

This Health Hazard Evaluation (HHE) report and any recommendations made herein are for the specific facility evaluated and may not be universally applicable. Any recommendations made are not to be considered as final statements of NIOSH policy or of any agency or individual involved. Additional HHE reports are available at <http://www.cdc.gov/niosh/hhe/reports>

HETA 98-0217-2772
Planta de Filtración Sergio Cuevas Bustamante
Autoridad de Acueducto y Alcantarillados
de Puerto Rico
Frujillo Alto, Puerto Rico

Lynda M. Ewers, Ph.D.
Ali Lopez, M.D.
Carlos Rodriguez, M.D.

PREFACIO

La División de Asistencia Técnica y Evaluaciones de Riesgos del Instituto Nacional para la Salud y Seguridad Ocupacional (NIOSH)* conduce investigaciones de campo de posibles riesgos para la salud, existentes en el lugar de trabajo. Estas investigaciones se llevaron a cabo de conformidad con la Sección 20 (a)(6) de la Ley Federal de salud y seguridad ocupacional de 1970, 29 U.S.C. 669(a)(6), la cual autoriza al Secretario de Salud y Recursos Humanos, atendiendo una petición que se haya hecho por escrito por cualquier patrono o representante autorizado de empleados, a determinar si una sustancia encontrada normalmente en el lugar de trabajo tiene efectos potencialmente tóxicos para la salud en las concentraciones en que se utiliza o se haya presente en el ambiente.

La División de Asistencia Técnica y Evaluaciones de Riesgos (HETAB)* provee además, bajo petición, asistencia técnica y consultoría a agencias federales, estatales y locales; a los trabajadores; a la industria; a grupos o individuos para controlar los riesgos de la salud ocupacional, y para prevenir las enfermedades y traumas relacionados con estos riesgos. NIOSH no considera necesario mencionar nombres de compañías o productos.

RECONOCIMIENTO Y ACCESIBILIDAD DEL INFORME

Este informe fue preparado por Lynda M. Ewers, Ali Lopez, y Carlos Rodriguez de HETAB, División de Vigilancia, Evaluaciones de Riesgos y Estudios de Campo (DSHEFS).* La asistencia en el campo fue provista por Teresa Seitz. El informe analítico fue provisto por Laboratorios Data Chem. La edición electrónica fue llevada a cabo por Denise Ratliff. La traducción fue realizada por Isidra Mercedes Castro.

Se ha enviado copias de este informe a los empleados y representantes gerenciales que laboran en la Planta de Filtración Sergio Cuevas Bustamante y en la Oficina Regional de la OSHA. Los derechos de autor de este informe no están reservados y el mismo puede ser reproducido libremente. Habrán copias sencillas de este informe disponibles por un periodo de tres años, partiendo de la fecha en que se editó. Para hacer una petición incluya un sobre predirigido, con sellos, con la petición por escrito a:

NIOSH Publications Office
4676 Columbia Parkway
Cincinnati, Ohio 45226
800-356-4674

Después de éste período puede adquirir las copias en “the National Technical Information Services– NTIS”* (Servicio de Información Técnico Nacional) en 5825 Port Royal Road, Springfield, Virginia 22161. Puede obtener cualquier información relacionada con reservas de copias de NTIS en la Oficina de Publicaciones de NIOSH en la dirección que aparece arriba.

Con el propósito de mantener informados a los empleados afectados, el patrono debe mantener copia de este informe en un lugar prominente y accesible para los empleados, durante un período de 30 días del calendario.

Énfasis de la Evaluación de Riesgos para la Salud realizada por NIOSH

* Por reglamento y respecto a los nombres originales de estos institutos y entidades se mantienen las siglas en inglés.

Evaluación de los niveles de exposición a la cal hidratada en la planta de filtración de agua potable

Los investigadores de NIOSH respondieron a una petición confidencial que hicieron los empleados de la Planta de Filtración Sergio Cuevas Bustamante a la División de Evaluación de Riesgos para la Salud (HHE).^{*} Entre los empleados de la planta existía una preocupación sobre problemas respiratorios y dermatitis, posiblemente debido al nivel de exposición a la cal hidratada, cloro gaseoso, o dos coagulantes.

Cuáles tareas concretas llevamos a cabo los investigadores de NIOSH

- # Hablamos con los trabajadores para determinar si los problemas de salud podrían estar relacionados con las condiciones de trabajo.
- # Realizamos pruebas para detectar la presencia de cloro gaseoso en el aire.
- # Realizamos pruebas para detectar la presencia de cal hidratada en el aire, mientras la cal estaba siendo bombeada hacia el tope del silo de almacenaje.
- # Caminamos por los alrededores de la planta para observar las distintas tareas que se realizaban, las normas de trabajo, y el mantenimiento.

Cuáles fueron los hallazgos de NIOSH

- # Algunos trabajadores tienen problemas respiratorios, que podrían agravarse al exponerse al polvo de la cal hidratada.
- # La cal hidratada se escapaba del silo y contaminaba las áreas de trabajo.
- # No se detectó cloro gaseoso en las áreas de trabajo.
- # Los trabajadores no usaban equipo de protección para los ojos y nariz.
- # A los trabajadores no se le proporcionaba unos procedimientos estandarizados claros necesarios para su seguridad.

Qué debe hacer la gerencia de la Planta de Filtración Bustamante

- # Evaluar el diseño del silo de cal hidratada para determinar si esto puede facilitar la seguridad y el mantenimiento de éste.
- # Establecer un comité de salud y seguridad en el que participen tanto los trabajadores como la gerencia para juntos decidir los métodos más adecuados para mejorar la seguridad.
- # Implementar un programa sobre el uso y manejo de los respiradores.
- # Escribir y obedecer los procedimientos de operatividad estandar para tareas de alto riesgo.
- # Colocar letreros por los alrededores de la planta, de manera que los trabajadores entiendan que tipo de equipo de protección personal es necesario utilizar en cada área.
- # Investigar los accidentes con diligencia, y motivar a los trabajadores a reportar los accidentes e incidentes tan rápido como estos ocurran.

Qué pueden hacer los empleados de la Planta de Filtración Bustamante

- # Utilizar siempre equipo de protección para los ojos u otra ropa protectora, al exponerse a la cal hidratada.
- # Comunicar al comité de salud y seguridad o a su supervisor cualquier incidente que implique exposición a la cal hidratada, cloro u otros químicos.
- # Obedecer los procedimientos de operatividad estandar, cuando realicen tareas potencialmente peligrosas.

CDC
CENTRO para el CONTROL y
PREVENCIÓN DE
ENFERMEDADES

Para Obtener Más Información:
Le sugerimos que lea todo el informe. Si desea obtener una copia, pregunte a su representante de salud y seguridad, o llame al 1-513/841-4252 y pregunte por el informe de HETA #98-0217-2772

Instituto Nacional de
la Salud y Seguridad
Ocupacional
NIOSH

Informe no. 98-0217-2772 sobre la Evaluación de Riesgos para la Salud

^{*} Por reglamento de traducción se mantienen las siglas de entidades, organizaciones o programas en la lengua original.

**Planta de Filtración Sergio Cuevas Bustamante
Autoridad de Acueducto y Alcantarillado de Puerto Rico
Frujillo Alto, Puerto Rico**

**Lynda M. Ewers, Ph.D.
Ali Lopez, M.D.
Carlos Rodriguez, M.D.**

RESUMEN

El 6 de mayo de 1998, la División de Evaluación de Riesgos para la Salud (HHE)* del Instituto Nacional para la Salud y Seguridad Ocupacional (NIOSH) recibió una petición confidencial de los empleados de la Planta de Filtración Sergio Cuevas Bustamante de la Autoridad de Acueducto y Alcantarillado de Puerto Rico. Los peticionarios expresaron su preocupación con relación a los problemas respiratorios y dermatitis, posiblemente asociados con las exposiciones a la cal hidratada [hidróxido de calcio, $\text{Ca}(\text{OH})_2$], el cloro gaseoso [Cl_2], y dos coagulantes [GC850 (solución básica de cloruro de aluminio) y PRP 4440 (cloruro de polidimetil– dialuminio)]. La visita a esta planta de filtración de agua potable se condujo los días 29 y 30 de junio de 1998.

