

FOLLETO155

Agua y aguas residuales Manual de Cloro para operadores

Edición 2
Enero de 2008

FOLLETO DEL CLORO 155

The Chlorine Institute, Inc. 1300 Wilson Boulevard, Arlington, VA 22209

Tabla de Contenidos

1.	INTRODUCCION	1
1.1	Alcance.....	1
1.2	Programa de Orientación y Cuidados del Instituto del Cloro.....	1
1.3	Abreviaciones y Siglas.....	1
1.4	Descargo de Responsabilidad	2
1.5	Aprobación.....	3
1.6	Revisiones	3
1.7	Reproducción.....	Erro! Indicador não definido.
2.	INFORMACION GENERAL PARA EL TRATAMIENTO DEL AGUA Y DE AGUAS RESIDUALES	3
2.1	Utilización	Erro! Indicador não definido.
2.2	Propiedades Físicas y Químicas.....	3
2.3	Preocupaciones Especiales para los Operadores.....	5
3.	CONTENEDORES DE CLORO.....	7
3.1	General.....	7
3.2	Cilindros.....	8
3.3	Contenedores de Tonelada.....	9
3.4	Cargo Tanks (Trailers o semi-remolques)	11
3.5	Carros Tanque (Ferrocarriles).....	11
3.6	Tanques Estacionarios e Almacenaje.....	11
4.	TRANSPORTACION, ALMACENAJE Y MANEJO DE LOS CONTENEDORES	12
4.1	Transporte del Cloro	12
4.2	Recepción y Descarga de los Contenedores de Cloro	12
4.3	Detección y Corrección de Fugas o Derrames	13
4.4	Consideraciones Generales sobre Almacenaje	15
5.	TUBERIAS/SISTEMAS DE ALIMENTACION.....	16
5.1	Sistemas Básicos	16
5.2	Sistemas de Tubería para el Cloro Seco	17
5.3	Sistemas a Vacío.....	21
5.4	Vaporizadores (Evaporadores)	21
5.5	Sometiendo a Prueba los Sistemas de Alimentación de Cloro	21
5.6	Cilindros Colectores y Contenedores de Tonelada	21
5.7	Cierre Automático del Contenedor	21
5.8	Papel del Suministrador de Cloro	21
6.	CONEXION Y DESCARGA AL SISTEMA	22
6.1	Tipos de Conexiones	22
6.2	Relación de la Presión de Vapor/Temperatura	25
6.3	Descarga/Tasas de Alimentación	25

7.	PREOCUPACIONES CON LA CONSTRUCCION/ESTRUCTURA.....	26
7.1	Diseño y Construcción	26
7.2	Sistemas Eléctricos	26
7.3	Ventilación y Aperturas de Aire	26
7.4	Calentamiento.....	27
7.5	Absorción y Sistemas de Cierre Automático	27
7.6	Sistemas de Pulverización o Aspersión	27
7.7	Salidas y Ventanas	27
7.8	Detección de Gas	28
8.	SEGURIDAD.....	28
9.	ENTRENAMIENTO, SEGURIDAD Y EQUIPO E PROTECCION PERSONAL DE LOS EMPLEADOS.....	28
9.1	Entrenamiento del Personal de Planta.....	28
9.2	Equipo de Protección Personal y Seguridad	31
9.3	Otros Equipos de Seguridad	34
10.	EL MANEJO DE EMERGENCIAS	34
10.1	Planificación.....	Erro! Indicador não definido.
10.2	Establecimiento de Procedimientos	35
10.3	Entrenamiento	35
10.4	Auditorías y Ejercicios.....	37
11.	ASPECTOS MEDICOS	38
11.1	Peligros para la Salud.....	38
11.2	Toxicidad Aguda.....	39
11.3	Toxicidad Crónica	39
11.4	Video de Salud del CI	39
12.	PRIMEROS AUXILIOS	40
12.1	Inhalación	Erro! Indicador não definido.
12.2	Contacto con la Piel	42
12.3	Contacto con los Ojos.....	42
13.	REFERENCIAS.....	43
13.1	Publicaciones sobre el CI	43
13.2	Guía de Organizaciones.....	45
	APENDICE A - SARA TITULO III REQUISITOS DE INFORMES.....	46
	APENDICE B – LA ADMINISTRACION DE LA SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL, REGULACION DE LA SALUD	47
	APENDICE C – GESTION DE LA SEGURIDAD DE PROCESOS	49
	APENDICE D - PROGRAMA DE GESTIÓN DEL RIESGOS.....	50

1. INTRODUCCION

1.1 ALCANCE

El Cloro es el desinfectante más utilizado en plantas de tratamiento de agua y de aguas residuales del mundo. Aunque los hipocloritos de sodio y de calcio también se utilicen en el tratamiento del agua y de aguas servidas, este documento trata exclusivamente del cloro elemental.

La intención de este manual es de proveer información básica sobre la seguridad del personal que lidia con cloro en la planta de tratamiento. A lo largo del texto, el lector verá referencias a otras publicaciones del Instituto del Cloro (CI) para temas técnicos que requieren una explicación detallada del asunto, o para temas de interés específico.

1.2 PROGRAMA DE ORIENTACION Y CUIDADOS DEL INSTITUTO DEL CLORO

El Instituto del Cloro, Inc. (CI) existe para ofrecer apoyo a la industria del cloro-álcali y para servir al público, fomentando mejoras continuas en la seguridad y la protección de la salud humana y del ambiente, en lo que atañe la producción, distribución y el uso del cloro, hidróxidos de sodio y potasio e hipoclorito de sodio; y la distribución y el uso de cloruro de hidrógeno. Este soporte se extiende a poner una atención continua en la seguridad de los operadores que manejan el cloro.

Los miembros del Instituto del Cloro se han comprometido a adoptar las iniciativas de administración y de seguridad del Cloro, incluyendo los folletos, listas de verificación y compartir los incidentes, para ayudar a los miembros a lograr mejoras medibles. Para más informaciones sobre el programa de liderazgo y administración del Instituto, visite el sitio de la Red del CI en: www.chlorineinstitute.org.

1.3 ABREVIACIONES Y SIGLAS

ACC	Consejo Americano de Química
ACGIH	Conferencia American de Higienistas del Gobierno y de la Industria
AIHA	Asociación Americana de Higiene Industrial
ASTM	Sociedad Americana para Tests y Materiales; ahora conocido exclusivamente por su sigla
AWWA	Asociación Americana de Plantas de Depuración
CAS	Chemical Abstracts Service
CHEMTREC	Centro de Emergencias del Transporte Químico
CFR	Código de Regulaciones Federales
CGA	Asociación del Gas Comprimido
CHLOREP	Plan de Emergencia del Cloro – Activado por medio de CHEMTREC
CI	El Instituto del Cloro, Inc.
CIIT	Instituto de Tecnología de la Industria Química
DOT	Departamento del Transporte
EPA	Agencia de Protección Ambiental de los E.E.U.U.

EPCRA	Ley de Planificación de Emergencias y el Derecho de la Comunidad de Saber
ERP	Plan de Respuesta a Emergencias
ERPG	Directrices de planificación para respuestas a emergencias
HAZMAT	Materiales Peligrosos/ Mercancías Peligrosas
ICC	Consejo del Código Internacional
IDLH	Inmediatamente peligroso para la vida y la salud
LEPC	Comité local de planificación de emergencias
MSDS	Hoja de datos sobre seguridad de materiales
NFPA	Asociación Nacional de Protección Contra Incendios
NIOSH	Instituto Nacional de Seguridad Ocupacional y Salud
OSHA	Administración de la Seguridad Ocupacional y la Salud
PEL	Límites permisibles de exposición
PPE	Equipo de protección personal (EPP)
PSM	Gestión de la seguridad del proceso
RMP	Plan de gestión de riesgo
RMPR	Regla del Programa de Gestión de Riesgo
SARA	Ley de 1986- Enmiendas al Superfondo y Reautorización
SCBA	Aparato respiratorio auto-contenido
STEL	Límites de exposición a corto plazo
TLV	Valor del límite umbral
TWA	Promedio ponderado en el tiempo
WEF	Federation del Ambiente Acuático

1.4 DESCARGO DE RESPONSABILIDAD

La información en este Folleto se ha obtenido de fuentes que se consideran fidedignas y confiables. El Instituto y sus miembros, conjuntamente y solidariamente, no ofrecen ninguna garantía, y no asumen ninguna responsabilidad vinculada a cualquier parte de esta información. Además, no se debe suponer que se haya incluido todos los procedimientos aceptables, o que circunstancias especiales no requieran procedimientos modificados o adicionales. El usuario debe estar consciente de la tecnología y de las regulaciones que cambian constantemente y que podrían requerir cambios en las recomendaciones contenidas en este documento. Se deben tomar las medidas apropiadas para asegurar que la información esté actualizada, al momento de usarla. Estas recomendaciones no deben confundirse con los requerimientos federales, estatales, provinciales, municipales, o de seguros, ni con códigos nacionales de seguridad.

1.5 APROBACIÓN

El Equipo de Emisión de Orientaciones al Cliente del Instituto aprobó la Edición 2 de este Folleto el 3 de Enero de 2008.

1.6 REVISIONES

Las sugerencias para las revisiones deben remitirse directamente a la Secretaría del Instituto.

1.7 REPRODUCCIÓN

El contenido de este Folleto no se debe copiar para la publicación, sea el contenido integral o parte del contenido, sin la autorización previa del Instituto.

2. **INFORMACION GENERAL PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA Y DE AGUAS RESIDUALES**

2.1 UTILIZACIÓN

El principal uso del cloro en el tratamiento de agua potable es como un desinfectante que destruye organismos dañinos. Puede además remover los compuestos de color y de amoníaco, eliminar el sulfuro de hidrógeno, oxidar el hierro y el manganeso a formas insolubles y reducir sabores y olores indeseables.

El principal uso del cloro en el tratamiento de aguas servidas es como desinfectante de los efluentes, para proteger las aguas que las reciben. Otros usos en aguas residuales incluyen la destrucción del sulfuro de hidrógeno, control de olores, remoción del amoníaco y compuestos de amoníaco, control de la biomasa filamentosa, oxidación de orgánicos y el control de moscas de filtros.

2.2 PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

El símbolo químico para el cloro elemental es Cl. El cloro existe como una molécula que contiene dos átomos, demostrado químicamente como Cl₂. El cloro tiene un peso atómico de 35.453, un peso molecular de 70.906, y un número atómico de 17. Algunas de las propiedades físicas del cloro aparecen en la Tabla 1. Mientras no es explosivo o inflamable, como líquido o gas puede tener una reacción violenta con muchas sustancias. El cloro es solo levemente soluble en agua (0.3 a 0.7% por peso.)

El gas de cloro tiene un color verdoso amarillento. Tiene un olor típico pungente y característicamente desagradable, muy parecido a los blanqueadores o lejías a base de cloro de las lavanderías, y se puede detectar por el olfato en concentraciones tan bajas como de 0.2 a 0.4 ppm. Es aproximadamente dos y media veces tan pesado como el aire. Por consiguiente, si el gas cloro se derrama de un contenedor o de un sistema, buscará el nivel más bajo en el edificio o en el área.

El cloro líquido tiene un color ámbar y un peso de una vez y media el del agua. El cloro rara vez se ve en su forma líquida, porque entra en ebullición (se convierte a un gas) a aproximadamente -29°F (-34°C) a presión atmosférica.

El término cloro seco no se refiere a los productos químicos de cloración como el hipoclorito de calcio. Se refiere al cloro elemental líquido o gaseoso con un contenido sumamente bajo de agua (ver Folleto 100 del Cl). Mientras que el cloro seco reacciona de forma violenta con algunos metales, no es corrosivo para metales como el cobre o el acero al carbono. Sin embargo, el cloro húmedo es altamente corrosivo a la mayoría de los metales (Sección 2.3.5). El cloro que se despacha en ferrocarriles, tanqueros de carga, cilindros y contenedores de tonelada es el cloro seco.

Los problemas que se atribuyen al cloro húmedo se deben, por lo general, a la humedad en el sistema, y pueden resultar del uso de malas prácticas en la planta de agua o de aguas servidas.

Tabla 1. Propiedades Físicas del Cloro

Punto de ebullición (punto de licuefacción) en 1 atmósfera = 14.696 psi (101.325 kPa)	-29.15 °F (-33.97 °C)
Punto de fusión (punto de congelación) en 1 atmósfera	-149.76 °F (-100.98 °C)
Densidad líquida a 60 °F (16 °C)	88.76 lb/cu ft (1,422 kg/m ³)
Densidad del gas a 34 °F (1.1 °C)	0.2006 lb/cu ft (3.213 kg/m ³)
Gravedad específica (líquida) a 32 °F (0 °C)	1.468 (agua = 1)
Gravedad específica (gas) a 32 °F (0 °C)	2.485 (aire = 1)
Solubilidad en agua a 70 °F (21.1 °C)	0.7% por peso
Presiones de vapor:	
a 32 °F (0 °C)	53.51 psi (368.9 kPa)
a 77 °F (25 °C)	112.95 psi (778.8 kPa)
a 129 °F (48.9 °C)	191.01 psi (1,316.8 kPa)

El gas cloro reacciona con el agua para formar tanto los ácidos hipocloroso como hidroclórico (Eq. 1):



El ácido hipocloroso se disocia en agua para formar los iones hidrógeno y hipoclorito (Eq. 2):



El grado de disociación depende del pH y de la temperatura del agua.

El ácido hipocloroso es la forma predominante de cloro en el agua, hasta un pH de 7.8. Un porcentaje considerable del cloro aún se encuentra en la forma de ácido hipocloroso aún entre un pH de 8 y uno de 9 (Tabla 2). Cada planta debe determinar cuál es la dosis y la parte residual que se necesita para lograr la desinfección. El ácido hipocloroso es la forma predominante del cloro para la desinfección.

Tabla 2. PORCENTAJE DEL ÁCIDO HIPOCLOROSO Y DEL ION HIPOCLORITO A 68 °F

pH	%HOCL	%OCL ⁻
5.0	99.7	0.3
5.5	99.2	0.8
6.0	97.5	2.5
6.5	92.4	7.6
7.0	79.3	20.7
7.5	54.8	45.2
8.0	27.7	72.3
8.5	10.8	89.2
9.0	3.7	96.3
9.5	1.2	98.8
10.0	0.4	99.6
10.5	0.1	99.9

2.3 PREOCUPACIONES ESPECIALES PARA LOS OPERADORES

2.3.1 Relación del Volumen Líquido-Gas

Un volumen de cloro líquido genera aproximadamente 460 volúmenes de gas cloro. Por ejemplo, 1 libra o alrededor de 11 onzas fluidas de cloro líquido rinden aproximadamente 5.4 pies cúbicos de 100% de gas de cloro, cuando es vaporizado a temperatura normal [70°F (21.1°C)] y a presión atmosférica. Por lo tanto, un cilindro de 150-lb llenaría totalmente una sala de 10 x 10 x 8-pies con gas cloro al 100%.

2.3.2 Efecto de Temperatura Líquido-Gas

La vaporización del cloro líquido en la piel o en la ropa puede reducir la temperatura lo suficiente como para causar congelación (aún a través de ropa protectora de alta calidad), causando nebulosidad de las máscaras faciales de protección, o congelando los zapatos y pegándolos al suelo. Por ello es esencial utilizar EPP adecuados durante todas las operaciones de rutina.

2.3.3 Efectos Fisiológicos de la Exposición al Cloro

El cloro es un irritante para los ojos, la piel, la mucosa, las membranas, y para el sistema respiratorio. La principal preocupación con la exposición al cloro es el sistema respiratorio, seguido por los ojos. El impacto de la exposición al cloro es dependiente tanto de la concentración como del tiempo. Personas con problemas o condiciones respiratorias especiales deben informar a sus médicos que trabajan en locales donde hay cloro. Puede ser necesario adoptar precauciones adicionales. La Tabla 3 resume los niveles de exposición y sus efectos en los seres humanos.

Tabla 3. Niveles de Exposición al Cloro y Efectos sobre los Seres Humanos

Niveles de Exposición (ppm)	Efectos
0.2 a 0.4	Umbral de olor (varía según el individuo)
Menos de 0.5	Ningún efecto agudo o crónico conocido
0.5	ACGIH promedio ponderado de 8-horas
1.0	OSHA nivel tope (PEL) TLV-STEL ERPG-1
1 a 10	Irritación de los ojos y de las membranas mucosas del tracto respiratorio superior. La severidad de los síntomas depende de las concentraciones y duración de la exposición.
3	ERPG-2 (Directrices para la Planificación en Emergencias como valores desarrollados por la AIHA) es la máxima concentración aerógena a la cual se cree que casi todas las personas podrían estar expuestas durante o hasta 1 hora sin sentir o sin desarrollar efectos serios para la salud que podrían impedir su(s) capacidad(es) de tratar de protegerse
10	NIOSH IDLH (inmediatamente peligroso para la vida y la salud)
20	ERPG-3 es la máxima concentración aerógena por debajo de la cual se cree que casi todos los individuos podrían estar expuestos hasta una hora, sin sentir o sin desarrollar efectos que amenacen o pongan en riesgo su vida o su salud.

