de la estadísticos descriptivos de las variables (valores promedios, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, rango, intervalos de confianza y medidas de posición); descripciones gráficas; y métodos estadísticos de análisis de las variables y sus indicadores, a través análisis multivariados del tipo ANOVA, y coeficiente de correlación de Spearman (33). El análisis estadístico se realizó mediante el programa SPSS para Windows versión 11 (Septiembre, 2001).

RESULTADOS

La población estudiada en la planta eléctrica estuvo conformada por 75 trabajadores del género masculino, cuyas edades fueron entre 25 y 52 años con un promedio y desviación estándar de $36,00 \pm 7,19$ años.

La antigüedad laboral varió entre 1 y 27 años con un promedio y desviación estándar de $10,00 \pm 7,23$ años.

Se encontraron 16 trabajadores con hipertensión arterial (21,33%), 5 trabajadores diabéticos (6,66%), 1 trabajador con antecedentes de amigdalitis crónica (1,33%), 1 trabajador con antecedente de uso de medicamentos ototóxicos (1,33%), y no hubo reporte de exposición a sustancias químicas en esta área de la empresa, a pesar de ser una empresa petroquímica. No se registró sintomatología subjetiva relacionada con la exposición a ruido industrial. Sólo un trabajador presentó opacidad del triángulo luminoso del tímpano.

El promedio y desviación estándar de los resultados de la audiometría tonal liminal en trabajadores de la planta eléctrica se muestra en la Tabla I, en la cual se observa que existe mayor caída del umbral auditivo en la frecuencia de 4000 Hertz (Hz); asimismo, se determinó mayor caída del umbral auditivo en el oído izquierdo que en el derecho. El análisis estadístico de la diferencia entre medias de la conducción aérea determinó una caída significativa del umbral auditivo en la frecuencia de 4000 Hz en ambos oídos, con relación al resto de las frecuencias evaluadas ($p < 0,05$). Lo mismo se observó para la conducción ósea en el oído izquierdo; mientras que no se obtuvo diferencia estadística en la caída del umbral entre las frecuencias de la conducción ósea de oído derecho.

En la distribución por grupos de edad, se observó que estadísticamente existe mayor caída del umbral auditivo en la frecuencia de 4000 Hz para todos los grupos de edad en oído izquierdo ($p < 0,05$), excepto para el grupo de edad de 30 a 34 años. Asimismo, sólo se encontró caída significativa del umbral auditivo aéreo derecho en la frecuencia de 4000 Hz para los grupos de edad de 35 a 39 años y de 50 a 54 años ($p < 0,05$). Con relación a la conducción ósea no se de-

mostró disminución significativa del umbral auditivo en ambos oídos según grupo etáreo.

En la frecuencia de 6000 Hz la disminución del umbral auditivo fue significativa para la conducción aérea derecha en los grupos de edad de 30 a 44 años y de 50 a 54 años ($p < 0,05$), y para la conducción aérea izquierda en el grupo de edad de 45 a 49 años ($p < 0,05$). No se demostró diferencia estadística en la caída del umbral auditivo de la conducción ósea en la frecuencia de 6000 Hz al distribuir los resultados por grupos de edad. No se determinó diferencia estadística entre las caídas del umbral para conducción aérea y ósea en las frecuencias de 500, 1000, 2000 y 3000 Hz al distribuir los resultados por grupos de edad.

El promedio y desviación estándar de los resultados de la audiometría tonal, distribuidos por antigüedad laboral, determinó que sólo existe mayor caída del umbral auditivo en la frecuencia de 4000 Hz para la conducción aérea en ambos oídos, en los grupos de antigüedad de 0 a 4 años y 25 a 29 años ($p < 0,05$) (Tabla II).

El promedio y desviación estándar de los resultados de las audiometría tonal mostró mayor caída del umbral auditivo aéreo en las frecuencias de 4000 y 6000 Hz en los puestos de trabajo de calderas 3 y 4, 11 y 12, y 14-17) y turbogeneradores 5, 6 y 10) ($p < 0,05$); asimismo, sólo se obtuvo una caída similar en la conducción aérea en frecuencia de 6000 Hz en los operadores de panel de control y supervisores de turno ($p < 0,05$). El resto de las caídas del umbral auditivo aéreo y óseo, distribuidos por frecuencia y puesto de trabajo, resultaron estadísticamente similares (Tabla III).

La clasificación de la audición de acuerdo con los resultados de la audiometría permitió determinar 9 casos de hipoacusia conductiva unilateral (12%), 3 derechas (33,33%) y 6 izquierdas (66,67%); y 3 casos de hipoacusia conductiva bilateral

TABLA I
RESULTADOS DE LAS AUDIOMETRÍAS POR GRUPOS ETAREOS DE TRABAJADORES DE PLANTA ELÉCTRICA TURBOGENERADA DE UN COMPLEJO PETROQUÍMICO DEL OCCIDENTE DE VENEZUELA

