



Uso y Manejo de Cloro en procesos de potabilización

Ing. Paul Ricardo Lima Maldonado

Objetivo



Proporcionar la información relevante que permita conocer la importancia, uso y manejo adecuado del cloro, considerando aspectos de seguridad e impacto ambiental dentro de las instalaciones de las plantas potabilizadoras, así como conocer el correcto manejo para reducir los riesgos con una prevención adecuada de accidentes por parte de los operadores o responsables del manejo de este producto.

Contenido



Introducción

- Tema I – La historia de la Cloración y el proceso de obtención del Cloro
- Tema II – Leyes y normas que regulan la cloración en sistemas de agua potable
- Tema III – Importancia sanitaria de la cloración “El Proceso de Desinfección”
- Tema IV – Química del Cloro en el Agua
- Tema V – Características del Cloro
- Tema VI – Propiedades Físicas y Químicas
- Tema VII – Equipos para dosificar Cloro en sus diferentes presentaciones
- Tema VIII – Sistemas de Cloración
- Tema IX – Tipos de envases de Cloro y precauciones en su manejo
- Tema X – Transporte de Cloro y recomendaciones
- Tema XI – Equipos de Control de fugas de Cloro en Cilindros y Contenedores
- Tema XII – EPP Equipos de protección personal
- Tema XIII – Reacción a la exposición con Cloro
- Tema XIV – Primeros Auxilios
- Sesión de preguntas y respuestas



Introducción

Introducción



Cloro

Introducción

Descubrimiento del Cloro

- El **Cloro** (del griego **χλωρος**, que significa «verde pálido») fue descubierto en su forma diatómica en 1774 por el sueco **Carl Wilhelm Scheele**.
- Lo obtuvo a partir de la siguiente reacción:
$$2 \text{NaCl} + 2 \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{MnO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2.$$
- SAL + ACIDO SULFURICO + MAGNESIA  SULFATOS DE SODIO Y MAGNESIO + AGUA + CLORO
- En **1810** el químico inglés **Humphry Davy** demostró que se trataba de un elemento químico, al que dio el nombre de **Cloro** debido a su color. El gas **Cloro** se empleó en la Primera Guerra Mundial, siendo el primer caso de uso de armas químicas como el fosgeno y el gas mostaza.



Introducción

Descubrimiento del Cloro



Chlorine

Introducción

TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS

<http://www.periodni.com/es/>

GRUPO	MASA ATÓMICA RELATIVA (1)																GRUPO CAS	
PERIODO	1	2	GRUPO IUPAC										17	18				
	IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	VIII B	VIII B	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA	
1	1 1.0079 H HIDRÓGENO																2 4.0026 He HELIO	
2	3 6.941 Li LITIO	4 9.0122 Be BERILIO															10 20.180 Ne NEÓN	
3	11 22.990 Na SODIO	12 24.305 Mg MAGNESIO										13 10.811 B BORO	14 12.011 C CARBONO	15 14.007 N NITRÓGENO	16 15.999 O OXÍGENO	17 18.998 F FLUOR	19 19.998 Ar ARGÓN	
4	19 39.098 K POTASIO	20 40.078 Ca CALCIO	21 44.956 Sc ESCANDIO	22 47.867 Ti TITANIO	23 50.942 V VANADIO	24 51.996 Cr CROMO	25 54.938 Mn MANGANESO	26 55.845 Fe HIERRO	27 58.933 Co COBALTO	28 58.693 Ni NÍQUEL	29 63.546 Cu COBRE	30 65.38 Zn ZINC	31 69.723 Ga GALIO	32 72.64 Ge GERMANIO	33 74.922 As ARSENICO	34 78.9718 Se SELENIO	35 79.904 Br BROMO	36 83.798 Kr KRIPTON
5	37 85.468 Rb RUBIDIO	38 87.62 Sr ESTRONCIO	39 88.906 Y YTRIO	40 91.224 Zr ZIRCONIO	41 92.906 Nb NIOBIO	42 95.96 Mo MOLIBDENO	43 (98) Tc TECNECIO	44 101.07 Ru RUTENIO	45 102.91 Rh RODIO	46 106.42 Pd PALADIO	47 107.87 Ag PLATA	48 112.41 Cd CADMIO	49 114.82 In INDIO	50 118.71 Sn ESTAÑO	51 121.76 Sb ANTIMONIO	52 127.60 Te TELURO	53 126.90 I YODO	54 131.29 Xe XENÓN
6	55 132.91 Cs CESIO	56 137.33 Ba BARIO	57-71 La-Lu Lantánidos	72 178.49 Hf HAFNIO	73 180.95 Ta TÁNTALO	74 183.84 W WOLFRAMIO	75 186.21 Re RENIÓ	76 190.23 Os OSMIO	77 192.22 Ir IRIDIO	78 195.08 Pt PLATINO	79 196.97 Au ORO	80 200.59 Hg MERCURIO	81 204.38 Tl TALIO	82 207.2 Pb PLOMO	83 208.98 Bi BISMUTO	84 (209) Po POLONIO	85 (210) At ASTATO	86 (222) Rn RADÓN
7	87 (223) Fr FRANCIO	88 (226) Ra RADIO	89-103 Ac-Lr Actínidos	104 (267) Rf RUTHERFORDIO	105 (268) Db DUBNIO	106 (271) Sg SEABORGIO	107 (272) Bh BOHRIO	108 (277) Hs HASSIO	109 (276) Mt MEITNERIO	110 (281) Ds DARMSTADTIO	111 (280) Rg ROENTGENIO	112 (285) Cn COPERNICIO	113 (...) Uut UNANTRIO	114 (287) Fl FLEROVIO	115 (...) Uup UNAPENTIO	116 (291) Lv LIVERMORIO	117 (...) Uus UNASEPTIO	118 (...) Uuo UNOCTIO