A medida que aumenta la duración de la exposición o a medida que aumenta la concentración, el individuo afectado puede volverse aprehensivo e inquieto, con tos acompañada de irritación de la garganta, estornudos y salivación excesiva. A niveles más elevados, los vómitos, asociados a una respiración difícil y jadeante pueden progresar hasta llegar a la muerte por medio de sofocación. En casos extremos, la dificultad de respirar puede progresar al punto de muerte por medio de la sofocación. Una persona expuesta, con una condición médica pre-existente o con condición cardiovascular podría tener una respuesta exagerada. **Cualquier persona que presente estos síntomas debe ver a un profesional de la salud calificado inmediatamente, para evitar que su condición se deteriore durante las próximas horas.**

2.3.4 Reacción con el Agua

El cloro es tan solo levemente soluble en agua, en la cual forma una solución débil de ácidos hidroclicóricos e hipoclorosos (Eq. 1). El hidrato de cloro, una sustancia verdosa parecida al el hielo ($\text{Cl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$), puede formar cristales por debajo de los 49.3°F (9.6°C) a presión atmosférica.

El hidrato de cloro también puede formarse a temperaturas más elevadas, si el cloro se encuentra bajo una presión aumentada. Estos cristales pueden interferir con la operación misma de los sistemas de cloración.

Reacciones con Metales

Por debajo de los 250°F (121°C) el hierro, cobre, acero, plomo, níquel, platino, plata y tántalo son resistentes al cloro seco (estado gaseoso o líquido). A temperaturas comunes, el cloro seco reacciona (a menudo de forma violenta) con el aluminio, arsénico, estaño, oro, mercurio, selenio, telurio, y el titanio. El acero al carbono se enciende a 483°F (251°C) en una atmósfera de cloro (Ver Folleto 164 del CI).

El cloro húmedo forma ácidos y es altamente corrosivo a gran parte de los metales comunes. El platino, plata y el tántalo son resistentes tanto al cloro seco como al húmedo. El titanio es único porque es resistente al cloro húmedo, pero no puede ser utilizado en contacto con el cloro seco. Es necesario consultar a los expertos al considerar sistemas que utilizan el cloro húmedo.

2.3.5 Otras Reacciones

El cloro debe segregarse del amoníaco y de los compuestos de amoníaco porque pueden ocurrir reacciones potencialmente violentas, en el evento de que haya una liberación de cloro.

El cloro reacciona con gran parte de los compuestos orgánicos. Algunas de estas reacciones pueden ser violentas o explosivas, incluyendo aquellas con aceites, grasas, solventes, refrigerantes y otros hidrocarburos. Es esencial para la seguridad la separación de estos materiales durante el almacenaje y uso. Esto es especialmente importante cuando nuevos componentes, incluso nueva tubería se adiciona al sistema de cloro. Aún capas muy delgadas de aceites y de grasas pueden reaccionar de forma violenta (Ver Folletos 6 y 164 del CI).

3. CONTENEDORES DE CLORO

3.1 GENERAL

El cloro se embarca y almacena en contenedores bajo presión, en la forma de gas licuado bajo presión. Mientras que se utilicen tanques estacionarios únicamente para el almacenaje, el cloro se transporta comúnmente en cilindros, contenedores de tonelada, tanques de carga y carros de ferrocarriles. Los cilindros y los contenedores de tonelada tienen muchas similitudes en lo que atañe el manejo, pero se requiere equipo diferente al hacer frente a emergencias que involucren cada tipo distinto de contenedor. El Kit de Emergencias del Instituto del Cloro y los recipientes cilíndricos de recuperación se han concebido para contener gran parte de los fugas de contenedores. Estos incluyen:

Kit A: para cilindros de 100- y 150-lb

Kit B: para cilindros de tonelada

Kit C: para carros o coches tanques y tanques de carga (camiones cisterna o de carga), y Recipientes Cilíndricos de Contención para cilindros de 100 y 150-lb

Es posible evitar confusión al utilizar el término "contenedores de tonelada" y no el término "cilindros de tonelada".

Los contenedores de tonelada de cloro y los cilindros deben manejarse siempre con sumo cuidado y no se deben dejarse caer o golpear. Durante el transporte, los contenedores deben sujetarse para evitar que se muevan o desplacen. Un muelle de carga o levantadores de puerta trasera se debe utilizar en el camión al efectuar la descarga. La carcasa de protección de la válvula del contenedor y la tapa del escape de la válvula deben estar en su lugar adecuado siempre que el contenedor no se esté utilizando.

3.2 CILINDROS

Los cilindros de cloro pueden incluir una construcción de anillos de los pies, doble cerrojo de cilindro y doble fondo (Figura 1), con tan solo una apertura permitida. Los tamaños más comunes son los de 100 lb (45 kg) y de 150 lb (68 kg). La Tabla 4 lista el peso de tara [el peso de un contenedor vacío con válvulas y tapones fusibles (dispositivos de seguridad de alivio) pero sin los dispositivos de protección de las válvulas] y dimensiones de cilindros de 100-lb y de 150-lb. El CI ha desarrollado algunos criterios recomendados para las válvulas de los cilindros. Esta información se encuentra en el apéndice del Folleto 17 CI. Las roscas de la válvula de salida *no* son roscas estándar de tubos.

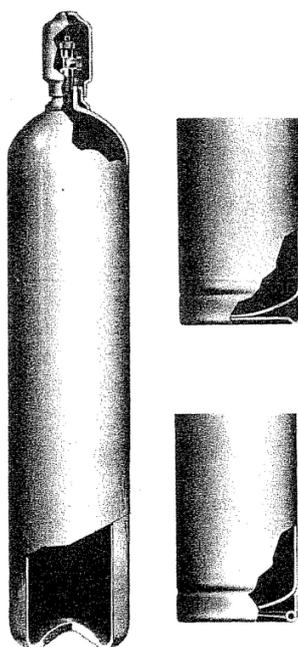


Figura 1 – Cilindro de Cloro
(Izquierda – doble cerrojo; Derecha superior – doble fondo; Derecha inferior – anillo de pie)

Las válvulas de los cilindros están equipadas con un dispositivo de alivio de presión que consiste de un tapón fusible de metal en el cuerpo de la válvula, localizado por debajo del asiento de la válvula. El fusible de metal se ha concebido para derretirse entre 158°F y 165°F (70°C y 74°C) para aliviar la presión y evitar la ruptura del cilindro en el caso de exposición a altas temperaturas.

Los cilindros deben almacenarse siempre en la posición parada, erecta. En la región del anillos el cuello, tienen la estampa con el peso de la tara y la fecha de la última prueba hidrostática. De acuerdo al Departamento de Transporte de los E.E.U.U. [DOT] o a las Regulaciones Canadienses para el Transporte de Bienes Peligrosos, los cilindros deben someterse a una prueba hidrostática cada cinco años. Las reglamentaciones del DOT prohíben que se dañen o borren estas marcas. Los cilindros deben concebirse para ser usados con el Kit A de Emergencias para Cilindros de Cloro.

Tabla 4. Dimensiones y pesos de los Contenedores

Capacidad		100 lb (45 kg)	150 lb (68 kg)	2,000 lb (907 kg)
Volumen de cloro líquido (aproximadamente a 60°F/15.6°C)	(gal) (L)	8.42 31.87	12.64 47.85	168.5 637.8
Peso de Tara	(lb) (kg)	63-115 29-52	85-140 39-64	1,300-1,650 590-748
Diámetro Externo	(pulg) (mm)	8.25-10.75 210-273	10.25-10.75 260-273	30 762
Altura del Cilindro	(pulg) (mm)	39.5-59* 1,003-1,499*	53-56* 1,346-1,422*	
Longitud del Contenedor de Tonelada	(pulg) (mm)			79.75-82.5 2,026-2,096

*Las alturas son hasta el tope de la carcasa de la válvula de protección. La altura hasta el centro de la salida de la válvula es de alrededor de 3.5 pulgadas. (89 mm) menos.

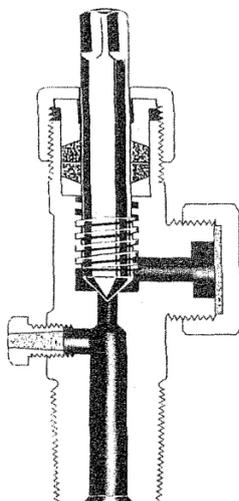


Figura 2 – Un Diseño Típico de Válvula de Cilindro (Otros Diseños Pueden Ser Utilizados También)

3.3 CONTENEDORES DE TONELADA

Los contenedores de tonelada (Figura 3) son tanques de acero soldados con una capacidad de cloro de 2,000 lb (907 kg) y un peso de carga de hasta 3,650 lb (1,659 kg). Se encuentran estampados con un número de serie, el peso de tara y la fecha de la prueba hidrostática más reciente. Favor referirse a la Tabla 4 para las dimensiones y pesos.

Las cabezas pueden ser cóncavas o convexas y soldadas a los barriles. Los chimes (la pared de acero que se extiende más allá de cada cabeza) proveen un ajuste sustancial para las barras o vigas de elevación. Las válvulas del contenedor son protegidas por una carcasa removible de protección para la válvula. Los contenedores de tonelada tienen dos válvulas y pueden suministrar el producto líquido o en forma de gas. Cuando las válvulas se encuentran aliñadas de forma adecuada en posición vertical, la válvula superior alimenta el cloro en gas mientras que la inferior alimenta el cloro líquido. El contenedor tiene tres tapones fusibles en cada extremo que se han concebido para tener una fusión entre 158°F y 165°F (70°C y 74°C) para el alivio de la presión interna.

El CI ha creado criterios recomendados para las válvulas de los contenedores de tonelada. Esta información se encuentra en un apéndice en el Folleto 17 de CI. Las roscas de la salida de la válvula no son roscas estándar de tubo. Todos los contenedores de tonelada deben poder acomodar el uso de los dispositivos que son parte del Kit B de Emergencia del CI.

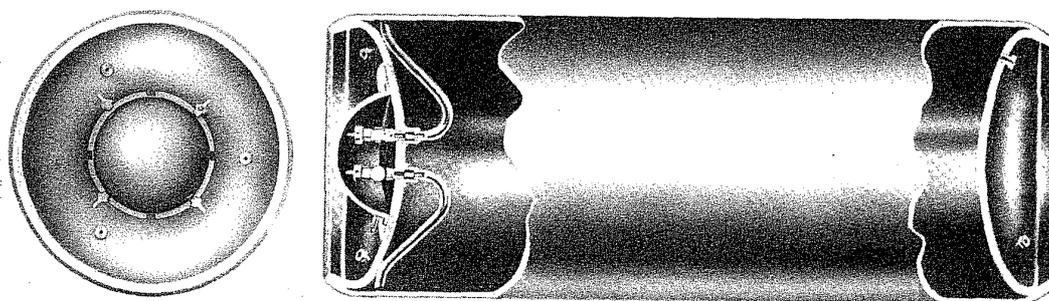


Figura 3 – Contenedor de Tonelada de Cloro

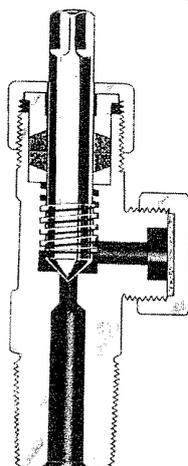


Figura 4 – Un Estilo de la Válvula del Contenedor de Tonelada (Es Posible que se Utilicen Otros Diseños)

3.4 TANQUES DE CARGA (TRAILERS O SEMI-REMOLQUES)

Los tanques de carga se utilizan para el transporte del cloro a través de carreteras y caminos. Tienen una capacidad de 15-22 toneladas (13,600 kg-20,000 kg.) Los tanques de carga usan la misma boca de inspección y arreglos de válvulas como los tanques de ferrocarriles (Sección 3.5) y se requiere que tengan válvulas de verificación y de exceso de flujo debajo de las válvulas angulares de gas y de líquido (CI Folleto 49).

Todos los tanques de carga de cloro tienen cuatro válvulas angulares. Además tienen una válvula de escape de seguridad diseñada para aliviar la acumulación excesiva de presión dentro del tanque. Se han concebido para aliviar la presión a 225 psi (1,551 kPA.) Dos de las válvulas en ángulo están ubicadas en el centro longitudinal del tanque. Dichas válvulas están conectadas a los tubos eductores que van hasta la parte inferior del tanque y que se utilizan para la descarga el cloro líquido. Dos de las válvulas angulares están localizadas en una línea perpendicular a la longitud del tanque y están conectadas a la fase de vapor. Estas válvulas no deberían usarse jamás para la retirada de gas, pero pueden utilizarse para presurizar el coche cuando se necesita aumentar el índice de retirada del líquido. Las cuatro válvulas están equipadas con válvulas de exceso de flujo diseñadas para cerrarse a un índice de flujo de 7,000 lb/hr (3,200 kg/hr).

El Kit de Emergencia C del CI se ha concebido para detener los fugas en tanques carros y tanques de carga de cloro (CI Folleto 49).

3.5 CARROS TANQUE (FERROCARRILES)

Los carros tanque o cisterna para el transporte de cloro por vías férreas tienen la capacidad de 55, 85, o 90 toneladas, y no pueden cargarse más que estos pesos nominales de carga. La única apertura en los carros tanque es por medio de una boca de inspección en la parte superior, en donde las válvulas están recubiertas o envueltas con una cubierta de acero.

Todos los carros tanque de cloro tienen cuatro válvulas de ángulo. Además tienen una válvula de escape de seguridad concebida para aliviar la acumulación excesiva de presión dentro del tanque. Dos de las válvulas de ángulo están ubicadas en el centro longitudinal del carro. Dichas válvulas están conectadas a tubos eductores que corren por el fondo del tanque y se utilizan para la descarga del cloro líquido. Dos de las válvulas angulares están localizadas en una línea perpendicular a la longitud el carro y están conectadas a la fase de vapor. Estas válvulas jamás deben utilizarse para retirar el gas, pero pueden utilizarse para presurizar el carro cuando se necesita incrementar el índice de retirada del líquido. Las válvulas de líquido están equipadas con válvulas de flujo excesivo que se cierran con índices de flujo de 7,000, 15,000 o 32,000 lb por hora. El índice de flujo normalmente se encuentra marcado en la lateral del carro. Carros sin el valor marcado tienen válvulas de 7,000-lb-por-hora.

El Kit C de Emergencia del CI se ha concebido para detener las fugas en los tanques de cloro y los tanques de carga. Para recomendaciones adicionales, ver el Folleto 66 del CI.

Para directrices adicionales, prácticas recomendadas y otras informaciones útiles sobre los carros tanque de cloro, referirse a los Folletos de CI 1, 4, 24 y 66.

3.6 TANQUES ESTACIONARIOS DE ALMACENAMIENTO

Los tanques estacionarios para el almacenamiento del cloro pueden encontrarse en las plantas de tratamiento de gran capacidad. Dichos tanques se han concebido según el Folleto 5 del CI, que incluye el ensamblaje de la cúpula o domo estándar del carro tanque (Sección 3.5). Es necesario además consultar los códigos locales.

4. TRANSPORTE, ALMACENAJE Y MANEJO DE LOS CONTENEDORES

4.1 TRANSPORTE DEL CLORO

El DOT de los Estados Unidos regula el transporte de material peligroso, incluyendo el cloro. Las regulaciones aplicables del DOT aparecen en el Título 49 del *Código de Regulaciones Federales* (49 CFR), y requieren un HazMat especial y permisos de seguridad a partir del 1 de Enero de 2005. En gran parte de los casos, es preferible permitir que el proveedor del cloro lo transporte hasta cada local de uso. De no ser posible este tipo de acuerdo, el Folleto 76 del CI contiene recomendaciones sobre como transportar el cloro embalado de forma segura. Se requieren carteles o letreros para el transporte de cualquier cantidad de cloro. Un rotulado adecuado del cloro es esencial y se deben embarcar los documentos de embarque necesarios en el vehículo. Estos requisitos, incluyendo las palabras o terminología correcta de la documentación y el rotulado pueden cambiar con frecuencia (Contacte al suministrador y la revisión 49 CFR para mantenerse actualizado).

En Canadá, Usted deberá seguir los requisitos de la Regulación de Mercancías Peligrosas del Transporte en Canadá, que abarcan Mercancías Peligrosas de Grandes Consecuencias.

El DOT y el CTDG tienen requisitos específicos para la formación y entrenamiento de todo el personal involucrado en el transporte de materiales peligrosos. Desde los que preparan la documentación hasta los que cargan y conducen el camión. (Ver Folleto 76 CI).

4.2 LA RECEPCIÓN Y LA DESCARGA DE LOS CONTENEDORES DE CLORO

4.2.1 Cilindros

Los cilindros individuales deben ser unidos por una cadena o grampa a una caretila de manos o atados al dispositivo móvil para la descarga y la re-ubicación. Si se sujetan en una rejilla de almacenamiento se puede utilizar un monta cargas. Los cilindros no deben ser usados o levantados utilizando la carcasa de protección de las válvulas, que no se han concebido para cargar o aguantar el peso el cilindro. Los cilindros deben sujetarse siempre para evitar que se caigan (Ver Folleto 76 del CI).

4.2.2 Contenedores de Tonelada

Los contenedores de tonelada pueden levantarse utilizando una elevación de suficiente capacidad para la carga conjuntamente con una viga de alzamiento del contenedor de tonelada (Figura 5). Se puede utilizar también un montacargas. Llenos o vacíos, los contenedores de tonelada deben sujetarse siempre para evitar que giren. **Alerta:** Un contenedor de tonelada vacío puede llegar a pesar hasta 1,650 lb y puede causar daños severos de no sujetarse adecuadamente (Ver el Folleto 76 del CI).

