
Manual del Cloro

© Industria Química del Istmo S. A. de C.V.
Complejo Industrial Pajaritos
Coatzacoalcos, Ver., México, 96400
Teléfono (800) 667 59 77 • Fax (921) 211 34 14
www.cydsa.com

LA INFORMACION CONTENIDA EN ESTE MANUAL SE PRESENTA CON FINES DIDACTICOS Y SIRVE COMO UNA GUIA DE REFERENCIA. ESTE DOCUMENTO NO TIENE COMO OBJETIVO REEMPLAZAR LEYES PERTINENTES EN EL MANJEO DEL CLORO. LAS INDICACIONES TECNICAS NCLUIDAS, HAN SIDO TRADUCIDAS LO MÁS FIEL POSIBLE DEL DOCUMENTO ORIGINAL PUBLICADO POR EL INSTITUTO DEL CLORO.
LA APLICACIÓN DE ESTA INFORMACION NO CONLLEVA RESPONSABILIDAD LEGAL ALGUNA PARA INDUSTRIA QUIMICA DEL ISTMO S.A. DE C.V.

THE CLORINE MANUAL of The Chlorine Institute, Inc.
Traducción por: Ing. Miguel Angel Hernández Cabrales
INDUSTRIA QUIMICA DEL ISTMO S.A. DE C.V.- PLANTA COATZACOALCOS

Tabla de contenido

INFORMACION GENERAL

SECCION 1

1.1 Fabricación del cloro	1
1.2 Transporte de cloro	1
1.3 Otros aspectos regulatorios	1
1.4 Propiedades químicas y físicas	1
1.5 Terminología	2
1.6 Riesgos para la salud	2
1.7 Otros riesgos	2
1.8 Cilindros y recipientes	2

SECCION 2

CILINDROS Y CONTENEDORES DE TONELADA

2.1 Descripción General	3
2.2 Transporte	5
2.3 Levantamiento	5
2.4 Almacenamiento	6

SECCION 3

CARROS TANQUE

3.1 Especificaciones	6
3.2 Información detallada	6

SECCION 4

MEDIDAS DE EMERGENCIA

4.1 Preparación	9
4.2 Acción	9
4.3 Fuego	10
4.4 Emergencias en transporte	10
4.5 Kits de emergencia	10

SECCION 5

ENTRENAMIENTO Y MEDIDAS GENERALES DE SEGURIDAD

5.1 Entrenamiento	11
5.2 Equipo Protección Personal	11
5.3 Monitoreo	11

SECCION 6

ASPECTOS MEDICOS Y PRIMEROS AUXILIOS

6.1 Riesgos a la salud	12
6.2 Medidas preventivas	12
6.3 Primeros Auxilios	12
6.4 Información específica	12

SECCION 7

DISEÑO Y MANTENIMIENTO

7.1 Edificios	13
7.2 Ventilación	13
7.3 Sistemas de Tubería para cloro seco	13
7.4 Sistemas de Tubería para cloro húmedo	14
7.5 Cloradores	14
7.6 Vaporizadores	14
7.7 Tanques estacionarios	15
7.8 Disposición de basura	15
7.9 Equipo a Mantenimiento	15

SECCION 8

DATOS TECNICOS DEL CLORO

8.1 Información General	16
8.2 Propiedades atómicas y moleculares	16
8.3 Propiedades químicas	16
8.4 Propiedades Físicas	16

ILUSTRACIONES

Cilindro típico de 68 kg	3
Válvula para cilindro de 68 kg.	3
Yugo y adaptador descarga de cilindros	4
Válvula para cilindro 907 kg	4
Tapón fusible para cilindro 907 kg	4
Cilindro de 907 kg	4
Ubicación fusibles cilindro 907 kg	4
Isocontenedor de 20 ton	5
Levantamiento cilindro 907 kg	5
Carro tanque para cloro	6
Registro de entrada (Manway)	7
Esquema de conexión carro tanque	7
Válvula para sobreflujo	8
Válvulas angulares	8
Kit "A" de emergencia	10

TABLAS

Tabla 2.1 Dimensiones de cilindros y pesos	5
Tabla 2.2 Cantidades de material para neutralizar Una fuga de cloro	9
Tabla 7.1 Presión de vapor cloro liquido	18
Tabla 7.2 Relación Temperatura-Densidad	19
Tabla 7.3 Solubilidad del Cloro en agua	20
Tabla 7.4 Volumen – Relación de Temperatura de Cloro liquido de un contenedor cargado hasta los límites permitidos	21

SECCION 1

1. 0 INFORMACION GENERAL

1.1 Fabricación del cloro

El cloro es fabricado por procesos electrolíticos, mediante la separación de cloro contenido en una solución de agua saturada con cloruro de sodio (sal). Existen diversos métodos para producir el cloro en cantidades industriales, dichos métodos son: celdas de mercurio, celdas de membranas y celdas de diafragmas.

El cloro también es producido mediante la electrolisis de soluciones saturadas con sales de potasio, la electrolisis de sodio derretido o cloruros de magnesio.

1.2 Transporte de cloro

1.2.1 Aspectos generales

El cloro es normalmente embotellado como gas licuado comprimido. Todos los recipientes utilizados para el transporte de cloro deberán ser diseñados y autorizados bajo las regulaciones aplicables del transporte. Será responsabilidad de cada compañía de transporte cumplir todas las regulaciones vigentes por SCT en materia de transporte de materiales peligrosos.

1.2.2 Estados Unidos

En los Estados Unidos existen organismos federales y estatales que reglamento del transporte de productos como el cloro, cuyo manejo requiere de ciertas unidades, las cuales son estudiadas y ordenadas con reglamentos que deben cumplirse para evitar accidentes, es dada la peligrosidad potencial este tipo de productos. El departamento de transporte de los Estados Unidos (DOT) centralizar todo lo reglamentos federales que afectan el transporte y muchos estados han adoptado esto reglamentos para regular y controlar el transporte en sus jurisdicciones respectivas. La ICC, comisión de reglamentación y especificaciones para el comercio interestatal, origina y controlar lo reglamentos específicos para lo recipientes de transporte de productos como el cloro

1.2.3 Canadá

En otros países como Canadá, el transporte de cloro se hace bajo reglamentos idénticos a los de los Estados Unidos y son editados y revisados por la junta de comisionados para transporte de Canadá (BTCC).

1.2.4 México

- En México se han adoptado la mayoría las especificaciones y reglamentos que rigen en Estados Unidos adaptándolos a nuestro medio. Sin embargo, la SCT ha establecido el cumplimiento de normas que regulan el transporte del cloro.

Para mayor información al respecto, visite las siguientes páginas de Internet: www.sct.gob.mx ó www.aniq.org.mx/setiq/setiq.htm

1.2.5 Internacional

Las Naciones Unidas (ONU) también han establecido reglamentos que sirven como guía y referencia para el transporte seguro del cloro; un ejemplo de ello es el control marítimo regulado por la Organización Marítima Internacional (IMO).

1.3 Otros aspectos regulatorios

De común acuerdo, los fabricantes, otras industrias y asociaciones, han establecido buenas prácticas de ingeniería para el manejo y uso del cloro.

En los Estados Unidos, la OSHA (Administración de la Seguridad y Salud Ocupacional) ha decretado el cumplimiento de programas de prevención y control de riesgos para la Industria Química.

Por ejemplo, "La ley para la Administración de la Seguridad en los Procesos" (PSM- 29CFR.1910.119), que sirve como modelo para otros países como México.

Las compañías que producen, manejan y almacenan cloro, deben cumplir los las legislaciones vigentes en materia de seguridad e higiene industrial.

Se recomienda fuertemente la implementación de programas de este tipo para garantizar la seguridad de su personal así como el cuidado del medio ambiente.

Para mayor información al respecto, puede consultar las siguientes páginas:

www.osha.gov

www.stps.gob.mx

www.integridadmecanica.com

1.4 Propiedades químicas y físicas

El cloro, en condiciones ordinarias de presión y temperatura, es un gas amarillo verdoso de un olor irritante característico. Se considera un gas comprensible no inflamable, ni aún en estado líquido; sin embargo el cloro gas puede soportar la combustión de ciertos materiales bajo determinadas condiciones. El cloro es un elemento muy activo químicamente, razón por la cual no se le encuentra en estado libre, sino en combinación con otros elementos comunes como el sodio con el cual está ampliamente distribuido en la naturaleza como cloruro de sodio, y constituye su fuente principal. El cloro gaseoso es 2.5 veces más pesado que el aire, por lo que tiende a acumularse en los lugares bajos y se difunde lentamente en el punto y seguido el cloro gaseoso puede ser licuado por la aplicación de presión a baja temperatura y en esta forma un líquido claro color ámbar, 1.5 veces más pesado que el agua.

A presión atmosférica hierve a -34 °C y se congela a -101°C aproximadamente.

El volumen de cloro líquido cuando vaporiza, produce cerca de 460 volúmenes de gas.

En presencia de humedad el cloro líquido o gaseoso es altamente corrosivo para los metales de construcción empleados normalmente.

1.5 Terminología

1.5.1 Cloro (Cl₂)

Elemento químico de la tabla periódica.

1.5.2 Cloro líquido

Es el elemento cloro, en estado líquido.

Nota: El término "cloro líquido" en algunas ocasiones se utiliza para describir la solución del hipoclorito de sodio empleado para la potabilización del agua y limpieza doméstica, sin embargo, no es la aplicación adecuada del término.

1.5.3 Cloro gas

Es el elemento cloro, en estado gaseoso.

1.5.4 Cloro seco.

Se considera cloro seco al cloro líquido o gas, cuando no contiene más de 150 p.p.m de agua, (nuestras especificaciones marcan 50 p.p.m. máximo de humedad).

1.5.5 Cloro húmedo

Se considera cloro húmedo al cloro líquido o gas, cuando contiene más de 150 p.p.m de agua

1.5.6. Cloro líquido saturado.

Es el cloro líquido en condiciones tales que una porción del mismo sufrirá una vaporización al ocurrir una adicción de cloro.

1.5.7 Cloro gas saturado.

Es el cloro gaseoso que se encuentran condiciones tales que una porción del mismo sufrirá una condensación al perder cualquier cantidad de calor.

1.5.8 Solución clorada (agua clorada)

Es una solución de agua con presencia de cloro, para mas detalles respecto a la solubilidad del cloro, vea la sección 8.4

1.5.9 Líquido blanqueador

Es el término común para describir la solución de hipoclorito de sodio. No confundir con "cloro líquido"

1.5.10 Contenedor / Recipiente

Para fines prácticos, en este documento se ha englobado el término "contenedor" como cualquier cilindro, tanque portátil, o envase utilizado para la comercialización del cloro.

1.6 Riesgos para la salud

- 1.6.1 El cloro se considera como un irritante del sistema respiratorio, de las membranas mucosas y de la piel; en bajas concentraciones es fácil detectarlo en el aire aún antes de notar su color amarillo verdoso característico. El cloro líquido causa fuertes quemaduras al contacto con la piel y en los ojos.
(Ver más detalles en Sección 5)

1.7 Otros riesgos

1.7.1 Fuego

El cloro no es flamable, sin embargo el cloro puede soportar la combustión en ciertos materiales.

