

**SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN DE
CLORO EN PEQUEÑAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE**

ING. JOSE NORBERTO PELAEZ GARZON

ING. EFREN RODRIGUEZ MURCIA

**Monografía para optar al título de
Especialista en Ingeniería Ambiental**

Director

ING. MD. BERNARDO ENRIQUE HERNANDEZ CASTILLO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERIA AMBIENTAL

BOGOTA, D.C.

2.006

**SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN DE
CLORO EN PEQUEÑAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE**

ING. JOSE NORBERTO PELAEZ GARZON

ING. EFREN RODRIGUEZ MURCIA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERIA AMBIENTAL

BOGOTA, D.C.

2.006

Ni la Universidad Industrial de Santander, ni los jurados se hacen responsables de los conceptos expuestos en el presente documento.

A Dios por permitirme este momento.
A la memoria de mis padres: Waldino Peláez y María de Jesús Garzón, quienes en la tierra me formaron y guiaron mi vida por el camino del bien y desde el cielo continúan acompañándome en este paso por la vida.

A Stella, Nancy, Adriana, Carolina y Carlos Andrés, por compartir mis sueños y brindarme su apoyo incondicional.

A mis hermanos, por comprender y compartir mi visión.

José Norberto

A mis padres: José Hilario y María Eunice, que con esfuerzo y tesón ayudaron a formar de mí lo que soy y se convirtieron en mi bastón y mi guía, para aportar a este país de ensueño, un grano de arena.

A mis hermanos: Elsy, Adolfo, Ana María, José Antonio.

A mis angelitos: Melissa Fernanda y Omar Andrés, que Dios los guarde por siempre.

Efrén Rodríguez Murcia

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Bernardo Enrique Hernández Castillo, Director de la investigación, por su valiosa colaboración durante todo el proceso, a través de su experiencia y amplio dominio académico, por ser nuestro apoyo.

A la Empresa de Acueducto de Bogotá ESP.

A la Armada Nacional de Colombia – Fuerza Naval del Sur

Todos los expertos, empresarios y académicos por su valiosa colaboración.

A Richard Díaz por guiarnos permanentemente en el desarrollo del trabajo de investigación.

Nuestros amigos por ayudarnos en las actividades que incidieron directa e indirectamente en el desarrollo de éste trabajo.

Y a todas las personas que de una u otra forma proporcionaron las bases para llevar a cabo éste proyecto.

CONTENIDO

	Pág
1. OBJETIVOS.....	15
1.1 OBJETIVO GENERAL	15
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
2. PROBLEMÁTICA ACTUAL DEL TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN DEL CLORO	17
2.1 MARCO TEÓRICO	18
2.1.1 Marco Legal.....	18
2.1.2 Marco Conceptual.	20
3. CONDICIONES ACTUALES EN EL TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN DE CLORO EN PEQUEÑAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE.....	32
3.1 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE YOMASA EAAB	33
3.1.1 Fortalezas.....	33
3.1.2 Debilidades.....	33
3.2 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE PUERTO LEGUÍZAMO PUTUMAYO	34
3.2.1 Fortalezas.....	34
3.2.2 Debilidades.....	34
4. PROCEDIMIENTO SEGURO PARA TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN DE CLORO EN PEQUEÑAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE.....	36
4.1 OBJETIVO	37
4.2 ALCANCE	37
4.3 DOCUMENTOS RELACIONADOS	37
4.4 TERMINOLOGÍA	39
4.4.1 Empaque. Cualquier recipiente o envoltura que contenga algún producto de consumo para su entrega o exhibición a los consumidores.....	39
4.4.2 Envase.....	39
4.4.3 Etiqueta ó Rótulo.....	39
4.4.4 Fichas Internacionales de Seguridad (FISQ).....	39
4.4.5 Hojas de Seguridad.....	39
4.4.6 Productos Químicos.....	39
4.5 TRANSPORTE SEGURO DE CLORO	40
4.5.1 Rotulado y etiquetado de embalajes y envases.....	40
4.5.2 Pruebas de Ensayo de los embalajes y envases.....	40

4.5.3 Vehículos para el transporte	41
4.6 ALMACENAMIENTO SEGURO DE CLORO	43
4.6.1 Almacenamiento y Manejo de Recipientes.	44
4.7 MANIPULACIÓN SEGURA DE CLORO	46
4.7.1 Hojas de Seguridad.....	46
4.7.2 Equipos de Protección Personal.	47
4.7.3 Inducción y capacitación al personal que manipula cloro.....	48
5. PLAN DE CONTINGENCIA ANTE UN DERRAME DE CLORO	49
5.1 OBJETIVO DEL PLAN DE CONTINGENCIA	50
5.2 ALCANCE DEL PLAN	50
5.3 DOCUMENTOS RELACIONADOS	50
5.4 TERMINOLOGIA	51
5.5 GENERALIDADES.....	53
5.5.1 Efectos para la salud.....	54
5.5.2 Medidas de control de emergencias.....	55
5.5.3 Procedimiento en caso de incendio	59
5.5.4 Acciones de Primeros Auxilios.	61
5.5.5 CONTROL AMBIENTAL EN CASO DE DERRAMES DE CLORO.....	62
6. CONCLUSIONES.....	65
BIBLIOGRAFIA	66

LISTA DE CUADROS

	pág
Cuadro No 1 Resumen de las propiedades físico-químicas del Cloro	23
Cuadro No 2. Control de emergencias con cloro.....	57

LISTA DE FIGURAS

	Pag
Figura No 1. Transporte seguro de cloro.....	25
Figura No 2. Contenedores de 907 y 1000 Kg.	29
Figura No 3. Cilindros de 48, 60 y 68 Kg.....	29
Figura No 4. Isotanques de 16, 23, 39, 55 ton.	30
Figura No 5. Tambor de 55 gal.....	30
Figura No 6. Chalupa que transporta cloro por el río Putumayo.	35
Figura No 7. Planta de Tratamiento de Agua Puerto Leguizamo.	35

TITULO: SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN DE CLORO EN PEQUEÑAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE *

Autores: PELAEZ G. José Norberto, RODRIGUEZ MURCIA. Efren**

Palabras Claves: Transporte, almacenamiento y manipulación de Cloro, Agua potable, plan de contingencia.

La presente monografía propone una mejora en los procedimientos actualmente aplicados para transporte, almacenamiento y manipulación de cloro en pequeñas plantas de tratamiento de agua potable a la luz de la legislación existente en Colombia para la protección ambiental y ocupacional.

Para el desarrollo de este se llevó a cabo una revisión bibliográfica y un trabajo de campo, visitando las plantas de tratamiento de agua potable Yomasa, propiedad de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, y la Planta de tratamiento de agua potable de Puerto Leguízamo, en el departamento del Putumayo, identificando en cada una de ellas fortalezas y debilidades en el uso del cloro.

* Trabajo de grado

** Escuela de Ingeniería Química. Especialización en Ingeniería Ambiental. Director MD Bernardo Enrique Hernández Castillo

Posteriormente se diseñó un procedimiento para manejo seguro del cloro así como un plan de contingencias tendiente a mitigar los efectos de un eventual derrame de este elemento.

Este trabajo obedece a que en la actualidad las medidas de prevención y control en el manejo de cloro se implementan únicamente en las grandes plantas de tratamiento de agua potable, mientras que las pequeñas plantas carecen de controles tanto preventivos como correctivos ante un eventual derrame de esta sustancia la cual esta considerada por la Organización Panamericana de la Salud, como el químico más utilizado para una apropiada desinfección del agua dadas sus propiedades oxidantes y su efecto residual, lo cual evidencia la necesidad de implementar programas para su correcto transporte, almacenamiento y manipulación en pequeñas plantas de tratamiento de agua potable.