Grupos de Edad	Conducción Aérea/Ósea	n	Frecuencia en (Hz) Promedio ± Desviación Estándar					
			500	1000	2000	3000	4000*	6000
25-29	Caoizq		14,00 ± 6,86	14,00 ± 6,86	14,00 ± 6,86	14,00 ± 6,86	22,33 ± 16,78**	15,00 ± 7,31
	Caode	15	15,00 ± 7,31	15,00 ± 7,31	15,00 ± 7,31	15,00 ± 7,31	18,33 ± 12,34	15,33 ± 7,66
	Cooizq		7,00 ± 2,54	7,00 ± 2,54	7,00 ± 2,54	7,00 ± 2,54	10,00 ± 6,55	9,67 ± 5,81
	Coode		7,00 ± 2,53	7,86 ± 3,32	7,33 ± 3,32	7,33 ± 3,72	8,00 ± 3,16	8,00 ± 3,16
30-34	Caoizq		12,64 ± 7,80	17,22 ± 7,32	17,64 ± 7,31	17,64 ± 7,31	28,33 ± 16,53	18,06 ± 6,67
	Caode	18	11,67 ± 7,07	11,67 ± 7,07	11,67 ± 7,07	11,67 ± 7,07	17,78 ± 15,65	11,94 ± 6,89***
	Cooizq		15,00 ± 7,31	8,61 ± 2,87	8,61 ± 2,87	8,61 ± 2,87	9,44 ± 3,38	13,05 ± 6,67
	Coode		6,66 ± 2,42	6,66 ± 2,42	6,66 ± 2,42	6,66 ± 2,42	8,61 ± 5,64	7,22 ± 3,08
35-39	Caoizq		12,08 ± 5,82	12,08 ± 5,82	12,08 ± 5,82	12,08 ± 5,82	24,58 ± 17,12**	12,92 ± 6,20
	Caode	12	8,75 ± 4,83	8,33 ± 3,89	9,17 ± 5,15	8,75 ± 4,33	9,75 ± 4,33**	9,17 ± 5,15***
	Cooizq		7,08 ± 3,96	7,92 ± 3,34	7,92 ± 3,34	6,66 ± 2,42	6,66 ± 2,42	6,66 ± 2,42
	Coode		5,83 ± 1,95	5,83 ± 1,95	5,83 ± 1,95	5,83 ± 1,95	5,83 ± 1,95	5,83 ± 1,95
40-44	Caoizq		12,50 ± 7,30	12,80 ± 7,52	12,80 ± 7,52	12,80 ± 7,52	21,25 ± 19,54**	12,81 ± 7,52
	Caode	16	9,69 ± 6,18	9,84 ± 6,41	9,84 ± 6,41	9,69 ± 6,18	14,61 ± 20,35	10,31 ± 7,63***
	Cooizq		6,87 ± 2,50	6,87 ± 2,50	7,18 ± 2,56	7,18 ± 2,56	9,68 ± 6,44	9,21 ± 5,69
	Coode		6,25 ± 2,23	6,56 ± 3,01	6,56 ± 3,01	6,56 ± 3,01	8,13 ± 6,29	7,19 ± 4,46
45-49	Caoizq		14,58 ± 8,38	14,17 ± 8,21	14,58 ± 8,38	14,58 ± 8,38	25,83 ± 17,17**	17,27 ± 11,04***
	Caode	12	12,92 ± 7,82	13,33 ± 8,61	13,33 ± 8,61	13,33 ± 8,61	17,91 ± 15,73	12,91 ± 8,38
	Cooizq		8,75 ± 3,10	8,75 ± 3,10	8,75 ± 3,10	8,75 ± 3,10	10,83 ± 6,33	10,83 ± 6,33
	Coode		9,16 ± 4,17	7,92 ± 3,34	7,92 ± 3,34	7,92 ± 3,34	8,75 ± 4,83	7,92 ± 3,34
50-54	Caoizq		20,00 ± 0,00	20,00 ± 0,00	20,00 ± 0,00	20,00 ± 0,00	52,50 ± 3,54**	22,50 ± 3,54
	Caode	2	22,50 ± 3,54	22,50 ± 3,54	22,50 ± 3,54	22,50 ± 3,54	25,00 ± 7,07**	22,50 ± 3,54***
	Cooizq		7,50 ± 3,54	12,50 ± 3,54	10,00 ± 0,00	10,00 ± 0,00	17,50 ± 10,60	15,00 ± 7,07
	Coode		7,50 ± 3,54	7,50 ± 3,54	12,50 ± 10,61	12,50 ± 10,61	12,50 ± 10,61	12,50 ± 10,61

n: Número de trabajadores. *p < 0,05 caída del umbral con relación a las frecuencias. **p < 0,05 caída del umbral según grupos de edad para la frecuencia de 4000 Hz. ***p < 0,05 caída del umbral según grupos de edad para la frecuencia de 6000 Hz. Caoizq: Conducción aérea oído izquierdo

TABLA II
RESULTADOS DE LAS AUDIOMETRÍAS POR ANTIGÜEDAD LABORAL DE TRABAJADORES DE PLANTA ELÉCTRICA TURBOGENERADA DE UN COMPLEJO PETROQUÍMICO DEL OCCIDENTE DE VENEZUELA