1.7.2 Reacción química

El cloro es una sustancia química reactiva con muchas sustancias. Puede reaccionar con algunos compuestos inorgánicos y orgánicos. A una temperatura elevada puede reaccionar vigorosamente con muchos metales. El cloro reacciona casi con todos los elementos y generalmente con desprendimiento de calor. Vea la sección 8

1.7.3 Acción corrosiva

A temperaturas ordinarias, el cloro seco, líquido o gaseoso, no corroe el acero, sin embargo en presencia de humedad se desarrollan condiciones tales que lo hace altamente corrosivo por la formación de ácidos e hipocloroso y clorhídrico. Por esto al ocurrir un escape de cloro, no debe usarse agua ya que se provocarían condiciones corrosivas que harían más grande la vía escape.

1.7.4 Expansión volumétrica

El volumen del cloro líquido se incrementa considerablemente con la temperatura. Se deberán tomar serias consideraciones para no sobrellenar los contenedores de cloro y otros equipos ya que podría causar, con la expansión volumétrica, una ruptura del recipiente o contenedor

SECCION 2

2. 0 CILINDROS Y CONTENEDORES DE TONELADA

2.1 Descripción General

Excepto las barcasas, todo lo recipientes de transporte para cloro, utilizados en el comercio, deben cumplir con las especificaciones de la ICC. Las barcasas cumplen con las especificaciones del departamento de guardacostas de Estados Unidos.

En nuestro país el cloro se maneja comercialmente como líquido comprimido en recipientes de acero con las capacidades siguientes: Cilindros de 68 Kg., Cilindros de 907 Kg. (comúnmente llamados de tonelada), isocontenedores de 20 ton. y carros tanque de ferrocarril de 70 ton.

Todos lo recipientes están equipados con válvulas del tipo y material aprobados por el Instituto del Cloro y cumplen con lo reglamentos y especificaciones de ICC y DOT.

En IQUISA contamos con todo el equipo necesario para efectuar la inspección, limpieza y prueba de lo recipientes y sus accesorios. Después de cada viaje de estos recipientes, se les practica una inspección interna y externa muy cuidadosa para detectar daños o presencia de materia extraña; las válvulas son desarmadas, se limpian y se revisan todos los componentes para descubrir daños por desgaste y corrosión; después, se reensamblan cambiando todo lo que pudiera ocasionar problemas y finalmente son sometidas a una prueba de presión.

Todos los recipientes, una vez llenos, permanecen en la planta antes de embarcarse durante 24 horas para su observación y, de esta manera, asegurarse de que no tengan fugas. Con el fin de controlar movimiento y estado de cada recipiente, IQUISA llevan registros con los datos de las inspecciones rigurosas que se les practica antes y después de llenarlos y, de acuerdo con lo estipulado por ICC, a cada recipiente se le marca sobre metal el número de especificaciones, DOT O ICC, el número de serie, el símbolo de identidad y la fecha de la prueba hidrostática. En algunos casos (para efectuar pruebas), se anotó también el peso de la cara del recipiente, para mas información pregunte al representante de ventas que lo atiende.

2.1.1 Cilindros de 68 kilos.

Estos recipientes donde acero sin costura. La forma del fondo de los mismos son ilustrados en la figura 2.1.

La única apertura permitida del cilindro, es la practicada en la parte superior del mismo para conectar las válvulas, protegida con un capuchón de acero. Las válvulas de los cilindros son del tipo que diseñó el Instituto del Cloro específicamente para utilizarse en esta clase de recipiente; llevan un tapón fungible situado abajo del asiento de la válvula, el tal modo que al fundirse este, el flujo de cloro sale por el orificio de tapón y no puede ser controlado con la válvula (figura 2.2) . El metal fusible se funde entre 70° y 73. 9°C con lo que se libera la presión y se previene la ruptura del recipiente en el caso de que haya ocurrido una exposición del mismo al fuego, o a altas temperaturas



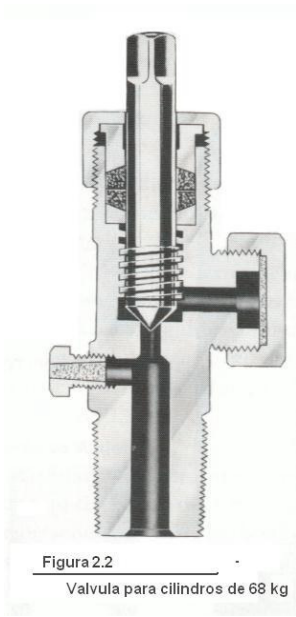


Figura 2.2
Valvula para cilindros de 68 kg

Evítese colocar los cilindros en lugares donde la temperatura puede ser mayor de 65°C. Como las cuerdas de las colecciones exteriores de la válvula no son estándar, sino que son cuerdas rectas especiales (1.030" -14 NGO-RH-EXT) se debe utilizar una llave y un adaptador especial (figura 2.3).

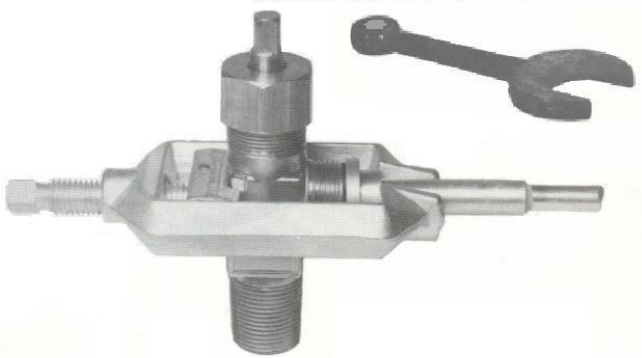
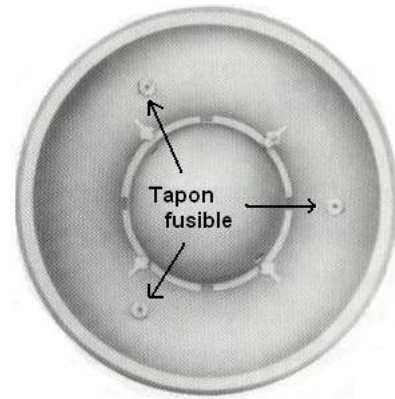


Figura 2.3
Yugo y adaptador para descarga de cilindros



El metal del fusible se funde entre 70° y 73. 9°C por lo que casos fuego o exposición a temperaturas elevadas, se libera la presión, previendo la ruptura del recipiente; estos tapones no deben calentados ni alterados; si uno de ellos abriera, todo el cloro del cilindro escaparía con gravísimas consecuencias.

2.1.2 Cilindros de 907 Kg. (Tonelada)

Estos recipientes son tanque de aceros soldados, fabricados según la DOT especificación 106A500X. Los lados de este cilindro están enrollados con los extremos hacia dentro de tal modo que forman remates que son verdaderos asideros para facilitar su levantamiento.

El peso aproximado de estos cilindros vacíos es de 682 Kg. Las tapas de los extremos son cóncavas, y una de ellas está equipada con dos válvulas del tipo diseñado por el Instituto del Cloro (figura 2.4), cumpliendo con las especificaciones que exige ICC; además están protegidas con un casco de acero y están conectados a tubos de salida (figura 2.6) .

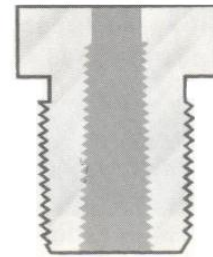


Figura 2.5
Tapon fusible para cilindro de 907 kg

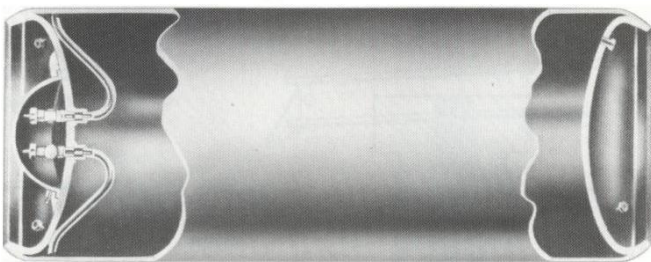


Figura 2.6
Cilindro de 907 kg

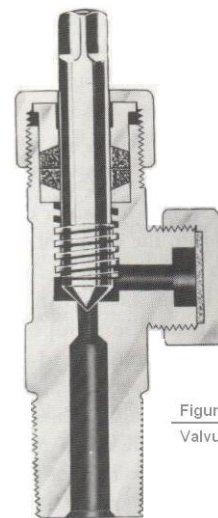


Figura 2.4
Válvula para cilindro de 907 kg

Todo lo cilindros para 907 Kg. están equipados con tres tapón fusibles de alivio (figura 2.5) en cada etapa, espaciados a 120°.

2.1.3 Isocontenedores de 20 toneladas

Cuando por necesidades del proceso se debe manejar cantidades mas grandes de cloro líquido, es aconsejable utilizar isocontenedores de 20 ton (figura 2.6), especialmente diseñados para cloro en cuanto a forma, transporte terrestre, dimensiones, presión de trabajo, accesorios de seguridad y de limpieza, control de movimiento, de nivel y peso, aislamiento, etc. Dichos contenedores están regulados y certificados por la DOT y son de las características estipuladas por IMO tipo 5. Para la instalación de un sistema para este tipo de consumos, consulte con su asesor de ventas.



Figura 2.6 Isocontenedor de 20 ton

2.2 Transporte

Los cilindros de 68 y 907 Kg. pueden ser transportados por tractocamiones, ferrocarril y barcos especialmente adaptados por una correcta sujeción de los cilindros. El transporte terrestre de cloro tendrá que ser efectuado por compañías privadas autorizadas por la SCT. Cada vehículo que transporte cloro, deberá contar con un chofer capacitado y calificado para atender cualquier posible emergencia. Para ello, debe contar con un equipo de protección personal adecuado y con kits de emergencia (vease con más detalle en las secciones 3 y 4). Todo vehículo que transporte cloro deberá estar correcta y visiblemente identificado (UN 1017 / Rombo de identificación) en cumplimiento con lo establecido por la Secretaria del Comunicaciones y Transporte (SCT) en materia de transporte de sustancias y materiales peligrosos.

2.3 Levantamiento

2.3.1 Descripción general.

El levantamiento de los cilindros y contenedores debe ser realizado con mucho cuidado. Cuando el cilindro no este conectado, la capucha protectora debe ser colocada. Una vez colocados sobre el transporte, todos los cilindros deberán estar sujetos para evitar que estos rueden durante trayecto. Es permitido utilizar elevadores hidráulicos para facilita la carga de los cilindros. Para mayor información respecto a los métodos y las medidas de seguridad pertinentes vea el Panfleto No. 76 del Instituto del Cloro.

