

Prevalencia de la pérdida auditiva y factores correlacionados en una industria cementera

Sendy Isarel Hernández-Gaytán, I.Q., M. en C.,⁽¹⁾ Carlos Santos-Burgoa, M.C., Ph.D.,⁽²⁾ Jean Paul Becker-Meyer, I.I.,⁽³⁾ Claudia Macías-Carrillo, Lic. Tec. Educ., M. en C.,⁽¹⁾ Malaquías López-Cervantes, M.C., Ph.D.⁽¹⁾

Hernández-Gaytán SI, Santos-Burgoa C, Becker-Meyer JP, Macías-Carrillo C, López-Cervantes M.
Prevalencia de la pérdida auditiva y factores correlacionados en una industria cementera.
Salud Publica Mex 2000;42:106-111.

Hernández-Gaytán SI, Santos-Burgoa C, Becker-Meyer JP, Macías-Carrillo C, López-Cervantes M.
Prevalence and correlates of hearing loss in a cement factory.
Salud Publica Mex 2000;42:106-111.

Resumen

Objetivo. Documentar el impacto de la exposición laboral al ruido, así como sus relaciones con otros factores que pueden inducir pérdidas auditivas. **Material y métodos.** Durante enero y febrero de 1997 se llevó a cabo un estudio transversal en una planta productora de cemento en el estado de Morelos. Se realizaron una sonometría, dosimetría y pruebas audiométricas a 85 trabajadores para identificar las fuentes que generan ruido en las áreas de proceso, evaluar los niveles de ruido en dichas áreas (monitoreo de área y de personal) y para determinar la prevalencia de pérdida auditiva inducida por el ruido entre los trabajadores. Para el análisis estadístico se emplearon medidas de tendencia central, análisis bivariado y modelos de regresión polinómica. **Resultados.** En las áreas de trituración, molinos de crudo y molinos de cemento se encontraron niveles elevados de ruido. La dosis personal más alta correspondió al puesto de envasador. En 55% de la población estudiada se presentó pérdida auditiva inducida por el ruido, y el área de proceso con el porcentaje más alto de pérdida auditiva inducida por el ruido fue la de calcinación, con 85%. **Conclusiones.** Los resultados mostraron que el ruido es un serio riesgo en algunas áreas, y que algunos casos de pérdida auditiva inducida por el ruido hayan sido desarrollados por exposición ocupacional en esta industria. Se sugiere el diseño e implantación de un programa de conservación de la audición para proteger la salud y seguridad de los trabajadores.

Palabras clave: pérdida auditiva provocada por el ruido; industria de la construcción; México

Abstract

Objective. To assess the impact of occupational exposure to noise, as well as its relationship with other factors that can induce hearing loss. **Material and methods.** In January and February 1997, we conducted sonometry and dosimetry tests in a cement factory, as well as audiometric test in 85 cement workers, to identify sources of noise and evaluate the effect to noise exposure and other factors, of the prevalence of occupational hearing loss. Statistical analysis was conducted using measures of central tendency, bivariate analysis and polynomial regression models. **Results.** High noise levels were found in the crushing, crude milling, and cement milling sites. The highest individual dose corresponded to the packer job post. Fifty-five per cent of the study population presented some degree of hearing loss due to noise exposure. The cement processing area with the highest percentage of damaged workers was calcination. **Conclusions.** Our results show that noise is a serious risk factor in particular sites of cement factories, and also that an elevated number of hearing loss cases are due to occupational noise exposure in this industry; Our findings underscore the need for designing and implementing hearing protection programs, to assure the health and safety of cement workers.

Key words: hearing loss, noise-induced; building industry; Mexico

(1) Centro de Investigación en Sistemas de Salud, Instituto Nacional de Salud Pública (INSP), México.

(2) Centro de Investigación en Salud Poblacional, INSP, México.

(3) Ingeniería Humana Ergón, México.