ESTADO DE AGREGACIÓN (25 °C)

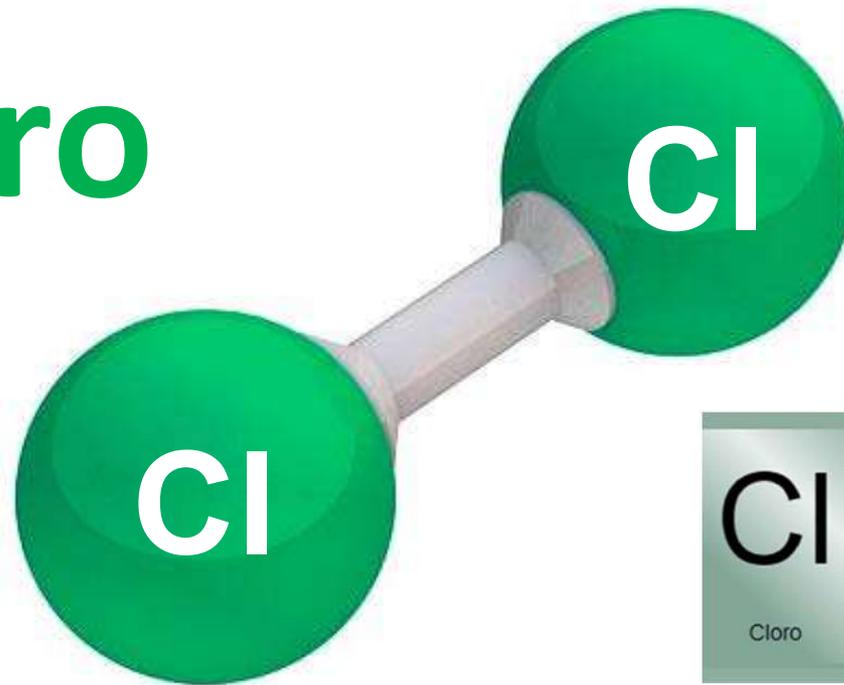
Ne - gaseoso Fe - sólido
Hg - líquido Tc - sintético

Metales **Semimetales** **No metales**

- Metales alcalinos Antígenos
- Metales alcalinotérreos Halógenos
- Elementos de transición Gases nobles
- Lantánidos
- Actínidos