TITLE: SECURITY IN THE TRANSPORT, STORAGE AND CHLORINE MANIPULATION IN SMALL PLANTS OF POTABLE WATER TREATMENT *

Authors: PELAEZ G. José Norberto, RODRIGUEZ MURCIA. Efrén**

Key words: Transport, storage and manipulation of Chlorine, potable Water, plan of contingency

The presents monograph proposes an improvement in procedures to transportation, storage and chlorine manipulation at small potable water treatment plants, according to occupational and environmental Colombian legislation. Its development required a bibliographic review and a work of field as soon as to visit small potable water treatment plants as Yomasa potable water treatment plant, property of the Company of Aqueduct and Sewage system of Bogotá and Puerto Leguizamo potable water treatment plant in the department of the Putumayo, identifying in each one of them strengths and weaknesses in the use of chlorine.

Later one designed a procedure for safe handling of chlorine as well as a plan of contingencies to mitigate the effects of a possible spill of this element.

* Thesis

** Escuela de Ingeniería Química. Especialización en Ingeniería Ambiental. Director MD Bernardo Enrique Hernández Castillo

This work obeys to that at the present time the measures of prevention and control in the chlorine handling implement solely in the great plants of potable water treatment, whereas the small plants lack preventive controls as much as corrective before a possible spill of this substance which this considered by the Pan-American Organization of the Health, like used chemistry more for an appropriate disinfection of the water given to its oxidating properties and their residual effect, which demonstrates the necessity to implement programs for their correct transport, storage and manipulation in small plants of potable water treatment.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un procedimiento seguro para el transporte, almacenamiento, manipulación de cloro en pequeñas plantas de tratamiento de agua potable.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.2.1 Realizar una revisión a las normas legales vigentes en Colombia para el transporte de cloro utilizado en el tratamiento de agua potable.
- 1.2.2 Identificar los posibles riesgos ambientales que se generan a partir de la no aplicación de normas y requisitos técnicos de seguridad, en el manejo y transporte de cloro, para el tratamiento de agua potable en pequeñas plantas de tratamiento.
- 1.2.3 Analizar la problemática ambiental que se puede generar a partir de un incidente provocado por el transporte manual de cloro para tratamiento de agua potable en pequeñas plantas de tratamiento de agua potable.

- 1.2.4 Diseñar un procedimiento de seguridad que cumpla con las normas legales vigentes en Colombia y que sirva para mitigar los posibles riesgos ambientales originados a partir de la manipulación del cloro utilizado para tratamiento de agua potable.
- 1.2.5 Proponer un plan de contingencia que permita responder adecuadamente ante una emergencia generada por un posible derrame de cloro.

2. PROBLEMÁTICA ACTUAL DEL TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN DEL CLORO

PRÓLOGO

En Colombia las pequeñas plantas de tratamiento de agua potable carecen de un procedimiento que al ser aplicado garantice seguridad en las actividades de transporte, almacenamiento y manipulación del cloro que utilizan en su proceso de potabilización.

De acuerdo con la Organización Panamericana de la Salud¹, el químico más utilizado para una apropiada desinfección del agua es el cloro, dadas sus propiedades oxidantes y su efecto residual. Sin embargo, al llevar a la práctica la cloración, en medios rurales o urbano marginales, se detectan falencias debido a la forma empírica como se transporta, manipula y almacena este químico.

¹ PANAMÁ. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Desinfectantes [en línea]. El Dorado: Representación en Colombia, septiembre de 2006. Disponible en Internet: <http://www.col.ops-oms.org/saludambiente/guia-desinfectantes>

Conociendo y entendiendo esas limitaciones, éste capítulo presenta el marco teórico en el que se hace referencia a la normatividad legal aplicable así como a las generalidades de este elemento, sus beneficios y efectos nocivos sobre el organismo y el medio ambiente. Ésta descripción teórica pretende dar a conocer las bases conceptuales existentes y a partir de allí, poder generar soluciones a la presente problemática.

2.1 MARCO TEÓRICO

A continuación se presentan las bases legales existentes en Colombia para el transporte, almacenamiento y manipulación segura del cloro, así como el soporte conceptual existente, los cuales deben ser tenidos en cuenta en el desarrollo de la propuesta.

2.1.1 Marco Legal. A la luz del decreto 1609 de 2002, el manejo de las sustancias peligrosas debe seguir unos protocolos de seguridad tendientes a prevenir daños al medio ambiente y a los trabajadores que deben transportarlas, manipularlas y almacenarlas. Para ello es indispensable implementar un procedimiento que garantice el cumplimiento de las normas para la protección del ecosistema.

La legislación colombiana establece la obligación que tiene toda empresa que utilice sustancias peligrosas, de generar una política de protección del medio ambiente, la cual se resume en los siguientes términos:

El artículo 130 de la Ley 9ª de 1979, “Código Sanitario”, establece que en la importación, fabricación, almacenamiento, transporte, comercio, manejo o disposición de sustancias peligrosas deberán tomarse todas las medidas y precauciones necesarias para prevenir daños a la salud humana y animal, de acuerdo con la reglamentación del Ministerio de Salud.

El Estado colombiano mediante Ley 253 de 1996 aprobó el convenio de Basilea, sobre el control del transporte internacional de desechos peligrosos y su eliminación.

La Ley 55 de 1993 aprobó el Convenio número 170 y la Recomendación número 177 sobre la seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo, adoptados por la 77ª reunión de la conferencia general de la OIT, Ginebra, 1990.

Además el Gobierno colombiano es signatario de tratados y acuerdos internacionales sobre transporte de mercancías peligrosas por vía aérea, marítima y terrestre.

Por otra parte, el Decreto 321 del 17 de febrero de 1999 establece lineamientos sobre acciones ante derrames de hidrocarburos, sus derivados y sustancias nocivas en aguas marinas, fluviales y lacustres.

2.1.2 Marco Conceptual. Los siguientes conceptos básicos tienen como finalidad dar a conocer las características del Cloro, sus beneficios y efectos nocivos.

2.1.2.1 El Cloro. El Cloro (Cl_2) se encuentra en concentraciones no tóxicas en muchas presentaciones domésticas como limpiadores, blanqueadores suaves. También en el agua de las piscinas. No obstante la inhalación de cloro puro o altamente concentrado puede causar daños graves al sistema respiratorio y a otros órganos.

En el medio ambiente, el cloro ocasiona alteración del pH en los suelos, afectando el crecimiento de las plantas y en las fuentes de agua; es tóxico para organismos acuáticos y favorece la destrucción de la capa de ozono.

En estado gaseoso este elemento es de color amarillo y en estado líquido es de color ámbar, olor picante e irritante y es poco soluble en agua. A 0°C , la densidad del cloro líquido es 1.5. Altamente reactivo y las reacciones en que interviene son severamente exotérmicas.

No es inflamable, pero en presencia de hidrógeno, amoníaco o hidrocarburos gaseosos puede formar mezclas explosivas. Se hidroliza con agua produciendo ácido clorhídrico e hipocloroso. En presencia del cloro seco (menos de 100 ppm de agua), las partículas finamente divididas de antimonio, arsénico, bismuto, boro, cobre, hierro y fósforo arden espontáneamente. El cloro “húmedo” ataca los metales, exceptuando “oro, plata, platino y titanio”.

A presión y temperaturas normales el cloro no ataca la porcelana, ebonita, cloruro de polivinilo y politetrafluoroetileno.

Las empresas de Acueducto y Alcantarillado del país aplican estrictas medidas de seguridad industrial y ambiental en el transporte y manipulación de este químico en las plantas donde se tratan caudales considerables. En estas el cloro se recibe en cilindros de 1000 Kg. y tanto su transporte como su manipulación cumple con las exigencias establecidas para el manejo de sustancias peligrosas.

Sin embargo hay un segmento de estas plantas donde, por su tamaño, no se utiliza cloro puro, se emplea en forma de hipoclorito de sodio, el cual es transportado en recipientes plásticos de 55 galones, en vehículos y medios de transporte diversos, sin seguir rigurosamente las medidas de seguridad.