2.3.2 Cilindros de 68kg

Estos cilindros deben ser movidos en carretillas de mano balanceadas adecuadamente. Provistas de una abrazadera o soporte de cadena que mantengan al cilindro en su lugar; de preferencia las ruedas de la carretilla deben ahuladas. El levantamiento estos cilindros con grúa no recomendable. Si es necesario levantarlos, debe utilizarse siempre una mordaza una malla portadora; nunca se levanten cilindros de cloro mediante imán, cuerdas o cabrestillos. Evítese levantar cilindros atados de su tapa ó capuchón protector de la válvula, ya que la rosca de este no está diseñada para soportar el peso recipiente, asimismo, no se deben dejar caer ni se golpean unos con otros.

2.3.3 Cilindros de 907 Kg.

Debido al peso los envases y a la capacidad de carga, 907 Kg., estos cilindros deben manejarse cuidadosamente. Para levantarlos, se puede utilizar una barra de acero bien balanceada con un gancho en ambos extremos para levantar los cilindros, toda vez que los cilindros están especialmente diseñados para este objeto (figura 2.7).

La barra se maneja mediante una grúa especial. Los cilindros que sean transportados, deben estar asegurados con toques para evitar que se puede, golpeen o sufran caídas del medio de transporte. Los cilindros puede ser cómodamente manejados en el piso haciéndolo rodar sobre rieles de acero. Evite que los cilindros se golpeen entre sí y al terminar utilizarlos, coloque siempre su lugar la capucha protectora de las válvulas

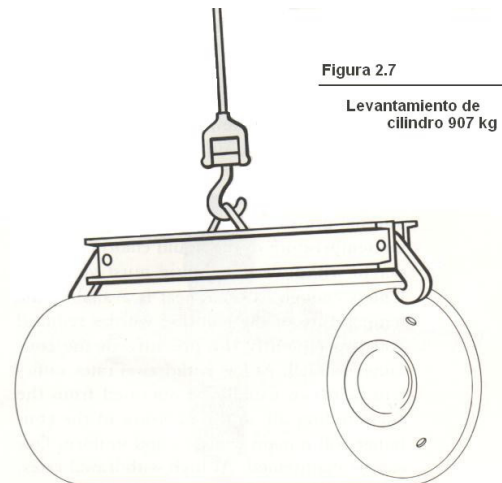


Figura 2.7
Levantamiento de cilindro 907 kg

TABLA 2.1
Dimensiones de Cilindros y pesos

Capacidad lb	(kg)	Peso cilindro vacio		Diametro externo in	(mm)	Altura (1) o Longitudud	
		lb	(kg)			in	(mm)
100	45	63-115	29-52	8¼-10¾	210-273	39½-59	1003-1499
150	68	85-140	39-64	10¼-10¾	260-273	53-56	1346-1422
2000	907	1300-1650	590-748	30	762	79¾-82½	2026-2096

Nota (1): La altura de la parte superior hasta el capuchón protector, altura de la línea centro a la parte externa de la válvula es de 3" (89 mm) menos.

2.4 Almacenamiento

- 2.4.1 Los cilindros y contenedores pueden ser almacenados en locaciones exteriores o interiores. Si se utiliza un almacén interior, este debe cumplir con las recomendaciones de la Sección 6.1 y 6.2 respectivamente.
- 2.4.2 En cualquier locación designada como almacén de cilindros y contenedores de cloro, debe ser un área limpia y libre de acumulación de basura y grasa para minimizar el peligro de incendio.
- 2.4.3 Los cilindros siempre deben estar alejados de áreas con riesgo de incendio, tales como almacenes de productos inflamables (líquidos, gases o sólidos), así como estaciones de descarga, carga, medición y control de gas natural o L.P. Todos los almacenes deben contar con dispositivos para la correcta sujeción de los cilindros (68 Kg.) y topes para los contenedores de tonelada (907 Kg.).
- 2.4.4 Nunca localizar un almacén de cilindros y contenedores de cloro, cerca de sistema de ventilación, aire acondicionado y elevadores ya que es caso de una fuga, estos sistemas dispersaran el cloro a otras áreas de difícil contención.

- 2.4.5 Todos los cilindros y contenedores deberán ser almacenados en lugares donde se minimice la exposición a ambientes corrosivos.
- 2.4.6 Nunca exponga a los cilindros y contenedores al fuego directo ó a temperaturas extremas, ya que los fusibles provistos como protección, actuaran (cerca de 70°C), dejando escapar el cloro.
- 2.4.7 La corrosión del acero, con el que están fabricados los cilindros y contadores, se incrementa notablemente si el cloro es calentado, inclusive el cloro puede iniciar fuego si se expone el acero a una temperatura de 250°C.
- 2.4.8 Nunca almacene cilindros y contenedores de cloro cerca de otros productos químicos, tales como Amoníaco o compuestos de amoníaco, hidrocarburos y grasas/aceites de origen mineral.

SECCION 3

3. 0 CARROS TANQUE

3.1 Especificaciones

El cloro puede ser transportado por carros tanque de ferrocarril y descargado con una instalación especialmente diseñada para ello. Solo esta permitido utilizar carros tanque diseñados, contruidos y aprobados por DOT.

La especificación para carros tanque con capacidad de 55 y 90 toneladas es:

- a. Construcción: DOT 105A500W,
- El carro tanque contara con válvulas para descarga asi como de alivio (seguridad), tubería interna para llenado/descarga, aislamiento (4" espesor) protegido con una cubierta de acero.

- b. Mantenimiento – Inspección – Certificación:
29CFR 179.102.

Nota: En México, la SCT reconoce la aplicación de regulaciones de la DOT y pueden ser utilizadas como guias de referencia.

3.2 Información detallada

3.2.1 Registro de entrada (Manway)

En la cubierta del entrada hombre y dentro de una cúpula provista de una cúpula (figura 2.12) se encuentran montadas 5 válvulas, 4 las cuales son para carga / descarga (válvulas angulares, figura 2.11) y la del centro es una válvula de seguridad calibrada (figura 2.11) para evitar que la presión interna exceda de 26. 37 kg/cm². Las válvulas de la línea paralela al eje longitudinal del carro

tanque están acondicionadas para la descarga de cloro líquido.

Las válvulas perpendiculares a esta línea imaginaria, comunica con la parte superior del cloro líquido y al abrirse cualquiera de ellas se obtiene cloro gaseoso. Esta válvulas, no deben usarse normalmente a menos que se desee reducir la presión dentro del carro tanque o bien aumentarla mediante la inyección de aire comprimido, limpio y seco. Opuestas a las válvulas mencionadas, existen cuatro aberturas practicadas sobre la cúpula, a través de las cuales pasan las líneas que deben conectarse para efectuar la descarga del cloro.



Figura 2.9
Carro tanque para cloro

visibles de: **“ALTO, CARROS TANQUE DE CLORO DESCARGANDO..**

La estación de descarga debe poseer una plataforma adecuada que facilite el acceso a las válvulas de los carros tanque, a las conexiones de la línea descarga y la operación las válvulas.

La descarga de los carros tanque debe realizarse mediante una tubería de acero carbón cédula 80 de 1" diámetro conectada a una de las válvulas de descarga de cloro líquido. Para conectar la línea con la válvula de flujo, se utilizan una conexión flexible en forma de aro, el cual debe tener un diámetro mínimo de 45 cm, formado con la tubería de cobre templado para 35 kg/cm² de presión de trabajo, o bien una manguera flexible de acero inoxidable 316 de 1" diam. como mínimo. (figura 2.13)

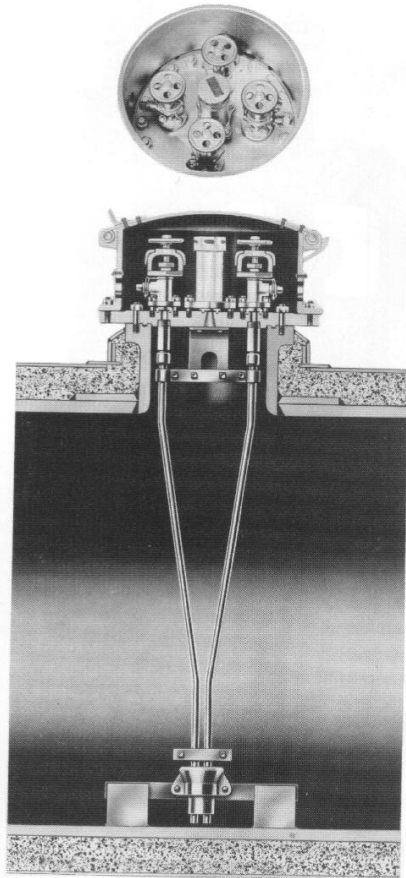


Figura 2.13. Registro de entrada (Manway)

3.2.2 Operación:

Los carros tanque no están diseñados para la descarga de cloro gas, aunque cuenta con dos válvulas por medio de las cuales se podría hacerse. Estas válvulas se utilizan más bien para aumentar o reducir la presión interna del carro. Los carros tanque se deben ser descargados exclusivamente en espuelas privadas de ferrocarril y antes de efectuar esta operación las ruedas deben bloquearse el freno debe estar puesto y los tubos y desviadores colocados para evitar que durante su descarga sufran movimientos o que otro carro pueda embestir al que éste en descarga. Es preferible que esta operación se le lleve a cabo en extremo final de la vía, si éste es el caso, las protecciones serán colocadas en el extremo abierto de la vía; de otro modo el carro debe ser protegido, por los frentes. Sólo las personas autorizadas deben estar en las cercanías de los carros tanque cuando estos se descargan, para lo cual, deben colocarse letreros con leyendas perfectamente

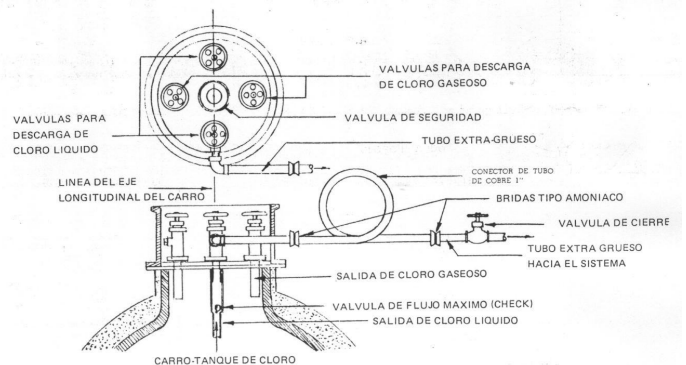


Figura 2.13. Esquema que muestra las válvulas y las conexiones para la descarga de carros tanque.

Después de la válvula de control, el cloro líquido proceso se conduce por tuberías de 1" diam. de acero carbón cédula 80.

En los puntos donde sea necesario emplear bebidas estas deberán hacerse tipo de cuello ASME/ANSI #300 con cara realzada.

La válvula angular del carros tanque (figura 2.11), por la que esta descargando, incluso el cloro líquido, deberá permanecer totalmente abierta, durante la operación de descarga, y no debe utilizarse para controlar el flujo de cloro.