Fecha de recibido: 6 de abril de 1999 • Fecha de aprobado: 7 de enero de 2000

Solicitud de sobretiros: Dr. Malaquías López Cervantes. Instituto Nacional de Salud Pública. Avenida Universidad 655, colonia Santa María Ahuacatitlán, 62508 Cuernavaca, Morelos, México.
Correo electrónico: mlopez@insp3.insp.mx o sgaytan@insp3.insp.mx

La pérdida auditiva inducida por el ruido (PAIR) es una enfermedad irreversible, pero prevenible, que continúa siendo una de las principales causas de enfermedad ocupacional.^{1,2} En los Estados Unidos de América, la pérdida auditiva inducida por exposición al ruido de origen industrial es una de las 10 enfermedades ocupacionales más frecuentes.³ En ese país se ha estimado que la exposición a un nivel de ruido ocupacional superior a 90 decibeles (A) afecta a una población de 2.9 a 3.4 millones de trabajadores, mientras que en el intervalo de exposición de 85 a 90 dB(A) se encuentran entre 5.2 y 8.9 millones de trabajadores.⁴

En México la frecuencia de la sordera traumática fue de 19 286 casos registrados durante el periodo de 1982 a 1996, y en 1996 estas enfermedades representaron 49.9% del total de las enfermedades ocupacionales registradas.⁵ En el país existen 35 fábricas de cemento, donde laboran 9 468 trabajadores, y la mayor parte de ellos se encuentran expuestos a niveles excesivos de ruido.*

Una de las industrias que genera niveles más elevados de ruido es la cementera, ya que dentro de sus operaciones de proceso, las emisiones de ruido tienen lugar en las áreas de trituración, molienda y horno rotatorio, y se ha documentado que los trabajadores expuestos desarrollan PAIR coclear moderada.⁶ Desafortunadamente la información sobre la pérdida auditiva ocasionada por el ruido en la industria cementera es muy escasa; una búsqueda bibliográfica que abarcó los últimos cincuenta años nos permitió encontrar solamente un artículo.⁷

Los propósitos del presente estudio fueron: a) identificar las fuentes que generan ruido en las áreas de proceso cementeras; b) evaluar los niveles de ruido en las áreas de proceso (monitoreo de área y de personal), y c) determinar la prevalencia de pérdida auditiva inducida por el ruido entre los trabajadores.

Material y métodos

Se llevó a cabo un estudio transversal en una planta productora de cemento ubicada en el estado de Morelos. En total se estudiaron 85 trabajadores en las distintas áreas de proceso. La población de estudio incluyó al total de los trabajadores de la planta ubicados en las áreas de trituración, molinos de crudo, calcinación, molinos de cemento, envase, laboratorio y produc-

ción, pero debido a su rotación constante, y a que permanecen la mayor parte del tiempo fuera de las áreas ruidosas, se excluyó a los trabajadores de mantenimiento y electricidad, así como al personal de las áreas administrativas.

Durante los meses de enero y febrero de 1997, los 85 trabajadores fueron entrevistados dentro de su jornada de trabajo, para obtener datos relativos a sus características personales, hábitos, historia médica, historia ocupacional, antecedentes de problemas de la audición y utilización del equipo de protección auditiva.

Además, a cada trabajador se le realizó un estudio audiológico consistente en una exploración otoscópica y una audiometría tonal en vía aérea de tonos puros dentro de una cámara sonoamortiguada.^{8,9} Las evaluaciones audiométricas se realizaron antes de que el trabajador iniciara su jornada de trabajo dentro de las instalaciones de la empresa, pero habiendo ubicado la cámara en las áreas verdes lejos de las zonas ruidosas. El audiómetro (clase 1 Madsen Electronics) fue calibrado en el Centro Nacional de Metrología. La cámara sonoamortiguada se evaluó tres veces para conocer su espectro acústico y determinar si cumplía con las condiciones establecidas en el Estándar Nacional Americano.¹⁰ Para la interpretación de las audiometrías se contó con el apoyo de un audiólogo experto.