De 25 empleados que laboran en la planta de filtración, 19 (76%) trabajaban en el turno de la mañana (6 a.m. a 2 p.m.). En este turno se realizaban la mayor parte de los trabajos en la planta de filtración. Durante el día de la visita, 17 empleados estuvieron presente y todos fueron entrevistados. Dos de los trabajadores entrevistados informaron que sus respectivos médicos le habían diagnosticado asma, condición que se le había desarrollado desde que empezaron a trabajar en la planta. Ambos informaron que durante las vacaciones, licencia por enfermedad, o suspensión temporal, su salud mejoraba considerablemente. Cinco de los empleados entrevistados (incluyendo los dos asmáticos) informaron que habían tenido por lo menos dos síntomas respiratorios en los 10 días que precedieron a la entrevista. Estos síntomas incluían: dificultad para respirar, producción de flema, apretamiento del pecho, resuello y falta de aire. Todos los empleados que tenían síntomas informaron que ellos creían que los síntomas estaban relacionados con el largo periodo de exposición a la cal hidratada y al cloro gaseoso. Otros informaron que sus problemas de salud incluían sinusitis, irritación o ardor en los ojos, erupción en la piel, y dermatitis.

Se tomaron muestras de aire para detectar la presencia de cal hidratada, cloro y partículas en las áreas y en momentos en los que se esperaban exposiciones elevadas. También se tomaron muestras de aire para cal hidratada en la zona de respiración personal (ZRP) de los empleados; no obstante, el método utilizado para detectar la presencia de cal hidratada fracasó. Se llevó a cabo un conteo de partículas en el aire durante las operaciones de carga de la cal hidratada, un procedimiento que según los trabajadores tenía como resultado la producción de unos altos niveles del polvo; este conteo reveló sólo una pérdida moderada de cal hidratada durante la carga, al compararlo con los periodos después de la carga. No se detectaron niveles de cloro en el área donde se almacenaban los cilindros de cloro ni en el salón donde se le añadía el cloro al suministro de agua. Los dos coagulantes estaban en un área restringida, a la que casi nadie tenía acceso, de manera que no se condujo ningún monitoreo para estos dos compuestos.

* Por reglamento de traducción se mantienen las siglas de entidades, organizaciones o programas en la lengua original.

La gerencia y los empleados reportaron que en el pasado ha habido problemas asociados con el manejo de cal hidratada. Uno de los silos, que contenía alrededor de 130,000 libras de cal hidratada, tenía una grieta en uno de sus lados, lo cual permitía que la cal hidratada se escapara al lugar de trabajo. La grieta, que aunque se estaba reparando para los días de la visita de los investigadores de NIOSH, aún era visible. La correa transportadora, que introducía la cal hidratada en el suministro de agua, había sido diseñada para tener barreras a su alrededor, pero éstas habían sido eliminadas, y se podía observar que había cal hidratada en la superficie del salón.

Los trabajadores reportaron que durante la carga, la cal hidratada escapaba periódicamente al ambiente desde el tope del silo; a pesar de que había un sistema de filtración para evitar el escape.

La conexión entre el camión de suministro y la tubería que llevaba la cal hidratada hacia el tope del silo, era difícil de sellar apropiadamente, y según se informó, la cal hidratada se derramaba. En el día anterior a la visita de NIOSH, a un empleado le salpicó una dosis de cal hidratada en la cara, mientras realizaba la labor de mantenimiento del silo. En la planta se reportaron otras preocupaciones de seguridad, incluyendo la ausencia de una protección apropiada para evitar las caídas a través de las aberturas en el techo, y la carencia de un programa de entrada a los espacios confinados, lo cual indica que se deben implementar unos controles administrativos más rigurosos.

Algunos de los problemas (o condiciones) de salud reportados por los empleados se habían desarrollado como consecuencia de las exposiciones a la cal hidratada o al cloro; primeramente a la cal, dada las bajas exposiciones al cloro. Durante el estudio, las concentraciones de cloro en el aire estaban por debajo de los límites de exposición ocupacional. De acuerdo a los trabajadores y la gerencia, la mayoría de los eventos de exposiciones altas percibidas eran episódicos, y ocurrían primeramente durante labores periódicas de mantenimiento; la mayoría de éstas tareas no fueron realizadas durante la visita de NIOSH. Se identificaron varios riesgos de seguridad. Se hicieron recomendaciones para mejorar el diseño del sistema del silo, instituir un programa de protección de las vías respiratorias, evaluar los controles administrativos, continuar los esfuerzos para mejorar los adiestramientos y la educación sobre la salud y seguridad, y eliminar los riesgos de seguridad.

Palabras claves: SIC 4941 (suministro de agua) tratamiento de agua, cal hidratada (hidróxido de calcio), cloro gaseoso, seguridad.

TABLA DE CONTENIDO

Prefacio	ii
Reconocimiento Y Accesibilidad Del Informe	ii
Énfasis de la Evaluación de Riesgos para la Salud realizada por NIOSH	iii
Resumen	iv
Introducción	1
Antecedentes	1
Procesos	2
Tratamiento de cal hidratada	2
Reemplazo del cilindro de cloro	2
Adición de coagulantes	3
Métodos	3
Médico	3
Ambiental	3
Cal hidratada	3
Cloro	4
Coagulantes	4
Criterio De Evaluación	4
Cal hidratada	5
Cloro	5
Coagulantes	6
Resultados	6
Médico	6
Ambiental	7
Cal hidratada	7
Cloro	7
Discusiones y Conclusiones	7
Recomendaciones	10
Controles de Ingeniería	10
Controles Administrativos	10
Equipo de protección personal	10
Educación	11
Referencias	11

INTRODUCCIÓN

El 6 de mayo de 1998, la División de Evaluación de Riesgos para la Salud (HHE)* del Instituto Nacional para la Salud y Seguridad Ocupacional (NIOSH) recibió una petición confidencial de los empleados de la Planta de Filtración Sergio Cuevas Bustamante de la Autoridad de Acueducto y Alcantarillado de Puerto Rico. Los peticionarios expresaron su preocupación con relación a posibles problemas de salud; sobre todo, problemas respiratorios y dermatitis, los cuales ellos creían estaban asociados a las exposiciones a la cal hidratada [hidróxido de calcio, $\text{Ca}(\text{OH})_2$], al cloro gaseoso [Cl_2], y dos coagulantes [GC850 (solución básica de cloruro de aluminio) y PRP 4440 (cloruro de polidimetildialuminio)].

La visita a esta planta de filtración de agua potable se llevó a cabo los días 29 y 30 de junio de 1998. Se realizó una reunión inicial con la gerencia y representantes de los empleados. Un médico de NIOSH entrevistó a los empleados, para determinar si los síntomas podrían estar relacionados con las exposiciones ocupacionales, sobre todo al cloro y a la cal hidratada.

Dos higienistas industriales de NIOSH monitorearon la zona y el área de trabajo de los empleados para detectar la presencia y/o cantidad de cal hidratada, cloro y particulados. El propósito de este informe es presentar los resultados de la investigación y ofrecer recomendaciones para reducir las exposiciones a sustancias químicas reconocidas como tóxicas y mejorar los procedimientos de seguridad.

ANTECEDENTES

La Planta de Filtración Sergio Cuevas Bustamante es una instalación que tiene alrededor de 40 años, y está localizada cerca de San Juan. Los

* Por reglamento de traducción se mantienen las siglas de entidades, organizaciones o programas en la lengua original.

procedimientos básicos de tratamiento de agua que se utilizan son:

- Pre-cloración (utilizando cloro gaseoso),
- Aireación,
- Adición de cal hidratada para aumentar la efectividad de los coagulantes,
- Adición de coagulantes primarios y secundarios para facilitar la extracción de partículas,
- Sedimentación de partículas en estanques de floculación,
- Filtración,
- Tratamiento de carbono activado (únicamente bajo condiciones de un bajo nivel de agua), y
- Post-cloración (utilizando cloro gaseoso).