Para evitar un flujo excesivo de cloro líquido el caso de fallas, se cuentan con válvulas de sobre flujo que permite el paso el cloro en una sola dirección, conectadas al extremo superior del tubo sumergido, de salida de cloro líquido, inmediatamente debajo de las válvulas angulares para el cloro líquido, estas válvulas de sobre flujo, consisten en una esfera metálica que tapona la salida del fluido cuando el flujo del mismo excede al límite de su calibración que puede ser de 3100 kg/hora a 7000 kg/hr (figura 2.10)

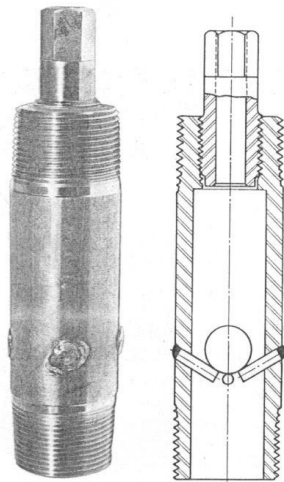


Figura 2.10
Valvula para sobreflujo

Las válvula de sobre flujo, se cierran si la presión de descarga se hace excesivamente repentina (ruptura de líneas o apertura rápida de la válvula angular). Para abrirlas basta cerrar la válvula angular durante un breve periodo; sin embargo, en alguna ocasión será necesario golpear suavemente con un trozo de madera el vástago de la válvula angular. De no liberarse la esfera, puede utilizarse la otra válvula para descarga de cloro líquido.

Nunca se debe utilizarse la válvula angular del carro para controlar el flujo del cloro líquido y por ningún motivo debe calentarse carros tanque. El cloro líquido debe descargarse con su presión de vapor, en caso de ser necesario aumentar la presión, se deben utilizar aire limpio y seco introducido al carro través de las válvulas de cloro gas.

Es recomendable contar con manómetro la línea descarga para observar la caída de presión cuando se ha terminado el cloro líquido. Nunca debe bloquearse la válvula alivio que se cuentan los carros tanque. Una vez que se haya descargado el cloro de un carro tanque, se debe cerrar la válvula angular de descarga y antes de cerrar las otras válvulas del sistema, la línea descarga debe quedar completamente vacía.

Después de que la línea descarga se hayan desconectado, el tapón protector de la descarga de la válvula angular debe ser colocado inmediatamente, con estos se evita la corrosión en las cuerdas con la humedad de la atmósfera. El extremo abierto de la línea descarga del cloro, se debe tapar con taponés apropiados para prevenir entradas de humedad y de suciedad a las líneas.

Finalmente en debe cerrarse la tapa de la cúpula protectora de las válvulas del carro tanque.

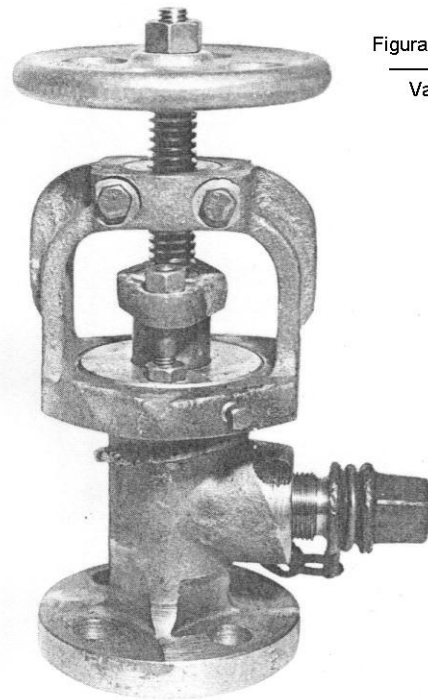
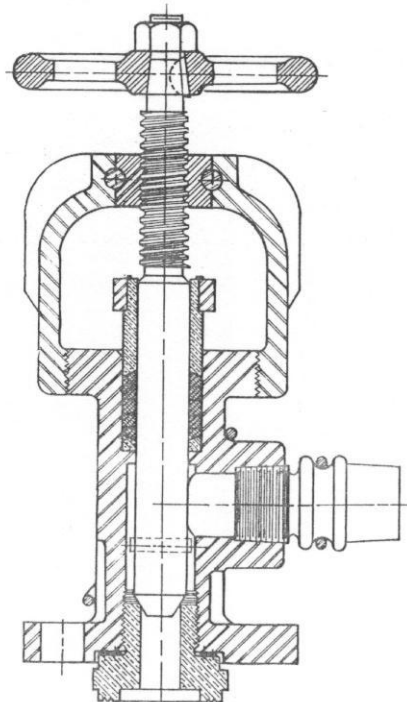


Figura 2.11
Valvulas angulares



SECCION 4

4. 0 MEDIDAS DE EMERGENCIA (Guía de referencia general)

4.1 Preparación

Toda instalación o proceso que utilice, maneje, almacene o produzca cloro debe contar con un Plan de Emergencia para minimizar o responder ante una emergencia relacionada con Cloro. Dicho plan debe incluir el entrenamiento del personal que intervendrá, la ayuda o asistencia externa (Bomberos, Paramédicos o Protección Civil), sin embargo, la primera acción a la respuesta recae sobre las personas responsables del proceso. Para mayor información al respecto, puede consultar las siguientes páginas:

www.osha.gov
www.stps.gob.mx
www.integridadmecanica.com

4.2 Acción

4.2.1 Al detectar una fuga de cloro, todas las personas que se encuentran en las cercanías deben trasladarse a los lugares más elevados posibles caminando tranquilamente sin correr y en caso de no contar con la mascarilla adecuada respirar a través de un pañuelo húmedo hasta obtener la mascarilla correspondiente. La dirección donde caminar será en contra del viento sople de ellos y la fuga. Para saber en todo momento la dirección del mismo, es recomendable colocar veletas en los puntos más altos visibles de las instalaciones.

4.2.2 Sólo el personal entrenado y equipado convenientemente debe permanecer en el lugar de la fuga para tratar de arreglarla, todas las demás personas deberá ser evacuadas de la zona de peligro.

4.2.3 En todas las instalaciones industriales que manejen, produzcan, almacenen ó utilicen cloro se debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Contar con cuadrillas de reparación de fugas de cloro y rescate de heridos.
- Se deben tener equipos de emergencia para reparar fugas de cloro, tanto de la instalación misma, como de los cilindros de 68 kg, 907 kg, Isocontenedores, y carros tanques.
- Efectuar simulacro de fugas de cloro periódicamente para entrenar personal en la reparación de las mismas.

4.2.4 Todo el personal que trabajen en posible contaminación con cloro debe contar con una mascarilla personal, y debe existir en la planta, todo el equipo de protección para entrar a las áreas contaminadas con cloro.

4.2.5 Las fugas de cloro deben ser reparadas en el menor tiempo posible, ya que tienden a hacerse más grandes muy rápidamente, con lo que se dificulta su reparación.

4.2.6 El recipiente con un escape de cloro debe ser separado para su reparación antes de que comience escapar el cloro líquido; la cantidad de cloro gas que puede fugas en mucho menor en todos los casos que cuando se trata de cloro líquido. Por ejemplo, los cilindros de 68 kg deben colocarse tal modo que la fuga sea de cloro gas.

4.2.7 La salida de cloro gas de un recipiente tiende bajar la temperatura del cloro remanente y consecuentemente se reduce la presión dentro del recipiente.

4.2.8 Un método seguro para absorber el escape de cloro de un recipiente consiste en conducirlo mediante la tubería de acero a una solución de sosa cáustica o lechada de cal, convenientemente preparada. La siguiente tabla indica las cantidades de solución de sosa cáustica y de cal para absorber el cloro, de acuerdo con la capacidad del recipiente.

Tabla 2.2

Tamaño del Recipiente de cloro	Sosa Cáustica		Soda AsH		Cal Hidratada	
	Kg 100o/o	Litros Agua	Kg 100o/o	Litros Agua	Kg	Litros Agua
68 Kg	85	230	204	570	159	570
500 Kg	625	1680	1500	4160	1120	4160
907 Kg	1140	3050	2730	7570	2040	7570

Nota: Las cantidades anteriores absorben el contenido del recipiente en cada caso.

4.2.9 Cuando ocurre una fuga del sistema tuberías, cierre inmediatamente las válvulas del recipiente de cloro. **Nunca aplique agua en una fuga de cloro.** La aplicación de agua hace al cloro mucho más corrosivo.

4.3 Fuego

Si durante la emergencia se presenta fuego, ó existe el riesgo de exposición a altas temperaturas, todos los cilindros y contadores deben ser retirados del área. Si por alguna circunstancia, estos no pueden ser movidos, se debe mantener lo más frío posible mediante una cortina o chorro de agua sobre los cilindros o contenedores; pero si se presenta fuga de cloro, **nunca utilizar agua**.

Sin embargo, si las condiciones son severas y es latente el riesgo de una mayor liberación de cloro por la exposición al fuego, puede ser prudente usar agua para prevenir la ruptura de otros cilindros o contadores que no estén rugando.

4.4 Emergencias en transporte (SETIQ 01 800 0021 400)

4.4.1 El **SETIQ** es un sistema de emergencia que proporciona telefónicamente información técnica para atender incidentes en donde se encuentran involucrados productos químicos que opera los 365 días del año durante las veinticuatro horas del día. Cuenta con personal altamente especializado que atiende las llamadas y ocho líneas para la atención de emergencias. Su función es servir de enlace con otros grupos de emergencia; Bomberos, Cruz Roja, Policía Federal, Protección Civil, Seguridad Pública, Brigadas de Emergencia, Grupos de Ayuda Mutua Industriales, etc. y así coordinar la atención adecuada al incidente químico. Para mayor información, puede consultar en: www.anig.org.mx/setiq/setiq.htm

4.4.2 Si la fuga de cloro ocurre en zonas pobladas, generalmente es recomendable mantener el vehículo en movimiento hasta salir a un lugar despejado para atender apropiadamente la emergencia.

4.4.3 Para reducir la cantidad de cloro liberado por una fuga durante el transporte, se debe llevar a cabo acciones específicas y concretas, tales como:

- Si es posible, gire el cilindro para colocarlo de tal modo que la fuga sea de cloro gas y de líquido. La cantidad de cloro que escapa de la fase gaseosa es 15 veces menor que la cantidad de cloro que saldría por la fase líquida (para más detalles, vea 1.7.4 Expansión Volumétrica)

- Si es práctico, reduzca la presión del cilindro, evacúe la fase gas (no líquido) hacia un sistema de venteo-neutralización.
- Mover el cilindro fuera de zonas calientes
- Aplicar correctamente los Kits de emergencia disponibles (A, B ó C).

4.4.4 Un cilindro que fuge cloro, nunca debe ser sumergido en un estaque de agua, ya que la capacidad de absorción del agua es relativamente pequeña y al ser saturada el agua, empezará el cloro a escaparse al ambiente. Además el cloro al contacto con agua, forma una solución altamente corrosiva, acelerando más el deterioro del cilindro.