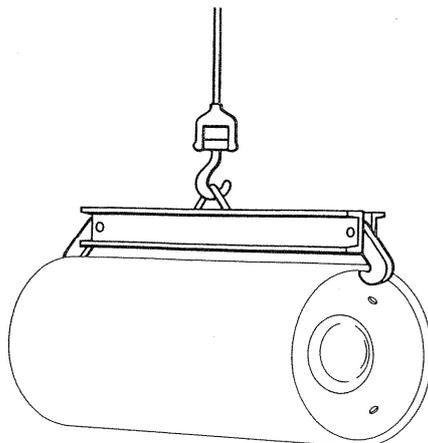


Figura 5 – Viga de Alzamiento para el Manejo de Contenedores de Tonelada de Cloro

4.2.3 Tanques de Carga

El cloro en tanques de carga o puede descargarse en un tanque permanente de almacenamiento o puede alimentarse directamente al proceso. El tanque de almacenamiento debe estar en una balanza o célula de carga para cerciorarse de que pueda acomodar toda la entrega. Un conductor experimentado o un operador deben asegurarse de efectuar las conexiones y realizar un monitoreo del proceso de descarga (Ver Folletos 5, 49 y 57 del CI).

4.2.4 Vagones Tanque (Ferrocarril)

Los vagones tanque deben inspeccionarse para cerciorarse de que estén adecuadamente señalizados con carteles y con calcomanía con UN 1017. El número del tanque y las fechas de su llegada deben apuntarse en los registros que se mantienen en la instalación que los recibe. Los vagones tanque deben utilizarse según el orden en que se los recibió. No se deben conectar al sistema hasta la hora de descargarlos.

Reglas específicas del DOT y las Reglamentaciones del CTDG deben cumplirse en lo que atañe la colocación de señales de alerta, descarrilamientos, choques, y parachoques, así como para el monitoreo de la descarga. Los suministradores de los vagones tanque deben proveer como mínimo los últimos requisitos del DOT, además de efectuar entrenamiento periódico en la conexión, descarga y desconexión de los carros de cloro. Se requiere un entrenamiento comprensivo para los empleados que trabajan con los vagones tanques de cloro. Válvulas automáticas o remotas localizadas en la parte lateral, de ambos lados, de la manguera flexible o del alza de cobre deben tenerse en cuenta, permitiendo a los operadores una conexión rápida en el caso de un fuga del cloro (Ver Folletos 57 y 66 del CI).

4.3 DETECCIÓN Y CORRECCION DE FUGAS

4.3.1 Fugas de Cilindros y de Contenedores de Tonelada

Cuando se sospeche la existencia de un fuga, se recomienda que los vapores de amoníaco se utilicen para hallar la fuente. Cuando el vapor de amoníaco se dirige a una fuga, se forma una nube blanca. Para producir el vapor de amoníaco, se debe utilizar una botella flexible de plástico comercial conteniendo agua amoníaco (solución de hidróxido de amoníaco) de 26 grados Baume o más. Una solución menos fuerte, como un amoníaco casero tal vez no tenga suficiente concentración para detectar pequeños fugas. De utilizarse una botella de lavado, el tubo de inmersión dentro de las botellas debe cortarse de tal forma que al apretar la botella dirija tan solo el vapor, y no el líquido, por medio de la boquilla. Para evitar la corrosión, agua líquida de amoníaco no debe entrar en contacto con ninguna parte metálica.

4.3.1.1 Haciendo Frente a un Fuga

Antes de responder a cualquier fuga, revise las secciones 8, 9 y 10 de este documento.

Se requiere el uso de un aparato de respiración auto-contenido o respiración autónoma (SCBA) y trajes apropiados de protección (el coordinador del sitio debe decidir cuál es el nivel de protección requerido), si el cloro se escapa en forma líquida de un cilindro o de un contenedor de tonelada, alinear el tanque permitiendo que el lado de la fuga quede hacia arriba. En esta posición, el cloro tan solo podrá escaparse en forma de gas, minimizando de forma considerable la fuga.

Si la válvula del cloro tiene una fuga a través de la salida, instale una tapa externa con junta y abra y cierre la válvula. A veces esto limpia el asiento donde cierra el vástago y detiene la fuga. Después de cerrar la válvula, retire la tapa externa y verifique la existencia de fugas. Si no detiene la fuga, coloque nuevamente la tapa e informe al suministrador del cloro.

Cuando la fuente de la fuga es la empaquetadura, cierre en primer lugar la válvula y luego apriete o ajuste la tuerca de la empaquetadura. Si sigue la fuga, asegúrese de que la válvula esté cerrada y ajuste una vez más la junta de la empaquetadura. Se debe tomar cuidado al ajustar la empaquetadura. Ajustarlo demasiado puede aprisionar y trabar la válvula o dañar los hilos de las roscas, en cuyo caso no abrirá ni se cerrará. Realizar el test de la fuga es algo que se debe repetir después de cada intento de detener el derrame o fuga. Un torque de cincuenta libras-pie en la tuerca de la empaquetadura debería poder detener gran parte de las fugas.

Si la fuente de la fuga se encuentra en las roscas de la válvula, use una llave de araña del Kit de Emergencia apropiado para ajustar la válvula dentro del contenedor. Se debe tomar cuidado para evitar dañar las roscas. No ajuste la válvula si hay alguna duda sobre su integridad. Puede ser necesario el uso de cualquier otro dispositivo adecuado de los Kits de Emergencia del Instituto del Cloro para detener las fugas, o se puede utilizar un recipiente de contención del cilindro, si fuera necesario.

Es esencial realizar entrenamiento regular con un SCBA y el uso adecuado de los Kits de Emergencia con un recipiente de contención de los cilindros. Cumpla con todas las reglamentaciones locales, estatales y federales relativas tanto a la capacitación como a los requisitos de la respuesta a fugas.

4.3.2 Carros tanque y Vagones tanque

La respuesta a las fugas que involucren los carros tanque y los vagones tanque requiere un entrenamiento más flexible, comparado con lo que se requiere para las fugas en cilindros o contenedores de tonelada. El personal que hace frente a fugas en carros tanque y vagones tanque debe estar altamente capacitado y familiarizado con las diversas características de dichos contenedores, además de conocer a fondo los Folletos 49 y 66 del CL, así como el Kit de Emergencia C. Lo que abarca el entrenamiento y sus especificidades es algo que está fuera del alcance de este panfleto.

CI publica un Folleto y un video dedicado a los Kits de Emergencia C.

4.3.3 Sistemas de Tubería

Si la fuga se encuentra en un sistema de tubería presurizado, el suministro de cloro a esa sección se debe interrumpir, aliviar la presión y se debe purgar todo el sistema, antes de efectuar las reparaciones necesarias. La purga del sistema se realiza con un gas seco y no-reactivo, antes de hacer cualquier soldadura. La soldadura debe cumplir con todos los códigos aplicables. **Jamás soldar sobre o hacia cualquier contenedor de cloro** (Ver Folleto 6 del CL).

4.4 CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE EL ALMACENAJE

El cloro se puede almacenar internamente con seguridad. Si se almacena externamente, se recomienda la protección contra la luz directa del sol en climas más calientes. Los contenedores no se deben almacenar en lugares donde puedan caer, donde pueden ser golpeados por objetos pesados, o chocados por vehículos. No se debe almacenarlos cerca de los ascensores, calefacción, ventilación o sistemas de aire acondicionado, porque las concentraciones peligrosas de gas podrían dispersarse rápidamente en el caso de que ocurra una fuga. Es importante tener un acceso rápido a los contenedores en la eventualidad de una fuga. Se debe evitar el almacenaje subterráneo, porque los vapores de cloro son más pesados que el aire y no se podrán disipar fácilmente de las áreas bajas en el caso de una fuga.

El área en que se almacena el cloro debe ser señalizado de forma clara, con señales que cumplan plenamente con los códigos de las leyes y reglamentaciones locales, estatales y federales. Se debe restringir al acceso de personal no autorizado a las áreas de almacenaje.

4.4.1 Almacenaje Interno y Construcción

Los códigos locales de incendios y de construcción pueden dictar los requisitos legales para los edificios que se utilizan para el almacenaje del cloro. Consulte con el gobierno local para definir cuál es el código de hecho que está en vigencia en la comunidad en que se encuentra ubicada la planta, y revise dicho código. Cualquier edificio que abriga contenedores de cloro o el equipo debe concebirse y construirse de tal forma que proteja todos los elementos del sistema de cloro de los peligros de un incendio. Se recomienda una construcción a prueba de fuego. Los contenedores de cloro deben segregarse de los materiales inflamables y agentes oxidantes, tales como el amoníaco, el dióxido de azufre, hidrocarburos, algunos refrigerantes y otros materiales que son reactivos al cloro. Los cilindros de cloro deben segregarse de los otros gases comprimidos o licuados. Sin embargo, si los materiales inflamables se almacenan o procesan en el mismo edificio, se debe instalar una pared anti-fuego que cumpla plenamente con todos los estándares aplicables a incendios y construcción.

4.4.2 Almacenaje Externo

Los códigos sobre incendios y los códigos de construcción, así como la intención de uso pueden dictar o regir los requisitos legales para el almacenaje externo el cloro. Consulte a su gobierno local para definir cuál es el código y de cuál año que se aplica a la comunidad en que está ubicada su planta, y revise dicho código. Un almacenaje externo debe estar limpio, sin basura a su alrededor y sin residuos, para no presentar el riesgo de incendio. Por lo general, se recomienda una protección superior contra la luz del sol en climas más calientes. Los contenedores no se deben almacenar en agua estancada.

4.4.3 Equipo de Detección de Gas

Las instalaciones, sea con o sin personal, en que se almacene el cloro que se utiliza, deben tener equipo para la detección del gas, permitiendo el monitoreo de cualquier fuga o liberación de gas. Los detectores de cloro deben estar designados y mantenidos de forma adecuada, para alertar al personal o para señalar una localización remota, con personal, en el caso de que exista una fuga. Un mantenimiento adecuado incluye un plan escrito, para poder efectuar una calibración regular del equipo de monitoreo, incluyendo la documentación escrita para la realización de pruebas periódicas.

4.4.4 Almacenaje Junto con Otros Productos Químicos

Los contenedores de cloro deben segregarse de los materiales inflamables y de agentes oxidantes, tales como amoníaco, dióxido de azufre, hidrocarburos, determinados refrigerantes y otros materiales que son reactivos al cloro. Los cilindros de cloro deben segregarse de otros gases comprimidos o licuados.

5. SISTEMAS DE TUBERÍA/ALIMENTACION

5.1 SISTEMAS BASICOS

Todo el cloro se despacha y almacena en recipientes presurizados en la forma de gas licuado bajo presión, lo cual resulta en la presencia tanto de las fases líquidas como gaseosas en los contenedores. Los cilindros casi siempre se utilizan para la alimentación del cloro en la forma de gas. Los contenedores de tonelada tienen dos válvulas, y pueden utilizarse para la alimentación tanto del líquido como del gas. Cuando las válvulas se encuentran bien alineadas, en una posición vertical, la válvula superior alimenta el cloro en forma de gas, mientras que la válvula inferior alimenta el cloro en su forma líquida (Figura 6). Los tanques vagones y carros tanque deben utilizarse tan solo para la alimentación del cloro en forma líquida.

En operaciones de agua y de tratamiento de aguas servidas, la remoción del cloro gaseoso de un cilindro o de un contenedor de tonelada normalmente se controla por medio el uso de un clorador de alimentación de gas, operado a vacío. Un clorador es un equipo utilizado para la alimentación del cloro en forma de gas al agua. El vacío se produce por medio de un sistema Venturi, operado por agua, que mezcla el cloro con el agua, produciendo una solución con alta potencia de cloro. Esta solución pasa por una tubería y se disipa en el agua o en las aguas residuales para proveer la dosificación necesaria y requerida de cloro.

Si el cloro líquido se está retirando de un contenedor de tonelada, se debe convertirlo a un gas, haciéndolo pasar por un vaporizador, y el gas que resulta se alimenta al sistema de cloración. Los cloradores se han concebido para trabajar con cloro gaseoso. El cloro líquido puede dañar los cloradores de gas.

Existen algunos puntos de preocupación en lo que se refiere a la operación de un clorador a gas, incluyendo la limpieza del cloro suministrado, y la seguridad del sistema de tubería. La calidad del cloro es importante, porque el clorador que alimenta el gas tiene diminutos orificios y válvulas de control preciso que se pueden obstruir o tamponar. El operador debe dedicar todos los esfuerzos posibles para garantizar que el sistema de entrega del cloro sea el más limpio posible. Un clorador tiene un filtro en la entrada de la unidad que requiere inspección periódica, y reemplazo para preservar la integridad del sistema. El aspecto de la película en el tubo de medición de gas normalmente es una indicación de problema. Si la película tiene un color rojizo, el sistema de tubería del contenedor de cloro al clorador o el contenedor en sí podrían contener cloruro férrico. Esta sustancia se forma cuando la humedad reacciona con el cloro en la parte interna de un sistema de tubería de acero.

La válvula a la salida del contenedor se suministra con una tapa de válvula. Al retirar dicha tapa, el personal de la planta debe realizar una inspección de la salida y remover cualquier material extraño, antes de poner la línea en funcionamiento.

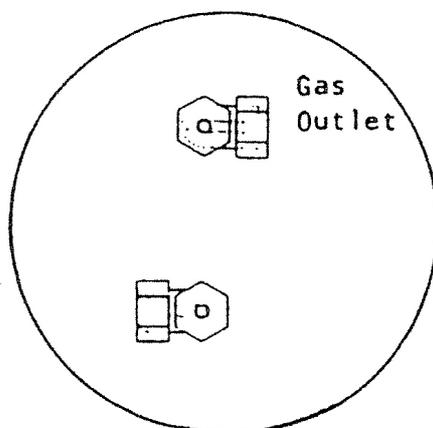


Figura 6 - Configuración de la Válvula en un Contenedor de Tonelada

5.2 SISTEMA DE TUBERÍA PARA CLORO SECO

El clorador de gas se ha diseñado de tal forma que permita operar tan solo con cloro gaseoso. Gran parte de las instalaciones de cloradores de la actualidad se ensamblan directamente en la válvula del contenedor para poder alimentar el gas del contenedor. Cuando son instalados de esta forma, existe una posibilidad mínima de tener una transferencia del líquido del contenedor al clorador de gas.

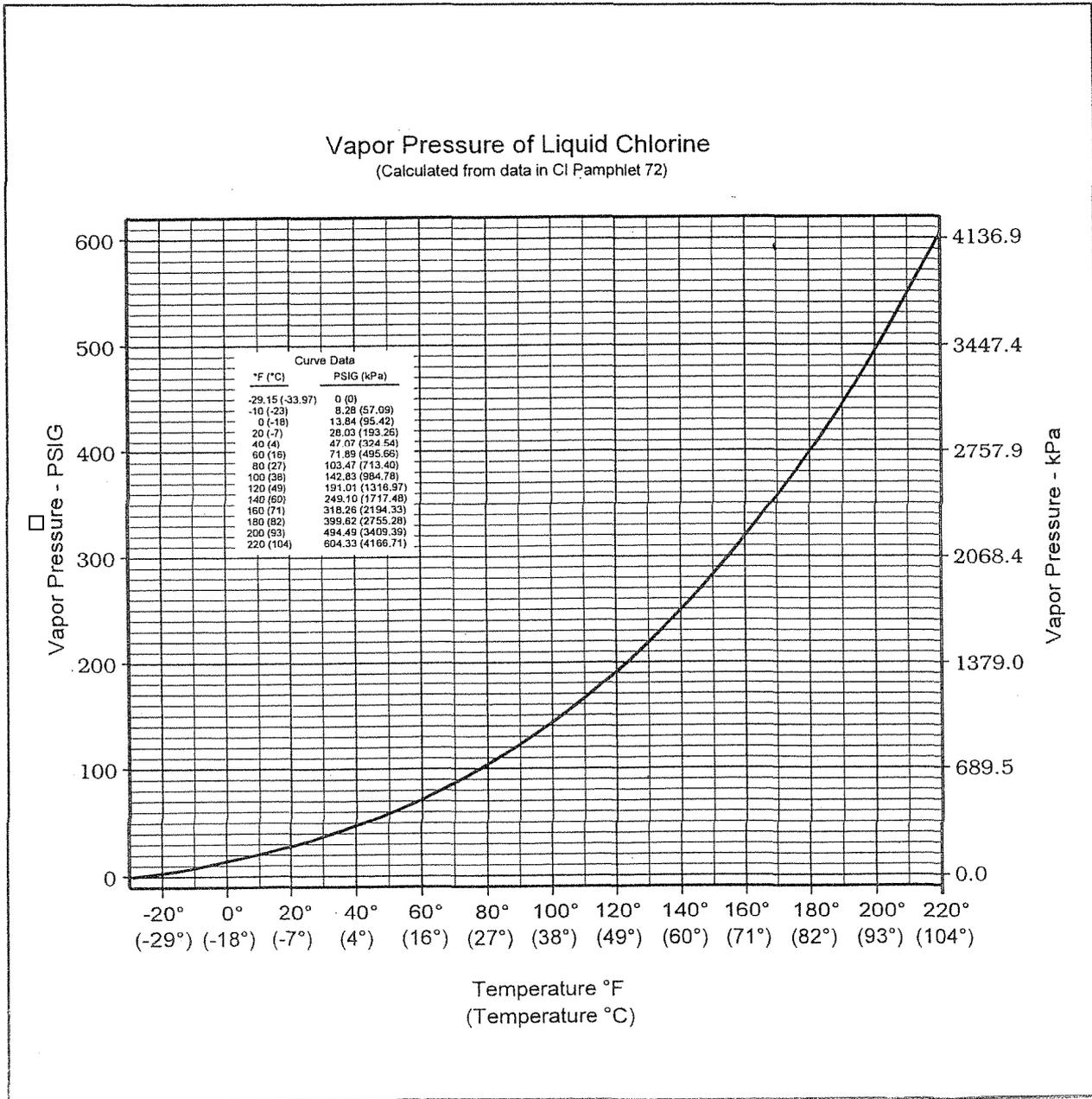
Cuando los contenedores de cloro se descargan a un colector de presión, el clorador de gas está conectado al colector, y por ello surgen inquietudes adicionales. La tubería de presión se debe instalar de tal forma que ninguna gota de cloro, o cloro líquido puedan ingresar al clorador de gas. Cualquier cloro líquido, incluso las gotas, podrían eventualmente dañar el clorador y causar serios problemas de seguridad. Las que siguen abajo son recomendaciones que ayudarán a evitar que esto suceda:

1. La sala de almacenaje de los contenedores y el colector de presión de la tubería deberían mantenerse a una temperatura que permita utilizar los índices deseados de alimentación.
2. Toda la tubería de gas bajo presión debe protegerse de corrientes frías (ventanas, puertas, sótanos, etc.) que podrían causar una re-licuación, porque cualquier cloro líquido que se forme será transportado por la corriente de gas al clorador.
3. Las instalaciones tal vez tengan que tener en cuenta un rastreador/monitoreo de bajos niveles de calor para la tubería de gas presurizada, fabricada de acero. Esto podría ser necesario para mantener la temperatura por encima del punto de re-licuación (Ver la Figura 7). No aplique otras fuentes de calor a las líneas de cloro. Este procedimiento debe ser revisado con una persona capacitada en el diseño, o la operación de sistemas de cloro.
4. Tal vez sea necesaria la adición de patas/trampas de goteo en los puntos de cambio de dirección de la tubería. Las trampas de goteo, equipadas con pequeños calentadores de pista, pueden ayudar a retirar cualquier transporte de líquido de un sistema al otro.