Según la gerencia de la planta, ésta es una de las más grandes en Puerto Rico, y la misma está operando cuatro veces más de la capacidad para la que fue construida. Para el momento en que NIOSH hizo la visita, se habían terminado algunos proyectos o estaban en proceso de mejorar y modernizar la planta, una tarea que se venía realizando desde hacia algunos años. Por ejemplo, en 1994, fueron cambiados los procedimientos de tratamiento de agua, al cambiar los tipos de compuestos para la coagulación. En 1998, se terminó de construir un nuevo laboratorio de analítica. Los proyectos de construcción que se estaban llevando a cabo incluían: incrementar el número de silos de almacenaje de cal hidratada (de uno a tres), instalar nuevos tanques de almacenamiento temporal de coagulantes, y reemplazar algunos artefactos de seguridad (por ej., las estaciones para el lavado de ojos). La gerencia de la planta también estaba iniciando unos nuevos programas de adiestramiento para los empleados (incluyendo los empleados nuevos). Estos programas incluían, sobre todo, la comunicación sobre riesgos y requisitos de entrada a los espacios confinados.

En la planta habían aproximadamente unos 25 empleados permanentes. La mayoría de las tareas se realizaban durante los turnos diurnos (6 a.m. a 2 p.m.), aunque habían tres empleados que también trabajaban en los otros dos turnos. Además, habían 20 empleados activos por contrato, que hacían trabajos de construcción.

Los empleados llevaban a cabo una amplia diversidad de labores, muchas de las cuales eran intermitentes. Los ochos estanques de floculación, en los que el agua se movía lentamente para permitir la precipitación de sedimentos, se drenaban y limpiaban en un programa de alrededor de dos estanques por semana. Era necesario cambiar los tanques de cloro gaseoso de 2000 libras alrededor de cada 36 horas. Se bombeaba la cal hidratada desde un camión cisterna a presión hacia el silo de almacenaje, en una rutina interdiaria. Los filtros en el tope del silo de cal hidratada se cambiaba cada tres meses. Durante la visita, no era posible observar todas las tareas. Sin embargo, una tarea potencialmente problemática, identificada a través de una entrevista telefónica con los empleados, antes de la visita, formó el núcleo de la investigación: el proceso de llenar el silo con la cal hidratada. Las exposiciones al cloro y a los coagulantes eran preocupaciones secundarias.

Procesos

Tratamiento de cal hidratada

El silo, que almacenaba alrededor de 130,000 libras de cal hidratada, estaba ubicado en el centro de la planta de filtración de agua. Este se extendía desde cerca de la altura de un piso por encima del techo de la instalación, a través de dos pisos de la planta, hasta el piso de abajo. Para llenar el silo, se le daba marcha atrás a un camión cisterna hasta un recién instalado sistema de entrega al aire libre, el cual se extendía a lo largo de la parte exterior del edificio hasta el tope de la estructura. Se bombeaba la cal hidratada desde el camión cisterna a presión, proceso que requería unas dos horas. Los empleados de la planta no estaban directamente

involucrados en el proceso de llenar el silo, pero estaban cerca del lugar; el proveedor de la cal hidratada llevaba a cabo esta tarea.

Un sistema de correa rotatoria llevaba continuamente la cal hidratada desde el fondo del silo, a través de un hoyo en el piso, hacia el abasto de agua que fluía por debajo de la planta. Este sistema estaba ubicado en un salón al que sólo se podía entrar desde afuera de la instalación, de manera que las probabilidades de que la cal hidratada contaminara directamente la planta eran mínimas. Una cantidad considerable del polvo de cal hidratada cubría las superficies de este salón. Se había eliminado una barrera de metal que se hayaba alrededor de la correa rotatoria, la cual restringía la cantidad de cal hidratada que podía escaparse hacia el salón. Según la gerencia, los empleados limpiaban éste salón una vez a la semana e inspeccionaban periódicamente el mecanismo de alimentación durante el día, una tarea que requería unos 10 minutos. En este salón había disponibles para su uso respiradores purificadores de aire de media cara filtradores de partículas (aprobados por NIOSH, Dräger Picco 20) al igual que trajes Tyvek®, gafas y guantes pesados de goma.

Reemplazo del cilindro de cloro

A pesar de que el reemplazo del cilindro de cloro no fue observado por los investigadores de NIOSH, el gerente reportó que se requerían unos diez minutos para cambiar uno de los cilindros de cloro de 2000 libras. El momento en que se reemplazaba el cilindro era el más propenso para que ocurriera un escape accidental de gas cloro y muchos de los procedimientos de protección para la comunidad y trabajadores estaban incluidos en un manual de operaciones para la planta.¹ Los cambios del cilindro estaban restringidos a los primeros turnos, de manera que no había tanta probabilidad de que los escapes ocurrieran durante los periodos en que había poco personal. Durante el reemplazo del cilindro se dejaba escapar al aire una solución de amonio y agua para detectar escapes de cloro. La formación de un precipitado sólido blanco (cloruro de amonio) indica la presencia de cloro en el ambiente. Los

trabajadores indicaron que cuando ellos cambiaban los cilindros llevaban, pero no usaban, máscaras anti-gas tipo barbilla, que cubren toda la cara, con un canister para recoger polvos y gases de cloro (aprobadas por NIOSH, Wilsom™). Varios detectores de gas de monitoreo continuo marca Advanced™ (Capital Controls) estaban ubicados tanto en el área de los cilindros de cloro como en el área donde se dosificaba el cloro que se introducía en el sistema de agua. Los detectores eran mantenidos por un contratista independiente, que era responsable de su calibración. En un armario de seguridad, ubicado en un área central de la instalación, estaba disponible un equipo respirador de aire autocontenido (SCBA) (aprobado por NIOSH, Scott® Air Paks®) pero no había guantes, botas, trajes u otro equipo de protección. La gerencia tenía planes para adiestrar a los trabajadores a usar adecuadamente los respiradores; pero, en caso de urgencia, se dependía principalmente de los servicios públicos locales externos.

Adición de coagulantes

El propósito de la adición de coagulantes y la sedimentación subsiguiente era remover las bacterias, virus, partículas suspendidas y materia coloidal atrapados. La adición de dos coagulantes líquidos al agua se manejaba automáticamente. El coagulante primario, GC 850 (una solución básica de cloruro de aluminio), fluía desde unas mangueras hacia el agua agitada en un canal. La adición del coagulante secundario, el polímero PRP 4440 (cloruro de polidimetildilamonio), ocurría más lentamente en el interior de ocho estanques de sedimentación. Según la gerencia, los empleados entran a los estanques para extraer los sedimentos acumulados (un proceso que los investigadores de NIOSH no observaron). Los sedimentos extraídos eran llevados a otra planta para su disposición.

MÉTODOS

Médico

La evaluación médica consistió en entrevistas y cuestionarios, que fueron administrados en forma oral. Las preguntas se formularon para obtener información sobre los síntomas respiratorios, al igual que problemas potenciales de las vías aéreas, de los senos paranasales, de los ojos y de la piel. Tanto las entrevistas como los cuestionarios se condujeron en español, y se le dió participación a todos los empleados de todos los turnos diurnos.

Ambiental

Cal hidratada

Los conteos de partículas en el área se medían, como un indicador de la exposición a la cal hidratada, durante el proceso de llenar el silo, cuando se esperaban las exposiciones rutinarias máximas a la cal hidratada. El Met One Model 227 Hand-Held Particle counter (Grants Pass, Oregon) contaba partículas en dos rangos: 0.3 micrones (μ) o mayores, y 5.0 μ o mayores; el instrumento tiene un ciclo de 15 segundos, que incluye 10 segundos de conteo seguidos por un descanso de 5 segundos. El Met One estaba colocado sobre la conexión entre la manguera de abastecimiento del camión y la tubería que conducía hacia el lado del edificio hasta el silo, un lugar en el que se anticipaban exposiciones máximas. El Met One estuvo funcionando desde el comienzo hasta el final de la operación de bombeo de la cal hidratada, y por aproximadamente 30 minutos después de que el camión se fuera. Por consiguiente, pudieron hacerse comparaciones con periodos precedentes cuando no se estaba bombeando la cal hidratada.