Los trabajadores fueron clasificados con: audición normal, hipoacusias no relacionadas con el ruido y PAIR. La audición normal fue definida como el límite de percepción menor de 25dB y la PAIR se clasificó en los tres niveles siguientes: de primer grado, cuando al comienzo no se detecta trastorno auditivo y se escucha bien la palabra hablada, pero el audiograma muestra una caída de 20 a 30 dB en el tono de los 4 000 hertz (Hz), de aproximadamente una octava de extensión, que levanta otra vez en el extremo de tono agudo; de segundo, grado cuando el audiograma muestra un mayor descenso del umbral, la PAIR es manifiesta, la pérdida es de unos 40 dB, abarca hasta dos octavas y cae más en las frecuencias agudas, y de 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.¹¹ Se consideraron como hipoacusias no relacionadas con el ruido aquellas que no correspondieron a los criterios antes mencionados.

En forma complementaria, se condujeron mediciones preliminares de ruido en las cinco áreas del proceso,* utilizando un sonómetro certificado por

* Cámara Nacional del Cemento. Datos estadísticos. México, D.F. Mimeografiado, 1996.

* Becker J. Curso de ruido en la industria: reconocimiento, evaluación y control. México, D.F.: Ergón, 1994:1-100.

el Centro Nacional de Metrología; con lo anterior fue posible identificar las fuentes emisoras de ruido, las características del nivel sonoro A de cada una de ellas y también se pudo seleccionar el procedimiento de evaluación de ruido en cada una de las áreas.¹²

Las evaluaciones se realizaron en condiciones normales de operación, durante una jornada laboral de ocho horas, iniciando a las siete de la mañana y terminando a las tres de la tarde. El sonómetro (clase 1 Bruel & Kjaer) se calibró al inicio y al final de la jornada de trabajo. Los puntos de medición fueron seleccionados en función de la permanencia de los trabajadores en cada área del proceso. Si el ruido presente en el área tenía un nivel sonoro A no superior a ± 2 dB, se consideró como ruido estable y se realizaron 150 lecturas por punto, en tres periodos de 50 lecturas tomadas cada 5 seg; en cambio, si el nivel sonoro A resultaba superior a ± 2 dB se consideró como ruido inestable y entonces se realizaron 250 lecturas por punto, en cinco periodos de 50 lecturas tomadas cada 5 seg. Una vez determinados los niveles sonoros A de los puntos de medición se calculó el valor promedio correspondiente a cada área evaluada. Para el cálculo del nivel sonoro A promedio correspondiente a cada punto evaluado se utilizó la siguiente ecuación:

$$NS A = 10 \log 1/n \sum_{i=1}^n 10 (Ni/10)$$

donde

n= número de lecturas registradas del nivel sonoro A;

Ni= nivel sonoro "A" registrado;

NS A= nivel sonoro A promedio del punto $250 \leq n \leq 150$

Finalmente, se colocaron dosímetros personales (tipo II Quest) a los trabajadores. Las evaluaciones de exposición se realizaron en condiciones normales de operación, durante una jornada de 8 horas y los dosímetros se calibraron al inicio y al final de la jornada de trabajo;¹³ después de calibrado el dosímetro se le colocaba en la bolsa o en el cinturón del trabajador y el micrófono en su hombro para iniciar el registro. Al concluir la jornada y detenerse el funcionamiento del dosímetro, se anotaba el porcentaje de dosis a la que se había expuesto el trabajador así como el tiempo inicial y tiempo final, utilizándose en este proceso la NOM-080-STPS-1993.¹³ Los cinco dosímetros fueron certificados por el Centro Nacional de Metrología.

Durante un mes se evaluaron nueve puestos de trabajo, tres veces cada uno, con personal que cumplía las siguientes funciones: operador de trituración, ayudante de trituración, operador de molinos de crudo, ayudante de molinos de crudo, operador de hor-

nos, ayudante de operador de hornos, operador de molinos de cemento, ayudante de molinos de cemento y envasador.

Para el cálculo del nivel sonoro continuo equivalente al que se encontraban expuestos los trabajadores se utilizó la siguiente ecuación:

$$NSCE = 90 + 9.97 \log [D/12.5(T)]$$

donde

D= porcentaje de la dosis;

T= tiempo total de exposición en horas, y

NSCE= nivel continuo equivalente

Al inicio del estudio se obtuvo el consentimiento informado de cada uno de los participantes después de haberles explicado el propósito del trabajo a realizarse. Al término del estudio todos los individuos fueron informados acerca del resultado obtenido y cuando se identificó pérdida auditiva se les sugirió que acudieran al servicio médico.