Antigüedad Lab. (Años)	Conducción Aérea/Ósea	n	Frecuencia en (Hz) Promedio \pm Desviación Estándar						
			500	1000	2000	3000	4000*	6000	
0-4	Caoizq		9,09 \pm 4,91	9,09 \pm 4,91	9,09 \pm 4,91	9,09 \pm 4,91	9,09 \pm 4,91	10,00 \pm 5,92**	10,00 \pm 5,92
	Caode	11	8,64 \pm 4,52	8,64 \pm 4,52	8,64 \pm 4,52	8,64 \pm 4,52	8,64 \pm 4,52	8,64 \pm 4,52**	8,64 \pm 4,52
	Cooizq		5,50 \pm 1,58	5,50 \pm 1,58	5,50 \pm 1,58	5,90 \pm 2,02	6,36 \pm 2,34	6,36 \pm 2,34	6,36 \pm 2,34
	Coode		5,50 \pm 1,58	5,50 \pm 1,58	5,50 \pm 1,58	5,50 \pm 1,58	5,50 \pm 1,58	5,50 \pm 1,58	5,50 \pm 1,5
5-9	Caoizq		14,57 \pm 7,21	14,34 \pm 7,43	14,34 \pm 7,43	15,00 \pm 8,26	28,04 \pm 13,37	15,89 \pm 7,64	15,89 \pm 7,64
	Caode	24	11,45 \pm 7,59	11,96 \pm 7,65	12,17 \pm 7,80	12,39 \pm 7,51	15,22 \pm 11,72	12,60 \pm 7,96	12,60 \pm 7,96
	Cooizq		8,18 \pm 2,90	8,18 \pm 2,90	8,18 \pm 2,90	8,18 \pm 2,90	12,83 \pm 7,95	10,21 \pm 4,88	10,21 \pm 4,88
	Coode		6,73 \pm 2,43	6,73 \pm 2,43	6,73 \pm 2,43	6,96 \pm 3,91	7,50 \pm 4,42	7,50 \pm 4,42	7,50 \pm 4,42
10-14	Caoizq		17,50 \pm 6,43	17,50 \pm 6,43	17,50 \pm 6,43	17,50 \pm 6,43	23,57 \pm 13,46	17,50 \pm 6,43	17,50 \pm 6,43
	Caode	14	13,57 \pm 7,19	13,57 \pm 7,19	13,57 \pm 7,19	13,57 \pm 7,19	23,21 \pm 21,34	13,57 \pm 7,19	13,57 \pm 7,19
	Cooizq		8,93 \pm 2,89	8,93 \pm 2,89	8,93 \pm 2,89	9,64 \pm 2,65	13,57 \pm 6,33	11,78 \pm 5,04	11,78 \pm 5,04
	Coode		6,78 \pm 2,49	8,21 \pm 3,72	8,21 \pm 3,72	8,21 \pm 3,72	10,00 \pm 6,20	8,21 \pm 3,72	8,21 \pm 3,72
15-19	Caoizq		17,50 \pm 5,35	17,50 \pm 5,35	17,50 \pm 5,35	17,50 \pm 5,35	31,25 \pm 15,06	17,50 \pm 5,35	17,50 \pm 5,35
	Caode	8	12,50 \pm 7,07	12,50 \pm 7,07	11,88 \pm 6,51	11,88 \pm 6,51	13,13 \pm 8,84	11,88 \pm 6,51	11,88 \pm 6,51
	Cooizq		10,00 \pm 2,67	10,00 \pm 2,67	10,00 \pm 2,67	10,00 \pm 2,67	16,89 \pm 7,99	15,00 \pm 7,07	15,00 \pm 7,07
	Coode		7,50 \pm 2,67	7,50 \pm 2,67	7,50 \pm 2,67	7,50 \pm 2,67	8,75 \pm 5,18	8,75 \pm 5,18	8,75 \pm 5,18
20-24	Caoizq		12,69 \pm 6,96	12,69 \pm 6,96	12,69 \pm 6,96	12,69 \pm 6,96	22,69 \pm 21,08	14,61 \pm 10,29	14,61 \pm 10,29
	Caode	13	11,15 \pm 6,82	11,53 \pm 7,46	11,15 \pm 6,82	11,15 \pm 6,82	18,08 \pm 16,61	11,54 \pm 8,00	11,54 \pm 8,00
	Cooizq		8,33 \pm 3,25	8,33 \pm 3,25	8,33 \pm 3,25	8,33 \pm 3,25	9,23 \pm 5,72	9,18 \pm 5,69	9,18 \pm 5,69
	Coode		7,30 \pm 3,30	7,30 \pm 3,30	7,30 \pm 3,30	7,30 \pm 3,30	8,85 \pm 5,83	7,69 \pm 4,39	7,69 \pm 4,39
25-29	Caoizq		16,00 \pm 10,84	16,00 \pm 10,84	16,00 \pm 10,84	16,00 \pm 10,84	28,00 \pm 22,25**	16,00 \pm 10,84	16,00 \pm 10,84
	Caode	5	15,00 \pm 9,35	16,00 \pm 6,52	16,00 \pm 6,52	16,00 \pm 6,52	18,00 \pm 14,40**	16,00 \pm 6,52	16,00 \pm 6,52
	Cooizq		7,00 \pm 2,74	7,00 \pm 2,74	7,00 \pm 2,74	7,00 \pm 2,74	7,00 \pm 2,74	7,00 \pm 2,74	7,00 \pm 2,74
	Coode		9,00 \pm 5,48	9,00 \pm 5,48	9,00 \pm 5,48	9,00 \pm 5,48	9,00 \pm 5,48	9,00 \pm 5,48	9,00 \pm 5,48

n: Número de trabajadores. *p < 0,05 caída del umbral con relación a las frecuencias. **p < 0,05 caída del umbral según la antigüedad laboral para la frecuencia de 4000 Hz. Caoizq: Conducción aérea oído izquierdo Cooizq: Conducción ósea oído izquierdo. Caode: Conducción aérea oído derecho Coode: Conducción ósea oído derecho.