-
5. La reducción de presión por medio del uso de una válvula reductora de presión ayudará a prevenir la re-licuación en la línea de presión. Un regulador de vacío puede conectarse directamente al cilindro o al contenedor de tonelada, minimizando así el número de conexiones presurizadas. Esto permitirá que el sistema opere bajo vacío. Cuando los contenedores se juntan en red para lograr un índice más elevado de alimentación, el regulador de vacío o la válvula reductora de presión pueden ensamblarse al final de este sistema de distribución o colección.
 6. Incline la línea de presión de gas hacia abajo del equipo de alimentación hacia el contenedor de cloro.
 7. Examine los conectadores flexibles de cobre (cobre trenzado) periódicamente. Si se oye un ruido cuando se dobla la tubería, puede existir una corrosión interna y en ese caso es necesario substituir la tubería. Los conectores flexibles deben reemplazarse por lo menos una vez al año.
 8. Verifique cualquier corrosión externa en el equipo (válvulas, tubería, accesorios de tubería, etc.), pues podría ser una indicación de corrosión interna.

Esta sección provee información básica sobre el cloro líquido en forma de gas y los sistemas de tubería para el gas. (Ver el Folleto 6 del CI.)

Figura 7 – Presión del Vapor del Cloro Líquido



5.2.1 Tubería de Metal

El cloro seco puede ser o gaseoso o cloro elemental licuado, con un tenor muy bajo de agua. Todo el cloro disponible comercialmente se encuentra en cilindros, contenedores de tonelada, carros tanque, vagones tanque que lo despachan en la forma de cloro seco.

Por lo general, la tubería sin costura, de acero al carbono de Clase B de la ASTM A106-Schedule 80 es el que se utiliza cuando la temperatura del proceso varía entre -20°F a 300°F (-29°C a 149°C). Una construcción rosqueada o de tubos soldados puede utilizarse para diámetros de tubos de 1½ pulgadas o menos. Uniones soldadas y de brida pueden utilizarse para cualquier tamaño de tubería. Consulte todos los códigos aplicables de incendios y de construcción en lo relativo a las uniones soldadas o uniones de brida.

Algunos materiales de tubería de metal, incluyendo al titanio, aluminio, oro y estaño, **NO DEBEN** ser usados con el cloro seco. Los aceros inoxidable son propensos a una corrosión por estrés de cloro, y no deberían utilizarse en el servicio de cloro. Aún algunos materiales considerados como siendo compatibles con el cloro jamás deberían ser calentados cuando expuestos a o cuando contienen cloro. Gran parte de estos materiales pueden quemar en un entorno de cloro, liberando calor y gases de cloruro de metal. (Nota: el hierro y el acero son inflamables con cloro a aproximadamente 483°F [226°C]). Adicionalmente, el índice de corrosión del acero en un entorno de cloro aumenta de forma significativa, a temperaturas por encima de 250°F (121°C).

Los sistemas de tubería deben ser limpiados de forma cuidadosa, y secados antes de usarse (Ver el Folleto 6 de CI).

Es posible encontrar mayores informaciones sobre los accesorios, bridas, válvulas, tuercas, tornillos, conectores flexibles, compuesto o cinta de teflón para tuberías, y otros accesorios utilizados en tuberías de presión en el Folleto 6. Juntas de plomo o de asbestos se han utilizado. Podrá encontrar mayores informaciones sobre materiales aceptables para las juntas en el Folleto 95. Haga referencia al Folleto 164 para la compatibilidad de materiales.

5.2.2 Sistemas No-Metálicos de Tubería

Jamás se debe utilizar la tubería de plástico en el transporte de cloro líquido en las plantas de tratamiento. La tubería de plástico se usa tan solo bajo condiciones especiales, para soluciones de cloro gaseoso y soluciones de cloro/agua, después de que el cloro se inyecta del clorador, o cuando existe la posibilidad de que la humedad ingrese al sistema, como en una operación de cloración de gas. Las plantas de tratamiento usan en primer lugar la tubería de plástico para la tubería del vacío, entre el regulador de vacío y el eyector (inyector) o para las líneas de solución de cloro/agua del inyector hasta el punto de alimentación. Cuando las consideraciones estructurales llevan a tener alguna preocupación, es posible que se requiera el uso de tubería de acero. El acero no revestido no puede usarse en una línea de solución de cloro.

Las tuberías de cloruro de polivinilo (PVC), cloruro de polivinilo clorado (CPVC), acrilonitrilo estireno-butadieno (ABS), poliéster reforzado con fibra de vidrio (FRP), y polietileno (PE) pueden utilizarse bajo algunas condiciones (Folleto 6 de CI). Tuberías fabricadas de estos materiales se restringen para el manejo de cloro gaseoso bajo vacío o bajo presión de hasta 6 psig (41 kPa) de presión máxima. La tubería de plástico se vuelve resquebradiza en el servicio de cloro y tiene una vida útil limitada. Por ello, se recomienda una inspección periódica y su reemplazo.

Gran parte de la tubería de plástico de fluorocarbono también se adecua para usarse con el cloro gaseoso, pero debe utilizarse tan solo bajo las mismas condiciones que se aplican a otros tipos de tubos de plástico. Plásticos de fluorocarbono adecuados incluyen el politetrafluoretileno (PTFE), perfluoroalkoxi (PFA), polivinilideno fluoruro (PVDF) y el etileno clorotrifluoroetileno.

5.3 SISTEMAS DE VACIO

Sistemas de cloración a vacío operan bajo un vacío que se crea al tener el pasaje de agua por un sistema a Venturi. Gran parte de los cloradores que se ensamblan directamente en las válvulas del cilindro, o en el contenedor de tonelada, se han concebido para cerrarse y detener la liberación del cloro en caso de que se pierda el vacío. Este diseño puede constituir una característica importante para la seguridad, puesto que cualquier pérdida de vacío, incluyendo una fuga en la tubería, va a cerrar el flujo de gas.

5.4 VAPORIZADORES (EVAPORADORES)

Los vaporizadores (evaporadores) se han diseñado para convertir el cloro líquido elemental en gas de cloro. Se usan camisas de aislamiento de agua caliente o de vapor para proveer el calor necesario para la vaporización. El control de temperatura es crítico. Se requiere que se alivie la presión, por medio del uso de una válvula de seguridad con el disco de ruptura para los vaporizadores. Es necesario realizar una limpieza periódica, y se debe seguir las recomendaciones de los fabricantes (Ver Folleto 9 de Cl).

5.5 SOMETIENDO A PRUEBA LOS SISTEMAS Y ALIMENTACIÓN DE CLORO

Los sistemas de cloro requieren una prueba inicial bastante amplia, antes de que se pongan en servicio, así como pruebas periódicas de presión a lo largo de su vida útil. Los vaporizadores y los cloradores deben testarse según las recomendaciones de los fabricantes. Los sistemas de tubería deben someterse a prueba de acuerdo a lo que se recomienda en el Folleto 6 de Cl. Las mangueras flexibles, conectores, o tubos flexibles o trenzados deben pasar por una inspección visual, someterse a prueba para la presión, y ser reemplazados según lo que recomienda el fabricante. La inspección periódica debe ser parte del programa de mantenimiento preventivo de la planta. Se recomienda la sustitución de los conectores flexible una vez al año, como mínimo.

5.6 CILINDROS Y CONTENEDORES DE TONELADA CONECTADOS A UN COLECTOR

Los cilindros pueden ser conectados a un conector para retirar el cloro gaseoso. Los contenedores de tonelada pueden ser conectados para retirar el cloro líquido o en gas. Cualquier cilindro o contenedor de tonelada utilizado en conexión para la retirada de gas debe tener siempre la misma temperatura del cloro líquido. La conexión de la línea líquida requiere procedimientos especiales, para evitar la posibilidad de transferir el cloro líquido de un contenedor a otro en el mismo conector. Los contenedores de tonelada deben ser conectados juntos por medio de las válvulas (superiores) de vapor y de forma separada por medio de las válvulas (inferiores) de líquido. Después de efectuar la prueba de fugas en ambos conectores, todo el vapor de las válvulas (superiores) puede abrirse para igualar las presiones internas en los contenedores. Las válvulas conectadas de la línea de líquidos (inferior) pueden a su vez abrirse para alimentar la línea líquida del cloro al vaporizador. El Diseño 183 de Cl, " Conectando los Contenedores para la Retirada de Cloro Líquido," describe el sistema que se requiere, si dos o más contenedores se han conectado para la retirada del líquido.

5.7 CIERRE AUTOMATICO DEL CONTENEDOR

Se debe considerar usar dispositivos de cierre automático. Estos incluyen los actuadores, que cierran las válvulas del contenedor, además de separar las válvulas adyacentes a o cerca de las válvulas del contenedor. Ambas pueden operarse de forma remota, y por medio del uso de interruptores, con sensores de presión o con detectores de cloro. Dichos dispositivos existen para todos los tipos de contenedores en Norte América.

5.8 PAPEL DEL SUMINISTRADOR DE CLORO

El suministrador de cloro y/o el suministrador del equipo de cloración muy a menudo pueden ayudarle a entender mejor el concepto de una operación segura, el servicio, el mantenimiento del equipo de alimentación de cloro en gas (clorador) en las plantas de agua y de tratamiento de aguas residuales. El suministrador de agentes químicos puede con frecuencia ser el primer contacto del operador de la planta cuando se necesita ayuda o asistencia.

6. LA CONEXIÓN Y DESCARGA AL SISTEMA

6.1 TIPOS DE CONEXIONES

6.1.1 Cilindros

Cuando están en pie, los cilindros descargan gas. Cuando están conectados al sistema de descarga, los cilindros deben sujetarse para evitar que se muevan o que caigan. Se recomienda el uso de células de carga o de basculas para monitorear el contenido del contenedor durante la descarga.

Un yugo (yoke) y un adaptador que se utilizan con la Conexión 820 o 820C de CGA (yugo abierto o cerrado) es la conexión estándar a la válvula de salida del contenedor. (Ver la Figura 8) Una junta en la cara de la válvula es parte de la conexión, y se debe usar una junta nueva cada vez que se hace esta conexión. La Conexión CGA 660, que utiliza una empaquetadura rosqueada que se ajusta girándola a la válvula de salida no se recomienda para la conexión a la válvula del cilindro.

Las roscas en la válvula de salida no tienen el patrón cónico de roscas, y por lo tanto no son adecuadas para uso con los accesorios estándar de tubos.

Se debe utilizar una conexión flexible entre el cilindro y el sistema de tubería. Se recomienda el uso de tubos de cobre recocidos adecuados para soldadura. Se recomienda usar la Especificación ASTM B-88, siempre que el material suministrado tenga las dimensiones adecuadas. Como alternativa, algunos tipos de mangueras metálicas y no metálicas son aceptables. La conexión debe pasar por una inspección frecuente, y debe ser reemplazada cuando se hace evidente su deterioro. Es de suma importancia seguir las recomendaciones sobre mangueras flexibles que se encuentran en el Folleto 6 de CI.

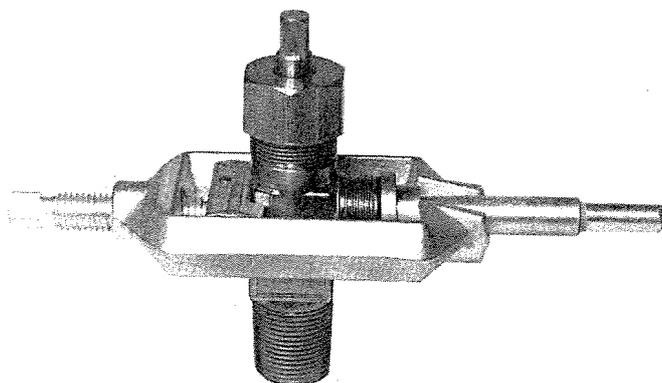


Figura 8 – Adaptador de Yugo Abierto - Tipo Conector

6.1.2 Contenedores de tonelada

El cloro puede descargarse como un líquido o como gas de los contenedores de tonelada. Los contenedores de tonelada se descargan en la posición horizontal, con las dos válvulas de descarga alineadas verticalmente. La válvula superior descarga el gas y la válvula inferior descarga el cloro líquido. Los contenedores deben asegurarse en una cuna, o sujetos firmemente para evitar que giren. Una cuna con rodamientos permite que se pueda girar el contenedor de tal forma que las dos válvulas de descarga estén alineadas verticalmente.

Los contenedores de tonelada usan una válvula similar a la de una válvula de cilindro. La principal diferencia es la falta de un fusible tapón en el cuerpo de la válvula. El Instituto recomienda el uso del yugo y del adaptador (CGA Conexión 820 o 820C) como la conexión patrón a la válvula de salida del contenedor. Una junta en la cara de la válvula es parte de la conexión, y se debe usar una nueva junta cada vez que se hace una conexión. La conexión rosqueada de la empaquetadura (CGA Conexión 660) no se recomienda para la conexión de la válvula de descarga. Las roscas de la válvula de acoplamiento o salida no son roscas cónicas patrón. Una conexión flexible debe utilizarse entre el contenedor de tonelada y el sistema de tubería (Sección 6.1.1).

6.1.3 Conexión/Desconexión y Descarga de los Contenedores de Cloro

Para los reguladores de vacío ensamblados en los cilindros o contenedores de tonelada, siga los procedimientos del fabricante para la conexión o desconexión al sistema. Por el contrario, proceda según lo que consta en la siguiente sub-sección:

6.1.3.1 Cilindros y Contenedores de tonelada - Descarga de Cloro Gaseoso o Líquido

El cilindro o el contenedor de tonelada deben sujetarse de forma segura. Al hacer la conexión a la válvula del cilindro o del contenedor de tonelada, se debe observar las siguientes precauciones:

- Usar o equiparse con el adecuado equipo de protección personal (Sección 8.2).
- Remover la tapa o capa de protección de la válvula.
- Cerciorarse de que la tuerca de presión por lo menos haya sido ajustada bien manualmente; de no haberlo sido, contactar al suministrador para asesoría.
- Asegurarse de que la válvula esté cerrada antes de remover la tapa.
- Remover la tapa de la válvula de salida. Observe que para los contenedores de tonelada con válvulas aliñadas verticalmente, las válvulas superiores dispensan el gas y las válvulas inferiores el líquido.
- Asegurarse de que la cara de la válvula esté limpia y suave.
- Usar una junta de anillo o de sellado adecuada al yugo y al adaptador del yugo con la válvula. **Jamás reutilizar estas uniones.**
- Ajustar el yugo para crear un sellado, pero no ajustar demasiado.

6.1.3.2 Operación /Descarga de la Válvula

- Utilizando una llave (50 pies/lbs de torsión máximo)/ no mayor que 8 pulgadas, abrir la válvula del contenedor para introducir muy brevemente el cloro al sistema y luego cerrar la válvula. **Jamás usar una barra de extensión o barra separadora en la llave.**
- Usando tan solo el vapor de una solución de agua amoníaco (hidróxido de amoníaco) de 26 grados Baume o más Sección 4.3.1), someter a prueba la interfaz yugo adaptador y el área de la empaquetadura de desgaste para detectar fugas. De encontrar fugas, tendrán que eliminarse antes de proceder (Subsección 4.3.1.1). Repetir este paso, si se ha encontrado una fuga.
- Usando una llave no mayor de 8 pulgadas, abra la válvula dando un giro entero. Esto es todo lo que se requiere para alcanzar índices máximos en el flujo del gas.

- Abrir las válvulas apropiadas en el sistema de tubería.
- Verificar una vez más las fugas usando tan solo los vapores de una solución de amoníaco.