4.5 Kits de emergencia

El Instituto del Cloro ha diseñado un conjunto de dispositivos que al ser utilizados correctamente, minimizan la cantidad de cloro que puede escapar de un cilindro. Dichos dispositivos han sido denominados: "Kits de Emergencia" y están divididos en 3 principales grupos a saber:

- Kit A – diseñado para cilindros de 68 Kg (figura 2.8)
- Kit B – diseñado para cilindros o contenedores de 907 Kg
- Kit C – diseñado para iscontenedores y carros tanque

Estos Kits operan principalmente como medidas de contención de fugas en válvulas. Cada kit, cuenta con instructivo detallado para su correcta instalación. Estos dispositivos se adquieren por separado, para mayor información pregunte a su asesor de ventas.



Figura 2.8

Kit "A" para emergencias cilindros de 68 kg

SECCION 5

5. 0 ENTRENAMIENTO Y MEDIDAS GENERALES DE SEGURIDAD

5.1 Entrenamiento

El éxito de la seguridad en el manejo de cloro depende, en gran medida, de cuan efectivo es la capacitación y entrenamiento del personal involucrado, adecuadas medidas de seguridad y una inteligente supervisión o dirección. La capacitación y entrenamiento efectivo incrementa el grado de competencia en ejecutar las prácticas para el manejo seguro del cloro. Dicho nivel de competencia exige que los trabajadores potencialmente expuestos al cloro estén informados de los riesgos inherentes y las medidas de control para mitigación o minimización del impacto de una fuga de cloro. Esta información puede ser transmitida mediante los siguientes conceptos:

- a. Hoja de Seguridad de Materiales (MSDS-Material Safety Data Sheet) para el cloro, documento anexo a este manual.
- b. Instrucciones y re-entrenamiento periódico del uso del equipo de protección personal (EPP) necesario para escape.
- c. Instrucciones y re-entrenamiento periódico en el uso del equipo de emergencia, tales como: regaderas y lavaojos, botones y alarmas de emergencia, sistemas de contención y mitigación de fugas, etc..
- d. Instrucciones y re-entrenamiento periódico del uso correcto de los Kits de emergencia, así como su localización y programa de simulacros.
- e. Instrucciones y re-entrenamiento periódico del uso del equipo para primeros auxilios, así como su localización y programa de simulacros.

5.2 Equipo de protección personal (EPP)

- 5.2.1 Todo el personal que labora en instalaciones en las cuales se maneje cloro en cualquier forma, debe ser protegido contra contactos eventuales con el cloro.
- 5.2.2 Generalmente es suficiente contar con mascarillas individuales equipo cartucho (Canister) aprobados para servicio de cloro. Esta mascarilla debe ser utilizada por un periodo de exposición relativamente corto; no es útil para casos de emergencia cuando la concentración de cloro exceda el límite de seguridad, que es de 1% en volumen y la de oxígeno pueda ser menor de 16% en volumen. Para tales casos la persona expuesta a ese ambiente deberá contar con equipo de autocontenido, o en su defecto equipo de respiración autónoma de mascarilla completa conectado a cilindros de aire portátil.
- 5.2.3 Es importante que se tenga un programa para cambiar periódicamente los cartuchos de la mascarillas de emergencia aún cuando éstos no haya sido utilizados.
- 5.2.4 Todo el equipo de protección utilizado para casos de emergencia debe ser examinado periódicamente para mantenerlo en óptimas condiciones de operación.

- 5.2.5 Se recomienda conservarlo en recipientes apropiados y colocarlos fuera del área donde existe la posibilidad de fugas de cloro.

5.3 Monitoreo Ambiental

- 5.3.1 Las características de olor que tiene el cloro hacen posible establecer su presencia para prevenir daños severos al personal potencialmente expuestos. Pero por si sola la presencia (olor) no establece una medida de protección completa, por lo que es necesario cuantificar la concentración percibida por el olfato; para ello es requerido establecer métodos que puedan medir las concentraciones en las áreas de trabajo.
- 5.3.2 Frecuencia de Monitoreo
Es imposible establecer una frecuencia dado que es obvio que ésta será en función del grado de exposición. Donde existan altos índices de exposición por encima de los límites permitidos para el ser humano, se debe establecer un programa riguroso de monitoreo controlado y ejecutado por un especialista en la materia.
- 5.3.3 Métodos
Existe una gran variedad de métodos, tanto químicos como electrónicos, que pueden analizar una muestra de aire y cuantificar su concentración. Los sistemas más simples pueden ser utilizados de manera portátil (usualmente, se detecta la presencia de cloro, en diferentes niveles, por el cambio de color de un material sensible) por los trabajadores potencialmente expuestos. Por otra parte, hay dispositivos más sofisticados (sensores electro-químicos) que son utilizados para el monitoreo continuo con salida de señales digitales y configuradas como parte de un sistema integral de alarmas e interlocks.
La selección adecuada depende e gran medida del propósito específico así como las regulaciones en materia de medio ambiente y seguridad/higiene requeridas.
Para mayor información pregunte a su asesor de ventas.

SECCION 6

6. 0 ASPECTOS MEDICOS Y PRIMEROS AUXILIOS

6.1 Riesgos a la salud

El cloro se considera como una sustancia química irritante del sistema respiratorio, de las membranas mucosas y de la piel. En bajas concentraciones, es fácil detectarlo en el aire aún antes de notar su color amarillo verdoso característico (el olfato humano tiene la capacidad de detectar cloro hasta 1 p.p.m.). El cloro líquido causa fuertes quemaduras al contacto con la piel y en los ojos. Los efectos son más severos a medida que es más alta la concentración y mayores tiempo de exposición, ocasionado irritación a ojos y dificultad para respirar. Los síntomas de la exposición a altas concentraciones consisten en náuseas y vómito seguido de una notoria dificultad para respirar. El cloro no produce efectos acumulativos conocidos y todas las molestias que ocasionan se deben directa o indirectamente a su acción irritante local. Sin embargo, las personas que según su historial médico padezcan enfermedades crónicas, no deben trabajar en áreas donde se maneje cloro.

6.2 Medidas preventivas

Aunque el cloro no produce efectos acumulativos, una exposición severa ocasionaría daños irreversibles al sistema respiratorio; por lo que es necesario realizar estudios para diagnóstico clínicos al personal potencialmente expuesto al cloro. Estos estudios consisten en una examinación física incluyendo radiografías (14" x 17") y un estudio de las funciones cardiovasculares (FVC, FEV1); así como estudios específicos en caso de alergias, problemas cardíacos o congénitos del sistema respiratorio. Los ojos también serán objeto de estudio, ya que la irritación constante pudiera provocar infecciones tales como conjuntivitis.

En resumen, todos los estudios clínicos anteriormente mencionados, serán tomados como medidas preventivas y además serán la base para la selección más adecuada del equipo de protección personal más conveniente, según sea el caso.

6.3 Primeros Auxilios

6.3.1 Estos procedimientos de primeros auxilios se han prescrito únicamente para casos de emergencia mientras llega un médico. Se recomiendan la siguientes medidas para las personas que hayan estado expuestas al cloro:

- a. Trasladar al paciente del área contaminada con cloro a un sitio adecuado en el cual se le pueda mantener una temperatura de 30°C para lo cual se usaran atrasadas, en caso necesario. Para una pronta recuperación, es necesario que no realicen ningún tipo de movimiento.
- b. Coloque al paciente posición dorsal con la cabeza elevada
- c. Llame a un médico inmediatamente

- d. Si el paciente ha sido salpicado con cloro líquido o agua clorada se debe quitar inmediatamente toda la ropa contaminada, ya al contacto con la piel, la ropa contaminada produce irritaciones y quemaduras. Las áreas del cuerpo que hayan estado expuestas a las salpicaduras deben lavarse perfectamente con agua y jabón cuando menos por diez minutos. Nunca traté de neutralizar el cloro con otras sustancias químicas.
- e. Cuando el cloro líquido haya estado en contacto con los ojos la velez copiosamente con agua corriente, cuando menos por 15 minutos. Si no hay disponible un médico, se debe repetir el lavado por un segundo periodo de 15 minutos, no se debe suministrar ningún medicamento sin prescripción médica.
- f. Es recomendable administrar al paciente, con el equipo especial para estos casos, una mezcla de bióxido de carbono y oxígeno (no más de 7% de bióxido de carbono), en periodo de dos minutos seguidos y dos minutos de descanso y con un tiempo total aplicación que no exceda de 30 minutos. En caso de no contar con la mezcla mencionada, se puede utilizar únicamente oxígeno.
- g. Para aliviar un poco la irritación de la garganta, es recomendable suministrar leche al paciente.
- h. Si la respiración del paciente sea ha detenido, se debe practicar inmediatamente respiración artificial; en caso utilizar el método de presión de Schafer, no debe excederse el ritmo de 18 movimientos por minuto.

6.4 Información específica

6.4.1 No existe un antídoto para la inhalación del cloro.

El tratamiento más adecuado será aquel que se concentre en minimizar los síntomas de la irritación de las vías respiratorias. Es muy importante iniciar dicho tratamiento lo antes posible, hasta que los síntomas han disminuido notablemente. En caso de exposición severa, el paciente puede desarrollar edema pulmonar, por lo que el medico tomará la decisión respecto al suministro de esteroides y antibióticos (para prevenir infecciones pulmonares). Será de vital importancia que un paciente en dichas circunstancias, sea mantenido bajo observación médica para evaluar la respuesta de su organismo.

6.4.2 Terapia de Oxígeno

La administración de oxígeno es muy importante y debe ser efectuada lo antes posible. La aplicación puede ser mediante equipo portátil ó equipo más sofisticado, según sea el caso. Es recomendable que el oxígeno a utilizar sea de grado médico con

una concentración del 60% al 100% acompañado de un humidificador con un suministro de 6 lts/min. a presión atmosférica. Es posible que el médico que atiende al paciente, tome la decisión de usar broncodilatadores con la finalidad de mejorar el desempeño pulmonar ante la presencia de espasmos.