TABLA III
RESULTADOS DE LAS AUDIOMETRÍAS POR PUESTO DE TRABAJO EN TRABAJADORES DE PLANTA ELÉCTRICA TURBOGENERADA DE UN COMPLEJO PETROQUÍMICO DEL OCCIDENTE DE VENEZUELA

Puestos de Trabajo (n = 75)	Conducción Aérea/Osea	n	Frecuencia en (Hz) Promedio ± Desviación Estándar					
			500	1000	2000	3000	4000*	6000
Calderas y Turbogenerador 3 y 4	Caotzq		11,11 ± 6,97	11,11 ± 6,97	11,11 ± 6,97	11,11 ± 6,97	16,61 ± 14,79**	12,22 ± 7,55***
	Caode	9	11,11 ± 6,97	11,11 ± 6,97	12,22 ± 7,55	11,11 ± 6,97	13,89 ± 11,67**	12,22 ± 7,55***
	Cootzq		7,78 ± 3,63	7,22 ± 2,64	7,22 ± 2,64	7,22 ± 2,64	10,00 ± 7,50	7,78 ± 3,63
	Coode		7,22 ± 2,64	7,22 ± 2,64	7,22 ± 2,64	7,22 ± 2,64	8,33 ± 5,00	7,80 ± 3,63
Calderas 11 y 12	Caotzq		12,00 ± 7,53	12,00 ± 7,53	12,00 ± 7,53	12,00 ± 7,53	14,05 ± 12,79**	11,50 ± 7,84***
	Caode	9	11,00 ± 7,75	11,50 ± 8,51	11,50 ± 8,51	11,00 ± 7,75	15,50 ± 17,55**	12,50 ± 10,06***
	Cootzq		5,50 ± 1,58	5,50 ± 1,58	5,50 ± 1,58	5,50 ± 1,58	7,00 ± 2,58	7,00 ± 2,58
	Coode		6,36 ± 2,34	6,50 ± 2,42	6,50 ± 2,42	6,50 ± 2,42	7,50 ± 4,85	7,50 ± 4,85
Calderas 14-17	Caotzq		20,56 ± 4,64	20,56 ± 4,64	20,56 ± 4,64	20,56 ± 4,64	37,78 ± 12,28**	21,67 ± 2,50***
	Caode	10	14,44 ± 8,07	14,44 ± 8,07	14,44 ± 8,07	14,44 ± 8,07	32,78 ± 24,51**	15,00 ± 7,50***
	Cootzq		9,44 ± 3,00	9,44 ± 3,00	9,44 ± 3,00	9,44 ± 3,00	16,67 ± 7,50	13,33 ± 6,61
	Coode		9,44 ± 3,91	9,44 ± 3,91	9,44 ± 3,91	9,44 ± 3,91	11,67 ± 7,07	9,44 ± 3,91
Turbogenerador a gas 5, 6 y 10	Caotzq		17,73 ± 6,47	17,73 ± 6,47	17,73 ± 6,47	18,18 ± 6,03	31,36 ± 15,67**	18,64 ± 5,95***
	Caode	11	13,18 ± 7,16	13,18 ± 7,16	13,18 ± 7,16	13,18 ± 7,16	15,91 ± 13,19**	13,18 ± 7,16***
	Cootzq		8,81 ± 2,69	9,09 ± 3,02	9,09 ± 3,02	9,09 ± 3,02	13,18 ± 7,17	12,27 ± 5,64
	Coode		7,27 ± 2,61	7,27 ± 2,61	7,27 ± 2,61	7,27 ± 2,61	8,18 ± 4,62	7,27 ± 2,61
Panel de Control	Caotzq		11,53 ± 5,91	11,53 ± 5,91	11,53 ± 5,91	11,53 ± 5,91	23,00 ± 20,05	11,53 ± 5,91***
	Caode	13	8,46 ± 5,55	7,69 ± 4,39	8,08 ± 4,80	8,08 ± 4,08	9,62 ± 8,53	8,08 ± 8,08***
	Cootzq		7,73 ± 2,61	7,73 ± 2,61	7,73 ± 2,61	7,73 ± 2,61	11,53 ± 8,26	7,73 ± 2,61
	Coode		5,76 ± 1,88	5,76 ± 1,88	5,76 ± 1,88	5,76 ± 1,88	6,78 ± 4,20	6,78 ± 4,20
Supervisor de Turno	Caotzq		15,00 ± 7,63	15,00 ± 7,63	15,00 ± 7,63	15,00 ± 7,63	27,08 ± 17,64	16,92 ± 10,31***
	Caode	13	13,85 ± 6,82	14,23 ± 7,59	14,23 ± 7,59	14,23 ± 7,59	17,30 ± 13,63	14,23 ± 7,59***
	Cootzq		8,85 ± 2,99	8,85 ± 2,99	8,85 ± 2,99	8,85 ± 2,99	10,38 ± 5,19	10,38 ± 5,19
	Coode		8,85 ± 3,72	8,85 ± 3,72	8,85 ± 3,72	8,85 ± 3,72	8,85 ± 3,72	8,85 ± 3,72
Supervisor Mayor	Caotzq		14,00 ± 6,99	14,00 ± 6,99	14,00 ± 6,99	14,00 ± 6,99	28,50 ± 19,58	17,17 ± 16,29
	Caode	10	12,00 ± 7,53	12,00 ± 7,53	12,00 ± 7,53	12,00 ± 7,53	12,50 ± 8,58	12,00 ± 7,53
	Cootzq		8,84 ± 2,99	8,46 ± 3,15	8,46 ± 3,15	8,46 ± 3,15	28,50 ± 19,59	12,00 ± 6,32
	Coode		5,50 ± 1,58	5,50 ± 1,58	5,50 ± 1,58	6,50 ± 4,74	6,36 ± 4,52	6,50 ± 4,74