Se seleccionó el Método 7401 de NIOSH, para detectar la presencia de polvos alcalinos, como el método más apropiado para estimar los promedios ponderados en tiempo (TWA)* de las exposiciones a la cal hidratada² por las personas y en las áreas. Muestras de aire de las zonas de respiración personal

* Debido al uso continuo de estos términos en el texto, y al uso generalizado que de las citadas siglas inglesas se hace en la práctica, se ha optado por mantenerlas en el idioma original.

durante cuatro turnos completos se recogieron del operador de la planta, el operador asistente, el supervisor de turno y el mecánico; se recogieron dos muestras del salón de cal hidratada, y del tope del silo.

Cloro

Se usaron tubos detectores colorimétricos (Dräger, Inc.) para cloro gaseoso [rango de medición de 0.3–5 partes por millón (ppm)], con bombas asociadas de fuelle; estos fueron usados para medidas de corta duración tanto en el área del tanque de cloro, como en los dos salones donde se dosifica el cloro que iba al abasto de agua. Los tubos detectores tienen una precisión de $\pm 25\text{--}30\%$.

Coagulantes

Los dos coagulantes utilizados en la Planta Bustamante, GC 850 y PRP 4440, estaban disueltos; y, bajo circunstancias normales, parecía que había poca probabilidad de que los trabajadores se expusieran a estos vía inhalación. Por lo tanto, no se tomaron muestras de aire para detectar la presencia de estos compuestos.

CRITERIO DE EVALUACIÓN

Como guía para la evaluación de los riesgos presentados por las exposiciones en el lugar de trabajo, el personal de NIOSH especializado en el área de campo, empleó un criterio de evaluación ambiental para la cuantificación de agentes físicos y químicos. Estos criterios intentaban sugerir niveles de exposición a los que la mayoría de los trabajadores pueden exponerse hasta un máximo de 10 horas por días, 40 horas por semana, durante sus años de trabajo, sin experimentar efectos adversos en su salud. No obstante, es importante hacer notar que no todos los trabajadores estarán protegidos de estos efectos adversos para su salud, aún cuando las exposiciones a las que se expongan se mantengan por debajo de estos niveles. Un pequeño porcentaje

podría experimentar efectos adversos en su salud, ya sea debido a una susceptibilidad individual, una condición médica preexistente, y/o una hipersensibilidad (alergia). En adicción, algunas sustancias dañinas pueden actuar en combinación con otras exposiciones en el lugar de trabajo, el ambiente general, medicamentos o hábitos personales del trabajador, para producir efectos adversos, aún cuando las exposiciones ocupacionales estén bajo control, de acuerdo a los niveles establecidos por estos criterios. Además, algunas sustancias son absorbidas por contacto directo con la piel y las membranas mucosas, y, de esa manera, aumenta potencialmente el grado de exposición en general. En fin, el criterio de evaluación puede cambiar a través de los años, a medida que se tenga nueva información sobre los efectos tóxicos de un agente químico.

Las fuentes primarias para el criterio de evaluación ambiental en el lugar de trabajo son: (1) los Límites de Exposición recomendables por NIOSH (RELs),³ (2) los Valores Límites Umbrales (TLVs®)⁴ de la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH®), y (3) los Límites de Exposición Permisibles (PELs),⁵ determinados por la Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA), y el Departamento del Trabajo de los Estados Unidos. Los patronos son motivados a obedecer los límites de la OSHA, los REL de NIOSH, los TLV de la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales, o cualquiera que sea el criterio de mayor protección.

La OSHA requiere que el patrono le ofrezca al empleado un lugar de trabajo libre de riesgos reconocidos, causantes o que tengan probabilidad de ocasionar la muerte o un daño físico serio.⁶ Por consiguiente, los empleados deben entender que no todas las sustancias químicas tóxicas tienen unos límites de exposición específicos establecidos por la OSHA tales como, los PEL y los STEL. De acuerdo a las regulaciones de la OSHA, se requiere que el patrono proteja sus empleados de riesgos, aún en ausencia de un PEL (Límites de exposición permisibles) específico de la OSHA.

La exposición a un TWA (Promedio Ponderado en Tiempo) se refiere a la concentración promedio de una sustancia en el aire durante un día de trabajo de 8– 10 horas. Algunas sustancias tienen unos límites recomendados de exposición de corta duración (STEL), o valores máximos Techo (C), cuyo propósito es suplementar el TWA cuando hay efectos tóxicos reconocidos de exposiciones mayores a corto plazo.

Cal hidratada

La cal hidratada puede causar irritación cáustica de toda la superficie corporal expuesta, y del tracto respiratorio.⁷ La inhalación de la cal hidratada es irritante para la nariz y puede dañar el tracto respiratorio superior. Las propiedades irritantes y corrosivas de la cal hidratada se deben primeramente a la alcalinidad y generación de calor cuando ésta entra en contacto con la humedad. La cal hidratada puede ocasionar serios daños en la piel, tales como dermatitis y quemaduras, que se derivan de los efectos corrosivos de este agente químico. Debido a que la cal hidratada penetra lentamente por la piel, el grado de daño está directamente relacionado con la cantidad y duración a la exposición. En el sistema respiratorio, la exposición a la cal hidratada puede producir tos, estornudos, inflamación de la nariz y garganta, bronquitis y neumonía. Una inhalación crónica puede ocasionar tos, líquido en los pulmones y dificultad para respirar. Una exposición ocular puede producir pestañeo espasmódico y lagrimeo. Si las partículas de hidróxido de calcio se adhieren al globo ocular y a la membrana conjuntival, esto puede producir úlceras y quemaduras corrosivas. No podemos encontrar en la literatura información que asocie el asma ocupacional con una exposición crónica o durante un largo periodo de tiempo a la cal hidratada. Sin embargo, se piensa que los irritantes del tracto respiratorio no sensibilizantes, tales como la cal hidratada, pueden estar asociados con el desarrollo y agravación del asma.^{8,9}

Los REL (Límites de Exposición Recomendables) de NIOSH para la cal hidratada, para el Promedio Ponderado en Tiempo (TWA) para un día de trabajo de 10 horas es de 5 mg/m³, basado en las

posibilidades de una irritación cáustica de toda la superficie corporal expuesta y del tracto respiratorio. Los PEL de la OSHA para el polvo total de la cal hidratada son de 15 mg/m³ y de 5 mg/m³ para el polvo de la cal hidratada respirable. El TLV–TWA de la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales es de 5 mg/m³.

Cloro

El cloro gaseoso tiene un característico acre e irritante olor que se puede detectar en unas concentraciones de menos de 0.5 ppm, aunque algunos empleados que se hayan expuestos al gas de una manera crónica se vuelven anósmico (pérdida del sentido del olfato). Los efectos de salud asociados con las exposiciones al cloro incluyen, irritación severa de los ojos, piel y de la membrana mucosa. A niveles bajos de concentración una inhalación crónica del cloro gaseoso puede ocasionar irritación severa de la nariz, garganta y tracto respiratorio superior. Los síntomas incluyen picor de la nariz, resequedad de la garganta, tos y dificultad para respirar. A unos niveles altos, la exposición al cloro puede producir falta de aire, dolor de cabeza, dolor en el pecho y vómito. Una exposición severa ocasiona bronquitis, edema pulmonar, y, por lo general, la muerte, después de unas respiraciones profundas. El contacto con los ojos puede producir irritación severa de los ojos, quemaduras, y, posiblemente, ceguera. El contacto de la piel con el gas comprimido licuado puede causar lesión por congelamiento.^{10,11}

En algunas personas, una enfermedad similar al asma, caracterizada por una hiper respuesta bronquial no específica, se puede desarrollar después de una única exposición a una alta concentración de cloro. Éste síndrome fue descrito por Brooks et al en 1985 y denominado el síndrome de disfunción reactiva de la vía aérea (RADS).¹² Los síntomas del RADS incluyen tos, falta de aire y resuellos.^{8,13,14,15}