SECCION 7

7. 0 INGENIERIA Y MANTENIMIENTO

7.1 Edificios

Todos los edificios y estructuras diseñadas para contener o almacenar equipo para manejo de cloro deben contar con todos los elementos necesarios para proteger al sistema de los riesgos de incendio. Se recomienda que, dentro del mismo edificio donde se vaya a manejar o a procesar materiales inflamables, se construya una pared contra incendios entre las dos áreas. En los cuartos o de las secciones de un edificio en el cual se vayan a almacenar, manejar todo utilizar cloro, deben existir por lo menos dos salidas; todas las puertas de salida deben abrirse hacia fuera. En las áreas de protección de cloro, se deben cumplir con dos importantes requisitos concernientes a la protección adecuada del equipo contra los fenómenos atmosféricos y al mismo tiempo tener una ventilación lo más completa posible. Dichas instalaciones deberán contar con equipos para el monitoreo continuo ambiental de la calidad del aire que puedan detectar la presencia de cloro y de esta manera iniciar una secuencia de emergencia o respuesta a emergencia o iniciar la secuencia para poner el proceso en posición segura de operación

7.2 Ventilación

El sistema de ventilación de una construcción que contenga equipo para cloro, debe proveer aire fresco y tomar en consideración la posibilidad de una fuga de cloro. En algunos casos de ventilación natural puede ser adecuada, en otros, es necesario contar con extractores y ventiladores colocados en sitios estratégicos de la construcción, de tal modo, que el cambio total de aire se efectúe en un periodo de uno a cuatro minutos. Debido a que cloro gas es más pesado que el aire y por lo tanto muestra una tendencia a acumularse en los niveles más bajos, la succión de los extractores debe estar localizada lo más cerca posible del piso. Los controles de arranque y paro de los ventiladores, o de sistema de ventilación general, se debe localizar fuera de las áreas en donde pudieran estar en contacto con el cloro, aún cuando recomendable contar cuando menos con un interruptor de arranque dentro del área de cloro para emergencias. La descarga de sistema de ventilación que contendrá el cloro deberá ser descargado en un sistema de absorción de gases y nunca debe ser ventilado hacia la atmósfera. La temperatura ambiente dentro de una instalación cerrada que contenga o maneje cloro deberá ser mantenida de manera artificial cerca de los 20°C..

7.3 Sistema de tubería para cloro seco.

7.3.1 Materiales

El general, se recomienda el uso de tubería de acero carbón para manejo de cloro líquido. El uso de aceros inoxidable serie 300 puede ser útil para manejo de cloro líquido a bajas temperaturas, pero existe el riesgo de esfuerzos por corrosión asociados con la pobre resistencia del acero inoxidable ante los cloruros. Dicha resistencia esta en función de la temperatura de trabajo; a mayor temperatura, mayor esfuerzos por corrosión. Para mayor información de materiales compatibles con el cloro, vea el Panfleto 6 y 60 del Instituto del Cloro.

7.3.2 Diseño e Instalación

7.3.2.1 General

El arreglo general de la tubería debe ser lo más simple posible y el número de uniones roscadas o bridas deberá reducirse a un mínimo. La tubería debe estar bien sujeta y con una pendiente adecuada para permitir el drenaje.

7.3.2.2 Expansión Líquida

Se deben evitar los recodos y tomar las providencias necesarias para permitir expansión de la tubería, debidas a cambios de temperatura del cloro líquido. Como cloro líquido tiene un alto coeficiente de expansión térmica, si quedara atrapado entre dos válvulas, puede desarrollar una alta presión hidrostática, por el incremento de la temperatura, pudiendo ocasionar rupturas en la tubería. Los efectos de este fenómeno, se deben tomar en cuenta para diseño de la tubería. Las protecciones usuales son las cámaras de expansión, las válvulas de relevo y los discos ruptura con descargas a recipientes adecuados.

7.3.2.3 Condensación

La condensación del cloro puede ocurrir en las tuberías que transportan cloro gas cuando estas son sometidas a temperaturas por debajo de la presión de vapor (ver tablas anexas) . La condensación puede ser prevenida si se reduce la presión interna del sistema mediante una válvula de control de presión. En otros casos, será necesario aislar la tubería. Nunca utilice calor directo para incrementar la temperatura de la tubería. Las trazas de calor (eléctricas o de vapor) son un serio potencial de riesgo ya que pueden ocasionar

expansión volumétrica repentina y la ignición del acero.

7.3.2.4 Instalación

Todas las nuevas uniones de tubería para cloro deben ser soldadas o uniones por medio de bridas. Si se utilizan uniones roscadas, utilizar el perfil NPT.

Para la lubricación de las válvulas se utiliza la grasa siliconada, nunca utilizar grasas o aceites de origen mineral ya que reacciona violentamente con el cloro provocando una acelerada corrosión comprometiendo así la integridad de la instalación.

7.3.2.5 Succión

A medida que el cloro gas es alimentado hacia el sistema el remanente en la fase líquida genera una succión ó vacío que puede causar serios accidentes y corrosión severa ya que introduce humedad al sistema. La solución para prevenir este fenómeno radica en el diseño adecuado considerando sistemas para la medición y control del flujo así como dispositivos para el control de vacío.

7.3.4 Preparación antes de uso.

7.3.4.1 La limpieza

Se efectuará una limpieza a detalle para eliminar cualquier residuo de hidrocarburos o grasas de origen mineral, polvos u objetos extraños. La limpieza de la tubería es uno de los pasos más importantes antes de inyectar cloro por el sistema, ya que éste puede reaccionar violentamente con partículas de aceite, grasas o de cualquier material extraño. La limpieza se lleva a cabo mediante la emisión de aire seco sin cloro, a continuación se lava con agua, ligeramente alcalina (10% de NaOH); se pasa por la tubería nuevamente, hasta eliminar la alcalinidad, se alimenta vapor para calentar la tubería hasta 80°C, aproximadamente, después se alimenta aire seco hasta que la humedad en la entrada y en la salida de la tubería se la misma a él vapor constante más bajo posible. El vapor y el aire se alimentan de la sección con mayor altura a la de menor nivel con objeto de que todas las partículas extrañas sean arrastradas eliminadas del sistema. Los líquidos se alimentan por los puntos de menor altura con el fin de que todas las porciones interiores de la tubería sean perfectamente lavadas.

7.3.4.2 Prueba Hidrostática

Todo sistema de tuberías para cloro debe ser probado hidrostáticamente (Ver panfleto No.6 del Insituto del Cloro). Es de vital importancia que el sistema este totalmente seco antes de ponerlo en servicio.

7.3.4.3 Secado

Durante la construcción, la humedad del ambiente entra al sistema de tuberías. Por esa razón, la tubería deberá ser secada antes de ponerla nuevamente en servicio. Para ello, se puede utilizar vapor para calentar la tubería (vacía), mientras se calienta, se procede con un barrido de nitrógeno o aire seco (punto de rocío de -40 °C) por un periodo de tiempo razonable.

7.3.4.4 Prueba de hermeticidad

El último paso es la prueba neumática de hermeticidad, usando nitrógeno o aire seco a una presión de 10.5 kg/cm² (150 psi), aplicando agua de jabón a las juntas para detectar los posibles escapes. A continuación se inyecta cloro poco a poco, determinando las posibles fugas, mediante el empleo de hidróxido de amonio contenido en un frasco de material flexible, permitiendo que los gases de este producto pasen a través de los sitios de la posible fuga, la cual será detectada al formarse una nube blanca de cloruro de amonio, indicativa de la presencia de cloro gas. Si se requiere realizar reparación, se debe evacuar el cloro de la línea y comenzar todo el procedimiento de limpieza de nuevo.

7.4 Tuberías para cloro húmedo

El cloro húmedo es altamente corrosivo para la mayoría de los materiales. A bajas presiones, el cloro húmedo puede ser manejado por equipos recubiertos con hule, vidrio o porcelana. Los plásticos duros, PVC, termoplásticos y plásticos reforzados con fibra de vidrio, han sido utilizados con éxito. Sin embargo, la selección del material debe ser llevada a cabo por un ingeniero especialista que deberá tomar en cuenta, además de la resistencia a la corrosión, las presiones y temperaturas. Para altas presiones, se ha utilizado ampliamente el uso de Titanio, que solo debe ser utilizado con cloro húmedo, ya que en presencia de cloro seco y bajo ciertas circunstancias, inicia una combustión química espontánea.

El Tantalum ha sido comprobado como el material por excelencia para resistir cloro seco y húmedo hasta una temperatura de 148°C.

El Hastelloy así como el Monel ® (aleación Cobre-Níquel) también son materiales ampliamente utilizados.

En algunas aplicaciones especiales, el Platino y la Plata han tenido éxito para resistir la corrosión del cloro.

En general, la selección de los materiales más convenientes será el resultado de un estudio detallado de las condiciones y variables de operación envueltas en los procesos donde intervenga el cloro.

7.5 Cloradores (clorinadores)

Estos dispositivos son utilizados para dosificar el flujo de descarga de un cilindro o contenedor de cloro, y debe ser seleccionado cuidadosamente tomando en cuenta las capacidades y las condiciones/variables de operación requeridas. Se debe vigilar con detalle, que el sistema de cloración tenga siempre un dispositivo para control del vacío. (Ve la sección 6.3.2.5)

7.6 Vaporizadores

El alto consumo de cloro gas requiere el uso de un vaporizador (evaporador). Usualmente estos dispositivos cuentan con un recipiente diseñado para altas presiones, inmersos en agua calentada con resistencias eléctricas o vapor. Se deberá dar especial atención a la operación y mantenimiento de estos dispositivos.

Para mas información al respecto, vea el Panfleto No.76 del Instituto del Cloro.

7.7 Tanques estacionarios

Los clientes que requieren altos volúmenes de consumo, pueden optar por la instalación de tanques estacionarios especialmente diseñados para cloro. El suministro de estos tanques puede ser efectuado mediante carros tanque o barcazas. Para mayor información, vea el Panfleto No.5 del Instituto del Cloro.

7.8 Disposición de basura

Cualquier efluente generado como resultado de un proceso que involucre cloro, debe ser tratado previamente antes de ser retornado al sistema de drenajes públicos. Se deberá tomar en cuenta el cumplimiento de cualquier legislación al respecto, para mayor información:

www.profepa.com.mx

7.9 Equipo a Mantenimiento

7.9.1 General

La limpieza y reparación de tanques, tubería y otros equipos que estén en contacto con cloro, debe ser efectuada por personal capacitado y entrenado. Todas las precauciones pertinentes deberán ser tomadas en cuenta, tal es como el uso de EPP. Nunca se procederá a realizar reparaciones mientras en equipo esta en servicio, solo hasta que el sistema este completamente libre de cloro, limpio y barrido con gases inherentes y purgado. Esto cobra especial interés en aquellos trabajos donde este relacionado el uso de calor, por ejemplo soldadura.

7.9.2 Es esencial que el sistema este libre de cloro, ya que el fierro y el acero se convierten en materiales combustibles a una temperatura de 250 °C ante la presencia del cloro.

7.9.3 Consideraciones especiales

Toda tubería debe ser desmantelada aflojando los tornillos inferiores, antes de ser totalmente abierta. Con un recipiente plástico flexible que contenga amoniaco, asegurarse de que los gases de este producto pasen a través de la brida, de esa manera es posible detectar la presencia de cloro ya que se forma una nube blanca de cloruro de amonio. Si se requiere, hay que iniciar nuevamente el proceso de limpieza (vea la sección 7.3.4).

Una vez abierta la tubería, se debe sellar el resto del sistema para que entre la menor cantidad posible de humedad.