n: Número de trabajadores. *p < 0,05 caída del umbral con relación a las frecuencias. **p < 0,05 caída del umbral según puesto de trabajo para la frecuencia de 4000 Hz. ***p < 0,05 caída del umbral según puesto de trabajo para la frecuencia de 6000 Hz. Caotzq: Conducción aérea oído izquierdo. Cootzq: Conducción aérea oído derecho. Caode: Conducción aérea oído derecho. Coode: Conducción ósea oído derecho.

(4%); todas clasificadas como pérdida auditiva conductiva grado I. No se diagnosticó daño sensorial, ni mixto. El resultado de las audiometrías no se relacionó con alteraciones del conducto auditivo externo, ni alteraciones de la membrana timpánica. El único trabajador con opacidad del triángulo luminoso de la membrana timpánica presentó una audiometría normal.

Al relacionar la caída del umbral en 4000 Hz con el daño unilateral o bilateral, se determinó que 18 trabajadores presentan caída del umbral auditivo en un oído y 5 en los dos oídos; aunque de acuerdo a su tipología clínica no se ubica como PAIR (23).

La Tabla IV describe los valores registrados para el nivel de ruido continuo equivalente (L_{eq}), expresados en dB(A), y la duración de la exposición; y los valores establecidos en la norma COVENIN 1665-1995 (11), para el límite umbral y la duración de la exposición, en los diferentes puestos de trabajo. Al comparar los valores registrados con los establecidos en la norma, se observa que los trabajadores en las operaciones de caldera y turbogenerador están expuestos a niveles de ruido mayor a 85 dB(A), durante

un tiempo de exposición excesivamente mayor, oscilando entre 56,6 y 225,8 veces el tiempo recomendado en la norma COVENIN. De igual forma, los supervisores de turno y supervisor mayor trabajan expuestos a ruido mayor de 85 dB(A), pero cuando se compara con el umbral de exposición y tiempo recomendado en la norma, los primeros están dentro del tiempo de exposición recomendado y los segundos tienen un tiempo de exposición menor al recomendado como aceptable. Sólo los operadores de panel de control trabajan expuestos a ruido menor de 85 dB(A). El análisis de "crosstabs" mediante chi cuadrado con intervalo de confianza del 95% (-0,147, -0,007), sólo determinó relación significativa para la relación entre el L_{eq} y la ocupación ($p < 0,001$).

La Tabla V describe el promedio y la desviación estándar de los resultados del L_{eq} , distribuidos por la antigüedad laboral; en la cual se observa que el grupo de trabajadores con antigüedad laboral de 0 a 4 años, 5 a 9 años y 10 a 14 años presentan mayores niveles de L_{eq} , determinándose a su vez en ellos, diferencia estadística al comparar todos los grupos entre sí ($p < 0,05$).

TABLA IV
RUIDO CONTINUO EQUIVALENTE Y DURACIÓN DEL TIEMPO DE EXPOSICIÓN SEGÚN PUESTO DE TRABAJO EN TRABAJADORES DE PLANTA ELÉCTRICA TURBOGENERADA DE COMPLEJO PETROQUÍMICO DEL OCCIDENTE DE VENEZUELA

Puesto de Trabajo	n	Duración de la Exposición (minutos)	L_{eq}	Duración de la Exposición en minutos (COVENIN)
Caldera y Turbogenerador 3 y 4	9	420	102	7,42
Caldera 11 y 12	9	420	102	7,42
Caldera 14-17	10	420	108	1,86
Turbogenerador a Gas 5, 6 y 10	11	420	108	1,86
Panel de Control	13	09,6	85	480
Supervisor de Turno	13	300	86,5	300
Supervisor Mayor	10	31,20	86,5	300

n: Número de trabajadores. L_{eq} : nivel de ruido continuo equivalente. COVENIN: Comité Venezolano de Normas Industriales (85 dBA para 480 minutos en 8 horas de exposición).