2.1.2.2 Propiedades físico – químicas del Cloro. Es un producto muy reactivo y las reacciones en que interviene son fuertemente exotérmicas. Se hidroliza en presencia de agua formando ácidos clorhídrico e hipocloroso. Tanto el cloro como

sus productos de hidrólisis son fuertemente oxidantes, reaccionando con numerosos compuestos orgánicos como éteres, alcoholes, etc. Como gas presenta un color amarillo verdoso; como líquido, ámbar; olor picante e irritante.


La mayor parte de los metales finamente divididos, como el fósforo y el arsénico, reaccionan de forma explosiva con el cloro líquido y se inflaman en el seno del cloro gaseoso a la temperatura ordinaria.

El cloro anhidro a temperatura ordinaria no ataca a los metales y aleaciones normalmente en los aparatos, conducciones y recipientes empleados (aceros, bronce, cobre, etc.) por el contrario los ataca en caliente. El cloro húmedo corroe casi todos los metales a temperatura ordinaria, excepto a los metales preciosos, tantalio, titanio y algunas aleaciones de ferro silicio.






El cloro gaseoso húmedo a presión y temperatura normal, no ataca al vidrio, gres, porcelana, PVC y poli tetrafluoroetileno (véase el Cuadro 1).

Cuadro No 1 Resumen de las propiedades físico-químicas del Cloro

Fórmula: Cl₂
Peso molecular: 70.91 g/gmol
Densidad relativa cloro gaseoso a 0°C y 1 atm: 2.49
Densidad relativa cloro líquido a 0°C: 1.47
Punto de fusión: -101°C
Punto de ebullición a 760 mm Hg: -34°C
Temperatura de auto ignición: No aplicable
Punto de inflamación: No inflamable
Simbología toxicológica:



Regulaciones:
Riesgo asociado: Gas tóxico
Código Naciones Unidas: 1017
R: 23-36/37/38; **S:** 7/ 9-45



Fuente: Refisal S.A., 2006. Adaptado por los autores

2.1.2.3 Beneficios del Cloro. Se usa para tratamiento de aguas residuales, industriales, potables y de piscinas; control bacteriológico en los procesos de molienda y almacenamiento de cereales. Además, por ser un potente oxidante, es fundamental en los procesos de control microbiológico.

El cloro no constituye un riesgo industrial serio, si quienes trabajan con él, están correctamente capacitados y supervisados en la forma correcta de manejarlo.

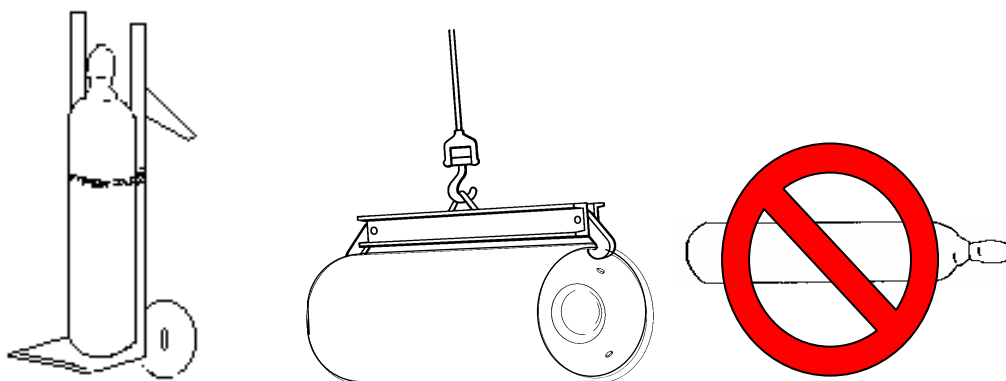
2.1.2.4 Efectos nocivos del Cloro. Es importante que el trabajador que manipula el cloro conozca los efectos que este tiene sobre el organismo y sobre el ambiente.

A continuación se mencionan dichos efectos:

- **Efectos del Cloro sobre el organismo.** El olor característico del cloro y sus propiedades irritantes hacen fácilmente detectable su presencia en la atmósfera, posibilitando a los trabajadores evitar la exposición excesiva.
- El cloro líquido es un irritante cutáneo y puede causar daño severo a los tejidos del cuerpo, semejante a una quemadura. Irrita todas las mucosas del cuerpo, especialmente ojos y nariz.
- Tan pronto como el gas entre al área de la garganta, la víctima sentirá una repentina contracción en esta área –forma natural de reacción para prevenir el paso del gas a los pulmones. En este punto, la víctima debe intentar hacer lo siguiente: salir del área del escape, dirigirse en contra del viento y tomar cortas inhalaciones de aire a través de la boca. La respiración normal causará tos, lo cual se debe prevenir, si es posible.
- **Efectos del Cloro sobre el medio ambiente.** En el medio ambiente, el cloro ocasiona alteración del pH en los suelos.
- Afecta el crecimiento de las plantas
- En las fuentes de agua es tóxico para organismos acuáticos.
- Contribuye a la lluvia ácida.
- Es un contaminante del aire.
- Estudios recientes han demostrado que los escapes de cloro gaseoso contribuyen considerablemente con el deterioro de la capa de ozono.

2.1.2.5 Manipulación del Cloro. **Transporte.** El transporte normal se debe realizar en cilindros. Sin embargo para pequeñas plantas se transporta en forma líquida en garrafas plásticas de 55 galones. Estas deben colocarse siempre en posición vertical sobre tabloncillos apropiados que impidan su deslizamiento. (ver imagen 1).

Figura No 1. Transporte seguro de cloro



Fuente: Refisal S.A. 2006. Adaptado por los autores

El cloro gaseoso es irritante y asfixiante. Por ello la concentración máxima recomendada para trabajar en forma continua durante 8 horas es de 1 ppm. Las hojas de seguridad del cloro deben estar disponibles en lugar visible cerca al sitio donde se almacena y manipula.

Almacenamiento. En el almacenamiento del cloro se deben tener en cuenta las siguientes medidas de seguridad:

- Los cilindros se deben almacenar verticalmente y los contenedores de manera horizontal.
- Evitar golpes y caídas

- Tener siempre disponible los elementos de seguridad
- Usar siempre el tapón y el capuchón protector de la válvula. (Vacíos o llenos).
- Cilindros: estos deben ser transportados en carretillas con soporte o canastillas.
- No se deben enganchar del capuchón.
- Contenedores: deben ser manipulados con grúa o Montacargas.

La zona de almacenamiento debe tener las siguientes características:

- Estar limpia y aseada.
- Tener tomas de agua y duchas lavaojos.
- Estar ventilada, lejos de fuentes de calor y de los rayos solares ya que su presión aumenta con la temperatura.
- Ser de fácil acceso - evitar zonas subterráneas.
- Estar alejada de otros productos y gases comprimidos.
- No ser subterránea.

Instalaciones. Las instalaciones del área de almacenamiento deben ser construidas con materiales incombustibles y protegidos con aislamiento térmico; el piso debe ser impermeable e incombustible. Las instalaciones eléctricas, mecánicas, sanitarias y de seguridad industrial, de operación manual, se ubicarán en la parte exterior del área.

Es indispensable que la zona destinada para su almacenamiento tenga ventilación natural adecuada e incrementada a nivel del piso debido a que el cloro es más pesado que el aire.

El cloro no se debe almacenar subterráneamente, ni exponer a la luz solar directa o fuentes térmicas. El área debe estar separada de las demás de la planta y no se debe almacenar con otros productos.

Instalaciones Auxiliares. Sistema de ventilación forzada, refrigeración automática con agua, neutralización alcalina y de evacuación rápida de recipientes que tengan cloro.