No se conoce con certeza los efectos crónicos de la exposición a niveles bajos de cloro, ya que este tipo de exposición ha sido estudiada en sólo un número limitado de cohortes ocupacionales. El estudio más

amplio que se ha publicado sobre la inhalación crónica de cloro es un survey de 332 trabajadores de 25 plantas productoras de cloro en los Estados Unidos y Canadá, junto a un cohorte de 382 trabajadores de control que poseían la misma edad y de la mismas plantas, los cuales no se habían expuestos al cloro de forma rutinaria.¹⁶ Durante un año de estudio se midieron los niveles de cloro en varios lugares de cada planta. La exposición TWA al cloro gaseoso fluctuaba entre 0.006 a 1.42 ppm, con un nivel medio de 0.15 ppm. En éste estudio los trabajadores que se habían expuesto al cloro durante 14–15 años constituyeron el grupo individual mayor, en el que se encontraban la mayoría de los trabajadores que se habían expuesto a unos niveles mayores de 0.5 ppm. A estos niveles de exposición, el estudio no mostró ninguna correlación entre los hallazgos de las placas de rayos X, y los resultados de las pruebas de función pulmonar con los niveles de exposición.¹⁷

Los REL (Límites de Exposición Recomendables) para el cloro gaseoso establecidos por NIOSH son de 15 minutos para una concentración (máxima) de 0.5 ppm, basado en sus potenciales para producir irritaciones severas de la piel, de la membrana mucosa y de los ojos; el nivel considerado directamente dañino para la vida y la salud (IDLH) es de 10 ppm. Los PEL de la OSHA son de una concentración máxima de 1 ppm. Los TLV–TWA de la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales son de 0.5 ppm, y los STEL son de 1 ppm. La ACGIH señala que el cloro es considerado “no clasificable como un carcinógeno para los humanos,” lo cual significa que este es un agente, sobre el cual existe la preocupación de que puede ser carcinogénico para los humanos, pero que no puede ser catalogado como tal debido a la falta de información o datos.

Coagulantes

De acuerdo al MSDS existe la posibilidad de que con una inhalación repetida del vapor o el polvo del GC850 se produzca irritación en los ojos y en la piel, y sensibilización. Con relación al PRP 4440 el MSDS indica que éste puede ocasionar irritación del

tracto respiratorio, tracto gastrointestinal, ojos y piel. Ambos MSDS informan que no se conocen efectos tóxicos crónicos. Los informes de la literatura científica sugieren que el contacto repetido de la piel con las sales solubles de aluminio ocasiona una irritación debido a los efectos ácidos.¹⁸ Los REL establecidos por NIOSH para el polvo o el vapor de las sales solubles de aluminio (lo cual incluye al GC850), es un TWA de 2 mg/m³, basado en los efectos irritantes para la piel que tiene el aluminio durante un día de trabajo de 8–10 horas. La OSHA no tiene estándares regulatorios para las sales solubles de aluminio. La Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales recomienda un TLV–TWA de 2 mg/m³ para las sales solubles de aluminio. No existe criterio de evaluación para el PRP 4440.

RESULTADOS

Médico

De 25 empleados (23 hombres y 2 mujeres), 17 (todos hombres) fueron entrevistados. Éstos fueron clasificados como operadores, mecánicos, supervisores, técnicos de laboratorios y asistentes. El número medio reportado de años trabajados fue de 8 (escala: 2 meses a 20 años), y el número medio de horas trabajadas por semanas fue 38 (excluyendo un empleado, que informó que él trabajaba un promedio de 60 horas por semanas). De los 17 trabajadores entrevistados, 5 (29%) fumaban cigarrillos; ellos indicaron que se fumaban un promedio de 16 cigarrillos por día. Todos dijeron que usualmente no usaban el equipo de protección personal para realizar sus labores diarias. 5 (29%) informaron que habían recibido una sección de adiestramiento sobre como utilizar los equipos respiradores de aire autocontenido (SCBA) durante situaciones de emergencia.

Dos trabajadores indicaron que sus médicos les habían diagnosticado asma. Éstos dijeron que en su niñez nunca habían padecido de asma y que comenzaron a desarrollar esta condición mientras trabajaban en la planta de filtración. Uno de los

empleados asmáticos fue hospitalizado en varias ocasiones debido a la agravación de los síntomas. Ambos trabajadores indicaron que mejoraban considerablemente mientras estaban fuera del trabajo, ya sea, por vacaciones, permisos por enfermedad o suspensión temporal. Cinco de los trabajadores (incluyendo los dos asmáticos) informaron que durante los 10 días anteriores a la entrevista habían tenido por lo menos dos síntomas respiratorios. Estos síntomas incluían dificultad para respirar, producción de flema en las mañanas, opresión de pecho, despertarse por las noches con resuellos, falta de aire y/o emisión de silvido por la vía respiratoria. Todos los trabajadores sintomáticos señalaron que ellos creían que los síntomas estaban relacionados con la exposición a la cal hidratada y al cloro por un largo periodo de tiempo.

Once trabajadores (64%) reportaron síntomas relacionados a los senos paranasales, tales como la nariz tapada o drenaje de agua por la nariz. Nueve (52%) indicaron ardor y ojos llorosos con continuo enrojecimiento, y cuatro (24%) tenían erupción en la piel y/o dermatitis. Éstos dijeron que estos síntomas estaban presentes cuando la cal hidratada se derramaba y se esparcía por toda el área de trabajo. Esta situación, de acuerdo a los empleados, normalmente ocurría tres o cuatro veces al mes. Todos los empleados que tenían síntomas (15 empleados) notaron que sus problemas de los senos paranasales, ojos y piel mejoraban cuando estaban fuera del trabajo.

Ambiental

Cal hidratada

Desafortunadamente, durante los ensayos los blancos de las pruebas mostraron niveles de trasfondo altos y variados por lo tanto, los resultados fueron no válidos. Los resultados del monitoreo de partículas en el aire en tiempo real durante y después de la carga de la cal hidratada hacia el silo de almacenaje se muestran en la figura no. 1. La descarga comenzó a las 7:30 a.m. y terminó a las 9:10 a.m.; la desconexión de la manguera se terminó

alrededor de las 9:15 a.m. y el camión se retiró del lugar a las 9:24 a.m. El monitoreo del aire después de las 9:24 es indicio de niveles de trasfondo. Aunque hay mucha variabilidad en los datos, el patrón mostrado en la figura no.1 indica sólo una pérdida moderada de cal hidratada, inicialmente durante los primeros quince minutos después de empezar el bombeo. Los trabajadores indicaron que en el pasado durante este proceso había escape de cal hidratada, el cual puede estar relacionado a las ocasiones en que la manguera del camión no era conectada adecuadamente a la tubería, tarea para la cual se requería un esfuerzo considerable.

Cloro

No se detectó niveles de cloro en las muestras de tubos Dräger recogidas en el área donde se hallaba el cilindro de cloro o en el área de mezcla de cloro y agua; los límites de detección era 0.3 ppm. Durante la visita de NIOSH no se realizó ningún intercambio de cilindros (que era el tiempo más propenso para un escape accidental de cloro).

DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

Los problemas de salud reportados por los trabajadores son consistentes con exposiciones ya sea a la cal hidratada y/o al cloro. Es posible que las exposiciones estén primeramente relacionadas a exposiciones de corta duración en vez de operaciones típicamente diarias. Dos trabajadores de la planta indicaron que sus médicos le habían diagnosticado asma. Uno de ellos reportó que se exponía más al cloro, mientras que el otro que se exponía a la cal hidratada. Ambos dijeron que sus síntomas mejoraban durante los fines de semanas y días feriados, y empeoraban cuando estos regresaban al trabajo. Este patrón sugiere, pero no confirma, que se trata de asma ocupacional.¹⁹ No obstante, no se reportó que se hubiesen realizado en el trabajo alguna prueba de diagnóstico objetiva para el asma ocupacional, tales como espirometría, prueba de provocación con metacolina, y/o pruebas de

funcionalismo pulmonar. Otros problemas de salud descritos por los trabajadores entrevistados, tales como síntomas respiratorios, de la vista y piel, pueden estar relacionados con la exposición al polvo de cal hidratada. Aunque el cloro gaseoso podría ser un factor causante de irritación respiratoria, nuestras mediciones, y los resultados de las entrevistas a los trabajadores sugirieron que las exposiciones al cloro eran mínima. No se habían reportado incidentes de exposición a altos niveles de cloro, y, durante la visita de NIOSH, los niveles de cloro no eran detectables en el área de almacenaje de los cilindro o en el área de mezcla de cloro y agua.