TABLA V
 PROMEDIO Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LOS RESULTADOS DEL NIVEL DE RUIDO CONTINUO EQUIVALENTE SEGÚN ANTIGÜEDAD LABORAL EN TRABAJADORES DE PLANTA ELÉCTRICA TURBOGENERADO DE UN COMPLEJO PETROQUÍMICO DEL OCCIDENTE DE VENEZUELA

Antigüedad laboral (años)	n	Leq (Promedio \pm DE)
0-4	11	100,38 \pm 8,21*
5-9	24	99,93 \pm 8,98*
10-14	14	97,59 \pm 11,36*
15-19	8	80,46 \pm 17,24
20-24	13	84,11 \pm 12,64
25-29	5	83,34 \pm 2,79

n: Número de trabajadores. Leq: nivel de ruido continuo equivalente. $p < 0,05$ *.

Se encontraron 12 trabajadores con hipoacusia conductiva (16%), de los cuales 10 estaban expuestos a ruidos de más de 85 dB(A) (62,50%), y 2 estaban expuestos a ruido menor a 85 dB(A) (37,50%). El Análisis de Varianza entre el Leq y los resultados de la audiometría tonal determinaron variación estadística para la caída del umbral auditivo en 4000 Hz en la conducción aérea derecha ($p < 0,05$).

Se determinó relación estadística negativa entre la edad y antigüedad laboral con la exposición a Leq ($r = -0,462$, $p < 0,001$). No se pudo establecer relación significativa entre los niveles de ruido y el deterioro de la capacidad auditiva, ni con la caída del umbral auditivo a 4000 y 6000 Hz.

Todos los trabajadores utilizaban y mantenían regularmente equipo de protección para oídos, los cuales utilizaban tapones auditivos con atenuación de 26 dB y orejeras con atenuación de 29 dB. Asimismo, se pudo obtener, por información mediante entrevista con el médico a cargo del programa de conservación auditiva, del retiro inmediato y traslado a otra planta de un número no especificado de trabajadores, que previamente a esta investigación habían presentado PAIR, la cual no consta a los autores. Se consideró oportuno hacer esta aclaratoria tanto desde el punto de vis-

ta ético e investigativo, por cuanto los autores son personal externo a la empresa, que no tienen ingerencia dentro del proceso administrativo y gerencial de la empresa.

DISCUSIÓN

El presente estudio demuestra la caída del umbral registrado en 4000 Hz para la conducción ósea y aérea en la población expuesta. Dicha frecuencia en conjunto con las frecuencias de 3000 y 6000 Hz, son utilizadas como indicadores de vigilancia médica de PAIR (32). Se determinó que el umbral auditivo fue menor en el oído izquierdo y varió con la edad. Se esperaba que los grupos de edad mas avanzada fueran los que prevalecieran con alteraciones de la capacidad auditiva, debido quizás, a un mayor tiempo de exposición y a la presbiacusia, reportados como causa de hipoacusia para esta población (32). Asimismo, la variación del umbral auditivo con los grupos de edad y la lateralización de la lesión no pudo relacionarse, probablemente debido a que las alteraciones presentadas fueron de tipo conductiva, a diferencia con los reportados por otros autores donde la edad tiene una correlación positiva con la PAIR (34-38).

La caracterización del audiograma para la población en general demostró que

el umbral auditivo fue menor en las frecuencias de 4000 Hz, y mediante la distribución por grupo etéreo fue menor en las frecuencias de 4000 y 6000 Hz y más prevalente en el oído izquierdo para ambas comparaciones. Sin embargo, al clasificar los hallazgos audiométricos sólo se presentaron 12 casos (16%) de hipoacusia conductiva grado I (leve). En un estudio Nomura y col. encontraron una prevalencia del 13,9% de hipoacusia con afectación de frecuencia de 4000 Hz (38). Se ha descrito que la exposición a ruido crónico puede producir trauma crónico repetitivo, y conducir a una disfunción conductiva de la cadena de huesecillos (26, 28), y a otras enfermedades del oído medio (39, 40).

Las patologías auditivas pre-existentes pueden hacer más sensibles al trabajador a la exposición ocupacional a ruido industrial (9, 26, 31). No fue posible establecer comparaciones con las audiometrías pre-empleo de los trabajadores, por cuanto no hay registros de los mismos. También se ha señalado que el aparato auditivo ante la exposición a ruido crítico, incrementa la producción de cerumen como mecanismo de defensa, esto podría causar hipoacusia conductiva (2,3), sin embargo, dicha condición fue descartada en los resultados de este estudio con los hallazgos del examen físico otológico. No hubo registros de exposición a sustancias químicas con efectos ototóxicos. En el daño auditivo de transmisión o conductivo no influye la antigüedad laboral, debido a que este tipo de deterioro no tiene relación con la exposición a ruido. Se recomienda el control médico periódico de los trabajadores y pruebas audiométricas cada 6 meses dado el nivel de ruido continuo equivalente medido para cada puesto de trabajo.

No se pudo establecer relación estadística entre los niveles de ruido y el deterioro de la capacidad auditiva, ni con la caída del umbral auditivo a 4000 y 6000 Hz, debido a

que no se determinó daño sensorial, el cual difiere de lo reportado por otros autores (35-37, 39). Esta falta de asociación estadística entre los resultados de la audiometría tonal liminal y la exposición a ruido, puede atribuirse a la edad promedio relativamente joven de la población, al uso de medidas administrativas (aproximadamente 12,5% de la jornada laboral no están expuestos a ruido), y a la utilización metódica y mantenimiento periódico del equipo de protección para oídos. Las orejeras, que se ajustan en forma adecuada en toda la superficie externa del oído, disminuyen la intensidad del sonido que llega al tímpano. Se ha descrito que la utilización correcta de las orejeras para la protección personal del ruido industrial puede reducir el riesgo entre 18 y 34 decibeles, lo cual podría explicar la ausencia de daño sensorial y/o mixto en los resultados de las audiometrías (5, 24-28).