Para todas las operaciones de manejo del cloro se recomienda seguir estas instrucciones:

- Buena ventilación local.
- Evitar sobrecalentamiento del producto.
- No golpear los recipientes ni realizar movimientos bruscos en el manejo y transporte de los mismos.
- Utilizar el equipo de protección personal adecuado: máscaras antigas con cartucho filtrante especial, gafas herméticas tipo “buceador”, botas y guantes de cuero.
- Trabajar a temperaturas inferiores de 40°C.
- Los cuartos de almacenamiento y clorinación deben tener puertas para permitir salidas rápidas. Deben estar aislados de las demás edificaciones.
- Los interruptores de luz y ventilación no se deben ubicar dentro del cuarto de clorinación.
- Se debe tener un sistema de ventilación a prueba de cloro, con succiones a nivel del piso y/o en posición opuesta a la entrada, capaz de cambiar el aire en 2 ó 3 minutos.

- La línea de suministro de cloro no debe ir pegada a la pared por posible transferencia de calor. (15 cm.), con una plataforma adecuada, buen drenaje de agua, para evitar acumulación de agua o barro.
- Los cilindros protegidos de caídas y de sufrir golpes.
- Los contenedores deben descansar sobre cunas apropiadas para evitar que rueden.
- Con los capuchones y tapones deben estar instalados, aunque los cilindros estén vacíos.
- Separados los llenos de los vacíos (letrero) y en áreas demarcadas para este fin.

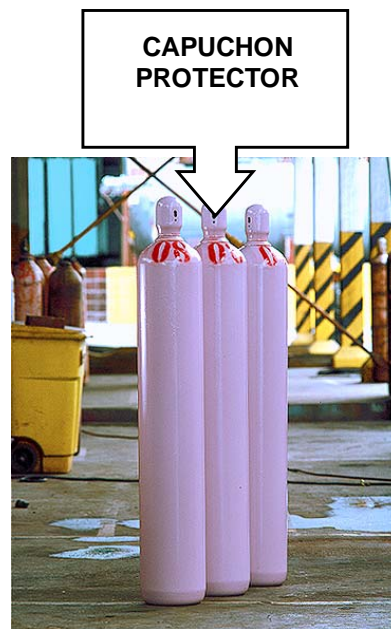
Recipientes para Empaque y Suministro. A continuación se observan los diferentes recipientes utilizados para el empaque y suministro del Cloro. (ver imágenes 2,3,4 y 5).

Figura No 2. Contenedores de 907 y 1000 Kg.



Fuente: Refisal S.A. 2006. Tomada por los autores

Figura No 3. Cilindros de 48, 60 y 68 Kg.



Fuente: Refisal S.A., 2006. Tomada por los autores

Figura No 4. Isotankes de 16, 23, 39, 55 ton.



Fuente: Refisal S.A.,- 2006. Tomada por los autores

Figura No 5. Tambor de 55 gal.



Fuente: Planta Yomasa de E.A.A.B. 2006. Tomada por los autores

2.1.2.6 Aspectos a tener en cuenta para la protección contra derrames de cloro.

Prioridades de protección:

- La vida de quien lo manipula y de la comunidad.
- Las fuentes de agua.

- Medio Ambiente.
- **Consecuencias:** Al presentarse un derrame de cloro se puede generar:
- Pérdida de vidas humanas, daños a la salud.
- Impacto al medio ambiente
- Perjuicios económicos y de imagen

3. CONDICIONES ACTUALES EN EL TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN DE CLORO EN PEQUEÑAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

PRÓLOGO

El diseño de un procedimiento seguro para el transporte, almacenamiento y manipulación de cloro en pequeñas plantas de tratamiento de agua, hace necesaria una aproximación y desarrollo de un trabajo de campo en el que se identifiquen las características reales de éstas prácticas. Por lo tanto, a continuación se exponen las fortalezas y debilidades encontradas durante las visitas efectuadas a las plantas de tratamiento de agua potable de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá “Planta Yomasa” la “Planta de Puerto Leguízamo - Putumayo” y la planta de la FAC en Madrid Cund. respectivamente:

Con el ánimo de conocer la situación actual del transporte, almacenamiento y manipulación del cloro, se decidió hacer un reconocimiento interno de las plantas antes mencionadas, por medio de visitas a los sitios, que permitieran obtener no sólo los problemas internos sino también las fortalezas que permitan diseñar estrategias efectivas.

3.1 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE YOMASA EAAB

La planta de tratamiento de agua potable Yomasa esta ubicada al costado sur Oriental de la Capital de la República, en un área boscosa a las afueras de la ciudad y a una altura de 3.200 msnm.

Bogotá, al igual que la mayoría de las capitales del país esta experimentando un rápido crecimiento debido a factores sociales como: desplazamiento, inmigración, búsqueda de comodidades entre otros, registrándose una superpoblación que se extiende cada día más hacia las áreas suburbanas y a mayor altitud.

3.1.1 Fortalezas.

- El agua que se trata es limpia y de baja turbiedad.

3.1.2 Debilidades.

- Está distante del centro Urbano
- La topografía para llegar a esta planta es montañosa y poco carreteable.
- El transporte del cloro se hace en canecas y garrafas plásticas en vehículos tipo campero o camioneta, sin medidas de control.
- No existe un procedimiento de seguridad para el transporte, almacenamiento y manipulación del cloro.
- El personal que manipula el cloro no tiene un plan de contingencias para afrontar cualquier emergencia por derrame de cloro.

3.2 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE PUERTO LEGUÍZAMO PUTUMAYO

La planta de tratamiento de agua potable de Puerto Leguízamo Putumayo, está ubicada en el área suburbana de ésta cabecera municipal. Por ser el Municipio más grande del país, la Gobernación a través del Plan Departamental de Agua Potable del Putumayo designó los recursos necesarios para la construcción de ésta planta cuya capacidad de tratamiento es de 0.60 metros cúbicos por segundo.

3.2.1 Fortalezas.

- La planta está ubicada en una zona suburbana lo cual garantiza menor población expuesta ante una emergencia por escapes de cloro.
- La potabilidad del agua allí tratada es buena.

3.2.2 Debilidades.

- El transporte del cloro se hace en canecas y garrafas plásticas a través del río Putumayo sin medidas de seguridad.
- No existe un procedimiento de seguridad para el transporte, almacenamiento y manipulación del cloro.
- El personal que manipula el cloro no tiene un plan de contingencias para afrontar cualquier emergencia por derrame de cloro.

- El daño ambiental por derrames de hipoclorito en el río, durante el transporte, es mayor.

Figura No 6. Chalupa que transporta cloro por el río Putumayo.



El cloro es transportado en chalupas por el Río Putumayo
Fuente: Río Putumayo. 2006. Tomada por los autores

Figura No 7. Planta de Tratamiento de Agua Puerto Leguizamo.



Planta de tratamiento de Puerto Leguizamo
Fuente: Empresa de Acueducto de Puerto Leguizamo. 2006. Tomada por los autores

4. PROCEDIMIENTO SEGURO PARA TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN DE CLORO EN PEQUEÑAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

PRÓLOGO

Teniendo en cuenta el marco de referencia, el cual ha sido planteado a lo largo de éste estudio y tomando como punto de partida la situación detectada en las pequeñas plantas de tratamiento de agua potable, el presente capítulo busca realizar una propuesta para el transporte, almacenamiento y manipulación segura de cloro en dichas plantas.

Apoyados en el reconocimiento de la situación actual presente en las pequeñas plantas de tratamiento de agua potable, se identificaron las fortalezas y debilidades de las plantas visitadas y a continuación se hace una propuesta de procedimiento seguro en la manipulación del producto objeto de estudio.

4.1 OBJETIVO

Establecer las condiciones mínimas de seguridad para transporte, almacenamiento y disposición de productos químicos para el tratamiento de agua potable.

4.2 ALCANCE

Este procedimiento establece los mecanismos mínimos de prevención y control de factores de riesgo en el manejo, transporte, almacenamiento y disposición del cloro, utilizado para el tratamiento de agua en potable y esta dirigido a todos los trabajadores que desarrollan esta actividad en pequeñas plantas de tratamiento.

4.3 DOCUMENTOS RELACIONADOS

CONGRESO DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA. Por medio del cual se aprueba el “convenio número 170 y la recomendación 177 sobre la seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo”, adoptados por la 77 reunión de la conferencia general de la OIT, Ginebra, 1990. Ley 55 de 1993.

COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS. Programa Internacional de seguridad de las sustancias químicas (PNUMA/OIT/OMS). Fichas Internacionales de seguridad. Barcelona 1996.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN.

Transporte de mercancías. Hojas de seguridad para materiales. Preparación. Santa Fe de Bogotá: ICONTEC. (NTC 4435).

TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS. Tarjetas de Emergencia para transporte de materiales. Elaboración. Santa Fe de Bogotá: ICONTEC. (NTC 4532).

TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS. Clasificación etiquetado y rotulado. Santa Fe de Bogotá: ICONTEC. (NTC 1692).

HIGIENE Y SEGURIDAD. COLORES Y SEÑALES DE SEGURIDAD. Santa Fe de Bogotá: ICONTEC. (NTC 1461).

CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN Y USO DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA. Parte 1: definiciones. Santa Fe de Bogotá: ICONTEC. (NTC 3851).

CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN Y USO DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA. Parte 3: Equipos de protección respiratoria combinado para gas o vapor y partículas. Santa Fe de Bogotá: ICONTEC. (NTC 3763).

MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. Viceministerio de Desarrollo Urbano. Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. Santa Fé de Bogotá: El Ministerio, Universidad de los Andes, 1998.

4.4 TERMINOLOGÍA

4.4.1 Empaque. Cualquier recipiente o envoltura que contenga algún producto de consumo para su entrega o exhibición a los consumidores.

4.4.2 Envase. Recipiente destinado para contener productos hasta su consumo final.

4.4.3 Etiqueta ó Rótulo. Material escrito, impreso, gráfico, grabado o adherido en recipientes, envases y empaques.

4.4.4 Fichas Internacionales de Seguridad (FISQ). Recopilación de información sobre sustancias químicas que contiene información concerniente a: identificación, envasado y etiquetado, datos importantes, notas e información adicional para un producto químico determinado.

4.4.5 Hojas de Seguridad. Documento que describe los riesgos de un material y suministra información sobre como se puede manipular, usar y almacenar el material.

4.4.6 Productos Químicos. Elementos, compuestos químicos y mezclas de ellos ya sean naturales o sintéticos.

4.5 TRANSPORTE SEGURO DE CLORO

El transporte de cloro es una tarea que debe realizarse tomando medidas especiales de seguridad según lo establecido el decreto 1609 de 2002 emitido por el ministerio del transporte

4.5.1 Rotulado y etiquetado de embalajes y envases. El rotulado y etiquetado de los embalajes y envases donde se transporta cloro, en cualquier presentación debe cumplir con lo establecido en la Norma Técnica Colombiana NTC 1692

4.5.2 Pruebas de Ensayo de los embalajes y envases. Los recipientes para el transporte del cloro, en cualquier presentación deben cumplir con las especificaciones establecidas por las entidades debidamente acreditadas ante la Superintendencia de Industria y Comercio, de acuerdo con los procedimientos establecidos dentro del Sistema Nacional de Normalización, Certificación y Metrología, para transporte de mercancías peligrosas CLASE 8 corresponde a Sustancias Corrosivas y Varias cuyas Normas Técnicas Colombianas son NTC 4702-8/9.

4.5.3 Vehículos para el transporte. Requisitos generales para el transporte de cloro por carretera:

- Cada recipiente deberá estar asegurado al vehículo por los dispositivos necesarios, los cuales estarán dispuestos, como mínimo, en dos partes del recipiente

Para el transporte de cloro se debe cumplir con requisitos mínimos tales como:

- Los recipientes donde se transporte el cloro deberán estar debidamente acomodados, estibados, apilados, sujetos y cubiertos, de tal forma que no presenten peligro para la vida de las personas y el medio ambiente; que no se arrastre en la vía, no caiga sobre esta, no interfiera la visibilidad del conductor, no comprometa la estabilidad o conducción del vehículo, no oculte las luces, incluidas las de frenado, direccionales y las de posición, así como tampoco los dispositivos y rótulos de identificación reflectivos y las placas de identificación del recipiente y su contenido.

El cloro es elemento Clase 8, corresponde a Sustancias Corrosivas, la Norma Técnica Colombiana que la identifica y condiciona su transporte y uso es la NTC 3971 elaborada por el Organismo Nacional de Normalización (Icontec).

4.5.3.1 Requisitos del vehículo de carga destinado al transporte de Cloro en pequeñas cantidades. Además de las disposiciones contempladas en las normas vigentes para el transporte terrestre automotor de carga por carretera, en el Código Nacional de Tránsito Terrestre y en la Norma Técnica Colombiana para el grupo 8, el vehículo y la unidad que transporte cloro deben poseer:

- Rótulos de identificación del recipiente donde se pueda leer claramente que se transporta cloro. Estos serán removibles y reflectivos colocados en la parte lateral del vehículo a una altura media que permita su lectura.
- Elementos básicos para atención de emergencias tales como: extintor de incendios multipropósito, ropa protectora, linterna, botiquín de primeros auxilios, equipo para recolección y limpieza, material absorbente y los demás equipos y dotaciones especiales.
- Tener el sistema eléctrico con dispositivos que minimicen los riesgos de chispas o explosiones.
- Contar con un dispositivo sonoro o pito, que se active en el momento en el cual el vehículo se encuentre en movimiento de reversa.
- El personal que transporta el cloro debe tener capacitación básica en atención de emergencias

4.6 ALMACENAMIENTO SEGURO DE CLORO

Las bodegas destinadas para el almacenamiento de Cloro deben estar localizadas, de tal manera que permitan el fácil acceso de los camiones y vehículos que suministran este material y los carros que los transportan internamente.

Deben estar bien ventiladas, mantenerse secas y verificar que no exista ningún indicio de humedad o presencia de goteras, limpias, y libres de cualquier fuente de ignición, condiciones que contribuyen a evitar que se presenten situaciones de riesgo.

El número total de extintores no debe ser inferior a uno por cada 20 m² de local o fracción, los cuales deben ser del tipo adecuado, ubicados apropiadamente que permita su fácil acceso e identificado su sitio de ubicación con color rojo para su fácil identificación.

Los sitios de almacenamiento para cloro deben poseer además de las puertas de entrada y salida de salidas de emergencia suficientes y convenientemente distribuidas para caso de incendio. Estas puertas deben abrirse hacia fuera y deben mantenerse libres de obstáculos.

El área mínima de almacenamiento de cloro para el tratamiento de agua debe cumplir con las siguientes características generales:

- Capacidad de almacenamiento para mínimo 30 días de reserva de cloro
- Su estructura e instalaciones debe permitir un manejo adecuado y eficiente del cloro.
- Las áreas de almacenamiento, sus secciones, oficinas, vías de acceso, zonas de cargue y descargue de cloro, parqueaderos y demás instalaciones deben estar convenientemente señalizadas adoptando el código de colores y lo estipulado en la norma NTC 1461 Higiene y seguridad. Colores y señales de seguridad, que suministra las especificaciones que deben cumplir las señales de seguridad.

4.6.1 Almacenamiento y Manejo de Recipientes. Todos los recipientes que contengan cloro líquidos deben permanecer cerrados y en casos como el del peróxido de hidrógeno y del Hidroxicloruro de aluminio, los recipientes deben poseer un agujero de alivio o de venteo, para que en caso de descomposición la presión interna del recipiente no llegue a ser destructiva.

Los tanques o recipientes deben ser de materiales resistentes a la corrosión, no se deben perforar, soldar, ni encender fuego sobre o cerca de recipientes desocupados.

No se deben utilizar los recipientes para envasar o almacenar otros productos químicos ni cualquier otra sustancia.