Introducción

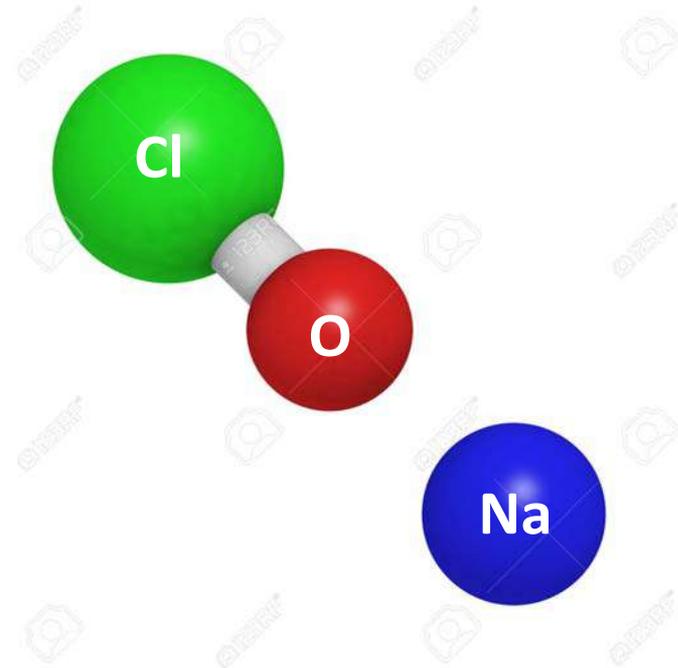
Cloro



Cl Cloro	Num Atómico	17
	Masa Atómica	35.453(2)2 4 3
	Conf. Elec.	[Ne]3s ² 3p ⁵
	Grupo	17
	Periodo	3
	Serie Química	Halógenos

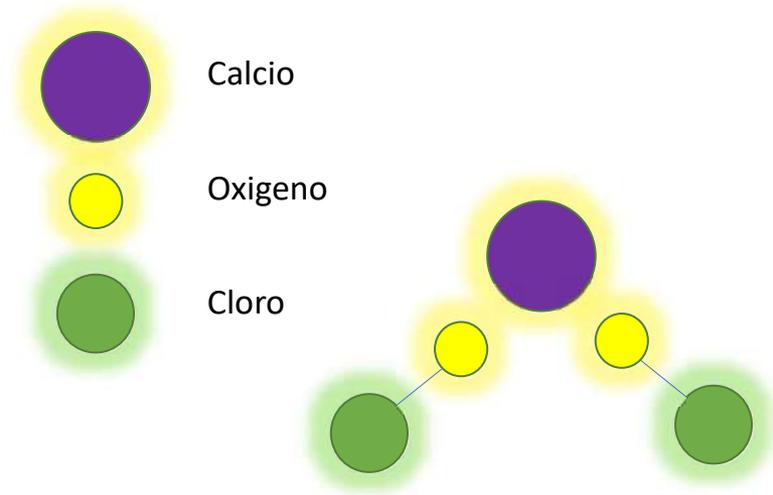
Introducción

Sal de hipoclorito de sodio



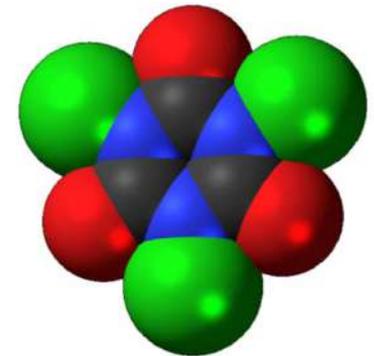
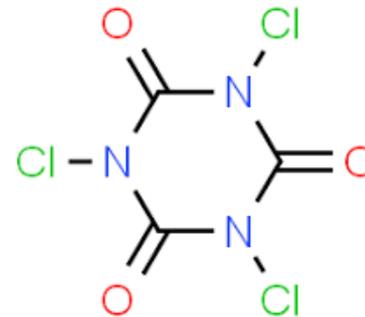
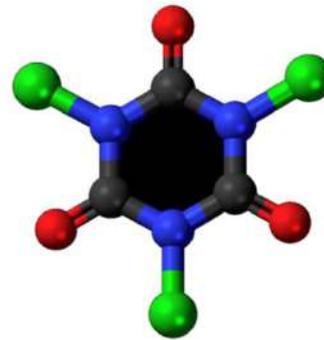
Introducción

Sal de hipoclorito de calcio



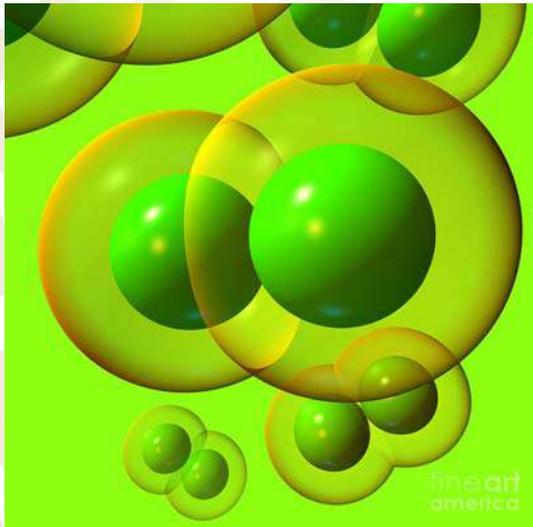
Introducción

Sal de Acido
Tricloro
Isocianurico
(Cloro Orgánico)