6.1.3.3 Desconexión de los Cilindros y Contenedores de Tonelada

Es necesario ejercer suma cautela al desconectar cilindros o contenedores de tonelada que no están vacíos (Si los sistemas están equipados con reguladores de vacío de cambio automático, consulte la literatura del fabricante para los procedimientos de conexión y desconexión). Esto es especialmente crítico en los sistemas que alimentan el cloro líquido. Proceda con cuidado de la siguiente forma:

- Use o equípese con el equipo adecuado de protección personal (Sección 9.2).
- Usando una llave de torsión, cierre la válvula del cilindro o contenedor de tonelada a un torsión de 25 a 30 pie- libras.
- Permita que se reduzca la presión el sistema hasta 0 psig, utilizando el equipo de alimentación de gas para consumir cualquier cloro residual, y aplique el vacío según lo que sea adecuado para el diseño de su equipo. Cuando los calibres indiquen 0 psig o vacío, se puede cerrar la válvula del sistema de tubería apropiado.
- Si hay alguna fuga (la presión aumenta en la línea cerca del contenedor), aumente la torsión a 40 pie-libras y haga una nueva prueba para fugas. Si persiste la fuga, use un máximo de 50 pie-libras de torsión en el vástago de la válvula y vuelva a repetir el procedimiento arriba.
- Si la válvula aún tiene una fuga a los 50 pie-libras, contacte a su suministrador para oír sus recomendaciones.
- Si la presión en la línea conectada al cilindro o a la válvula de tonelada sigue constante en la posición de o por debajo de la posición de 0 psig, se puede soltar y desconectar el yugo.
- Verifique que la empaquetadura de salida esté en su lugar y coloque nuevamente la tapa de la válvula de salida.
- Proteja el adaptador del yugo y la línea de cloro del ataque de humedad y de aire húmedo.
- Coloque una capa de válvula o tapa en el cilindro y contenedor de tonelada según sea y marque que está vacío.
- Coloque el cilindro o contenedor de tonelada en una localización adecuada para contenedores vacíos.

6.1.4 Carros tanque y Vagones tanque

Los carros tanque de cloro no deben ser conectados o desconectados jamás por una persona que no esté plenamente capacitada con respecto al cloro, el diseño del carro, y el sistema de descarga. Cada organización debe tener su propio programa de capacitación, que abarque todos estos rubros. Detalles pertinentes van más allá el alcance de este documento. Ver los Folletos 49 y 66 del CL. El proveedor de cloro también puede ayudar a capacitar al personal responsable de la conexión y descarga el cloro de los carros tanque o vagones tanque.

Abrir la válvula angular demasiado rápido o permitir índices de flujo inusualmente altos llevará al cierre de la válvula de exceso de flujo. Si ocurre esto, se debe cerrar la válvula angular y dejarla cerrada hasta que la esfera de metal en la válvula de flujo excesivo vuelva a su lugar con un clic audible. Si la esfera no vuelve a su lugar, contacte a su proveedor de cloro y solicite ayuda. Al descargar el cloro, la válvula angular debería estar totalmente abierta y **no se debe usar jamás** para controlar el índice del flujo.

Se debe considerar el uso de sistemas de cierre automáticos y pueden ser exigidos por los códigos y reglamentaciones locales (Ver Folleto 57 del CI).

6.2 RELACIÓN DE PRESIÓN/TEMPERATURA DEL VAPOR

En la Figura 7, hay una gráfica que muestra la relación entre la presión del vapor del cloro y la temperatura del cloro líquido. De esta Figura se desprende que la presión del vapor aumenta significativamente, a medida que aumenta la temperatura del cloro. Por consiguiente, los índices de flujo del cloro también pueden variar, dependiendo de la temperatura del cloro líquido.

Es posible que a temperaturas sumamente bajas, un medidor de presión indique cero PSIG, e indique que el recipiente de cloro está vacío, cuando, de hecho, la presión del vapor de cloro es baja debido a la baja temperatura de resto del cloro líquido en el contenedor. Una situación similar puede ocurrir si el gas de cloro se retira demasiado rápidamente de los cilindros y contenedores de tonelada.

El resto del cloro líquido puede enfriarse por medio del gas que se evapora, y resultar en una presión de vapor reducida.

Los carros tanque y los vagón tanques pueden necesitar ser rellenados con (Folletos 49 y 66 del CI) con aire seco sin aceite o nitrógeno, con un punto de rocío de -40°F (-40°C) o menos para poder mantener índices aceptables de descarga. Si se rellena un carro tanque, y el líquido se envía por tubería a un vaporizador (evaporador), se debe tomar cuidado en la operación de vaporización. Esta alta presión falsa va a necesitar más calor para aumentar la temperatura del líquido hasta el punto de ebullición (vaporización). Podría ocurrir un transporte de líquidos. **Alerta: El rellenado con aire no es una práctica aceptable para la descarga de cilindros y de contenedores de tonelada.**

6.3 INDICES DE DESCARGA /ALIMENTACION

6.3.1 Índice de Alimentación de Cilindros

Los fabricantes de cloradores usan la aproximación de que los cilindros de cloro pueden ser descargados como gas a un sistema de vacío, a un índice continuo de 1 a 1.5 lb/día/°F de temperatura ambiente. Por ejemplo, un sistema de vacío a 70°F (21°C) de temperatura ambiente puede alcanzar un índice de alimentación de 70 a 105 lb (32 a 48 Kg) cada 24 horas. Se puede lograr índices más elevados durante cortos periodos de tiempo, pero el índice disminuye a medida que la vaporización enfría el resto del cloro líquido.

6.3.2 Índices de Alimentación de Contenedores de Tonelada

Para la descarga de gas de cloro, un índice de descarga continuo y confiable sería de 6 a 8 lb/día/°F a la línea, con una presión de un calibre de menos de 35 psi (241 kPa). A 70°F (21°C), se puede lograr un índice de 420 a 560 lb/día (191 a 255 Kg/día), y es posible exceder este índice y mucho durante cortos periodos de tiempo. Un índice de alimentación de 528 lb/día (240 Kg/día) es posible cuando la descarga se hace a un sistema de cloración a vacío.

El índice confiable continuo de descarga el cloro líquido es de por lo menos 400 lb/hr (181 kg/hr) a 70°F (21 °C) y contra una presión en la línea de descarga de 35 psi (241 kPa).

Los contenedores de tonelada no deben jamás ser rellenos con aire o nitrógeno.

6.3.3 Índices de Descarga de Carros Tanque y Vagones Tanque

El flujo máximo para la descarga de carros tanque y de vagones tanque es determinado por el índice de las válvulas de exceso de flujo. Los carros tanque están equipados con válvulas de exceso de flujo por debajo de todas las cuatro válvulas angulares. Las válvulas de exceso de flujo del líquido tienen índices de 7,000 lb/hr (3,200 kg/hr). Cualquier índice aunque instantáneo que exceda este valor asentará la válvula de exceso de flujo y detendrá el flujo (Folleto 49 del CL).

Los vagones tanque están equipados con válvulas de exceso de flujo debajo de las dos válvulas angulares de líquido localizadas en el centro longitudinal de carro. Pueden tener índices o a 7,000 lb/hr (3,200 kg/hr) o a 15,000 lb/hr (6,800 kg/hr). Mientras que los usuarios de gran escala puedan tener que conectarse a las dos válvulas líquidas para la descarga, es poco probable que una planta de tratamiento necesite hacer esto (Ver Folleto 66 del CL).

7. PREOCUPACIONES DE CONSTRUCCION/ESTRUCTURALES

7.1 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

Los códigos locales de incendios y de construcción pueden regir los requisitos para la construcción o para estructuras utilizadas para el almacenaje o la alimentación del cloro. Es crucial realizar consultas con los funcionarios del gobierno local, para determinar cuál es el código y el año del código que se aplica a estos casos. Los edificios en que se almacena el cloro deben ser contruidos con material no combustible, y deben estar sin ningún material inflamable. Cualquier edificio que abrigue equipo o contenedores de cloro debe concebirse y construirse de tal forma de proteger todos los elementos del sistema de cloro de los peligros de incendios.

Si se almacenan o procesan materiales inflamables en el mismo edificio, es necesario construir una pared anti-fuego para separar el cloro de los materiales inflamables. Se recomienda una construcción resistente al fuego

7.2 SISTEMAS ELÉCTRICOS

El cloro no ha sido clasificado como un gas inflamable; por lo tanto, no existen requisitos especiales en lo que respecta los sistemas eléctricos. No obstante, el gas de cloro es extremadamente corrosivo y, en la eventualidad de una fuga, el sistema eléctrico en la instalación de cloro podría malograrse debido a la corrosión.

7.3 VENTILACIÓN Y APERTURAS DE AIRE

7.3.1 Ventilación

El Instituto recomienda que los requisitos de ventilación se determinen en base a los locales específicos. Los códigos de incendio o de construcción pueden dictar el índice mínimo aceptable de ventilación (Ver Folleto 65 del CI).

Se debe utilizar salvaguardas para asegurar que el personal, sin el equipo de protección adecuado, no pueda ingresar o permanecer en los edificios en que está presente el cloro, debido al potencial de una fuga o de fallas en el equipo.

7.3.2 Aperturas de Aire

El gas cloro es más pesado que el aire, y se acumula al nivel del piso. La entrada del aire de escape debería estar localizado en o cerca del nivel el piso. La descarga del aire de escape debería estar en una localización segura. Una entrada elevada de aire fresco debe proveerse y debe posicionarse para permitir una ventilación cruzada adecuada. Múltiples entradas de aire fresco y ventiladores pueden ser necesarias para facilitar una ventilación adecuada. De usarse, los ventiladores deben poder operarse a partir de una ubicación remota segura.

7.4 CALEFACCIÓN

Las salas en las que se almacenan los contenedores de cloro deben mantenerse a temperatura normal interna de 60° a 70°F (15° a 20°C), para facilitar los índices de descarga de gas de los contenedores. El equipo de cloración debe alojarse en una sala con la misma temperatura, o con temperatura más elevada. Sin embargo, la temperatura en las áreas de almacenaje y uso del cloro jamás deben exceder los 130°F (54°C).

7.5 SISTEMAS DE ABSORPCION Y DE CIERRE AUTOMATICO

Los códigos locales de incendio y de construcción deben consultarse para poder definir si se requieren sistemas de absorción de cloro (scrubbers). Los scrubbers son sistemas que eliminan el cloro del aire, y son eficaces en la contención de liberaciones de cloro.

Los Kits de Emergencia de Cl o recipientes de contención de cilindros y personal capacitado para detener o contener las fugas de cloro son apropiados para la mayoría de las localizaciones (Secciones 3, 4.3, y 9). Cualquier requisito para sistemas de absorción de cloro debe basarse en una evaluación de riesgo, que tenga en cuenta la cantidad de cloro en el local, y la proximidad a y el impacto potencial de las poblaciones y de las instalaciones cercanas.

Los actuadores automáticos o válvulas se pueden ubicar sobre o cerca del cilindro o del contenedor de tonelada. Pueden activarse por medio de un detector de cloro, alarma de incendio, detector sísmico o por medio de un conmutador remoto. Dispositivos de cierre automático se mencionan actualmente en el I.C.C. y en los Códigos de Incendio y de Construcción del NFPA.

7.6 SISTEMAS DE ROCIADORES

El Instituto del Cloro NO recomienda rociadores para las áreas de almacenaje y uso de cloro que son construidos de materiales no combustibles, y que siempre estén libres de cualquier material inflamable; sin embargo, algunos códigos de incendio y de construcción aún los requieren. Si se instalan los rociadores, deben utilizarse únicamente para apagar incendios, o para enfriar los contenedores amenazados por el incendio. Los rociadores no son efectivos en mitigar una fuga de cloro, ni sirven como sistemas de abosrción de cloro. La presencia de agua (humedad) y cloro puede causar corrosión y exacerbar una fuga.

7.7 SALIDAS Y VENTANAS

Todas las salidas deben ser claramente identificadas. Todas las puertas de salida deben abrir hacia el exterior y deben estar equipadas con hardware anti-pánico que permite una apertura fácil. Las puertas de salida interna no se recomiendan. Cada sala debe contener por lo menos una ventana para que se pueda ver hacia adentro, sin necesitar ingresar al edificio. Todas las ventanas deben ser hechas de material resistente al fuego y anti-ruptura. Es necesario revisar también los códigos locales de incendios y de construcción.

7.8 DETECCION DE GAS

Las instalaciones que utilizan o almacenan cloro deben tener un equipo de detección de gas instalado, para el monitoreo de liberaciones de cloro. Este equipo es particularmente importante cuando la instalación no tiene personal las veinticuatro horas al día. Los detectores de cloro deben designarse y mantenerse de forma adecuada, para alertar al personal de la planta o para alertar a los rescatistas y otros en una localización remota acerca de una liberación.

Si los monitores se están utilizando para la detección de fugas, en lugar de usarlos para el monitoreo de límites de exposición según el OSHA- Administración de Seguridad Ocupacional y de la Salud (Folletos 1 o 65 del CL) pueden ser necesarios diferentes ajustes de alarmas. Debe existir información pertinente del fabricante del equipo de detección en la planta (Folleto 73).

8. **SEGURIDAD**

Las instalaciones de cloro deben protegerse contra el ingreso accidental o forzado o no autorizado de personas. La vulnerabilidad de cada instalación debe evaluarse, para poder determinar cuál es la extensión de la seguridad que se necesita. La decisión sobre el tipo de seguridad va a depender de factores como la localización, proximidad a otros edificios, códigos locales y así sucesivamente. Los edificios y las áreas deben ser circundados por una cerca, se deben colocar señales de alerta y los portones y puertas deben estar trabadas. El acceso debe ser totalmente restringido, y tan solo el personal involucrado con el manejo de cloro debe poder ingresar al área. (Ver CI Plan de Gestión de Seguridad para el Transporte y Almacenaje in Situ y Uso de Cilindros de Cloro, Contenedores de Tonelada y Carros Tanque, 15 de Agosto, 2003.)

9. **ENTRENAMIENTO DE EMPLEADOS, SEGURIDAD Y EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL**

9.1 ENTRENAMIENTO DEL PERSONAL DE PLANTA

9.1.1 General

La seguridad en el manejo del cloro depende mucho de la efectividad y eficacia del entrenamiento de los empleados, de las instrucciones de seguridad, y del uso del equipo adecuado de protección. Es responsabilidad del empleador capacitar a los empleados, documentar dicha formación como sea necesario, y garantizar que la capacitación cumpla plenamente con las reglamentaciones (Ver Folleto 85 del CI).

Es responsabilidad de los empleados llevar a cabo de forma segura los procedimientos y utilizar adecuadamente el equipo de seguridad. El Instituto del Cloro mantiene un gran número de publicaciones y otros materiales para ayudar a los usuarios finales en el desarrollo de programas de capacitación que sean útiles. Ver el Catálogo del Instituto del Cloro para la lista completa.

Las regulaciones de OSHA definen los requisitos de entrenamiento para el personal de respuesta a emergencias. Dicha regulación identifica varios niveles de capacitación, dependiendo de la tarea de emergencia desarrollada, cada una con sus respectivos requisitos mínimos (Ver 29 CFR, 1910.120).

Adicionalmente a la capacitación de OSHA, como mínimo, la capacitación de un operador de cloro debe incluir los siguientes temas:

- Propiedades del Cloro (Secciones 2.2 y 2.3)
- Peligros para la Salud (Sección 2.3.3)
- Contenedores de cloro (Sección 3)
- Transporte, almacenaje y manejo de los contenedores de cloro (Sección 4)
- Conexión, desconexión y descarga de los contenedores de cloro(Sección 6)
- Fugas de Cloro (Sección 4.3)
- Primeros auxilios (Sección 11)

9.1.2 Soporte y Proveedores

Los proveedores de equipo y de agentes químicos pueden ser fuentes valiosas de información. Estas empresas con frecuencia tienen manuales de seguridad y de manejo, folletos, videos, y otros materiales que pueden ser usados por los clientes. Información similar está disponible a través de varias asociaciones y organizaciones nacionales (Secciones 9.1 y 9.3, y Sección 13.2.)

9.1.2.1 Hojas de Seguridad de Materiales y Otra Literatura

Los proveedores son responsables de proveer la hoja de datos de seguridad de materiales (MSDS) que contiene una evaluación pormenorizada de las características químicas, peligros y otra información relativa a la salud, seguridad y el medio ambiente. Estas hojas proporcionan la siguiente información:

- Identificación de la composición química, Número de Registro Químico (CAS) número, fórmula, peso molecular y sinónimos.
- Datos físicos sobre los puntos de ebullición, congelación y fusión, gravedad específica, solubilidad y presión del vapor.
- Información sobre reactividad, tal como la incompatibilidad, productos de descomposición y el potencial de polimerización.
- Datos sobre los peligros para la salud debido a los efectos de la exposición (aguda y crónica), límites permisibles de exposición y señales de alerta.
- Potencial de impacto ambiental, tales como los efectos sobre el medio ambiente y regulaciones pertinentes sobre el despacho y otras regulaciones federales.
- Métodos de control de exposición, tales como medidas de protección personal y controles administrativos y de ingeniería.
- Prácticas de trabajo, tales como el manipuleo y procedimientos de almacenaje, limpieza normal y métodos de disposición de residuos.
- Procedimientos de emergencia en el manejo de derrames, incendios y explosiones, así como procedimientos de primeros auxilios.

Esta información vital y básica debe ser accesible a todos los empleados como una fuente de referencia.

9.1.2.2 Asistencia en Emergencias

Algunos proveedores de cloro tienen la pericia técnica, y el equipo que se puede poner a disposición del cliente durante una emergencia. La disponibilidad de esa asistencia en emergencias debe acordarse antes de empezar a manejar y lidiar con cloro. Si se requiere ayuda adicional, contactar a CHEMTREC en el 1-800-424-9300 (ver Tabla 5 para Canadá, Alaska y Hawái.) CHEMTREC va a activar a CHLOREP, si necesario.