En la primera etapa del análisis se elaboraron estadísticas descriptivas de las variables. Posteriormente, se utilizaron modelos de regresión logística (específicamente se empleó el modelo logístico Ologit del paquete Stata 5.0), para evaluar la pérdida auditiva, expresada como una variable ordinal (normal, primer grado, segundo grado y tercer grado), en relación con cada oído.

En la etapa de análisis multivariado se ajustaron por separado modelos de regresión para la pérdida auditiva en cada oído, incluyendo las variables independientes que resultaron significativas al límite de $p < 0.05$. A partir de los resultados de cada modelo final se procedió a estimar las probabilidades para sustituir las en las cuatro desigualdades matemáticas.

Resultados

La población de estudio estuvo conformada por 85 trabajadores del género masculino, los cuales laboraban en las áreas de trituración (9.4%), molinos de crudo (9.4%), calcinación (23.5%), molinos de cemento (9.4%), envase (38.8%), laboratorio (8.2%) y producción (1.8%). Las características generales de los trabajadores estudiados se presentan en el cuadro I.

Las ocupaciones que tenían los trabajadores antes de ingresar a la industria cementera fueron: obrero (32.9%), técnico o albañil (10.6% cada una), agricultor u otros (5.9% cada una), supervisor (4.7%), chofer (3.5%), almacenista (2.4%), herrero, mecánico o estibador (1.18% cada una) y ninguna en 20%. Al terminar

Cuadro I
**CARACTERÍSTICAS DE LOS TRABAJADORES EN UNA
 INDUSTRIA CEMENTERA. MORELOS, MÉXICO, 1997**

Variable	$\bar{X}(DE)$	Media geométrica	Intervalo
Edad (años)	32.76 (7.70)	31.89	18-55
Antigüedad en la empresa (años)	7.68 (5.71)	5.49	1-31
Antigüedad en el puesto de trabajo (años)	4.51 (4.43)	3.18	1-31

n= 85 sujetos

su jornada laboral las actividades notificadas con mayor frecuencia fueron las deportivas (57.7%), la carpintería (16.47%), y la cacería o el tiro al blanco (17.7%).

De los 85 trabajadores, 22 presentaron audición normal, 16 presentaron hipoacusia no relacionada con el ruido y 47 tuvieron PAIR (55.3%). De estos últimos, 14 tuvieron PAIR unilateral y 33, bilateral. El área de calcinación fue donde la PAIR resultó más frecuente.

En la figura 1 se muestra la prevalencia de PAIR unilateral y bilateral. El primer grado representó la prevalencia bilateral más alta con 72%. En el cuadro II se presentan los resultados correspondientes al tipo de audición y nivel sonoro continuo equivalente que correspondieron a cada puesto de trabajo. Encontramos que 34 trabajadores estaban expuestos a niveles de ruido superiores a 90 dB(A), y de ellos 22 tuvieron PAIR; asimismo, nueve trabajadores estaban expuestos a niveles de 85 a 90 dB(A), y de éstos cuatro presentaron PAIR.

De acuerdo con nuestros datos, a las personas que tenían una antigüedad en la empresa de 1 a 7 años, habían padecido alguna enfermedad venérea, dolor de oídos y no habían padecido paperas, corresponde una probabilidad de 0.3887 de manifestar una pérdida auditiva de primer grado, mientras que la probabilidad

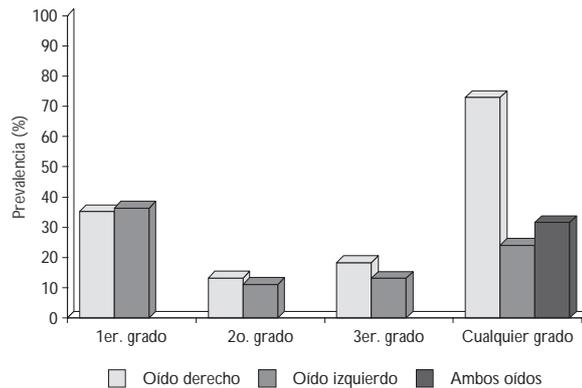


FIGURA 1. PREVALENCIA DE PÉRDIDA AUDITIVA INDUCIDA POR EL RUIDO UNILATERAL Y BILATERAL. MORELOS, MÉXICO, 1997

de manifestar cualquier grado de pérdida auditiva fue de 0.5223; por otra parte, cuando la antigüedad en el trabajo era de 8 a 31 años, la probabilidad de pérdida del primer grado fue de 0.4224, y la probabilidad de tener cualquier grado de pérdida auditiva fue de 0.7729.