Existen muchas posibilidades de reducir las exposiciones a la cal hidratada en esta planta. Se observaron problemas potenciales relacionados con su almacenamiento:

(1) Era difícil de acoplar el asiento preciso del conector ubicado entre el camión suministro y la línea que lo transmitía hasta el tope del silo. En el momento en que la presión de aire se aplicaba para bombear la cal hidratada aproximadamente a tres pisos, era importante evitar un escape. Durante la visita de NIOSH, el operador del camión tenía que golpear por varios minutos en la conexión antes de que ésta sellara satisfactoriamente y empezara el bombeo.

(2) Existía el riesgo de sobrellenar el silo. Los trabajadores señalaron que ellos tenían que dar golpes en un lado del silo para determinar el nivel de la cal hidratada, y entonces luego estimar cuando éste estaría lo suficientemente bajo para ordenar otra carga. Según los trabajadores, la imposibilidad de medir con exactitud los niveles de cal hidratada en el pasado tuvo como consecuencia un escape.

(3) En la parte superior del silo se habían instalado unos filtros y, cuando estos se sobrecargaban, la presión ejercidas durante el proceso de llenar el silo contribuía a que el polvo de cal hidratada escapara por cualquiera de las aberturas que tenía el silo. Se podía ver algunos filtros usados y dañados tirados cerca del filtro. Aparentemente la presión había

colapsado el esqueleto de apoyo y los había hecho menos efectivo que en su estado original.

(4) El silo de por sí había desarrollado una gran grieta, aunque éste había sido reparado para los días de la visita de NIOSH. Según los empleados, en el pasado, a través de ese roto la cal hidratada se había difundido en el edificio.

(5) El introducir la cal hidratada en el abasto de agua daba lugar a escapes de ésta en el ambiente de trabajo. La correa mecánica utilizada para introducir la cal hidratada fue diseñada para estar metida dentro de una cápsula metálica, pero esta cápsula había sido removida. Las paredes y el piso del salón donde ocurría este proceso estaban cubiertas con el polvo de la cal hidratada. El salón estaba aislado desde el interior de la planta, accesible sólo desde una puerta exterior. En el área se observó un empleado que se quitó las máscaras que protegían contra el polvo y los respiradores autorizados a los trabajadores que tenían que estar durante un periodo de tiempo en esa área. Según la gerencia, el tiempo estaba limitado a 10 minutos por semanas para procedimientos de mantenimientos. Pese a que los resultados de las muestras de aire para detectar los polvos alcalinos no fueron válidos, para los investigadores de NIOSH (y según sus observaciones) estaba claro que mientras los empleados trabajaban en ese salón tenían que exponerse significativamente a la cal hidratada. Sobre todo, si no usaban la máscara y ropa de protección adecuadas.

El hecho de que haya ocurrido un accidente durante una tarea de mantenimiento, el día anterior a la visita de NIOSH, alertó al personal sobre la posibilidad de que era necesario mejorar los procedimientos y la cultura de seguridad en la planta. Según la gerencia, un empleado estaba cambiando los filtros de la parte superior del silo, cuando le cayó polvo de la cal hidratada en el rostro. Éste tuvo que descender por las escaleras de mano hasta tres pisos para conseguir una estación para el lavado de ojos. Un investigador de NIOSH brincó hacia el techo, cerca de donde ocurrió este incidente, y observó una gran abertura (alrededor de 10 pies en diámetro) en el techo, que

se extendía hasta el piso de abajo, aparentemente en preparación para la instalación de un nuevo silo de almacenaje de cal hidratada. Ningún dispositivo de protección rodeaba la abertura. De acuerdo a las regulaciones de la OSHA para las labores de construcción, se requiere que las aberturas tengan barandas estandares, las cuales consisten de una baranda superior, baranda intermedia, barrera inferior y postes.²⁰ Una abertura sin protección representa un riesgo serio de caerse, sobre todo si el trabajador está desorientado (por ejemplo, con polvos de cal hidratada en los ojos). La investigación de tales incidentes provee a los supervisores la oportunidad de evaluar y mejorar sus programas de seguridad; sin embargo, las discusiones de NIOSH con el supervisor, al día siguiente del incidente, sugieren que no se llevó a cabo ninguna investigación.

Evidencias posteriores sobre la falta de claridad en cuanto a los asuntos de seguridad y salud, se reflejan en la falta de letreros de precaución que adviertan a los empleados sobre las áreas peligrosas. Por ejemplo, el proceso de remover los sedimentos de los estanques de floculación, un proceso que no se llevó a cabo durante la visita de NIOSH, representa a los empleados el riesgo de exponerse a unos altos niveles de coagulantes, microbios, parásitos, y productos de descomposición de la materia orgánica (por ej., el gas sulfuro de hidrógeno). El contacto directo con los sedimentos es inadmisibles y grandemente no garantizado en la mayoría de las plantas de tratamiento de agua, donde la rutina de remover los sedimentos es automatizada y los empleados sólo tienen que entrar a los estanques de sedimentación una o dos veces al año para completar la limpieza.²¹ Es posible que durante el proceso de precipitación en lugares tropicales, se produzca más sedimentos, por lo que se necesitaría una limpieza manual más frecuente. Por consiguiente, si es necesario entrar con mayor frecuencia a los estanques de floculación; éstos deben obedecer las definiciones de la OSHA para un espacio confinado que requiere permiso, en las que los estanques deben: (1) ser los suficientemente grandes y configurados de manera que un empleado pueda entrar comodamente y realizar el trabajo asignado,

(2) tener medidas restringidas o limitadas para entrar o salir, (3) no estar diseñados para una ocupación continua de empleados, y (4) contener o tener un potencial para contener una atmósfera altamente contaminada (o peligrosa)²² u otro riesgo serio reconocido para la salud y seguridad. Cerca de los estanques de floculación, no había ninguna señal que alertara a los empleados sobre algunos de los riesgos de los espacios confinados.

Además, se observó que los empleados de construcción por contrato estaban parados sobre una superficie donde había agua, mientras realizaban su trabajo en un área donde había una bomba eléctrica, lo cual es un riesgo potencial de electrocución. Los trabajadores no eran consistentes en el uso del equipo de protección personal (PPE). Algunos usaban las botas de goma, mientras que otros no; algunos usaban cascos, mientras que otros estaban con las cabezas descubiertas. En el área donde se realizaban los trabajos de construcción no habían señales que indicaran si era necesario o no utilizar los cascos u otro equipo de protección personal.

Con frecuencia, la causa principal de los accidentes está basada en factores organizacionales y de dirección no específicos para un sólo incidente.²³ Para una prevención efectiva de accidentes se han identificado cuatro condiciones: (1) un compromiso evidente por parte del gerente general, quien debe asegurar una implementación sistemática de procedimientos; (2) un entrenamiento a los investigadores; (3) una buena comunicación con los trabajadores, gerentes y supervisores manteniéndolos, de esa manera, informados; y (4) unos mejoramientos reales en las condiciones de seguridad, lo que motivará a que se lleven a cabo investigaciones de los futuros accidentes.²³ Durante las discusiones, el gerente dijo que ellos estaban considerando establecer un comité de salud y seguridad en el que tengan participación tanto los gerentes como los empleados. Un comité de esa naturaleza puede jugar un papel importante en la solución de prevención de accidentes. Por consiguiente, la última responsabilidad para proveer un sitio de trabajo seguro reside en los niveles de preparación de la gerencia general.