9.1.3 Otras Fuentes de Información para la Capacitación

El Instituto del Cloro mantiene materiales de capacitación y otras publicaciones que se pueden encontrar en el Catálogo del Instituto del Cloro, que organiza los temas en sub-categorías específicas de la industria, tales como Agua y la Industria de las Aguas Residuales (Ver Sección 13.1.).

Tabla 5. Lista e Verificación Típica para Acciones de Emergencia

<u>Acción</u>	<u>Realizado por</u>	<u>Fecha/Tiempo</u>
Alertar al personal clave de la planta.	Descubridor del problema	
Activar al equipo de respuesta a emergencias si está en la planta.	Operador de planta	
Determinar gravedad de la situación.	Operador de planta	
Asegurar que los empleados están localizados en un área segura, estén adecuadamente equipados y protegidos y todos identificados adecuadamente.	Operador de planta	
Alertar a las autoridades respectivas fuera de la planta.	Operador de planta	
Asegurar que los empleados que pueden haber sido expuestos reciban supervisión médica y tratamiento, si necesario.	Operador de planta	
Intentar detener o controlar la liberación o fuga.	Equipo de respuesta/socorristas	de
Obtener asistencia externa: Proveedor o CHLOREP vía CHEMTREC E.E.U.U. Continental.: 1- 800-424-9300 Alaska, Hawái, D.C.: 1- 703-527-3887 Canadá: A cobrar - 1- 613-996-6666	equipo	
Controlar el incidente.	Coordinador en la planta	
Determinar cuándo reanudar las operaciones normales.	Coordinador en la planta	
Proveer informe de cierre/resolución del incidente.	Coordinador en la planta	

9.2 EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y SEGURIDAD

9.2.1 Recomendaciones Generales

Los empleados con enfermedades respiratorias o capacidad respiratoria reducida deben evitar trabajar en situaciones en las que sería posible una exposición al cloro. Los usuarios de cloro deben adoptar o implantar un programa de supervisión y vigilancia médica adecuado a sus necesidades (Ver Folleto 63 del CI).

9.2.1.1 Vestimenta

En las áreas generales de la instalación, o en los edificios donde se utiliza y almacena el cloro, no se requiere vestimenta especial para los operadores que llevan a cabo operaciones de rutina de la planta. Sin embargo, pantalones, camisas con mangas, gafas de seguridad con protección lateral o *gafas aprobadas para uso con productos químicos peligrosos*, cascos y zapatos de seguridad deben utilizarse o estar a disposición, según lo que rige la práctica de la planta. Deben estar exentas de aceite o grasa (Ver Folleto 65 de CI).

9.2.1.2 Protección Respiratoria

Todo el personal que ingresa a las áreas en que se almacena o maneja el cloro, deben portar o tener a disposición inmediata un respirador tipo escape. Máscaras de cartucho químico, cartuchos de filtro o de cara entera, o máscaras de gas ofrecen protección adecuada y temporal, siempre que el contenido de oxígeno en el aire sea mayor que 19.5%, y que la concentración del cloro no exceda la capacidad nominal o clasificada del respirador. La necesidad de proteger los ojos del cloro debe ser parte de la evaluación del equipo respiratorio adecuado.

El aparato autónomo de respiración (**SCBA**), que cubre toda la cara, se requiere al realizar tareas en que puede estar presente el cloro, al menos que un muestreo del aire constata que la concentración del cloro es tan baja que una protección respiratoria de bajo nivel sería suficiente o adecuada. Los socorristas en casos de emergencia deben recibir capacitación regular y programada, así como bien documentada, para asegurar su competencia con el SCBA. Este aparato SCBA debe estar localizado en el sitio o en localizaciones aceptables. Si se han hecho arreglos para utilizar un grupo externo de respuesta a emergencias, los rescatistas y el aparato podrán estar localizados fuera de la planta o sitio.

Se requieren pruebas de colocación de las máscaras y programas regulares de mantenimiento para el equipo respiratorio. Todo debe documentarse (29 CFR 1910.134(f) y Apéndice A, (h) y (m)) (Ver Folleto 65 de CI).

9.2.2 Recomendaciones Específicas

Esta sección se refiere tan solo a la necesidad de equipo de protección personal (EPP) en lo relativo a rupturas iniciales de línea y a las operaciones de rutina de carga y descarga de contenedores realizadas por el personal de la planta de tratamiento. Las operaciones de respuesta a emergencias se discuten en la Sección 9.

Estas recomendaciones deben ser complementarias a los siguientes documentos de la instalación:

- Procedimientos escritos de operación y mantenimiento
- Plan de respuesta a emergencias (PRE)
- Programas establecidos para la capacitación del personal

Se supone que la instalación ha realizado un trabajo de análisis detallado de la seguridad del trabajo para tareas definidas que se desempeñan. Si dicho análisis concluye que un nivel inferior de EPP's es adecuado para el empleado (s) que desempeña la tarea, entonces ese nivel de EPP debe estar totalmente compatible con estas recomendaciones.

9.2.2.1 Salto o ruptura de Línea

Una ruptura de línea se define como la apertura de una línea, de una sección de una línea, de un recipiente u otro equipo que contiene o que anteriormente contenía cloro e incluye equipo que se ha devuelto al servicio de cloro y que se reabre a la atmósfera. Una ruptura de línea inicial se considera como una actividad de mantenimiento, y no incluye el acto de conectar o desconectar a los contenedores para la carga y/o la descarga u otras actividades de muestreo del material.

Para las rupturas de línea que se han desempeñado de forma rutinaria en el pasado, y que han demostrado que las técnicas de evacuación y los procedimientos de mantenimiento utilizados no resultan en concentraciones de cloro que exceden o el límite máximo de OSHA, ni la clasificación de seguridad del respirador, entonces se aplican las siguientes recomendaciones para los EPP's (Ver Folleto 65 de CI):

- Para gas de cloro, utilizar un respirador purificador de cara entera
- Para cloro líquido, utilizar un respirador purificador de cara completa y guantes que ofrezcan protección térmica.

9.2.2.2 La descarga del cloro

Para una instalación que cumple con lo siguiente:

- Tiene experiencia en la descarga del cloro;
- Está equipada con un sistema de purga o y tubería de evacuación, mangueras y otros equipos de descarga;
- Ha tenido una medición de muestreo de higiene industrial que fundamenta que la técnica que se utilice resulta en una concentración de cloro por debajo del promedio ponderado en el tiempo (TWA) y un techo de exposición de corto plazo (STEL);
- Tiene procedimientos escritos de operación y mantenimiento;
- Y ha capacitado a sus empleados.
- Para el gas cloro, no se requiere ningún EPP especializado
- Para el cloro líquido, no se requiere ningún EPP especializado

Si los procedimientos de carga/descarga resultan en una concentración de cloro que excede el nivel de TWA, o el nivel del techo de STEL, pero no excede la clasificación de seguridad del respirador, se aplican las siguientes recomendaciones (Ver Folleto 65 CI):

- Para el gas de cloro, utilizar un respirador purificador de cara completa
- Para el cloro líquido, utilizar un respirador purificador y guantes que proporcionan protección térmica

De no haberse desempeñado la parte de las pruebas o el trabajo de evaluación, o si se ha realizado con resultados que demuestran que los niveles de cloro exceden la clasificación de seguridad del respirador, se aplican las siguientes recomendaciones (Ver el Folleto 65 de CI):

- Para el gas de cloro, utilizar un respirador que suministre aire
- Para el cloro líquido, utilizar un respirador de suministro de aire y guantes que proporcionan protección térmica

9.3 OTROS EQUIPOS DE SEGURIDAD

Una fuente lavaojos y una ducha de emergencia deben estar localizadas cerca del potencial sitio de la exposición, pero no tan cerca como para no poder utilizarse en caso de una emergencia. El camino a la unidad debe permanecer totalmente desobstruido. Existen normas OSHA que definen los parámetros del lavaojos y de la ducha de emergencia, es decir; índices de flujo y temperatura, además de otras consideraciones como la protección contra el congelamiento (29 *CFR* 1910.151(c)).

10. EMERGENCIAS DE MANEJO

10.1 PLANIFICACIÓN

La presencia y el uso de cloro pueden representar un peligro potencial, tanto para los empleados de la instalación, como para la comunidad que la rodea. Como reconocimiento de este potencial, la ley federal y muchas leyes estatales requieren que se preparen planes escritos de emergencia, para evitar, mitigar y orientar la respuesta a una liberación de cloro. Hay por lo menos dos esfuerzos de planeación que se requieren para las instalaciones de tratamiento de agua o de aguas residuales: una que se refiere a la protección de la comunidad contra una fuga de cloro, y la otra a la protección de los empleados.

Antes de redactar un plan de emergencia, se recomienda realizar una evaluación de riesgo de la instalación. La evaluación de riesgo es el proceso de recopilar y analizar la información, para poder determinar cuáles son los riesgos químicos y los riesgos del proceso que están presentes en la instalación, y que podrían tener un impacto en los empleados o en el público. Los sitios con más de 1,500 lb de cloro en un único proceso deben realizar la evaluación de riesgo, siguiendo las reglamentaciones de la Gestión de la Seguridad del Proceso (PSM) estipuladas por OSHA, en la Sección 1910.119 del 29 *CFR* (Apéndice C). La Agencia de Protección Ambiental (EPA) requiere un plan de gestión del riesgo (RMP) para aquellos sitios en que el cloro exceda 2,500 lb en un único proceso, como consta en el 40 *CFR* 68 (Apéndice D).

Cuando se publicó este documento, había dos planes genéricos de gestión que incluían el cloro y que podrían ofrecer información útil en la preparación de planes adecuados a instalaciones específicas. Uno, concebido para plantas de tratamiento, fue preparado por la EPA y por la Fundación de Investigación de la Asociación de Sistemas de Agua Potable (Research Foundation of the American Water Works Association) (AWWA), La Metodología de Evaluación de Riesgo para estaciones de Agua (The Risk Assessment Methodology for Water Utilities (2003). La otra, disponible el Instituto del Cloro (Folleto162 del CI), se aplica a las plantas de embalaje de cloro, y a los fabricantes del hipoclorito de sodio. Estos planes podrán ser de utilidad en la preparación de planes de manejo o gestión de riesgo (RMP) para las plantas de tratamiento.

El plan de gestión de riesgo debe tener en cuenta temas como el monitoreo, detección y equipos de alarma. La selección del personal apropiado de emergencia, asignación de responsabilidades, estimación de la cantidad de liberaciones, asistencia mutua (suministrador, materiales peligrosos, equipos [HAZMAT], brigadas de bomberos o estaciones de bomberos, etc.), necesarios para los requisitos de notificación (en la instalación y fuera de la instalación), proceso de toma de decisión, primeros auxilios y la contención son todos temas que se debe abarcar en un conjunto de procedimientos en el plan escrito.

Consideraciones adicionales de la planificación deben incluir la pericia técnica, instrumentación científica, equipo pesado y vehículos de transporte que se pueden necesitar durante una emergencia. Un inventario de los rubros disponibles localmente debe estar a disposición de los rescatistas. De la misma forma, es necesario conocer las localizaciones de los kits de emergencia para cilindros, contenedores de tonelada, carros tanque y vagones tanque. Se debe conocer además la disponibilidad de aparatos respiratorios de emergencia, duchas y estaciones para el lavado de ojos, así como sus localizaciones.

10.2 ESTABLECIMIENTO DE PROCEDIMIENTOS

Los procedimientos de respuesta a emergencias describen los esfuerzos de los empleados fuera del área inmediata de la liberación, y de otros socorristas designados al lidiar con una ocurrencia que resulta, o que podría resultar, en una liberación incontrolable de una sustancia peligrosa. Las respuestas dadas por empleados, o por el personal de mantenimiento, a las liberaciones incidentales de sustancias peligrosas en que se puede absorber la sustancia, neutralizarla o controlarla de otra forma en el momento de la liberación, no son consideradas como siendo respuestas de emergencia (29 CFR 1910.120).

Los procedimientos establecidos deben esbozar cuál debe ser la coordinación y comunicación adecuada entre el personal de planta, la gerencia de la planta, y las agencias u órganos externos. El personal de respuesta de la comunidad, como mínimo, debe incluir a la brigada de bomberos, al departamento de policía, al personal médico de emergencia, y equipos HAZMAT. Las regulaciones estatales o locales pueden incluir algunos requisitos adicionales.

Cada planta de tratamiento debe crear su propia lista de verificación de emergencias, que debería estar disponible fácilmente para todo el personal, como ayuda en la respuesta. La Tabla 5 lista las acciones claves más comunes que se deben emprender en el caso de tener una emergencia con cloro. Debe considerarse como un guía para ayudar en el tratamiento del operador de la planta. Una asistencia más detallada se encuentra a disposición de OSHA, EPA, y de las agencias regulatorias del país.

Está disponible además la asistencia e información durante el proceso de planificación, de los proveedores de cloro y del Folleto 64 del CI. En una situación de emergencia, los socorristas deben ser llamados en el orden impuesto por el plan de respuesta a emergencias (PRE). Estas pueden incluir el servicio contra incendios, el proveedor de cloro, o cualquier otro equipo local de respuesta a emergencias. Si no logra obtener asistencia durante una emergencia, puede contactar a CHEMTREC, llamando al número 800 gratuito en sus documentos de embarque (ver Tabla 5). CHEMTREC se ha designado en primer lugar para ofrecer ayuda en emergencias de transporte, y debe utilizarse en otras situaciones tan solo como el último recurso.

10.3 ENTRENAMIENTO

10.3.1 Materiales y Fuentes

Existen programas de entrenamiento y materiales disponibles de una gran variedad de fuentes, incluyendo a los proveedores de cloro, agencias gubernamentales estatales y locales y organizaciones como el CI, AWWA, WEF, y el NFPA. El mejor punto de partida para poder identificar estos recursos para la formación es el comité local de planificación para emergencias (LEPC) de su región (Contacte a su Comisión Estatal de Respuesta a Emergencias para información sobre el LEPC), así como a su proveedor. (Ver W-Video del CI.)

10.3.2 Personal de la Instalación

Los empleados de la planta de tratamiento deben ser entrenados según un plan de respuestas a emergencias, en procedimientos de seguridad para el manejo y uso del cloro, así como en el uso de aparatos de respiración y otros equipos que se aplican al caso. Los requisitos de entrenamiento dependerán de los roles y responsabilidades específicas de los empleados. Cada planta debe tener un programa de entrenamiento personalizado, según sus necesidades específicas en el tipo de instalación, tipo y número de contenedores de cloro y número de empleados. El sitio debe mantener documentación escrita de todo el entrenamiento ofrecido

10.3.3 Rescatistas o Socorristas

Los requisitos de entrenamiento para los socorristas se basan en el nivel de respuesta (Tabla 6) y el tipo de responsabilidad o tarea asignada a cada socorrista. La siguiente lista incluye una diversidad de niveles de respuesta de los que podrían estar presentes en el local de una emergencia, y breves descripciones acerca de sus responsabilidades:

- **Primer Socorrista, Nivel de Conocimiento:** Personas que, durante el curso de sus tareas normales, pueden ser los primeros en llegar al local de la emergencia que involucra una sustancia peligrosa. Se espera que ellos informen a las autoridades adecuadas, de acuerdo a lo indicado en el plan de respuesta a emergencias, y que no hagan nada más.
- **Primer Socorrista, Nivel de Operaciones:** Personas involucradas en la respuesta inicial a una liberación o fuga potencial de una sustancia peligrosa, con el propósito de proteger a las personas que están cerca del local, al medio ambiente, o la propiedad, de los efectos de la liberación. Se han entrenado para responder de forma defensiva, sin intentar detener la liberación de hecho. Su función es la de contener la liberación desde una distancia segura, prevenir que se disemine y evitar exposiciones.
- **Técnico de Materiales Peligrosos:** Personas que responden a una liberación o liberación potencial, con el objetivo de detener dicha fuga. Asumen un rol más protagónico y agresivo que los primeros socorristas a nivel de operaciones, porque abordarán el local de liberación con el intento de utilizar un parche, un punto de conexión de la fuga y para detener la liberación.
- **Especialista en Materiales Peligrosos:** Personas que responden con y proveen soporte al técnico de materiales peligrosos. Sus deberes son iguales a los del técnico, pero requieren que esta persona tenga conocimientos más pormenorizados y específicos de las diversas sustancias que debe contener. El especialista puede actuar en el local como un enlace con las autoridades locales, estatales, federales y gubernamentales, en lo que se refiere a las actividades de la planta.
- **El Comandante del Incidente In Situ:** La persona que es responsable de conducir y coordinar todos los aspectos de un incidente peligroso.
- **Personal Capacitado de Soporte:** Personas que tienen la habilidad de operar equipos específicos (ej., grúa o retroexcavadora) y que se necesitan temporalmente para realizar un trabajo puntual de soporte durante una emergencia.
- **Empleados Especialistas:** Personas que, en el curso de sus deberes normales de trabajo, trabajan con y se capacitan en los peligros planteados por sustancias peligrosas específicas, y que pueden ser llamados para brindar asesoría o asistencia técnica.

Va más allá del alcance de este Folleto proveer detalles de un programa de entrenamiento para los socorristas en emergencias; no obstante, en la Tabla 6 encontrará un resumen de los requisitos del entrenamiento para cada nivel de socorrista. Los requisitos reales de la capacitación para cada nivel constan en el 29 *CFR* 1910.120. Como cambian las regulaciones, será necesario realizar una revisión periódica del 29 *CFR*.