Se debe comprobar que todos los envases tienen etiquetas claras y fácilmente reconocibles. La etiqueta de cada envase debe contener la siguiente información:

- Denominaciones comerciales;
- Identificación del producto químico;
- Nombre, dirección y teléfono del proveedor;
- Símbolos de peligro;
- Índole de los riesgos particulares que entrañe la utilización del producto químico;
- Precauciones de seguridad;
- Identificación del lote;
- Indicación de que puede obtenerse del empleador una ficha de datos de seguridad con informaciones complementarias;
- Clasificación asignada bajo el sistema establecido por la autoridad competente.

Además de lo anterior, debe observarse la legibilidad, durabilidad y tamaño de la etiqueta, y la uniformidad de esta y de los símbolos, incluido el color.

Se debe evitar rodar o voltear los recipientes que contengan cloro, retornar sobrantes a los mismos ya que se puede contaminar el resto del producto contenido en el recipiente.

4.7 MANIPULACIÓN SEGURA DE CLORO

4.7.1 Hojas de Seguridad.

El listado de sustancias químicas usadas y la hoja de seguridad de cada producto de esta lista deben estar disponibles para todas las personas interesadas.

Las hojas de seguridad deben incluir como mínimo la siguiente información:

- Identificación del producto químico y del fabricante (incluyendo la denominación comercial o el nombre común del producto químico, así como información detallada sobre el proveedor o fabricante);
- Composición e información sobre sus componentes (de modo que puedan ser claramente identificados con el propósito de llevar a cabo una evaluación del peligro);
- Identificación de los riesgos;
- Medidas para los primeros auxilios;
- Medidas en caso de incendio;
- Medidas en caso de desprendimiento accidental;
- Normas para manipulación y almacenamiento;
- Controles en caso de exposición y protección personal (incluyendo los métodos posibles de vigilancia de los niveles de exposición en el lugar de trabajo);
- Propiedades físicas y químicas;
- Estabilidad y reactividad;
- Información toxicológica (incluyendo las vías posibles de penetración en el organismo y la posibilidad de sinergia con otros productos químicos utilizados u otros riesgos existentes en el trabajo);

- Información ecológica;
- Información sobre eliminación del producto;
- Otras informaciones (incluyendo la fecha de elaboración de las fichas de datos de seguridad).

4.7.2 Equipos de Protección Personal.

En toda operación relacionada con el transporte, almacenamiento y manejo de cloro, los trabajadores deben siempre utilizar gafas de seguridad, máscaras, guantes apropiados en caucho natural y/o PVC, equipos de protección respiratoria de filtro para el control a la exposición.

Siempre que un trabajador deba penetrar en un área donde exista la presencia de cloro, debe utilizar los siguientes elementos de protección respiratoria: máscara con línea de aire y equipos con suministro de aire. Se deben seguir las instrucciones de manejo apropiadas para estos equipos dadas en el Manual de Procedimientos Generales de Seguridad para el Manejo de Cloro.

El uso de cualquiera de los equipos o aparatos de protección enumerados anteriormente, no limita el uso de cualquier otro equipo o aparato de protección que a juicio de los supervisores o del Departamento de Seguridad Industrial de la empresa, deba ser utilizado cuando se almacene, transporte o maneje cloro.

4.7.3 Inducción y capacitación al personal que manipula cloro.

Las plantas de tratamiento de agua potable, deben implementar y ejecutar diferentes programas de capacitación, instrucción, entrenamiento e información, dirigidos a fortalecer las prácticas de manejo, transporte y almacenamiento del producto químico. Adicionalmente se debe tener en cuenta la preparación de los trabajadores en técnicas de primeros auxilios, procedimientos de emergencia en caso de accidentes con cloro, manejo e interpretación correcta de la información contenida no sólo en las hojas de seguridad, tarjetas de emergencia o fichas de seguridad de productos químicos, sino también de cualquier otro documento que contenga datos útiles para operaciones seguras con cloro.

En cada planta donde se manipule cloro deben existir mecanismos de información implementados y un programa de instrucción y entrenamiento para los trabajadores que contenga por lo menos: técnicas de prevención y extinción de incendios, primeros auxilios, evacuación y rescate de víctimas y plan de respuesta a emergencias.

5. PLAN DE CONTINGENCIA ANTE UN DERRAME DE CLORO

MANEJO DE EMERGENCIAS CON CLORO

PRÓLOGO

La manipulación de sustancias químicas y específicamente el manejo de cloro en una pequeña planta de tratamiento de agua potable, exige el diseño e implementación de un plan de contingencia que permita actuar eficientemente ante un posible derrame de cloro. Por lo anterior, a continuación se trazan las directrices para el establecimiento de un plan de contingencia el cual se presenta a continuación.

5.1 OBJETIVO DEL PLAN DE CONTINGENCIA

Establecer las actividades a realizar en caso de presentarse una emergencia generada por escapes de cloro y que permitan su rápido control a fin de garantizar la seguridad de las personas y del medio ambiente.

5.2 ALCANCE DEL PLAN

Este procedimiento esta dirigido a todo el personal que deba transportar, almacenar, trasegar y manipular cloro.

5.3 DOCUMENTOS RELACIONADOS

MINISTERIOS DEL TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL Y DE SALUD. Ley 9ª de 1979, "Código Sanitario". Bogota. 1979

PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA Decreto-ley 919 de 1989, "por el cual se organizó la Dirección General para la Prevención y Atención de Desastres.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS ICONTEC. (NTC 4532). Transporte de mercancías peligrosas. Tarjetas de Emergencia para transporte de materiales. Elaboración. Santa Fe de Bogotá.

RESOLUCION 2400 DE 1979

MINISTERIO DEL TRANSPORTE. Decreto 1609 de 2002. Bogotá, 2002

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD Emergencias y Desastres en
Sistemas de Agua Potable y Saneamiento: Guía Para una Respuesta Eficaz.
2004

CONSEJO COLOMBIANO DE SEGURIDAD. Manual para la Elaboración de
Planes Empresariales de Emergencia y Contingencias y su Integración con el
Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres. 2003

MINISTERIO DEL INTERIOR. Plan Local de Emergencias y Contingencias.
Dirección General para la Prevención y Atención de Desastres. 1998.

INTERNATIONAL STANDARD ISO 14001. Specification with guidance for use.
Geneve, 1996

5.4 TERMINOLOGIA

Amenaza: Peligro latente asociado con un fenómeno físico de origen natural, de origen tecnológico o provocado por el hombre que puede manifestarse en un sitio específico y en un tiempo determinado, produciendo efectos adversos en las personas, los bienes, servicios y el medio ambiente.

Análisis de vulnerabilidad: Proceso mediante el cual se determina el nivel de exposición y la predisposición a la pérdida de un elemento o grupo de elementos ante una amenaza específica.

Aspectos ambientales: Incluye, por ejemplo, las emisiones atmosféricas (fuentes fijas, fuentes móviles, y en general todo aquello que genere humos, partículas, gases, etc), los efluentes líquidos (aguas residuales domésticas e industriales), residuos (domésticos, industriales, lodos, sustancias químicas, etc.), puntos de potencial contaminación del suelo y agua (goteos de aceite, uniones, empaques), impacto a las comunidades (ruido, olores, tráfico), uso de los recursos naturales (materiales de construcción, aguas superficiales, puntos de vertimiento, material vegetal).

Emergencia: Toda situación generada por la ocurrencia real o inminente de un evento adverso, que requiere de una movilización de recursos sin exceder la capacidad de respuesta.

Enfermedad Profesional: Todo estado patológico permanente o temporal que sobrevenga como consecuencia obligada y directa de la clase de trabajo que desempeña el trabajador, o del medio en que se ha visto obligado a trabajar, y que haya sido determinada como Enfermedad Profesional por el Gobierno Nacional.

Desastre: Ocurrencia efectiva de un evento, que como consecuencia de la vulnerabilidad de los elementos expuestos causa efectos adversos sobre los mismos.

Riesgo: Probabilidad de ocurrencia de unas consecuencias, económicas, sociales o ambientales en un sitio particular y durante un tiempo de exposición determinado.

