

EXPOSICIÓN OCUPACIONAL A POLVO EN UNA PLANTA PRODUCTORA DE CEMENTO CON TECNOLOGÍA POR VÍA HÚMEDA

OCCUPATIONAL DUST EXPOSURE IN A CEMENT FACTORY USING WET TECHNOLOGY

Lic. Pedro Jesús González Almeida ¹

Ing. Heliadora Díaz Padrón ²

Lic. Rita María González Chamorro ³

Dr. Héctor Hernández Herrera ⁴

Téc. Teresa Anceáume Valle ⁵

RESUMEN

Se estudió durante varios días consecutivos el aire del ambiente laboral en diferentes turnos de trabajo en una fábrica de cemento con tecnología por vía húmeda. Se evaluó la exposición ocupacional a aerosoles sólidos en diversos puntos representativos de las áreas de producción fundamentales de ésta instalación mediante la determinación de la concentración de polvo total y su fracción respirable. Tales mediciones presentaron intervalos generales de 0,6 a 47,3 y de 0,3 a 14,0 mg/m³, respectivamente, lo cual indica sobreexposición a este contaminante en determinadas etapas del proceso industrial, con la consiguiente probabilidad de afección a la salud de los trabajadores que laboran en esos sectores.

Palabras clave: Cemento, polvo, contaminación, aire de la zona de trabajo, exposición ocupacional

ABSTRACT

It was studied the workroom air along different work shifts in a cement factory of "wet technology" during several days. Occupational exposure to particulate airborne matter was monitored in various workplaces which comprise the most important production areas of this plant. Total and respirable dust were determined; such measurement showed general ranges of 0,6 to 47,3 and 0,3 to 14,0 mg/m³ respectively. It indicates overexposure to this contaminant in certain stages of the industrial processing and the probability of health damages among the workers.

Key words: Cement, dust, contamination, workroom air, occupational exposure

INTRODUCCIÓN

En el desarrollo socioeconómico del país, cobra auge la industria de materiales de la construcción y en especial la del cemento, por la gran demanda nacional de fabricar viviendas, industrias, escuelas, poblados campesinos, presas, etc., para satisfacer las necesidades materiales de la población.

Durante los procesos industriales, reviste particular importancia la exposición a polvo, y éste es el principal peligro en el proceso de fabricación de cemento. La clasificación del mismo desde el punto de vista de sus efectos sobre el cuerpo humano puede constituir una base para relacionar la composición química del mismo con la reacciones anatómicas y fisiológicas que produce ¹.

Donde quiera que exista polvo, éste causa molestias, irritabilidad, incomoda, estropea equipos y maquinarias; pero lo más importante para nosotros es que la exposición al mismo puede producir accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

El cemento es un agente aglutinante hidráulico utilizado en la construcción de edificios en ingeniería civil. Es un polvo fino obtenido moliendo la escoria de una mezcla, natural o artificial, de arcilla y piedra caliza calcinada a altas temperaturas. Cuando se añade agua al cemento, se convierte en una mezcla pastosa que gradualmente se endurece hasta alcanzar una consistencia como la de la pie-

¹ Licenciado en Química. Investigador Agregado. Departamento de Riesgos Químicos. INSAT

² Ingeniera química. Máster en Salud de los Trabajadores. Investigadora Auxiliar. Departamento de Riesgos Químicos. INSAT

³ Licenciada en Química. Departamento de Riesgos Químicos. INSAT

⁴ Médico veterinario. Máster en Salud de los Trabajadores. Centro Municipal de Higiene y Epidemiología de Nuevitas

⁵ Técnica de Química Sanitaria. Departamento de Riesgos Químicos. INSAT.

Correspondencia:

Ing. Heliadora Díaz Padrón

Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores

Calzada de Bejucal km 7½, Apartado 9064, CP 10900, Arroyo Naranjo, Ciudad de La Habana, Cuba

E-mail: heliodora.diaz@infomed.sld.cu

dra².