7.9.3 Cloruro férrico

En los sistemas donde no se ha tenido los cuidados necesarios para evitar la entrada de humedad, la corrosión del cloro deja como resultado un residuo formado principalmente por cloruro férrico. Dicho residuo provoca daños en sistemas de medición y control, reduciendo la eficiencia en vaporizadores y siendo indicativo de un deterioro anormal. Se puede utilizar vapor o agua caliente para disolverlo, sin embargo, válvulas, equipos y otros accesorios deben limpiados mediante métodos tradicionales. Para ello, se procederá con la limpieza ya mencionada y cumpliendo con lo establecido en 7.3.4.

SECCION 8

8.0 DATOS TÉCNICOS DEL CLORO

8.1 Información general

El cloro, en condiciones ordinarias de presión y temperatura, es un gas amarillo verdoso de un olor irritante característico.

8.2 Propiedades atómicas y moleculares

Símbolo – Cl

Peso atómico – 35.453

Numero atómico – 17

Peso Molecular – 70.906

El elemento Cloro existe en la forma de 2 isótopos unidos naturalmente con peso atómico 35 y 37 respectivamente. La molécula ordinaria de cloro esta compuesta por una mezcla del 76% del peso atómico 35 y 24% del peso atómico 37. Existen de manera artificial isótopos de cloro con peso atómico de 13.

8.3 Propiedades Químicas

8.3.1 Flamabilidad

El cloro, gas ó líquido, no es flamable y explosivo; sin embargo, como el oxígeno, puede ser oxidante de ciertas sustancias que soportarían un proceso de combustión. Muchos compuestos orgánicos reaccionan rápidamente con el cloro, algunos de manera violenta.

8.3.2 Valencia

El cloro usualmente forma compuestos con otros elementos cuyo valor de valencia es -1, pero puede ser combinado con otros elementos con valencia +1, +2, +3, +4, +5 y +7.

8.3.3. Reacciones químicas

a. Con agua: El cloro es levemente soluble en agua. Cuando reacciona con agua pura (libre de minerales), se forma una solución débil de ácido clorhídrico y ácido hipocloroso. Se puede cristalizar (hidratos de cloro – $\text{Cl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$) a una temperatura cercana de 9°C @ presión atmosférica.

b. Con metales: La relación de reacción de los metales con cloro seco se incrementa notablemente con la temperatura y bajo ciertas características. El hierro, cobre, acero, plomo, níquel, platino, plata resisten el cloro seco (gas o líquido) hasta de temperaturas cercanas a 121°C . El cloro reacciona con el aluminio, arsénico, oro, mercurio, selenio, telurio y estaño. El titanio reacciona violentamente con el cloro seco. A ciertas temperaturas, el sodio y el potasio pueden quemar al cloro gas. El acero al carbón se incendia a temperaturas de 250°C en presencia de cloro.

c. Con otros elementos:

El cloro, bajo condiciones específicas, reacciona con la mayoría de los elementos. No reacciona directamente con el oxígeno y nitrógeno. Mezclas de hidrogeno con cloro reaccionan violentamente; los limites de ignición dependen de la temperatura, concentración y presión de la mezcla.

d. Con compuestos inorgánicos:

La preparación de sosa y blanqueadores (hipoclorito de sodio y calcio) son reacciones típicas del cloro con compuestos alcalinos. Dada la gran afinidad por el hidrogeno, los cloruros remueven el hidrogeno de compuestos como el sulfuro de hidrogeno formando ácido clorhídrico. El cloro, es decir iones de hipo cloruro, reaccionan con el amoniaco formando mezclas con el nitrógeno que dan como resultado compuestos explosivos como la nitroglicerina (NC_3).

e. Con compuestos orgánicos:

El cloro reacciona con diversos compuestos orgánicos formando derivados clorados. La reacción con compuestos orgánicos es en extrema violenta, especialmente con hidrocarburos, alcoholes y éteres.

8.4 Propiedades físicas

Las siguientes propiedades están basadas para "Cloro Puro" bajo condiciones estándares (0°C a una presión absoluta 101.325 kPa).

8.4.1 Punto ebullición

-33.97°C @ una presión atmosférica (101.325 kPa)

8.4.2 Propiedades Críticas

- Densidad crítica: 573.0 kg/m^3 – masa por unidad de Volumen a una presión y temperatura crítica.
- Presión crítica: 7977 kPa – la presión de vapor de Cloro líquido a una temperatura crítica.
- Temperatura crítica: 143.75°C – La temperatura en la que el cloro siempre es gas, sin importar que tan grande sea la presión.
- Volumen crítico: $0.001745 \text{ m}^3/\text{kg}$ – Es el volumen por unidad de masa de cloro a una presión y temperatura crítica.

8.4.3 Densidad

- a. Gas: 3.213 kg/m^3
- b. Gas saturado: 12.23 kg/m^3 @ Presión absoluta a 0°C
- c. Líquido saturado: 88.76 kg/m^3 @ 0°C
 1422 kg/m^3 @ 15.6°C

8.4.4 Punto congelamiento: -100.98°C

8.4.5 Calor latente de vaporización: 288.1 kJ/kg

8.4.6 Relación de volumen líquido-gas: 456.5 veces

8.4.7 Solubilidad en agua: Vea la grafica 3

8.4.8 Gravedad específica:

- a. Gas: 1.2929 kg/m^3
- b. Líquido: 1.467 @ 4°C

8.4.9 Calor específico:

- a. Gas saturado a una presión constante (C_p)
 0.521 kJ/kg.K @ 0°C , 0.564 kJ/kg.K @ 25°C
- b. Gas saturado a un volumen constante (C_v)
 0.3721 kJ/kg.K @ 0°C , 0.3895 kJ/kg.K @ 25°C

c. Líquido saturado:

0.948 kJ/kg.K @ 0°C , 0.975 kJ/kg.K @ 25°C

d. Relación C_p/C_v : 1.400 para gas saturado @ 0°C
1.448 para gas saturado @ 25°C

8.4.10 Volumen específico:

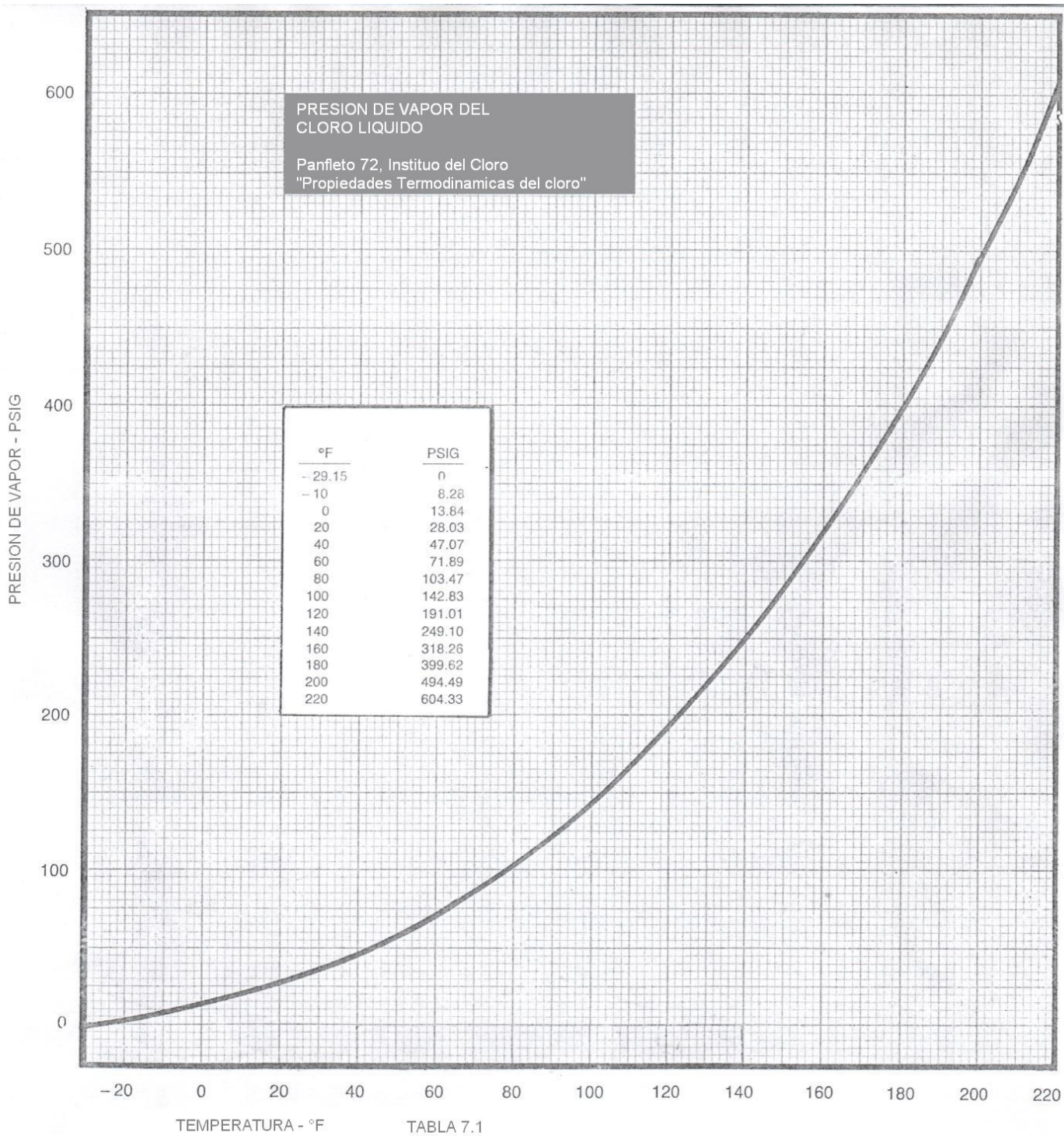
- a. Gas a condiciones estándar: $0.3113 \text{ m}^3/\text{kg}$
- b. Gas saturado @ 0°C : $0.08179 \text{ m}^3/\text{kg}$
- c. Líquido saturado @ 0°C : $0.0006818 \text{ m}^3/\text{kg}$

8.4.11 Presión de vapor:

368.9 kPa @ 0°C
 112.95 kPa @ 25°C

8.4.12 Viscosidad

- a. Gas saturado: 0.0125 mPa.s @ 0°C
 0.0132 mPa.s @ 15.6°C
- b. Líquido: 0.3863 mPa.s @ 0°C
 0.3538 mPa.s @ 15.6°C