Seguridad Industrial: Comprende el conjunto de actividades destinadas a la identificación y al control de las causas de los accidentes de trabajo.

Vulnerabilidad: Factor de riesgo interno de un sujeto o sistema expuesto a una amenaza, correspondiente a su predisposición intrínseca a ser afectado o de ser susceptible a sufrir una pérdida. La diferencia de vulnerabilidad de los elementos expuestos ante un evento determina el carácter selectivo de la severidad de las consecuencias de dicho evento sobre los mismos.

5.5 GENERALIDADES

El cloro es un gas de olor picante y color amarillo verdoso. Poco soluble en agua y soluble en álcalis. Existe un cierto riesgo de explosión asociado con su producción y uso, por su alto poder oxidante.

El manejo del cloro, exigen el conocimiento de los posibles riesgos:

- Escape por dispositivos defectuosos.
- Peligro de explosión e incendio.
- Toxicidad

Es muy importante conocer las propiedades del gas que se utiliza, en especial las que pueden presentar riesgo, a fin de evitar peligros que dependen en gran medida de la forma como es usado.

5.5.1 Efectos para la salud. El cloro es una sustancia peligrosa para la salud. El cloro es irritante de mucosas y del aparato respiratorio. Reacciona con los líquidos orgánicos formando ácidos, a altas concentraciones actúa como asfixiante al provocar espasmos en los músculos de la laringe y tumefacción de las mucosas. La presencia de cloro en la atmósfera es, hasta cierto punto, detectable debido a su olor característico (el umbral de olor está alrededor de 0.02 ppm) y a sus propiedades irritantes. Por ello, en los casos de fugas de cloro, los trabajadores tienen tiempo suficiente para advertirlo y evitar la exposición excesiva.

Exposición aguda: el primer síntoma es la irritación de las mucosas oculares, de la nariz y de la garganta, que va en aumento hasta producir dolor agudo y quemante. Esta irritación aparece también en el pecho, desencadenándose unos tos con dolor retroesternal y que incluso puede provocar el vómito. Es posible que se produzcan lesiones celulares con acumulación de líquidos en la cavidad

alveolar, pudiendo producir la muerte, si no se da inmediatamente un tratamiento adecuado. Otros síntomas frecuentes son cefaleas, malestar general, ansiedad y sensación de sofocación.

Exposición crónica: es posible que se produzcan concentraciones de cloro considerablemente más altas que las normales sin que se perciban inmediatamente. A bajas concentraciones se pierde rápidamente la capacidad para detectar el cloro.

La exposición prolongada de cloro produce afección bronquial y predispone para la tuberculosis.

También es frecuente el acné entre los individuos expuestos durante largos períodos de tiempo a bajas concentraciones de cloro, que comúnmente, se conoce como cloroacné. También puede dañarse el esmalte dentario.

5.5.2 Medidas de control de emergencias. Las pequeñas fugas se pueden localizar rápidamente esparciendo cerca del punto de escape una solución amoniacal (20-30%). Si el contenedor o equipo tiene escape, entonces un humo blanco denso de cloruro de amonio indicará la localización exacta del escape, si el cloro está en estado gaseoso. Si el cloro está en estado líquido se percibirá su olor irritante característico.

No debe existir personal en el área donde se haya producido un escape de cloro, a menos que haga parte del equipo encargado de controlar la emergencia. Este personal debe utilizar equipo de protección personal completa y obligatoria para entrar al área, como: respirador autónomo y uso del Kit de seguridad adecuado para confinar la fuga.

Un recipiente con escape nunca debe ser inmerso en agua, ya que el agua aumenta rápidamente el escape.

A nivel general se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Restrinja el acceso de personas o animales al área
- Informe al encargado y consulte la ficha de seguridad
- Aísle y/o desvíe el curso del producto para evitar propagación (Kit de Emergencia o sistema de tratamiento)
- Evalúe la posibilidad de evacuación y realícela.
- Coordine las medidas correctivas para solucionar el escape: Personal de atención de emergencias y apoyo del proveedor.
- Si se recibe colaboración de terceros, estos deberán tener los elementos de protección personal respectivos.

Cuadro No 2. Control de emergencias con cloro



Fuente: Refisal S.A., 2006. Adaptado por los autores

Atención de un escape. En caso de presentarse una fuga de cloro, el personal expuesto debe tener en cuenta:

- Contener la respiración mientras se coloca el elemento de protección personal o hacer respiraciones cortas y poco profundas.
- Colocarse adecuadamente el respirador media cara con los cartuchos contra cloro.
- Si no se dispone de equipo de protección respiratoria, alejarse inmediatamente de la zona contaminada; caminar rápidamente en dirección contraria a la del viento (observar las manga veletas).
- No usar nada húmedo sobre la cara.

Identificación y control de Fugas.

Fugas pequeñas: Escapes de cloro en puntos de unión o conexión o en instalaciones.

Procedimiento:

- Colocarse los elementos de seguridad
- Cerrar la válvula o tapa del contenedor
- Permitir que el cloro de las tuberías sea evacuado hacia la línea de agua
- Ajustar uniones, verificar hermeticidad
- Reiniciar procedimiento de conexión

Fugas medias: Escapes de cloro de baja magnitud por válvulas de contenedores (salida, rosca, empaques), bases de fusibles.

Procedimiento:

- Colocarse los elementos de seguridad
- Evitar que la fuga sea de la fase líquida.
- Se puede reducir el escape descargando el cloro al agua tan rápido como sea posible.
- Informar a las personas la necesidad de desplazarse 40 m a la redonda, en contra de la dirección del viento.
- Usar la llave apropiada para cerrar las válvulas o ajustar fusibles.
- Si el proceso de consumo no toma el gas lo suficientemente rápido, el cloro se debe absorber en una solución alcalina.

5.5.3 Procedimiento en caso de incendio

5.5.3.1 Clasificación de los Incendios. La National Fire Protection Association (NFPA), ha agrupado los incendios en cuatro clases, basándose en los elementos extintores necesarios para combatir cada uno de ellos.

- **Fuegos clase A:** Son los que ocurren con materiales sólidos como la madera, el papel, la viruta de madera, los trapos y los desperdicios. La acción de sofocación y de enfriamiento del agua o de soluciones o espumas que la contengan en porcentajes altos son de importancia principal para combatir esta clase de fuegos.

- **Fuegos clase B:** Son los que ocurren debido a la presencia de una mezcla de vapor-aire sobre la superficie de un líquido inflamable, como gasolina, aceites, grasas, pinturas y algunos disolventes. El limitar el aire (oxígeno) e inhibir los efectos de la combustión son de importancia principal en esta clase de fuegos al iniciarse. Generalmente, se usan polvos químicos secos tipo AB, o gas carbónico. El uso de agua a presión con boquillas dispersantes también es recomendado.

- **Fuegos clase C :** Son los que ocurren en equipos eléctricos, o cerca de ellos, en los cuales se deben usar agentes extintores no conductores como el polvo químico seco y el gas carbónico. Tan pronto se corta efectivamente la fuente

de electricidad, se podrán usar otros agentes extintores apropiados para el resto de los materiales involucrados en el incendio.

- **Fuegos clase D:** Son los que ocurren en metales combustibles como el magnesio, el titanio, el circonio, el litio y el sodio. Para controlar y extinguir fuegos de esta clase se han desarrollado técnicas, agentes extintores y equipos de extinción especiales.

5.5.3.2 Sistemas fijos y extintores portátiles. Hay dos clases de equipos para extinguir y controlar fuegos: los fijos y los portátiles. Entre los equipos fijos se encuentran los que utilizan agua: los rociadores automáticos, los hidrantes y las estaciones de mangueras. También hay sistemas fijos de polvo seco, anhídrido carbónico y espumas. Los sistemas fijos, empero, se complementan con extintores de incendio portátiles. Muy a menudo estos extintores hacen innecesario el uso de los sistemas rociadores ya que impiden que un fuego pequeño se extienda y extinguen rápidamente los incendios en sus etapas iniciales.