En la fábrica "26 de Julio" de Nuevitas, a pesar de tener un proceso tecnológico húmedo, durante el proceso de fabricación del cemento se han encontrado niveles de polvo de hasta 772,5 mg/m³, con un contenido de dióxido de silicio libre menor que el 2%³.

El Portland es el principal cemento artificial, al cual se le añaden diversos aditivos. Según Proden, la composición química de este cemento es: óxido de calcio 60-70%, sílice (alrededor del 5% en forma de SiO₂ libre) 19-24%, trióxido de aluminio 4-7%, óxido férrico 2-6%, óxido de magnesio menos del 5%⁴.

El aire contaminado de las áreas industriales contiene muchas sustancias de tipo químico en estado de nebulización, que ejercen un efecto irritativo inespecífico sobre el árbol tráqueo bronquial de los individuos expuestos, especialmente sobre aquellos que padecen de una enfermedad pulmonar obstructiva ya existente, o en los que tienen el hábito de fumar. Las partículas grandes invaden el nivel de la mucosa traqueo bronquial, donde desarrollan una respuesta de hipersensibilidad local, por regla general en personas poseedoras de un terreno atópico, y las menores de 5 micras tienden a escapar de las barreras de las vías aéreas superiores hacia los alvéolos, donde inician la producción de una reacción de hipersensibilidad de tipo aguda⁵.

La patogénesis de cemento puede ser atribuible a su actividad higroscópica natural, que favorece la floculación de sus partículas como un agregado que se mantiene depositado en un largo término sobre el tracto respiratorio y la boca. Ciertas rinolitiasis han sido comúnmente encontradas en muchos trabajadores de esta industria⁶.

La obstrucción bronquial reversible y el aumento persistente de una reactividad bronquial no específica, pueden ser inducidas por una exposición aguda a irritantes respiratorios fuertes en el lugar de trabajo (síndrome de disfunción aérea reactiva). Este síndrome, al igual que el asma preexistente exacerbado por la exposición ocupacional, puede ser considerado como enfermedad respiratoria ocupacional^{2,7}.

El cemento Portland normal no ocasiona silicosis por su bajo contenido de sílice libre. No obstante, los trabajadores enfrascados en la producción de cemento pueden estar expuestos a materias primas que presenten gran contenido de sílice libre².

La neumoconiosis de cemento ha sido descrita como una neumoconiosis reticular benigna, que puede aparecer después de una exposición prolongada y presenta una progresión muy lenta, aunque algunos casos de neumoconiosis severa han sido observados, lo más probable debido a exposiciones de otros materiales que no son ni arcilla ni cemento Portland².

En un estudio de morbilidad en la fábrica de cemento de Santiago de Cuba, se concluyó que las enfermedades del aparato respiratorio constituían la entidad más frecuente en el grupo de trabajadores expuestos, y esto estaba muy relacionado con los años de exposición⁸.

Además de las enfermedades respiratorias que pudiera originar la exposición al polvo de cemento, están las der-

matitis por irritación primaria, o sea, resequedad o fisuración de la piel como síntomas más predominantes, y en menor orden las dermatitis de contacto, que son más prevalentes en los procesos húmedos que en los secos^{9,10}. De la calidad del aire depende el riesgo potencial de afectación a la salud del trabajador expuesto, por lo que nos proponemos evaluar la contaminación por polvo en la fábrica de cemento con tecnología húmeda, para la toma de medidas encaminadas a disminuir las enfermedades provocadas por los ambientes pulvígenos.

MATERIAL Y MÉTODO

Se realizó un estudio del aire de la zona de trabajo en diversos puestos laborales representativos de la exposición ocupacional a polvo en 7 de las 8 áreas de producción previstas en una fábrica de cemento con tecnología por vía húmeda ubicada en la localidad de Nuevitas, provincia de Camagüey. Para ello fueron tomadas 39 muestras personales continuas, con una duración promedio de 6 horas cada una, lo cual significó un total de más de 230 horas de muestreo a lo largo de 9 días en diferentes jornadas de trabajo, captándose un volumen medio de 684 litros de aire en la zona respiratoria de cada trabajador seleccionado.