Los datos indican que a una antigüedad de 1 a 7 años, con antecedentes de enfermedad venérea correspondió una probabilidad de 0.3449 para la PAIR de primer grado y de 0.4922 para la de cualquier grado. Por último, para las personas con una antigüedad de 8 a 31 años, la probabilidad de estar en el primer grado de PAIR fue de 0.4056, mientras que la probabilidad de tener cualquier grado de pérdida auditiva fue de 0.6835.

Discusión

Se reconoce que el ruido constituye un serio problema para la sociedad moderna, que afecta la audición y también otras esferas de la salud física y mental.¹⁴

Cuadro II
**CLASIFICACIÓN DE LA AUDICIÓN Y NIVEL SONORO CONTINUO EQUIVALENTE A DIFERENTES NIVELES DE EXPOSICIÓN ENTRE
 LOS TRABAJADORES. MORELOS, MÉXICO, 1997**

Clasificación de la audición	< 80 dB(A)	80-84dB(A)	85-90 dB(A)	>90 dB(A)	Total
Normal	8	4	2	8	22
Hipoacusia profesional	14	7	4	22	47
Hipoacusias no relacionadas con el ruido	8	1	3	4	16
Total	30	12	9	34	85

El presente estudio demuestra que el ruido es un serio problema de salud entre los trabajadores de la industria cementera. Las áreas de proceso que superaron el nivel sonoro A de 90 dB(A) fueron las de trituración [con un nivel sonoro A máximo de 102.43 dB(A)], molinos de crudo [nivel sonoro A máximo de 102.85 dB(A)], y molinos de cemento [nivel sonoro A máximo de 102.46 dB(A)]. Estos datos concuerdan con los notificados por Soleo en 1989, quien encontró niveles elevados de ruido en las áreas de trituración, molinos de crudo y cemento de 12 industrias cementeras del sur de Italia.⁷

Los puestos de trabajo que superan los niveles máximos permisibles de exposición al ruido fueron: operador de trituración, operador de molinos de cemento, ayudante de molino de cemento y el de envasador. En la revisión de la literatura no se encontró información acerca de los niveles de exposición del personal en la industria cementera.*

Una posible explicación al hecho de que no se trata del área más ruidosa es que los trabajadores pasan sucesivamente por todas las demás áreas antes de llegar a la de calcinación. En el año de 1981, Burgess informó también una alta frecuencia de PAIR en el área de calcinación de una industria cementera.⁶

En total, encontramos que 34 trabajadores tuvieron una exposición ocupacional superior a 90 dB(A), de los cuales 22 presentaron PAIR; esto confirma lo informado por Robinson, en el sentido de que la pérdida auditiva permanente es común al pasar algunos años expuesto a niveles de ruido superiores a 85 dB(A), durante ocho horas al día.¹⁵ Lo anterior indica que el nivel máximo permisible de exposición [90 dB(A)], actualmente tolerado por las normas nacionales,^{12,13} no implica seguridad para el trabajador.

De acuerdo con la clasificación de Larsen, el primer grado de PAIR fue el que se presentó con más alta prevalencia en ambos oídos. En 1979, Sebastián mencionó que al presentar este grado de PAIR, los trabajadores se deben integrar de inmediato a un programa de conservación de la audición.¹¹

Desafortunadamente la mayoría de los trabajadores reconocen que tienen un problema solamente cuando llegan al tercer grado de PAIR. Nuestro hallazgo respecto de una afectación más frecuente del oído izquierdo es igual al antes informado por otros autores;¹⁶⁻¹⁸ pudimos observar que los trabajadores al entrar a las áreas ruidosas tienden a exponer el oído

izquierdo para verificar la alimentación de los equipos, pero carecemos de una explicación consistente al respecto.