5.5.3.3 Propiedades de inflamabilidad. En los líquidos y gases es necesario tener en cuenta ciertas propiedades físico-químicas para caracterizar la peligrosidad de dichas sustancias. Estas son las más importantes:

- **Punto de chispa o inflamación:** La temperatura más baja a la cual se enciende un líquido inflamable en el aire, por medio de calor o chispa.

- **Temperatura de Auto ignición:** La temperatura a la cual la sustancia se enciende en el aire sin necesidad de chispa.
- **Rango de Inflamabilidad:** El rango comprendido entre los porcentajes inferior y superior de mezclas del vapor o gas inflamable con aire, dentro del cual ocurren las inflamaciones y explosiones.

En caso de incendio deben retirarse inmediatamente los recipientes de la zona de fuego. Si los recipientes no se pueden retirar y **no hay escapes de cloro**, se les debe aplicar agua para conservarlos fríos. Se recomienda extinguir el fuego con cal o arena. No utilizar agua.

5.5.4 Acciones de Primeros Auxilios.

A continuación se presentan las acciones básicas en caso de requerirse un Primer Auxilio:

5.5.4.1 En caso de contacto con la piel.

- Retirar la ropa impregnada, lavar inmediatamente con agua abundante, por lo menos por 15 minutos.
- Prestar atención médica a la persona o personas comprometidas

5.5.4.2 En caso de contacto con los ojos.

- Lavar inmediatamente con agua corriente en abundancia al menos durante 15 minutos.
- Llevar al oftalmólogo inmediatamente

5.5.4.3 En caso de inhalación.

- Trasladar al afectado para un lugar no contaminado y ventilado.
- Observar las condiciones respiratorias.
- Respirar suavemente, permanecer quieto o moverse sin esfuerzo, retirar la ropa contaminada, abrigarse con mantas limpias, mantenerse tibio y resistir el impulso de toser.
- En casos severos, dar respiración boca a boca o suministrar oxígeno medicinal.
- Prestar atención médica a la persona afectada.

5.5.5 CONTROL AMBIENTAL EN CASO DE DERRAMES DE CLORO

Teniendo en cuenta que el cloro ocasiona alteración del pH en los suelos, afectando las fuentes de agua; es tóxico para organismos acuáticos y favorece la destrucción de la capa de ozono, ante un escape de cloro líquido se debe neutralizar el pH del suelo aplicando soda cáustica o cal. Lo ideal es que en plantas construidas en recintos cerrados, se disponga de torres de absorción, cuya función es neutralizar el efecto de los escapes de cloro y proteger tanto al personal expuesto como al ambiente.

Es importante que las personas que manipulan, almacenan y transportan cloro se tengan en cuenta las siguientes medidas ambientales:

- Antes de realizar cualquier procedimiento se debe en lo posible devolverle los recipientes al proveedor o a otra empresa especializada en el manejo de cloro para que sean ellos quienes evalúen si se pueden utilizar los envases para reempacar cloro, o si hay que desocuparlos.
- En caso de tener que destruir los residuos de cloro, la reacción de neutralización con soda cáustica es la siguiente:



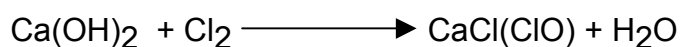
Únicamente personal capacitado debe realizar el siguiente procedimiento:

1. Utilice equipo de protección adecuado para el cloro y el hidróxido de sodio.
2. Prepare una solución de hidróxido de sodio en un recipiente no metálico. Para ello mezcle cuidadosamente soda cáustica en agua, hasta obtener una solución concentrada. Se sugiere utilizar un exceso de soda.
3. Para realizar la reacción, conecte una manguera o conducción no metálica a la entrada del recipiente, y luego de asegurarse de que la conexión se encuentre perfectamente sellada, introduzca el otro extremo en el fondo de la solución preparada y abra lentamente la llave de paso, de manera que no se observe burbujeo del cloro, debido a la reacción total de éste con la solución.
4. El punto final de la neutralización puede establecerse monitoreando la reacción con ayuda de un potenciómetro.

5. Una forma de establecer si en el ambiente hay presencia de cloro es impregnando un algodón con amoníaco y acercándolo a la zona donde se desee hacer la verificación. Si se desprende del algodón un humo blanco propio del cloruro de amonio, hay evidencia de la presencia de cloro. De todas formas, debe preferirse siempre el uso de un instrumento de medida si está disponible.

Tan pronto como la solución de soda cáustica se haya agotado, lo cual puede verificarse porque se desprende cloro de la reacción o porque el pH se ha estabilizado, se sugiere almacenar la solución agotada y repetir el proceso. No se debe verter la solución agotada a fuentes de agua.

La misma reacción de neutralización puede realizarse con cal, la cual es más económica que el hidróxido de sodio. La reacción con cal produce una mezcla de hipoclorito y cloruro de calcio, denominada cloro-hipoclorito de calcio o cal blanqueada; este producto se denomina comercialmente *polvos de blanqueo*, o agentes de blanqueo y es utilizado a escala industrial. La reacción es la siguiente:



El procedimiento para esta reacción es el mismo que para la neutralización con hidróxido de sodio, con la diferencia de que la cantidad de cal requerida estequiométricamente, por cada kilogramo de cloro es de 830 gramos; al igual que en la neutralización con soda cáustica, debe utilizarse un exceso suficiente.

6. CONCLUSIONES

6.1 El incremento de la construcción de plantas de tratamiento de agua potable a lo largo y ancho de la geografía nacional ha llevado consigo la necesidad de transportar sustancias químicas, en condiciones de seguridad precarias, con la constante exposición a estas sustancias tanto de las personas encargadas de su transporte, almacenamiento y manipulación como del medio ambiente.

6.2 La cobertura en prevención de enfermedades de tipo endémico y epidémico que quiere darse a la población mas vulnerable, a través de la construcción y puesta en marcha de pequeñas plantas de tratamiento de agua potable debe estar fortalecida con programas de capacitación sobre el uso correcto del cloro, utilizado para la desinfección del agua, el cual mal utilizado o manipulado genera riesgos para el ecosistema y para las personas.

BIBLIOGRAFIA

EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTA ESP. Norma Técnica de Servicio NS – 112. Requisitos mínimos de Higiene y Seguridad Industrial para manejo, transporte y almacenamiento de productos químicos para el tratamiento de agua. Bogotá 2001

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS COLOMBIANAS. NTC – 925, Productos Químicos para Uso Industrial, Cloro Líquido.

_____ NTC – 1692, Transporte de Mercancías Peligrosas, Clasificación, Etiquetado y Rotulado.

_____ NTC – 2880, Transporte Mercancías Clase 2, condiciones de Transporte Terrestre.

INSTITUTO DEL CLORO. Manual del Cloro, México, 1986.

MINISTERIO DE TRANSPORTE, Decreto 1609 de 2002, Bogotá, 2002.

MINISTERIO DEL TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL Y DE SALUD. Ley 9 de 1979, “Código Sanitario”. Bogotá. 1979.

PAULI, Gunter. UpsiZING Ciencia Generativa. Manizales: Universidad de Manizales, 1997. 220 p.

PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA, Decreto Ley 919 de 1989, “Por el cual se organiza la Dirección General para la Prevención y Atención de Desastres”.

_____ Decreto 93 de 1998. Bogotá, 1998.

_____ Ley 253 de 1996, Aprobación del convenio de Basilea, sobre el control del transporte internacional de desechos peligrosos y su eliminación. Bogotá 1996.

_____ Ley 55 de 1993. Aprobación del convenio número 170 y la recomendación número 177 sobre la seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo, adoptados por la 77 reunión de la conferencia general de la OIT, Ginebra, 1990. Bogotá 1993.

PANAMA. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Desinfectantes [en línea]. El dorado: Representación en Colombia, septiembre de 2006. Disponible en Internet: <http://www.col.ops-oms.org/saludambiente/guia-desinfectantes>.