Como colectores del contaminante se utilizaron microciclones provistos de filtros de PVC, conectados a mini-bombas de aspiración portátiles reguladas a un gasto de 1,9 L/min, y se aplicó un método de ensayo gravimétrico para el análisis de las muestras^{11,12}.

El nivel de polvo total hallado en el ambiente laboral, así como el valor medido de su fracción respirable, fueron evaluados de acuerdo con la norma cubana NC 19-01-63¹³ y lo estipulado por NIOSH/OSHA¹⁴, respectivamente, que establecen límites máximos de exposición de 6 y 5 mg/m³ para cada uno de éstos parámetros considerados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En forma tabulada, se presenta la exposición ocupacional a polvo de cemento en 7 áreas o sectores de trabajo que abarcan 39 puestos de labor seleccionados para este estudio. La tabla 1 refleja el comportamiento de este contaminante en su forma de polvo total. Su concentración media general en la planta fue de 7,4 mg/m³, cifra que excede ligeramente en 1,2 veces la concentración promedio admisible (CPA = 6 mg/m³)¹³.

Se observaron en sólo 3 sectores niveles medios de contaminación que superaban el límite máximo estipulado, pero al analizar los intervalos de concentración por área, se apreció sobreexposición individual en 6 de éstas con 11 puestos de trabajo afectados (28,2%) en un intervalo de 6,4 a 47,3 mg/m³ (1,1 a 7,9 veces la CPA).

La tabla 2 presenta las mediciones realizadas de la fracción respirable del polvo de cemento, cuyas partículas pueden acceder a la zona alveolar del sistema respiratorio. Su concentración media general en la fábrica fue de 2,4 mg/m³, valor que resulta inferior a la mitad del límite máximo de exposición (TWA = 5 mg/m³)¹⁴. Tampoco se

registraron niveles promediales de dicha fracción por áreas que sobrepasaran la cota permisible.

TABLA 1
EXPOSICIÓN OCUPACIONAL A POLVO TOTAL DE CEMENTO. FÁBRICA DE CEMENTO "26 DE JULIO". NUEVITAS, CAMAGÜEY

ÁREA DE TRABAJO	Nº DE PUESTOS DE TRABAJO	CONCENTRACIÓN DE POLVO TOTAL EN EL AIRE (C) (mg/m³)		
		C media	INTERVALO	CPA
Trituradora	6	10,4 m*	0,6-35,0**	6
Cantera	4	4,9	2,5-7,5**	
Hornos	12	3,4	0,8-8,3**	
Molinos de pasta	6	5,9	1,9-12,7**	
Molinos de cemento	5	11,0*	1,6-47,3**	
Brigada mecánica	4	12,5 M*	2,5-37,4**	
Laboratorio	2	3,5	2,2-4,7	
	39	C media general: 7,4 (1,2 CPA)		

CPA Concentración promedio admisible

* Intervalo de sobreexposición por área, m-M: 1,7-2,1 CPA

** Sobreexposición individual: 6 AT-11PT (28,2%); 1,1-7,9 CPA

TABLA 2
EXPOSICIÓN OCUPACIONAL A POLVO RESPIRABLE DE CEMENTO. FÁBRICA DE CEMENTO "26 DE JULIO". NUEVITAS, CAMAGÜEY

ÁREA DE TRABAJO	Nº DE PUESTOS DE TRABAJO	CONCENTRACIÓN DE POLVO RESPIRABLE EN EL AIRE (C) (mg/m³)		
		C media	INTERVALO	TWA
Trituradora	6	2,2	0,3--5,3*	5
Cantera	4	1,5	0,3--2,6	
Hornos	12	1,9	0,5--7,6*	
Molinos de pasta	6	3,4	1,1--8,8*	
Molinos de cemento	5	4,2	1,5--14,0*	
Brigada mecánica	4	1,9	0,9--3,0	
Laboratorio	2	1,9	1,8--2,0	
	39	C media general: 2,4 (0,4 TWA)		