En un estudio audiométrico transversal (un solo audiograma), no es posible conocer la dinámica real de los niveles auditivos en la población estudiada. Los estudios longitudinales permitirían acercarse más al conocimiento de esa dinámica mediante los exámenes audiométricos periódicos. Las audiometrías periódicas proporcionan una visión evolutiva de la hipoacusia por exposición al ruido. Sin embargo, es imprescindible analizar cualquier cambio en el audiograma o la aparición de una pérdida súbita de audición, aparición de acúfenos, zumbidos o tinnitus, durante o al final de la jornada laboral (21, 26-29). El presente estudio no reportó sintomatología asociada a hipoacusia.

La prevalencia observada para afectación auditiva de tipo conductiva está asociada con la caída del umbral auditivo en las diversas frecuencias, con predominancia en la disminución de la vía aérea. No obstante, no se pudo demostrar la existencia de una caída promedio de los umbrales auditivos

de las diferentes frecuencias (conducción aérea y ósea) en este estudio, la cual se encuentra dentro de los niveles considerados como umbral normal; pero que no significa idealmente ausencia de deterioro auditivo, sobre todo si consideramos que la exposición prolongada a ruido produce daño progresivo y acumulativo sobre el órgano de corti. La prevalencia reportada en este estudio es mayor a la hipoacusia no asociada con ruido industrial reportada por Harger y col. (39), y similar a lo reportado por otros autores (34).

La hipoacusia conductiva, se puede originar por problemas en el conducto auditivo externo y/o el oído medio y/o disfunción de la trompa de eustaquio, y se considera el tipo de hipoacusia más frecuente (1); no obstante, los hallazgos clínicos detectados en la población estudiada no orientan a las verdaderas causas de la misma. Los trabajadores con hipoacusia conductiva podrán continuar laborando, dado que están bajo control médico y no comprometen su seguridad y ni la de sus compañeros; pero, habrá que evaluar la posible asociación con otros factores de riesgo.

El presente estudio demostró que el nivel de ruido, en la planta eléctrica turbo-generada, supera los límites máximos permisibles de exposición en la mayoría de los puestos de trabajo, donde 39 de 75 trabajadores expuestos (52,00%) estuvieron expuestos a niveles de ruido Leq por encima de 85 dB(A) y a una duración superior a la recomendada en la norma COVENIN 1565-1995 (11). Es necesario destacar además, que dichos puestos de trabajo son contiguos, no separadas entre sí, y los trabajadores laboran en ellas aproximadamente el 87,5% de la jornada laboral. De allí la importancia de instaurar programas de detección temprana de los efectos del ruido sobre la audición, a fin de tomar las medidas de prevención y control pertinentes.

REFERENCIAS

1. **Schindler DN, Jackler RK, Robinson ST. Pérdida de la Audición.** En: LaDou J Edit., Medicina Laboral. 2ª Edición. México – México. Editorial El Manual Moderno. 1998. pp. 135-145.
2. **Morata T, Dunn D.** Occupational Medicine. State of The Art Reviews. Occupational Hearing Loss. Vol. 10 N° 3, July-September 1995.
3. **Castrataro A, Iorio M, Mascaro V.** Hipoacusia Profesional. Medicina y Seguridad del Trabajo 1996; Tomo XLIII(168):93-140.
4. **Herrington T, Morse L.** Occupational Injuries. Editorial Mosby. p 395-410.
5. **Adera T.** Assessment of the proposed draft American National Standard Method for Evaluating the Effectiveness of Hearing Conservation Programs. J Occup Med 1993; 35:568-571.
6. **Corzo G.** Efectos a la Salud por Exposición a Ruido Industrial. (Parte I). Introducción. En línea: http://www.espaciologopedico.com/articulos2.php?Id_articulo=316. Fecha de consulta: 10-03-2005.
7. **Corzo G.** Efectos a la Salud por Exposición a Ruido Industrial. (Parte II). Ruido industrial y efectos a la salud. En línea: http://www.espaciologopedico.com/articulos2.php?Id_articulo=317. Fecha de consulta: 10-03-2005
8. **Corzo G.** Efectos a la Salud por Exposición a Ruido Industrial. (Parte III). Propiedades y medición de ruido. En línea: http://www.espaciologopedico.com/articulos2.php?Id_articulo=318. Fecha de consulta: 10-03-2005.
9. **Mostafapour SP, Lahargoue K, Gates GA.** Noise induce hearing loss in young adults: The role of personal listening advices and other sources of leisure noise. Laryngoscope 1998; 108:1832-1839.
10. **Cox HJ, Ford GR.** Hearing loss associated with weapons noise exposure: when to investigate an asymmetrical loss. J Laryngol Otol 1995; 109(4):291-295.
11. **Consejo Venezolano de Normas Industriales (COVENIN).** Ruido Ocupacional.