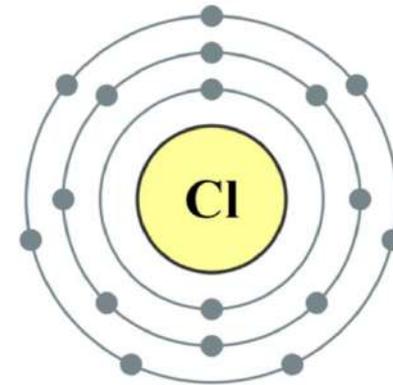
Introducción

Cloro



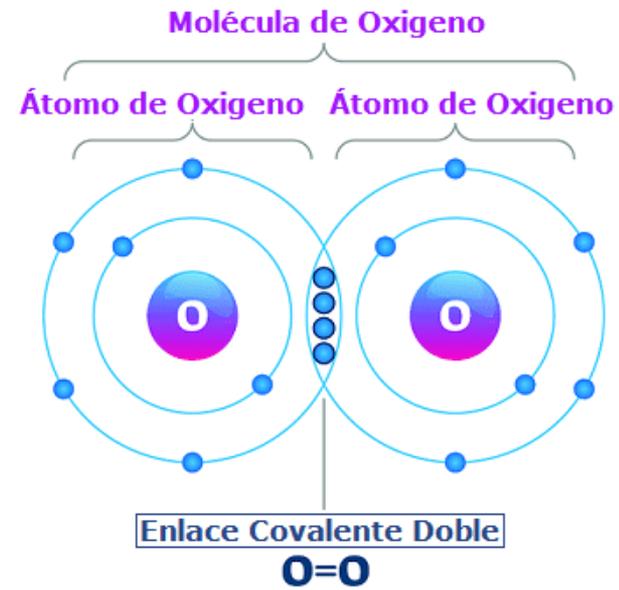
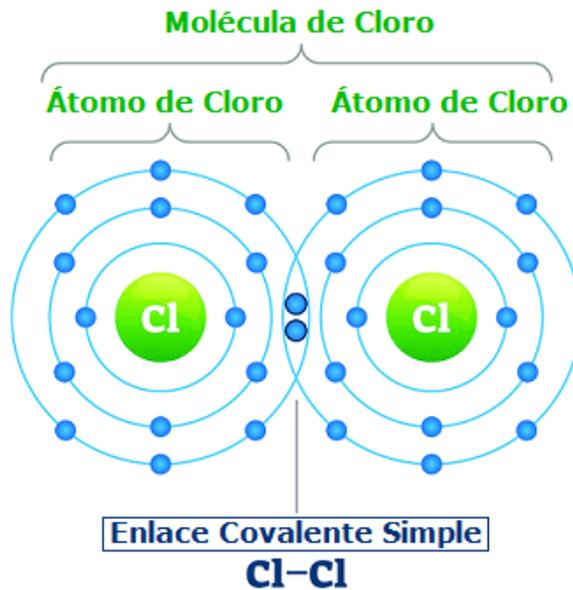
17: Cloro