TWA Concentración promedio admisible

* Sobreexposición individual: 4 AT-5 PT (12,8%); 1,0-2,8 TWA

Sin embargo, al considerar los intervalos de concentración por sector, se halló sobreexposición individual en 4 de estas áreas, en las cuales hubo 5 puestos laborales (12,8 %) con cifras que estaban por encima del límite en el intervalo de 5,2 a 14,0 mg/m³ (1,0 a 2,8 veces el TWA). Finalmente, teniendo en cuenta ambos parámetros de exposición (polvo total y fracción respirable) y su magnitud alcanzada en las diferentes zonas estudiadas (tabla 3), se encontró que hubo contaminación simultánea creciente en áreas y puestos de trabajo correspondientes al trabajador de las esteras 8 y 15 de trituración, ayudante de limpieza en hornos y alimentador del molino de pasta, y el más alto valor en el trabajador ubicado en los silos de cemento.

CONCLUSIONES

1. Hubo sobreexposición a polvo total de cemento en 6 de las 7 áreas de trabajo estudiadas, con 11 puestos de trabajo afectados (28%) en los cuales la contaminación alcanzó un valor máximo de hasta casi 8 veces el límite admisible.
2. Se observó sobreexposición relativa a la fracción respirable de este polvo en 4 sectores laborales con 5

puestos contaminados (casi el 13 %), en los que las concentraciones llegaron a un nivel máximo de aproximadamente 3 veces el valor permisible.

3. Considerando ambos parámetros de exposición, se encontró contaminación simultánea creciente en los siguientes puntos:

- ◆ Trituración (Esteras 8 y 15)
- ◆ Horno (Ayudante de limpieza)
- ◆ Molinos de Pasta (Alimentador)
- ◆ Molinos de Cemento (Silos)

RECOMENDACIONES

1. Hermetizar los procesos que generen contaminantes al aire.
2. Reponer sistemáticamente los electrofiltros en los sistemas de extracción.
3. Revitalizar la extracción de los contaminantes *in situ* establecidos en el flujo tecnológico.
4. Mantener los exámenes médicos preventivos a los trabajadores expuestos.
5. Evaluar la contaminación aérea en los puestos de tra-

bajo para verificar la eficiencia de los sistemas de captación de polvo.

TABLA 3
EXPOSICIÓN OCUPACIONAL A POLVO. FÁBRICA DE CEMENTO "26 DE JULIO". NUEVITAS, CA-MAGÜEY

ÁREA DE TRABAJO	PUESTO DE TRABAJO	CONCENTRACIÓN PROMEDIO DE POLVO EN AIRE (C) (mg/m ³)					
		C	POLVO TOTAL		C	POLVO RESPIRABLE	
			C media	INTERVALO		C media	INTERVALO
Trituradora	Estera metálica	0,6			0,3		
	Estera 7	1,4			1,1		
	Estera 8	35,0			5,2		
	Estera 15	21,3	10,4	0,6-35,0	5,3	2,2	0,3-5,3
	Molino	1,1			0,3		
	Jefe de turno	3,2			1,1		
Cantera	Perforación	5,6			2,6		
	Bulldozer	2,5			1,3		
	Grúa	7,5	4,9	2,5--7,5	0,3	1,5	0,3-2,6
	Camión	3,9			1,8		
Hornos	A. de limpieza	6,7			2,1		
	A. de limpieza	4,1			3,3		
	A. de limpieza	8,4			7,6		
	Hornero	1,1			1		
	A. de hornero	8,3			1		
	Caldera	0,8	3,4	0,8-8,3	0,7	1,9	0,5-7,6
	Enfriador	1,5			1,2		
	A. de enfriador	1			0,6		
	Bomba pasta	2,5			2,4		
	Silos de pasta	1,2			0,9		
Molino de pasta	Jefe de brigada	2,3			1,9		
	Aliment. molino	2,0			1,6		
	Aliment. molino	5,6			2,8		
	Aliment. molino	12,7	5,9	1,9--12,7	8,8	3,4	1,1--8,8
	Molinero	6,4			4,6		
	Bomba pasta	6,5			1,1		
Molino de cemento	Grúa	1,9			1,6		
	Aliment. molino	2,4			2,1		
	Bomba cemento	1,7			1,6		
	Silos cemento	47,3	11,0	1,6--47,3	14,0	4,2	1,5--14,0
	Grúa	1,6			1,5		
Brigada mecánica	Jefe de brigada	1,9			1,8		
	Mec. trit. y cant.	5,2			0,9		
	Engrasador	4,9			1,3		
Laboratorio	Engrasador	37,4	12,5	2,5--37,4	3,0	1,9	0,9--3,0
	Mec. grúa viajera	2,5			2,2		
	Qco. muest.	2,2			1,8		
	Qco. Muest.	4,7	3,5	2,2--4,7	2,0	1,9	1,8--2,0