- Programa de Conservación Auditiva. Niveles Permisibles y Criterios de Evaluación. Norma COVENIN 1565-95. 3ª Revisión. 1995. pp. 1-19.
12. **Ward WD, Duvall A.** Behavioral and ultrastructural correlates of acoustic trauma. *Acta Otolaryngol* 1971; 71: 166-168.
 13. **De la Cruz A.** Drill induced hearing loss in the nonoperated. *Ear* 1997; 117: 555-558.
 14. **Attias J, Furst M, Furman V, Resheft I, Horowitz G, Bresloff I.** Noise induced otoacoustic emission loss with or without hearing loss. *Journal Ear Hear* 1995; 16(6): 612-618.
 15. **Serrada-Delgado M.** Efecto sobre la audición en ambiente de trabajo de ruido. *Medicina y Seguridad del Trabajo* 1991; XXXVIII(152):25-34.
 16. **Organización Panamericana de la Salud.** Vibraciones Oscilatorias. En *Enfermedades Ocupacionales. Guía para su Diagnóstico.* Publicación Científica N° 480. Oficina Sanitaria Panamericana. Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud. Washington, DC, EUA 1986; pp. 307.
 17. **OSHA.** Calculation and application of age to audiograms - 1910.95 App F. OSHA Regulations (Standards-29CFR). USA.
 18. **Zenz C.** Occupational Medicine. Chicago, USA. Editorial Mosby. 1.994. pp 258-296.
 19. **Acoustical Society of America Through the American Institute of Physies.** Standard Evaluating the Effectiveness of Hearing Conservation Programs. Accredited Standards Committee S12, Noise Draft ANSI S12, 13-1991. New York.
 20. **Sallustio V, Portalatini P, Soleo L, Cassano F, Pesola G, Lasorca G, Quaranta N, Salonna I.** Auditory dysfunction in occupational noise exposed workers. *Scand Audiol* 1998; 48:95-110.
 21. **Consejo Interamericano de Seguridad Ocupacional.** El Oído. Ruido Industrial. En *Manual de Higiene y Seguridad Industrial.* Primera Edición en Español. Englewood, E.U.A. 1981. pp. 259.
 22. **Talbott E, Findlay R, Kuller L, Lenker L, Matthews K, Day R, Ishii E.** Noise induced hearing loss. *Occupational Medicine* 1997; 32(8):690-697.
 23. **American Medical Association.** Guides to the Evaluation of Permanent Impairment. USA. Fourth Edition, 1993. pp 223-234.
 24. **NIOSH.** Preventy occupational hearing loss: a practical guide. National Institute for Occupational Safety and Health, CDC, USA. 1996.
 25. **Alves M.** Noise induced extra aural pathology: a review and commentary. *Aviat Space Environmental Medicine* 1999; 70(3):7-21.
 26. **Gaynes E, Goni A.** Hipoacusia laboral por exposición al ruido. Evaluación clínica diagnóstica. Instituto Nacional de Salud e Higiene del Trabajo, España. 1991.
 27. **Monasterio R, Serrano MB.** Patología del Ruido. *Medicina y Seguridad en el Trabajo.* 1991; 152(Abril- Junio):39-44.
 28. **Smith SL.** The other effects of noise. *Occupational Hazards* 1997 Editorial Mosby, New York USA 1997 pp 79-81.
 29. **Kaplan J.** Medicina del Trabajo. Tercera Edición. Buenos Aires-Argentina. Editorial Ateneo. 1976. pp 47-53.
 30. **Janania C.** El Manual de Seguridad e Higiene Industrial. Primera Edición. México-México. Editorial Limusa, 1997. p.p. 65-90.
 31. **American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH).** Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents. 6th Edition. 1998. p184.
 32. **NIOSH.** Criteria for a recommended standard. Occupational Noise Exposure. National Institute for Occupational Safety and Health, CDC, USA. June 1998.
 33. **Corzo G.** Estadística Aplicada a la Salud Ocupacional. Editorial SAIEZ, 1ª Edición. Maracaibo, Venezuela, 1999.
 34. **Srnic D, Pavlovic M, Paunovic E, Borjanovic S, Petrovic S.** Occurrence of Hypertension in Workers Exposed to Industrial Noise Institute of Occupational and Radiological Health, Deligradska 29, 11.000 Belgrade Yugoslavia.
 35. **Johansson M, Arlinger S.** Referente data for evaluation of occupationally noise-induced hearing loss. *Noise Health.* 2004; 6(24):35-41.
 36. **Ferrite S, Santana V.** Joint effects of smoking, noise exposure and age on hearing loss. *Occup Med* 2005; 55(1):48-53.

37. **Lee FS, Matthews LJ, Dubno JR, Mills JH.** Longitudinal study of pure-tone thresholds in older persons. *Ear Hear* 2005; 26(1):1-11.
38. **Nomura K, Nakao M, Yano E.** Hearing loss associated with smoking and occupational noise exposure in a Japanese metal working company. *Int Arch Occup Environ Health* 2005; 78(2):85-89.
39. **Harger MR, Barbosa-Branco A.** Effects on hearing due to the occupational noise exposure of marble industry workers in the Federal District, Brazil. *Rev Assoc Med Bras* 2004; 50(4):396-399.
40. **Al Khabori M, Khandekar R.** The prevalence and causes of hearing impairment in Oman: community-based cross-sectional study. *Int J Audiol* 2004; 43(8):486-492.