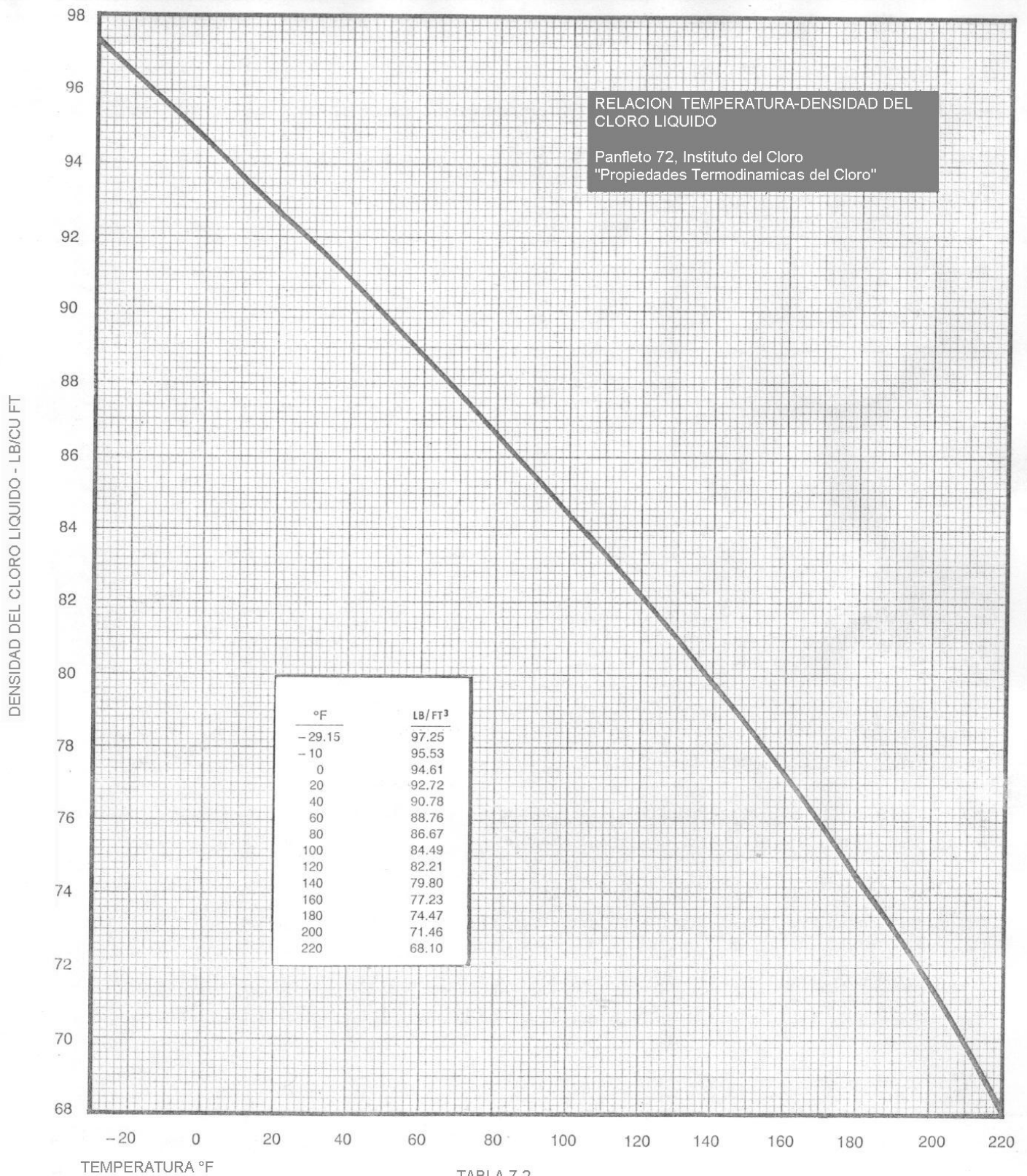


TABLA 7.2

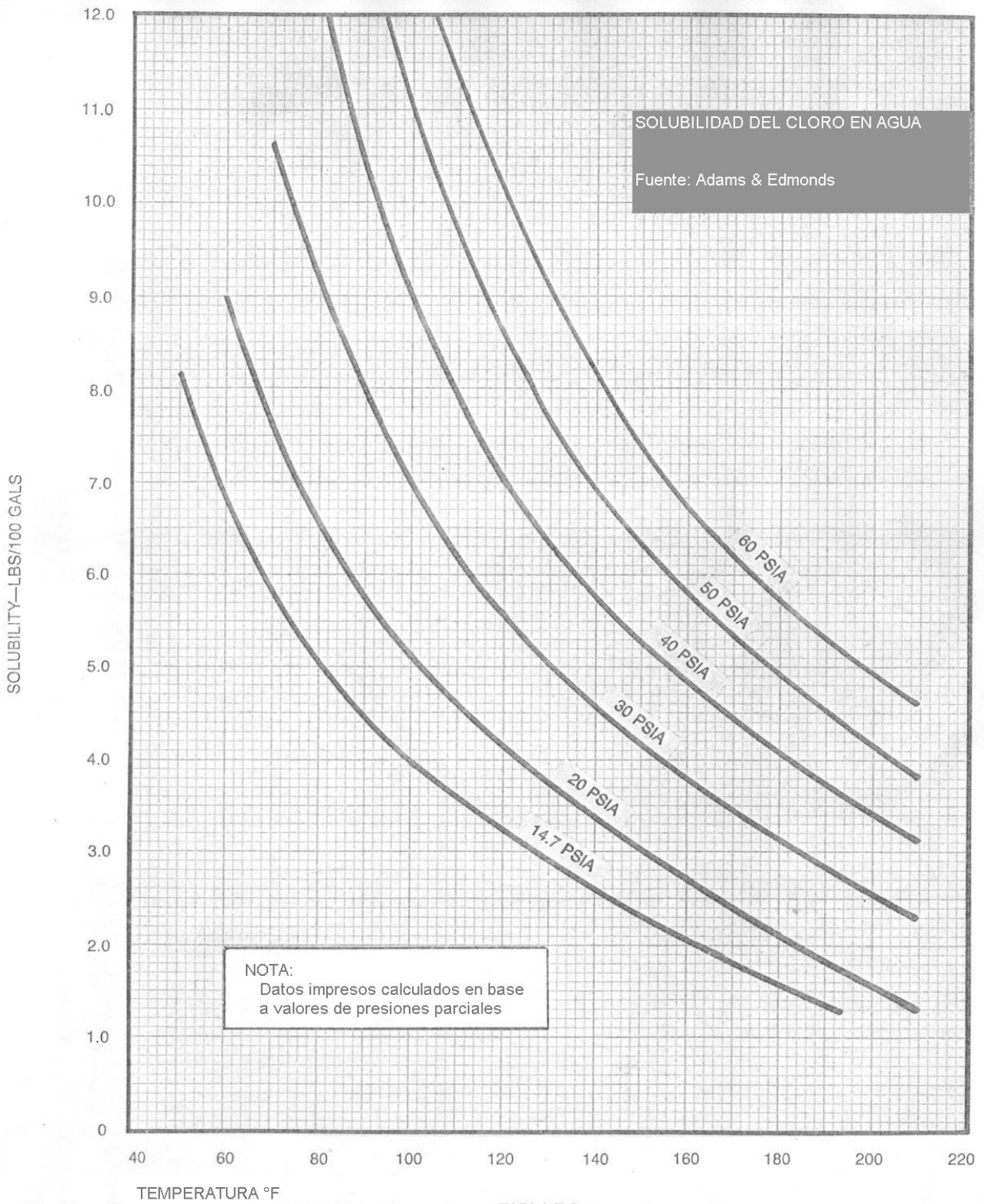


TABLA 7.3

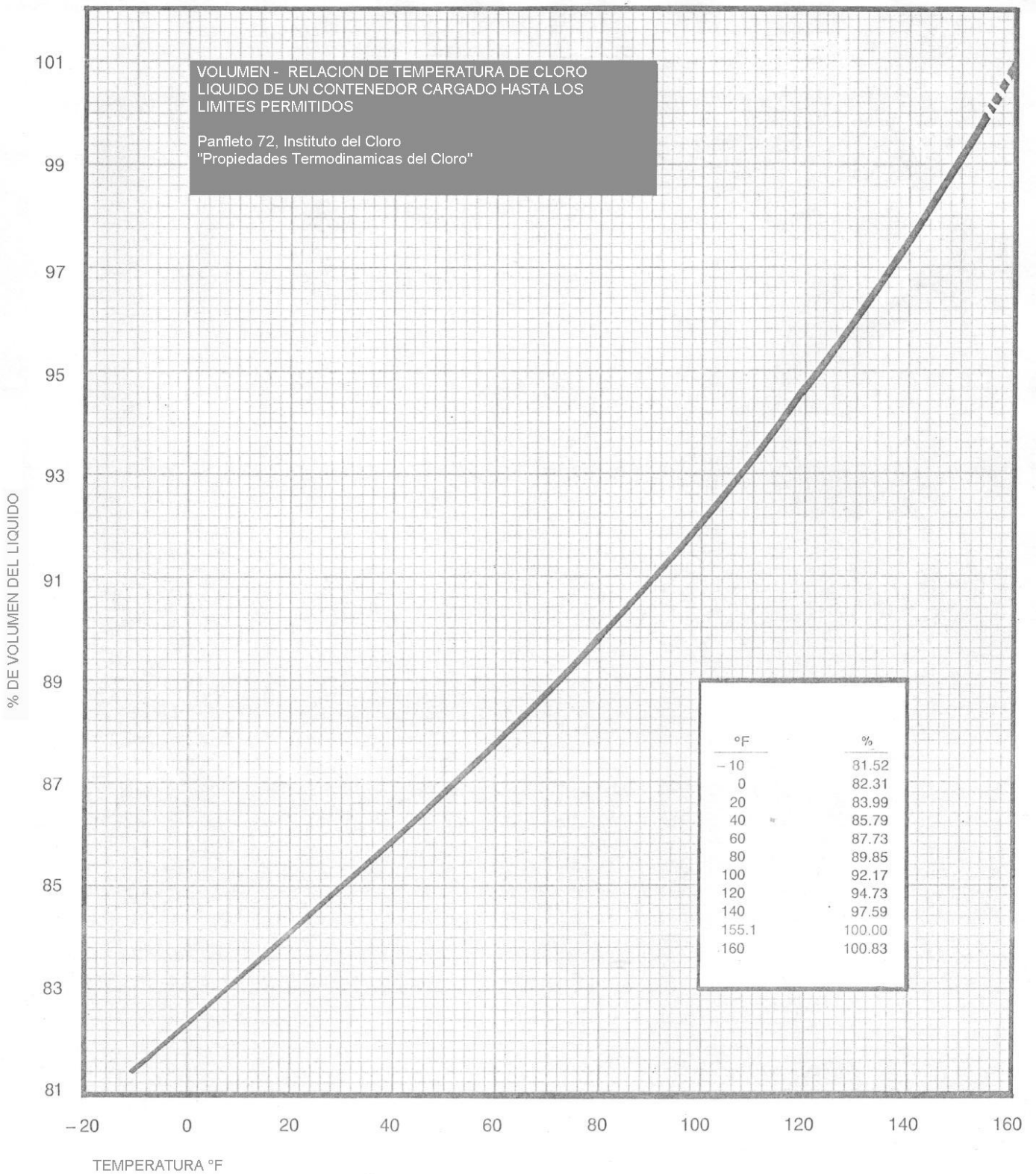


TABLA 7.4