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Villalon A, Monelus A. Contaminación ambiental, causas y valoración. Barcelona: Jims; 1974. p. 23-31.
- ILO. Encyclopaedia of occupational health and safety. 4^{ta} ed. vol III. Geneva: International Labour Office; 1998. p. 93.44-9.
- Morales MT. Estudio clínico-epidemiológico de la incidencia de neumoconiosis (Trabajo para optar por el título de Especialista de Primer Grado en Medicina General Integral). Nuevitas: Policlínico Comunitario Docente "Francisco Peña Peña"; 1993.
- Lauwerys RR. Toxicología industrial e intoxicaciones profesionales. París: Masson; 1994. p.339-425.
- Attolini J. Hipersensibilidad broncopulmonar a los polvos-bisinosis. Revista de Salud Ocupacional 1990;8(41): 20-4.
- Raymond PW. Occupational lung disorders. 2^a ed. New York: Butterworth; 1982. p.129-30.
- Ruiz FC, Colomer VE, Galán CM. Los servicios de neumología hospitalarios como fuente para la detección de asma ocupacionales. Salud y Trabajo 1995;111-112(5-6):19-28.
- Castellanos AG. Morbilidad laboral en los trabajadores vinculados directamente a la producción de cemento durante 10 años o más en la fábrica "José Merceron Allen" (Trabajo para optar por el título de Especialista de Primer Grado en Medicina del Trabajo). Santiago de Cuba: Centro Provincial de Higiene y Epidemiología; 1984.
- Álvarez ME. Prevalencia de enfermedades de la piel en trabajadores de la fábrica de cemento "René Arcay" (Trabajo para optar por el título de Especialista de Primer Grado en Medicina del Trabajo). Ciudad

- de La Habana: Instituto de Medicina del Trabajo; 1984.
10. Álvarez RA. Dermatitis ocupacional por cemento en expuestos en el MICONS de la provincia de Sancti Spíritus (Trabajo de tesis para optar por el título de Especialista de Primer Grado en Medicina del Trabajo). Ciudad de La Habana: Instituto de Medicina del Trabajo; 1982.
 11. National Institute for Occupational Safety and Health. NIOSH manual of analytical methods. 4 ed. Cincinnati: National Institute for Occupational Safety and Health; 1994: Methods 0500 and 0600.
 12. Ibarra, E J. Química Sanitaria Industrial. Quito: Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores - Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social - Universidad de Cuenca; 2000.
 13. Comité Estatal de Normalización. NC 19-01-03. SNPHT. Aire de la zona de trabajo. Niveles límites admisibles de las sustancias nocivas. Ciudad de La Habana: CEN; 1991. p.7.
 14. National Institute for Occupational Safety and Health. Pocket guide to chemical Hazards. Cincinnati: National Institute for Occupational Safety and Health; 1994. p.262.