Tabla 6. Resumen de los Requisitos de Entrenamiento de Socorristas de HAZMAT

Nivel de Respuesta	Requisito Mínimo de la Capacitación
Nivel de Consciencia o conocimiento	Entender sobre los materiales peligrosos, incluyendo sus riesgos, y como mantener la planta segura e informar a otros en caso de emergencias
Primer socorrista, nivel de operaciones	8 horas de entrenamiento, incluyendo temas sobre niveles de consciencia-conocimiento
Técnico en materiales peligrosos	24 horas de entrenamiento, incluyendo temas sobre niveles de la operación
Especialista en materiales peligrosos	24 horas de entrenamiento equivalentes a una capacitación para igualarlo a la competencia de un técnico
Comandante In Situ del incidente	24 horas de entrenamiento igual al nivel e operaciones, además de la competencia d comandar incidentes e implantar planes de respuesta a emergencias
Personal de soporte capacitado	Un briefing inicial antes de su ingreso
Empleados especialistas	Entrenamiento anual y competencia en el área de especialización

10.4 AUDITORIAS Y EJERCICIOS

Una forma eficaz de determinar cuan adecuado es el plan de respuesta a una emergencia de una planta es realizar auditorías y ejercicios periódicos. Las auditorías deben realizarse con el personal de respuesta, para someter a prueba el conocimiento que tienen de sus deberes y del equipo, conjuntamente con auditorías periódicas sobre el uso actual del equipo. Los ejercicios deben conducirse para testar la reacción de los participantes, y la efectividad de la implantación del plan de emergencias, así como para someter a prueba la real mecánica o dinámica del plan.

Básicamente existen tres tipos de ejercicios: el ejercicio completo, el ejercicio realizado dentro de la planta y el ejercicio más administrativo. Se debe considerar conducir los ejercicios completos utilizando a socorristas de la comunidad por lo menos una vez al año. Ejercicios periódicos dentro de la planta deben simular una variedad de eventos, e involucrar al mayor número posible de empleados. Dichos ejercicios deben conducirse de la misma forma que los ejercicios completos, pero sin la necesidad de involucrar al personal externo de emergencias.

Los ejercicios administrativos deben conducirse de forma periódica para verificar la habilidad que tiene del equipo de respuesta a emergencias al analizar el evento, en comunicarse de forma efectiva con el personal externo de respuesta a emergencias y hacer frente a los eventos que se despliegan. Este tipo de ejercicio normalmente se lleva a cabo solamente con los supervisores del personal de respuesta a emergencias, tanto internamente en la planta como en las agencias externas.

Después de cada ejercicio, es necesario hacer algunas críticas para evaluar la efectividad del plan y detectar cualquier debilidad en éste o en el entrenamiento, y en el nivel de conocimiento del personal involucrado. Un informe escrito del ejercicio deberá quedar a disposición para revisión, y el plan de emergencia de la planta deberá modificarse según sea necesario.

11. ASPECTOS MÉDICOS

11.1 PELIGROS PARA LA SALUD

11.1.1 General

El gas de cloro es principalmente un irritante respiratorio. En bajas concentraciones, el gas cloro tiene un olor similar al de una lavandina o lejía casera. A medida que aumentan las concentraciones, según el nivel de detección por el olor, aumenta la sintomatología del individuo expuesto al cloro. En concentraciones de cloro por encima de las 5 ppm, el gas es sumamente irritante, y es poco probable que una persona permanezca en ese tipo de exposición durante más que un tiempo breve, al menos que la persona esté atrapada o inconsciente. Si los síntomas persisten durante más que algunas horas, los efectos de la exposición al cloro pueden hacerse más severos durante varios días después del incidente. En esos casos, parte del programa médico de respuesta incluye la observación de los individuos expuestos (Ver el Folleto 63 del Cl para información más detallada).

La siguiente lista es una compilación de los umbrales de exposición al cloro y las respuestas relacionadas en seres humanos (con considerable variación entre los sujetos):

Tabla 7. Umbrales de la Exposición al Cloro y Respuestas Relacionadas

0.2 – 0.4	Umbral del olor (disminución en la percepción del olor a lo largo del tiempo)
1 – 3 ppm	Leve irritación de la membrana mucosa, tolerada hasta 1 hora
5 – 15 ppm	Irritación moderada del tracto respiratorio. El gas es altamente irritante y es poco probable que cualquier persona permanezca en ese tipo de exposición durante más que un corto tiempo, al menos que la persona esté atrapada o inconsciente
30 ppm	Dolor torácico inmediato, disnea, tos
40 – 60 ppm	Pneumonitis tóxica y edema pulmonar
430 ppm	Letal después de los 30 minutos
1000 ppm	Fatal dentro de algunos minutos.

11.2 TOXICIDAD AGUDA

11.2.1 Respiratoria/Cardiovascular

Los efectos tóxicos del cloro se deben a sus propiedades corrosivas. El cloro es soluble en agua y se remueve principalmente por vía del tracto respiratorio superior. Como se indica más arriba, la exposición a bajas concentraciones del gas cloro puede causar irritación nasal, además de una irritación de la mucosa de las membranas en el tracto respiratorio. A medida que aumentan las concentraciones, hay un incremento del efecto irritativo en el tracto respiratorio inferior y superior, que se manifiesta por medio de una tos, con dificultad de respirar. La inhalación del gas cloro (>15 ppm) puede llevar a problemas respiratorios, asociados a una constricción de las vías aéreas, y acumulación de fluido en los pulmones (edema pulmonar).

A medida que aumenta la duración de la exposición y/o el aumento de la concentración, el individuo afectado puede desarrollar una respiración jadeante, rápida, sibilancia, estertores y hemoptisis. En casos extremos la dificultad de respirar puede progresar al punto de muerte, por medio de un colapso cardiovascular por insuficiencia respiratoria. Una persona expuesta con condición respiratoria pre-existente puede tener una respuesta exagerada. Se han informado algunos casos del Síndrome de Vías Aéreas Reactivas (RADS), un tipo de asma inducido por irritación química.

11.2.2 Dermal

El cloro líquido, en contacto con la piel, causará quemaduras locales térmicas o químicas (congelación). El cloro gaseoso en contacto con la piel puede disolverse en la humedad del cuerpo (i.e., transpiración) formando ácidos hipoclorosos e hipocloricos. A 3,500 ppm de cloro en el aire, el pH de la humedad sobre la piel sería de 4 aproximadamente. Una acidez o pH de 4 puede compararse con agua carbonatada. Puede ocurrir una sensación de quemadura y de irritación de la piel, debido a esta exposición. Una revisión de la literatura no ha brindado datos específicos sobre seres humanos, algo que permitiría determinar la concentración de cloro que se requiere para producir tales efectos.

11.2.3 Ojos

Bajas concentraciones de cloro en el aire pueden resultar en la irritación de los ojos, asociado a molestia, quemazón, parpadeo espasmódico, rojez, conjuntivitis y lagrimeo. La exposición a concentraciones más elevadas de cloro gaseoso puede resultar en daños más serios. El cloro líquido en contacto con los ojos resultará en quemaduras térmicas y/o químicas serias.

11.3 TOXICIDAD CRONICA

La mayoría de los estudios indican que no hay una conexión significativa entre efectos adversos a la salud y una exposición crónica a bajas concentraciones de cloro.

11.4 VIDEO SOBRE LA SALUD DE Cl

Un video sobre la salud que esboza los efectos a corto plazo para la salud está disponible del Instituto del Cloro. (Ver H-VIDEO o H-DVD.)

12. PRIMEROS AUXILIOS

Los primeros auxilios representan un tratamiento temporal que se da a un individuo expuesto. Es esencial una acción rápida. Poder asegurar al individuo ayudará a aliviar la ansiedad. Cuando sea indicada, la asistencia médica debe ofrecerse lo antes posible. Jamás administre nada oralmente a una persona inconsciente o una que tenga convulsiones. Si el cloro ha saturado la ropa y/o la piel de una persona expuesta, la descontaminación se hace retirando la ropa afectada y tomando una ducha según sea apropiado. (Ver el Folleto 63 del CI para información más detallada.)

Los socorristas deben adoptar todas las precauciones necesarias para protegerse de la exposición al cloro mientras administran los primeros auxilios, y deben remover a la víctima del local de contaminación lo antes posible.

12.1 INHALACIÓN

Un individuo con exposición al cloro debe evaluarse para ver si las vías aéreas, la respiración y la circulación están adecuadas después de una inhalación. Si aparentemente ha cesado la respiración, la víctima debe recibir resucitación cardiopulmonar (RCP) inmediatamente. Si la respiración no ha parado, el individuo expuesto debe ponerse en una posición cómoda. La persona debe sentarse en posición erecta con la cabeza y el tronco elevados en una posición de 45-60 grados (al menos que exista una contraindicación médica). Se debe alentar a la persona a respirar despacio, pausadamente. Se debe chequear las señales vitales (índice respiratorio, pulso y presión sanguínea) y la saturación del oxígeno, si hay a disposición de personal entrenado y equipo.

Debe haber, a disposición de la planta, o en una instalación cercana, equipo adecuado para administrar oxígeno. Ese equipo debe someterse a prueba periódicamente.

Históricamente, la terapia de oxígeno, -el oxígeno humidificado específicamente-, ha sido considerado como el primer tratamiento para inhalaciones de cloro. Se prefiere el oxígeno humidificado, puesto que la humedad suaviza la irritación de las mucosas de la membrana causado por el cloro. El oxígeno sin la humedad puede tener el efecto de secado, potencialmente empeorando los síntomas de irritación. Sin embargo, de no tener disponible el oxígeno humidificado, se debe utilizar el oxígeno sin humidificación, si se ha indicado una oxigenoterapia. Con el avance de la tecnología, existen equipos disponibles (oxímetro de pulso) hoy en día para realizar una rápida medición de la saturación de oxígeno en un individuo. Esta medición puede ser útil para decidir si se requiere oxígeno adicional después de la inhalación de cloro.

La oxigenoterapia puede no ser necesaria para todos los casos de inhalación de cloro. No obstante, en el caso en que un individuo con inhalación de cloro siga sintomático después de retirarse del área de exposición, se recomienda la terapia con oxígeno, a menos que se determine que realmente no es necesaria. **Las circunstancias en las que la oxigenoterapia no se necesita deben ser definidas con antelación por un médico, en base a los hallazgos clínicos y los que ofrecen los primeros auxilios como primera terapia y están capacitados en este campo deben realizar una determinación caso por caso.**

12.1.1 Administración del Oxígeno

El oxígeno debe administrarse por medio de los que ofrecen los primeros auxilios y que están capacitados en el uso del equipo específico de oxígeno, bajo la orientación de un profesional de la salud debidamente licenciado.

Si el oxímetro de pulso no está disponible, se recomienda la oxigenoterapia para un individuo que ha inhalado el cloro, y sigue estando sintomático después de dejar el área de exposición.

Si hay un oxímetro de pulso a disposición, los siguientes hallazgos componen la base de una lista de situaciones en que, por lo general, se indica la oxigenoterapia administrada por los que hacen los primeros auxilios después de la inhalación de cloro. Otros criterios pueden agregarse a esta lista si son indicados específicamente por un médico:

- Lecturas sostenidas de la oximetría de pulso <92%; o
- El individuo se encuentra en angustia respiratoria evidente (lo que incluye, pero no se limita a respiración acelerada, dificultad en respirar, usando los músculos accesorios para la respiración, tos continua e incontrolable, sibilancia); o
- El individuo expuesto tiene “síntomas de preocupación”, tales como dolor torácico/estrechez, extremada debilidad, estado mental alterado/ declinando, o el individuo es diaforético (pegajoso/húmedo/pálido/transpira y no debido a condiciones ambientales) etc., especialmente si éstos u otros síntomas significativos ocurren con un individuo con una historia de problemas cardíacos o asma ; (Nota: “ los síntomas de preocupación” por lo general no incluyen los síntomas típicos de irritación del tracto respiratorio superior, que ocurren con leves inhalaciones del gas de cloro, tales como tos leve/moderada, dificultad inicial en “recuperar la respiración”, dificultad leve/moderada de respirar, irritación de la garganta, nariz que moquea, congestión, dolor de cabeza y/o leve náusea)

Nota: Se recomienda que se consulte a un médico al respecto de un individuo que cumple con uno o más de los criterios arriba, para poder determinar si se requiere más evaluación y/o la indicación de algún tratamiento.

De indicarse la oxigenoterapia, se la debe administrar hasta la resolución de todos los síntomas. Siempre que se interrumpe la oxigenoterapia, es necesario observar al individuo en que han desaparecido los síntomas durante 30-60 minutos, mientras respira el aire de la sala. Si los síntomas más significativos no se resuelven después de 60 minutos de terapia con oxígeno, o si los síntomas vuelven/empeoran y/o la saturación del oxígeno (cuando hay a disposición un oxímetro de pulso) cae por debajo de 92%, se recomienda reiniciar la oxigenoterapia (si se la ha interrumpido) y solicitar a un médico que profundice más en sus evaluaciones.

12.1.2 Administración de Aire Humidificado

No todos los individuos que han inhalado gas de cloro requieren la oxigenoterapia. Se recomienda que las circunstancias en que no se necesita la oxigenoterapia sean definidas con antelación por un médico, y a través de una determinación caso por caso, realizada por los que ofrecen los primeros auxilios y están capacitados específicamente en este campo.

En situaciones en que se ha determinado que no se necesita la oxigenoterapia, pero en que el individuo con una exposición a inhalación demuestra síntomas de irritación, se puede proveer el aire humidificado para cuidar los síntomas. Mientras respira el aire humidificado, se debe realizar un monitoreo cuidadoso del individuo durante 30 - 60 minutos. Si la persona sigue no demostrando señales o síntomas para los cuales se indicaría el oxígeno, se puede interrumpir el aire humidificado. Se debe continuar con la observación durante un adicional de 30 minutos, mientras el individuo respira el aire ambiente, para cerciorarse de que no hay ningún deterioro en la condición del individuo. La oxigenoterapia puede iniciarse a cualquier momento durante el proceso descrito arriba, en el caso de que los síntomas empeoren al punto de necesitar el oxígeno. Se debe proceder a una evaluación más profunda de un médico en el caso de proporcionar la oxigenoterapia.

12.1.3 Cuidados sintomáticos

Otras medidas para cuidar de los síntomas, tales como compresas en la cara y medicación vendida en las farmacias puede ayudar a minimizar los síntomas. Las medicaciones que se venden en farmacias sin receta y que podrían ser útiles incluyen:

- Comprimidos para la garganta – para gargantas irritadas/ con dolor
- Tos seca – dextrometorfan, guaifenesina
- Dolor de cabeza – acetaminofen, aspirina, ibuprofen
- Problemas estomacales – antiácidos

12.2 CONTACTO CON LA PIEL

Si el cloro líquido ha contaminado la piel o la ropa, se debe inmediatamente proseguir a una ducha de emergencia y retirar la ropa contaminada debajo de la ducha. Lavar la piel contaminada con grandes cantidades de agua tibia durante 15 minutos o más. Las quemaduras térmicas, debido a la temperatura helada del cloro líquido, pueden causar más daño que cualquier reacción química del cloro con la piel. La exposición al cloro gaseoso puede causar irritación de la piel. No intente la neutralización química, ni aplique pomadas o ungüentos a la piel lastimada. Si persiste la irritación después de la irrigación, o si la piel tiene ampollas y está lastimada, refiera al individuo a un médico.

12.3 CONTACTO CON LOS OJOS

Si los ojos han sido irritados debido a una exposición al cloro, deben lavarse inmediatamente con grandes cantidades de agua tibia, durante por lo menos 15 minutos.

- ▶ Jamás trate de neutralizar con productos químicos.

Los párpados deben abrirse durante todo este periodo para garantizar el contacto del agua con el tejido de los ojos y los párpados. Se debe obtener ayuda médica lo antes posible. Si esta ayuda no se encuentra a disposición inmediatamente, se debe continuar la irrigación de los ojos durante un segundo periodo de 15 minutos. No se debe aplicar nada además del agua, al menos que sea indicado por un profesional calificado de la salud.

13. REFERENCIAS13.1 PUBLICACIONES DEL CI

- * *The Chlorine Manual*, ed. 6; Folleto 1; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **1997**.
- Bulk Storage of Liquid Chlorine*, ed. 7; Folleto 5; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2005**.
- Piping Systems for Dry Chlorine*, ed. 15; Folleto 6; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2005**.
- Chlorine Vaporizing Systems*, ed. 6; Folleto 9; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2002**.
- Packaging Plant Safety and Operational Guidelines*, ed. 3-R1; Folleto 17; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2002**.
- Recommended Practices for Handling Chlorine Bulk Highway Transports*, ed. 8; Folleto 49; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2001**.
- Emergency Shut-Off Systems for Bulk Transfer of Chlorine*, ed. 4; Folleto 57; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2003**.
- * *First Aid, Medical Management / Surveillance and Occupational Hygiene Monitoring Practices for Chlorine*, ed. 7; Folleto 63; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2003**.
- Emergency Response Plans for Chlor-Alkali, Sodium Hypochlorite, and Hydrogen Chloride Facilities*, ed. 6; Folleto 64; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2006**.
- * *Personal Protective Equipment for Chlor-Alkali Chemicals*, ed. 4; Folleto 65; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2001**.
- Recommended Practices for Handling Chlorine Tank Cars*, ed. 4; Folleto 66; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2007**.
- * *Atmospheric Monitoring Equipment for Chlorine*, ed. 7; Folleto 73; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2003**.
- Guidance on Complying with EPA Requirements Under the Clean Air Act by Estimating the Area Affected by a Chlorine Release*, ed. 4-R1; Folleto 74; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2006**.
- Guidelines for the Safe Motor Vehicular Transportation of Chlorine Cilindros and Contenedores de tonelada*, ed. 4; Folleto 76; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2007**.
- * *Recommendations for Prevention of Personnel Injuries for Chlorine Producer and User Facilities*, ed. 4; Folleto 85; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2005**.
- Chlorine Scrubbing Systems*, ed. 3; Folleto 89; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2006**.
- Gaskets for Chlorine Service*, ed. 3; Folleto 95; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2003**.