RECOMENDACIONES

Para atender a las preocupaciones por problemas agudos y crónicos de salud y seguridad, surgidas a raíz de la visita a la Planta de Filtración Sergio Cuevas Bustamante, se ofrecen las siguientes recomendaciones:

Controles de Ingeniería

- Evaluar el diseño del silo de almacenaje de cal hidratada y el proceso de transporte desde el punto de vista de la salud y seguridad de los trabajadores. Determinar si los filtros pueden ser hechos de una manera que sean más convenientes para removerlos. Determinar si la conexión entre la manguera del camión y las tuberías de transferencia pueden hacerse más conveniente, de manera que el operario no tenga que estar tanto tiempo golpeando en la conexión para asegurarse de que ajuste apropiadamente. Reemplazar el silo viejo tan pronto como sea posible.
- Procurar que el mecanismo de introducir la cal hidratada en el agua esté rodeado con una barrera de metal, de manera que la cal hidratada no escape al ambiente de trabajo.
- Evaluar el diseño de los estanques de sedimentación, para determinar si la extracción de sedimentos puede ser automatizada y de esa manera, reducir el contacto del empleado con los sedimentos y coagulantes. Extender la manguera que lleva el coagulante primario al tubo, de manera que ésta sea sumergida, reduciendo así el potencial de que los trabajadores se expongan al aerosol del coagulante.

Controles Administrativos

- Formar un comité de salud y seguridad en el que hayan representantes de la gerencia general y de los empleados, para evaluar el clima de seguridad en la planta, y determinar los mejores métodos para mejorar las reglas de seguridad. Establecer unos

procedimientos de operatividad estándar para las labores de mayores riesgos (por ej. establecer un sistema de compañeros). Implementar las recomendaciones del comité. Mantener a los empleados informados sobre las actividades del comité.

- Investigar cuidadosamente los incidentes y accidentes. Un informe sobre la investigación de un incidente debe incluir una documentación apropiada: fecha, hora, lugar, descripción de las operaciones, descripción del accidente, fotografías, entrevistas de los empleados y testigos, medidas tomadas y otra información pertinente.
- Establecer cuáles áreas son espacios confinados que requieren permiso de entrada. Desarrollar e implementar por escrito los procedimientos apropiados para estas políticas, que sean consistentes con las regulaciones de la OSHA.²⁴
- Proveer los recursos necesarios para mejorar el mantenimiento. El polvo de cal hidratada es un problema en algunas áreas, por lo que éste debe ser removido por un personal que utilice el equipo de protección personal, incluyendo protección para los ojos, mediante técnicas que no tengan como resultado el esparcimiento del polvo en el aire (ej. no barrerlo con una escoba). Además, es necesario una limpieza más general; se observaron vidrios rotos sobre las escaleras. Para facilitar el mantenimiento, considere la adición de llaves de agua en áreas donde se requiera limpiar con frecuencia.

Equipo de protección personal

- Establecer un programa de protección respiratoria apropiado, compatible con los requisitos de la OSHA.²⁵ Considerar proveer respiradores purificadores de aire, con bombas y con casco (PAPR), aprobados por NIOSH, provistos con filtros de aire de particulados, de alta eficiencia (HEPA), para tareas que pueden tener un riesgo de exposición accidental a la cal hidratada. Estos respiradores de ajuste holgado tienen un factor asignado de ajuste

de.^{25,26} El uso de los PAPP es más cómodos en los climas cálidos, porque estos proveen una corriente de aire que tiene un efecto refrescante y producen menor resistencia a la respiración que los respiradores de ajuste ajustado. Los PAPP pueden proveer protección para los ojos, cara y cabeza, al igual que de las vías respiratorias. Las desventajas potenciales incluyen la necesidad de un mantenimiento frecuente, la inaceptabilidad por parte de los trabajadores debido a las preocupaciones de seguridad, o la ocurrencia de exposiciones altamente episódicas asociadas con determinadas tareas.

- Utilizar protección para la cara y ojos al realizar tareas donde haya gran probabilidad de que la cal hidratada le salpique o le caiga en los ojos.
- Proveer artefactos portables de lavado de ojos, que puedan ser transportado a áreas donde el mantenimiento o las tareas temporales puedan tener como resultado el contacto del ojo con la cal hidratada.
- Utilizar ropas y guantes protectores cuando haya posibilidad de que la piel se exponga a la cal hidratada.⁷ El siguiente material ha sido recomendado para uso contra la permeabilidad del hidróxido de calcio: goma natural, goma de nitrilo, y goma de neopreno.²⁷ Los fabricantes de estas ropas o guantes pueden proveerle información sobre el tiempo en que se supone la cal hidratada penetra a través de estos materiales. Se debe cambiar el PPE (equipo de protección personal) en caso que se haya roto o contaminado. Si la ropa contaminada con la cal hidratada debe ser lavada, la persona que realice esta tarea debe seguir las indicaciones por etapas para evitar el contacto de esta sustancia con la piel.

Educación

- Colocar señales en los alrededores de la planta que alerten a los trabajadores sobre dónde y qué tipo de PPE se debe utilizar.
- Educar a los trabajadores en relación a las políticas sobre protección respiratoria y cómo utilizar y cuidar apropiadamente los respiradores.

- Colocar señales que indiquen las áreas a las que aplican las restricciones de entradas a los espacios confinados que requieren permiso.
- Instruir correctamente a los trabajadores en los procedimientos de primeros auxilios para usarlos si son expuestos a la cal hidratada y al gas cloro.
- Motivar a los trabajadores a reportar todos los problemas de salud posiblemente relacionados con el trabajo. Esos problemas deben ser investigados con una base individual, por la compañía y las fuentes consultoras del cuidado de la salud. Debido a que las causas de los problemas de salud y enfermedades pueden ser difícil de descubrir, cada persona con un problema de salud posiblemente relacionado con el trabajo debe ser completamente evaluado por un médico, preferiblemente con preparación en medicina ocupacional. En algunos casos se requerirá que los trabajadores sean reasignados a otras áreas donde la exposición sea mínima. Los empleados reasignados por razones médicas relacionadas con el trabajo no deben perder los derechos de antigüedad, el salario, u otros beneficios de los que serían partícipes si no fueran reasignados.

REFERENCIAS

1. Irizarry MM [1992]. Procedimiento 945. Programa de seguridad en emergencias por escape de cloro. Revisado en abril de 1992. Manual de operaciones. Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Autoridad de Acueductos y Alcantarillados. Fotocopia.
2. NIOSH [1994]. Polvos alcalinos: Método 7401, emisión no. 2 (revisado el 15 de agosto de 1992). In: Eller PM, Cassinelli ME, eds. Manual de los Métodos analíticos, cuarta edición. Cincinnati, OH: U.S. Departamento de Salud y Recursos Humanos, Servicio de Salud Pública, Centro de Prevención y Control de Enfermedades, Instituto Nacional de la Salud y Seguridad Ocupacional, DHHS (NIOSH) Publicación No. 94-113.