Nuestro interés por evaluar las PAIR unilaterales se basa en el hecho de que hasta ahora la Ley Federal del Trabajo sólo toma en cuenta las "hipoacusias bilaterales combinadas" y deja fuera de consideración a las hipoacusias unilaterales; en contraste, en los Estados Unidos de América se acepta como enfermedad profesional a la hipoacusia unilateral, con lo cual se protege más al trabajador y se evitan costos mayores por indemnización.¹⁹

El hecho de tener mayor antigüedad trabajando en la fábrica incrementa la probabilidad de tener PAIR. Esta observación es complementaria a la informada por Yassi,²⁰ y nos indica la apremiante necesidad de implantar programas de conservación de la audición para proteger la salud y mejorar la seguridad de los trabajadores. Finalmente, es importante mencionar que otro propósito de nuestro estudio es apoyar la toma de decisiones para la implementación de programas de prevención y detección temprana de la pérdida auditiva en México, buscando mejores condiciones para los trabajadores y ahorros para las empresas. En este sentido, los resultados pueden ser aplicados en términos de actualización de las normas vigentes.

Referencias

1. Alleyne BC, Dufresne RM, Kanji N, Reasal MR. Cost of workers' compensation claims for hearing loss. *J Occup Med* 1989;31:134.
2. Leading work related disease and injuries. United States. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 1986; 35:12.
3. 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.
4. Phoon W. Hearing protection plans require proper ear plug selection usage. *Occup Health Saf* 1993;98-100.
5. Instituto Mexicano del Seguro Social. *Memorias Estadísticas 1982-1996*. IMSS, México.
6. Burgess W. *Recognition of health hazards in industry*. 2a. edición. Nueva York (NY): A Wiley-Interscience, 1981:174-177.
7. Soleo L, Casasano F. Evaluation of noise-induced injury: Consideration of a group of exposed cement workers. *Med Lav* 1989;80:229-243.
8. Wilson W, Nadol J. *Manual de otorrinolaringología*. México, D.F.: Limusa, 1987:11-37.
9. Corvera J. *Otorrinolaringología elemental*. 2a. edición. México, D.F.: Méndez, 1988:39-66.
10. Acoustical Society of America Through the American Institute of Physics. *Draft, American National Standard evaluating the effectiveness of hearing conservation programs*. Accredited Standards Committee S12, Noise. Draft ANSI S12. 13-1991. New York (NY): Acoustical Society of America Through the American Institute of Physics, 1991.

* Cámara Nacional del Cemento. Datos estadísticos. México, D.F. Mimeografiado, 1996.

11. Sebastián G de. Audiología práctica. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana, 1979:138-142.
12. Diario Oficial de la Federación. Norma Oficial Mexicana; NOM-011-STPS-1993. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido, 1993.
13. Diario Oficial de la Federación. Norma Oficial Mexicana; NOM-080-STPS-1993. Higiene industrial; medio ambiente laboral; determinación del nivel sonoro continuo equivalente al que se exponen los trabajadores en los centros de trabajo, 1993.
14. Hayes D, Jerger J. The effect of degree of hearing loss on diagnostic test strategy. *Arch Otolaryngol* 1980; 106: 266-268.
15. Robinson DW. Noise exposure and hearing: A new look at the experimental data. Health and Safety Executive Contract Research Report 1/1987. Londres: HM Stationary Office, 1987.
16. Lawhorne L. The health of farmers. *J Iowa Med Soc* 1976; 66:409-418.
17. Marvel M. Occupational hearing loss in New York dairy farmers. *Am J Industrial Med* 1991;20:517-531.
18. Broste SK, Hansen DA, Strand RL, Stueland DT. Hearing loss among high school farm students. *Am J Public Health* 1989; 79:619-622.
19. Seagren J. Worksite hearing conservation program must be more than jobs hearing tests. *Occup Health Saf* 1990;33:42-62.
20. Yassi A. The noise hazard in a large health care facility. *J Occup Med* 1991;1067-1070.