Dry Chlorine: Definitions and Analytical Issues, ed. 3; Folleto 100; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2002**.

Generic Risk Management Plan for Chlorine Pkg Plants & Sodium Hypochlorite Production Facilities, ed. 2-R1; Folleto 162; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2004**.

Reactivity and Compatibility of Chlorine and Sodium Hydroxide with Various Materials, ed. 2; Folleto 164; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2007**.

Learning From Experience, ed. 1; Folleto 167; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2002**.

Instruction Booklet: How to Use the Chlorine Institute Emergency Kit "A" for 100-lb, and 150-lb Chlorine Cylinders, ed. 10; Pamphlet IB/A The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2003**

How to Use the Chlorine Institute Emergency Kit "A" for 100-lb and 150-lb Chlorine Cylinders, Video, ed. 2; A-VIDEO, A-DVD (Spanish: A-VIDEO-S, A-DVD-S); The Chlorine Institute: Arlington, VA, **1996**

Instruction Booklet: CI Recovery Vessel for 100-lb and 150-lb Chlorine Cylinders, ed. 1; Pamphlet IB/RV; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **1992**

Instruction Booklet: Chlorine Institute Emergency Kit B for Chlorine Ton Containers, ed. 9; Pamphlet IB/B; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2003**

How to Use the Chlorine Institute Emergency Kit B for Chlorine Ton Containers, ed.2; B-VIDEO, B-DVD; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2006**

Instruction Booklet: Chlorine Institute Emergency Kit C for Chlorine Tank Cars and Tank Trucks, ed. 8-R1; IB/C; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2006**

How to Use the Chlorine Institute Emergency Kit C for Chlorine Tank Cars and Tank Trucks, ed. 1; C-VIDEO, C-DVD (Spanish: C-VIDEO-S, C-DVD-S); The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2005**

Health Effects from Short-Term Chlorine Exposure, ed. 1; H-VIDEO, H-DVD; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **1994**

Chlorine Safety for Water and Wastewater Operators, ed. 1; W-VIDEO, W-DVD (Spanish: W-VIDEO-S, W-DVD-S); The Chlorine Institute: Arlington, VA, **1999**

Chlorine Emergencies: An Overview for First Responders; DVD; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2007**

Wall Chart: Handling Chlorine Cylinders and Ton Containers (English and Spanish), ed. 2; WC-1; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2001**

CI Security Management Plan for the Transportation and On-Site Storage and Use of Chlorine Cylinders, Ton Containers and Cargo Tanks, August 15, 2003. [Contact CI Staff]

*** Una Publicación Gratis: Estas publicaciones pueden bajarse gratuitamente del sitio de la Red de CL: www.chlorineinstitute.org.**

13.2 GUIA DE ORGANIZACIONES

American Conference of Governmental
Industrial Hygienists
1330 Kemper Meadow Drive
Cincinnati, OH 45240
513-742-2020
www.acgih.org

American Chemistry Council
1300 Wilson Boulevard
Arlington, VA 22209
703-887-1272
www.americanchemistry.com

Compressed Gas Association
1725 Jefferson Davis Highway
Crystal Square 2, Suite 1004
Arlington, VA 22202-4102
703-412-0900
www.cganet.com

Chemical Industry Institute of Toxicology
P.O. Box 12137
Research Triangle Park, NC 27709
919-558-1200
www.thehamner.org

Water Environment Federation
601 Wythe Street
Alexandria, VA 22314
1-800-666-0206
www.wef.org

American Water Works Association
6666 West Quincy Avenue
Denver, CO 80235
303-794-7711
www.awwa.org

The Chlorine Institute Inc.
1300 Wilson Boulevard
Arlington, VA 22209
703-741-5760
www.chlorineinstitute.org

International Code Council
500 New Jersey Avenue, NW/6th Floor
Washington, DC 20001
1-888-422-3233
www.iccsafe.org

National Fire Protection Association
1 Batterymarch Park
Quincy, MA 02169-7471
617-770-3000
www.nfpa.org

United States Environmental Protection Agency
1200 Pennsylvania Avenue, NW
Washington, DC 20460
202-564-5700 (Office of Water)
202-564-8600 (Office of Emergency Management)
www.epa.gov

APÉNDICE A**SARA TÍTULO III REQUISITOS DE LOS INFORMES**

El Plan de Emergencia y la Ley el Derecho de la Comunidad de Saber (The Emergency Planning and Community Right-to-Know Act (EPCRA) también es conocido como el Título III de la Ley de Enmiendas del Superfondo Y Reautorización (Superfund Amendments and Reauthorization Act (SARA) de 1986 (42 *CFR*). Cinco secciones de esta ley se aplican a las instalaciones de agua y de tratamiento de aguas residuales. Se resumen a seguir:

- Sección 302 que requiere que cualquier instalación que tenga en sus instalaciones más de 100 lb de cloro informe este hecho a la Comisión de Respuesta a Emergencias del Estado. Es un requisito de realizar el informe una única vez. Otras sustancias extremadamente peligrosas que no se encuentran comúnmente en las plantas de tratamiento también deben informarse.
- La Sección 303 requiere que cualquier instalación que haya reportado las sustancias según la sección 302 debe proveer al comité local de planificación de emergencias (LEPC) el nombre del coordinador de emergencias de la planta que va a participar con el LEPC, en el proceso de planificación de emergencias. La instalación debe además proveer al LEPC cualquier información solicitada para el desarrollo y la implantación del plan.
- Sección 304 que requiere que cualquier instalación que libere 10 lb o más de cloro al medio ambiente informe inmediatamente al coordinador de emergencias de la comunidad, al estado, al Centro Nacional de Respuestas. El contacto inicial de esta notificación debe ser seguido por un aviso, por escrito, a las mismas partes interesadas. Los contenidos de esta notificación también se estipulan en esta sección. La liberación de rutina de cloro al agua y a las aguas residuales para fines de tratamiento no necesita reportarse. La falla de informar al Centro Nacional de Respuesta (800-424-8802) de forma oportuna (ni bien que se crea que se ha excedido un RQ y dentro del plazo máximo de 24 horas) puede resultar en penalidades, tanto civiles como criminales. (Ver el Folleto 64 de CL.).
- La sección 311 requiere que cualquier instalación que tenga 100 lb de cloro en sus instalaciones en un determinado momento someta una hoja de datos de seguridad (MSDS) para el cloro, o una lista de químicos peligrosos, incluyendo el cloro, que se encuentra en las instalaciones, al departamento local de bomberos, al comité local de planificación de emergencias, y a la Comisión de Emergencias del Estado. De someterse el MSDS, debe ser presentado nuevamente cada vez que se haga un cambio significativo en el.
- La sección 312 requiere que cualquier instalación que tenga 100 lb de cloro en sus instalaciones en un determinado momento durante el año calendario prepare y someta, antes del 1 de Marzo del año siguiente, un Formulario de Emergencia e Inventario de Químicos Peligrosos (Emergency and Hazardous Chemical Inventory Form (o Nivel I o Nivel II) a la Comisión de Respuesta a Emergencias del Estado, al comité de planificación de emergencias, y al departamento local de bomberos. Este es un requisito anual.

Para más informaciones sobre la ley EPCRA, contacte a su comité local de planificación para emergencias de la Comisión de Respuestas a Emergencias del Estado.

APENDICE B

REGULACIONES PARA LA ADMINISTRACIÓN DE LA SEGURIDAD OCUPACIONAL Y LA SALUD

Las siguientes secciones del Título 29 del *Código de Regulaciones Federales (29 CFR)* son pertinentes para la operación en instalaciones que utilizan el cloro como parte de sus procesos.

29 CFR 1910.120: Operaciones Peligrosas de Residuos y Respuestas a Emergencias

Cualquier instalación que tenga una sustancia sumamente peligrosa, como el cloro, en sus instalaciones debe desarrollar un plan de respuesta para emergencias, y capacitar a sus empleados sobre la implantación de dicho plan.

Cada empleador deberá desarrollar un plan de respuesta para emergencias que, como mínimo, incluirá los siguientes elementos:

- Planificación pre-emergencia y coordinación con partes externas. Roles del personal, líneas de autoridad, capacitación y comunicación. Reconocimiento y prevención de emergencias.

- Distancias seguras y lugar de refugio.

- Seguridad y control en el sitio.

- Ruta de evacuación y procedimientos

- Descontaminación.

- Tratamiento médico de emergencia y primeros auxilios.

- Alertas de emergencia y procedimientos de respuesta.

- Crítica de la respuesta y seguimiento.

- Equipo de protección personal (EPP) y equipo de emergencia.

29 CFR 1910.1200: Comunicación sobre los Peligros

Los empleadores deben proveer capacitación sobre los peligros químicos que se pueden enfrentar en el trabajo para los empleados. El programa de capacitación debe contener lo siguiente:

- Orientación sobre como leer y entender el MSDS.

- Información en la localización del plan de emergencia de la instalación y cuáles son las responsabilidades de los empleados durante una emergencia.

- Educación a respecto de los peligros físicos y para la salud del gas de cloro y cualquier otro material peligroso que pueda estar presente en el local de trabajo e los empleados.

- Procedimientos que los empleados pueden adoptar para protegerse de los peligros contra la salud.

Información acerca de las acciones tomadas por el empleador para proveer protección, tal como procedimientos de emergencia y equipo de protección personal, y así sucesivamente.

29 CFR 1175.1: Requisitos Generales

Los aires comprimidos deben almacenarse, manejarse y utilizarse de acuerdo a los estándares aceptados normalmente.

Los cilindros, recipientes bajo presión o los contenedores deben ser identificados a respecto del gas que contienen.

Los cilindros de gas comprimido en almacenaje o en servicio deben ser bien sujetos para evitar que caigan o giren, se volteen, y deberán ser protegidos contra el manejo indebido de personas no autorizadas.

Los tanques de almacenaje y los cilindros localizados en áreas sujetas al tráfico deberán protegerse contra daños por vehículos.

Cuando no estén en uso, los cilindros de gas comprimido, deberán tener sus tapas de protección por encima del conjunto de válvulas.

Además de estas secciones del 29 CFR, se debe revisar las siguientes regulaciones de OSHA en el 29 CFR que se refieren a los temas indicados abajo:

Sección 1910.132 -139 sobre el equipo personal de protección

Sección 1910.38(a) sobre planes de emergencia del empleador y planes para la prevención de incendios

Para mayores informaciones sobre las regulaciones de OSHA y su aplicación en instalaciones de propiedad del gobierno o en instalaciones operadas por el gobierno, contacte al departamento de estado laboral, la salud y seguridad de los funcionarios públicos o a una organización similar en su estado.

APENDICE C

GESTION DE LA SEGURIDAD DEL PROCESO

La Ley Enmienda del Aire Limpio de 1990 emite como mandato, bajo la ley de OSHA de 1970, que se establezca una norma de seguridad para el proceso químico, para evitar liberaciones accidentales de químicos, lo cual plantea una amenaza para los empleados. El foco son los químicos altamente peligrosos, que tienen el potencial de causar un incidente catastrófico, tanto en el local el trabajo como en la comunidad aledaña. Como resultado de eso, La Gestión de la Seguridad del Proceso de Sustancias Altamente Peligrosas ("Process Safety Management of Highly Hazardous Substances") el 29 *CFR* abarca más de 3 millones de trabajadores en los Estados Unidos, en prácticamente 25,000 sitios. Aquellos sitios con 1,500 libras o más de cloro en un único proceso deben cumplir con la PSM.

La gestión de la seguridad el proceso es una identificación, evaluación y mitigación y prevención proactiva de la liberación de productos químicos, que podría ocurrir como resultado de alguna falla en el proceso, los procedimientos, o los equipos. El principal objetivo de un programa de seguridad de un proceso químico es de evitar liberaciones indeseadas de químicos peligrosos, especialmente a localizaciones que podrían exponer a los empleados y a otros a serios peligros. Un programa eficaz requiere un abordaje sistemático, para poder evaluar todo el proceso, incluyendo su diseño, la tecnología, actividades y procedimientos operativos y de mantenimiento, así como los programas de capacitación, y las actividades que no son de rutina. La gestión de seguridad de todo un proceso incluye los siguientes elementos:

- Introducción a la gestión de la seguridad del proceso
- Compromiso e involucración de los empleados
- Información sobre la seguridad del proceso
- Análisis de los peligros del proceso
- Procedimientos operativos
- Capacitación de los empleados
- Requisitos que se aplican a sub-contratistas
- Seguridad pre puesta en marcha
- Integridad mecánica
- Permisos para el trabajo no rutinario
- La gestión del cambio
- Prontitud para emergencias
- Auditorías de cumplimiento

Para poder controlar los peligros, los empleados deben tener la pericia, el juicio, e iniciativa proactiva dentro de la fuerza de trabajo para poder implantar de forma adecuada y mantener la eficacia de la gestión de seguridad del proceso, según como se ha idealizado en la norma de OSHA.

Las distintas líneas de defensa que se han incorporado al diseño, y a la operación del proceso, para evitar o mitigar la liberación de químicos peligrosos, debe evaluarse de forma periódica y fortalecerse para asegurar la eficacia a cada nivel.

APENDICE D

PROGRAMA DE GESTIÓN DEL RIESGO

Usted está cubierto por la Regla del Programa de Gestión de Riesgo (Risk Management Program Rule - RMPR) si opera una fuente estacionaria y tiene más de 2,500 libras de cloro en el proceso.

La Agencia de Protección Ambiental (EPA) define las fuentes estacionarias como edificios, estructuras, equipo, instalaciones o sustancias que emiten actividades estacionarias y que pertenecen al mismo grupo industrial, que están localizados en una o más propiedades contiguas, que están bajo el control de la misma persona (o personas bajo control común) y de las cuales puede ocurrir una liberación accidental (40 *CFR*). El término fuente estacionaria no se aplica al transporte, incluye incidentes de almacenaje hasta el transporte de cualquier sustancia regulada, pero no incluye los contenedores de transporte utilizados para el almacenaje, ni los incidentes en el transporte y el transporte de contenedores conectados a equipo en una fuente estacionaria, para la carga y descarga.

Aún no se ha resuelto totalmente este tema, porque existe confusión entre las distintas agencias gubernamentales sobre la regulación y la autoridad que implanta esto. No obstante, la intención de la EPA es de hacer con que el RMPR se aplique también a los carros tanque de cloro, y los vagones tanque que se descargan o alimentan un proceso en una instalación. Además, la cantidad de cloro en los vehículos de transporte es un factor importante en la determinación del peor caso, y de los escenarios alternativos, y en el cumplimiento de otras partes de dicha Regla.

El EPA define un proceso como siendo una actividad que involucra cualquier actividad que incluya una sustancia regulada, incluyendo el uso, almacenaje, fabricación, manejo o movimiento en el local de tales sustancias, o una combinación de estas actividades. Un grupo de recipientes que están interconectados, o recipientes separados que están ubicados de tal forma que podrían estar involucrados en una liberación potencial, se consideran como siendo un único proceso. El EPA también establece que el dueño o el operador de una instalación debe hacer una determinación razonable sobre si dos o más recipientes pueden estar involucrados o implicados en el mismo accidente, o si una liberación de un recipiente tiene la probabilidad de llevar a una fuga o liberación en otro recipiente.

Según lo que sabemos, ni la Administración de Seguridad Ocupacional y de Salud (OSHA) ni el EPA han emitido directrices que perfeccionen esta definición del proceso. Cada sitio individual debe utilizar las directrices establecidas para determinar cuál es el número de procesos que tiene. Puesto que las dos agencias no van a emitir lineamientos adicionales, el Instituto del Cloro tampoco lo puede hacer.

Si el RMPR se aplica a su instalación, en ese caso se requiere que desarrolle un programa formal de gestión de riesgo, y que registre y someta un plan de gestión de riesgo (RMP). Las regulaciones se refieren a 77 sustancias tóxicas (incluyendo el cloro, amoníaco anhidro, y dióxido de azufre) y a 63 sustancias que son inflamables, cuando se alcanza o supera ciertos umbrales en el proceso. Muchos de los requisitos son similares a los de las reglas para la Gestión de la Seguridad del Proceso (PSM) desarrolladas por OSHA (Apéndice C), pero existen algunos requisitos adicionales de gran importancia.

Las regulaciones del EPA van más allá de las reglas del PSM y requieren que las instalaciones determinen cuál es el efecto potencial que los accidentes químicos en el local de trabajo pueden tener en las comunidades que las rodean. Además, el EPA exige que las instalaciones registren y sometan algunos datos acerca del programa de riesgo a las agencias del gobierno, y a los comités locales de planificación de emergencias (LEPCs), así como que las pongan a disposición del público en general.

Nota: Adicionalmente, la lista de los químicos cubiertos y la cantidad de los umbrales son diferentes para el PSM y el RMP. Técnicamente es posible que sea cubierto por el PSM pero no por el RMP, excepto para la cláusula de deber general.

La conformidad tanto con la norma de OSHA y la del RMP de EPA es exigida por las Ley de Enmiendas para el Aire Limpio (Clean Air Act Amendments). Los operadores que incorporen lo estipulado en ambos conjuntos de requerimientos estarán mejor equipados para un cumplimiento pleno, mejorando al mismo tiempo la relación que tienen con la comunidad local.

La fecha límite para completar todos los elementos del Programa de Gestión de Riesgo y para registrar y someter el RMP es el día en que por primera vez tendrán una cantidad por encima del umbral en un proceso.