3. NIOSH [1992]. Recomendaciones para la salud y seguridad ocupacional: compendio con los reglamentos y documentos necesarios. Cincinnati, OH: U.S. Departamento de Salud y Recursos Humanos, Servicios de Salud Pública, Centro de Prevención y Control de Enfermedades, Instituto Nacional de la Salud y Seguridad Ocupacional, DHHS (NIOSH) Publicación No. 92-100.
4. ACGIH [1999]. 1999 TLVs® and BEIs®: Valores límites umbrales para sustancias químicas y agentes físicos. Cincinnati, OH: Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales.
5. Regulaciones del Código Federal [1997]. 29 CFR 1910.1000. Washington, DC: U.S. Oficina de Impresión del Gobierno, Registro Federal.
6. Código de 1990 de la Ley Pública 91-596 sobre la salud y seguridad ocupacional, sec. 5(a)(1).
7. NIOSH [1995]. Guía para la salud y seguridad ocupacional conteniente el manejo del hidróxido de calcio. Cincinnati, OH: U.S. Departamento de Salud y Recursos Humanos, Servicio de Salud Pública, Centro de Prevención y Control de Enfermedades, Instituto Nacional de la Salud y Seguridad Ocupacional, DHHS (NIOSH) Publicación No. 95-121.
8. Chan-Yeung MM, Malo JL [1994]. Asma ocupacional y agentes etiológicos. *European Resp Jour* 7(2):346-371.
9. Chang-Yeung M, Lam S [1986]. State of art asma ocupacional. *Am Rev Respir Dis* 133:686-703.
10. Centro Canadiense para la Salud y Seguridad Ocupacional [1989]. Cloro. Infograma? Químico ISSN 0835-8176.
11. Hathaway G, Proctor N, Hughes J [1991]. Cloruro. In: *Riesgos Químicos en el lugar de trabajo*. Tercera edición. Nueva York, NY: Van Nostrand Reinhold, p. 152.
12. Malo JL y Cartier A [1996]. Asma ocupacional. Capítulo 26. In: Harbor P, ed. *Enfermedades respiratorias ambientales y ocupacionales*. Primera edición. Mosby Year Book, pp. 420-421.
13. Courteau JP, Cushman R, Bouchard F, Quevillon M, Chartrand Q, Beherer L [1994]. Estudio sobre los trabajos de construcción y las repetidas exposiciones al cloro por un periodo de más de tres a seis meses en un pulpmill: Exposición y sintomatología. *Medicina Ambiental y Ocupacional* 51:219-224.
14. Beherer L, Cushman R, Courteau JP, Quevillon M, Gilles C, Bourbeau J, et al. [1994]. Estudio sobre los trabajos de construcción y las repetidas exposiciones al cloro por un periodo de más de tres a seis meses en un pulpmill: II. Dar seguimiento y atención a los empleados que han sido afectados mediante cuestionarios, espirometría, y evaluación de la receptividad bronquial, unos 18 a 24 meses después de haber terminado la exposición. *Medicina Ambiental y Ocupacional* 51:225-228.
15. Brooks SM, Weiss MA, Bernstein IL [1985]. Síndrome de disfunción de las vías respiratorias reactivas (RADS). El síndrome de asma después de exposiciones a altos niveles. *Chest* 88(3):376-384.
16. Patil JR, et al. [1970]. La salud de las células del diafragma de los trabajadores expuestos al cloro. Publicación de la asociación de Higienistas Industriales Americanos 31(6):678-686.
17. Das R y Blanc PD [1993]. El pulmón y las exposiciones al cloro gaseoso: una revisión. *Toxicología y Salud Industrial* 9(3):439-455.
18. Beliles RP [1991]. Los metales. In: Clayton GD, Clayton RE, eds. *Patty's Higiene Industrial y Toxicología*. Cuarta edición revisada. Vol. II, part C. Nueva York, NY: Wiley-Interscience Publishers, pp. 1881-1901.

19. Chang–Yeung M y Malo JL [1995]. Asma ocupacional. *Publicación de Medicina*. New England 33 (2):107–111.

20. Regulaciones del Código Federal [1999]. 29 CFR 1910.134. App A Subpart I, Washington, DC: Oficina de Impresión del Gobierno de los E.U. Oficina del Registro Federal.

21. McDonald J [1999]. Conversación telefónica el 12 de marzo de 1999, entre J McDonald, Asociación de Empleados Americanos de los Suministros de Agua y L Ewers, División de Vigilancia, Estudios de Campo y Evaluaciones de Riesgos, Instituto Nacional de la Salud y Seguridad Ocupacional, Centro de Prevención y Control de Enfermedades, Departamento de Salud y Recursos Humanos de los E.U.

22. Código de Regulaciones Federales [1998]. 29 CFR 1910.146 Subpart J. Washington, DC: Oficina de Impresión del Gobierno, Registro Federal.

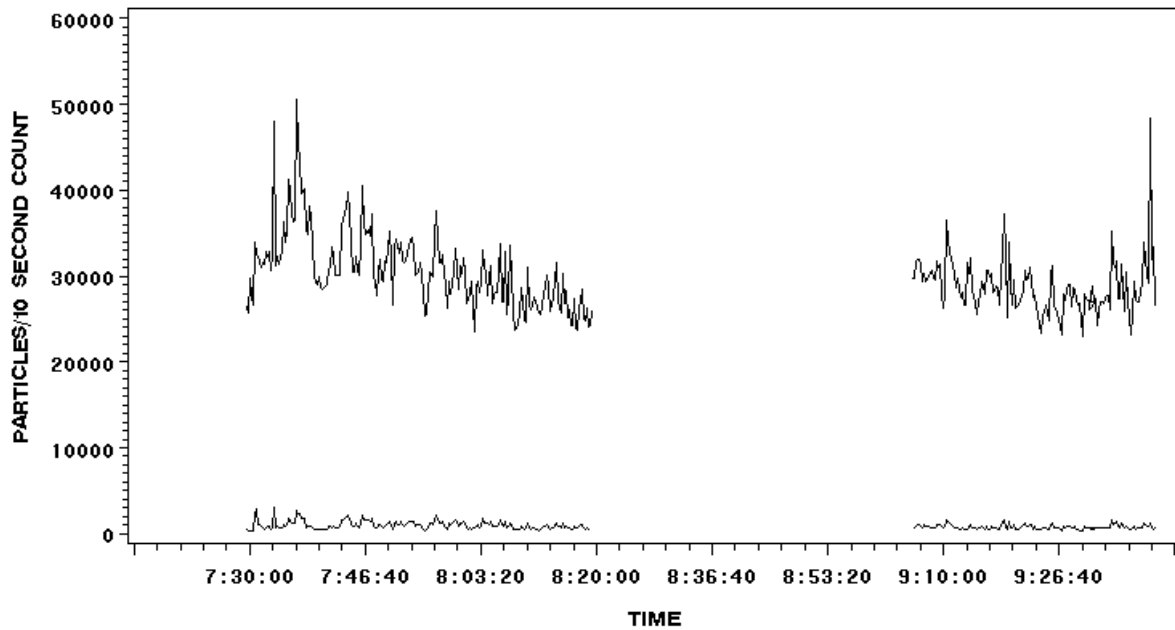
23. Monteau M [1998]. Análisis e informes: Investigación sobre los accidentes. Vol 2. In: *Enciclopedia de la salud y seguridad ocupacional*. Cuarta Edición. Oficina Internacional del Trabajo, Geneva, Switzerland, pp. 57.1–57.31.

24. Código de Regulaciones Federales [1998]. 29 CFR 1910.146. Washington, DC: Oficina de Impresión del Gobierno, Registro Federal.

25. Código de Regulaciones Federales [1999]. 29 CFR 1910.134. IX. Regulaciones Enmendadas. Washington, DC: Oficina de Impresión del Gobierno, Registro Federal.

26. Bollinger NJ y Schutz RH [1987]. *Guía de NIOSH sobre la prevención de las enfermedades respiratorias en la industria*. Cincinnati, OH: Departamento de Salud y Recursos Humanos de los E.U., Servicios de Salud Pública, Centro para control de Enfermedades, Instituto Nacional de la Salud y Seguridad Ocupacional, DHHS (NIOSH) Publicación No. 87–116.

27. Forsberg K y Mansdorf SZ [1993]. *Guía breve sobre la selección de la ropa protectora para el uso y manejo de sustancias químicas*, segunda edición. Nueva York, NY: Van Nostrand Reinhold, p.80.



Dibujo No. 1. Las partículas en el aire durante y después de las operaciones de bombeo de la cal.
 Planta de Filtración Sergio Cuevas Bustamante
 Autoridad de Acueducto y Alcantarillado de Puerto Rico

Nota: Las líneas de arriba representan partículas de 0.3 micrones y más.
 Las líneas de abajo representan partículas de 5.0 micrones y más.

Para obtener más información
y satisfacer todas sus preocupaciones sobre la salud y seguridad ocupacional
comuníquese a NIOSH al : 1-800-35 NIOSH (356-4674)
o visite el Web site en :
www.cdc.gov/niosh



**Firme en una promesa nacional:
Garantizar la salud y seguridad
ocupacional de todos, mediante la
prevención e investigación**