2,8,7



Introducción

Enlace Covalente no-polar

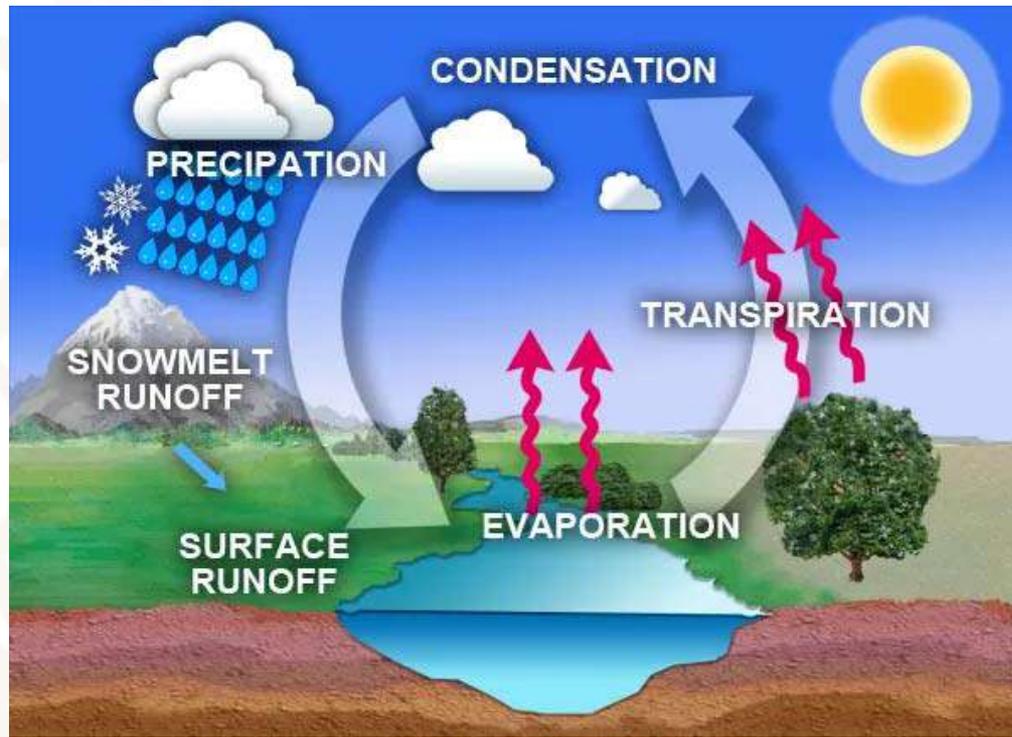


Tema I

La historia de la Cloración y el proceso de obtención del Cloro

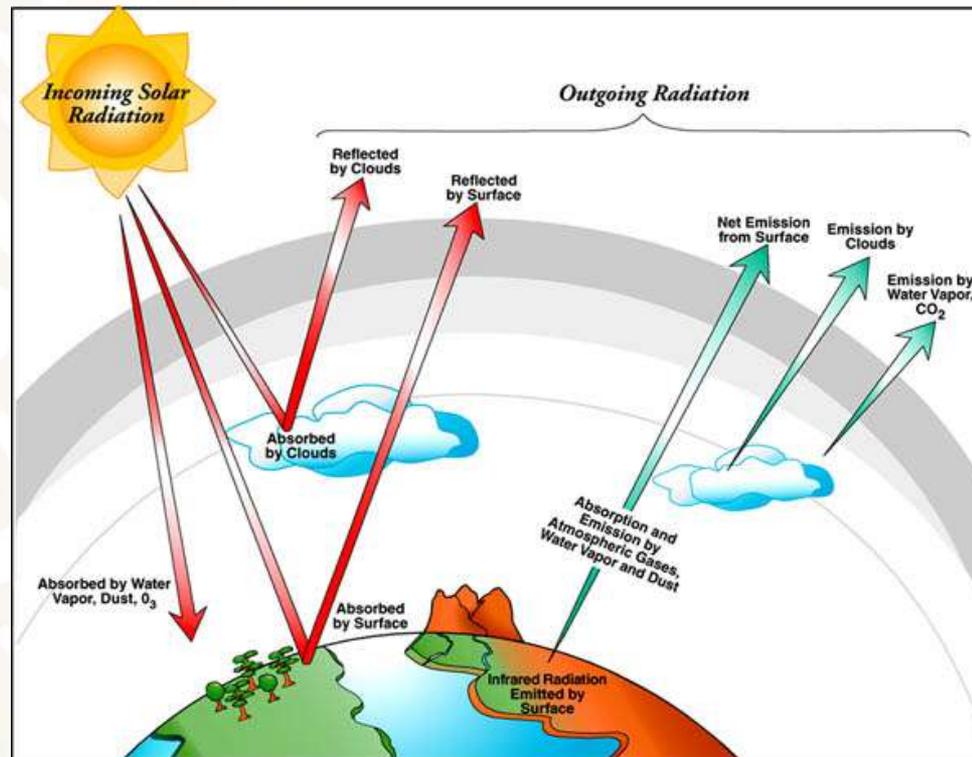
Historia de la Cloración

¿Como desinfecta la Naturaleza?



Historia de la Cloración

¿Como desinfecta la Naturaleza?



Historia de la Cloración

La Lejía (Lavandina o Hipoclorito de Sodio)

- El cloro es el nombre común que se le da en México al hipoclorito de sodio. (Mal llamado de este modo). En otros países se le conoce como **lavandina**, **lejía**, **agua de Javel** o **agua de Jane**.
- En 1785, en el barrio parisino de **Javel**, el químico **Claude Louis Berthollet** descubrió una sustancia con increíbles propiedades blanqueantes. . La llamó **eau de javel (agua de javel)**, . Hoy la conocemos como lejía o **Hipoclorito de sodio**.
- Como la mayoría de descubrimientos por accidente, **Claude Louis Berthollet** no estaba buscando un bactericida cuando dio con el proceso para obtener lejía.



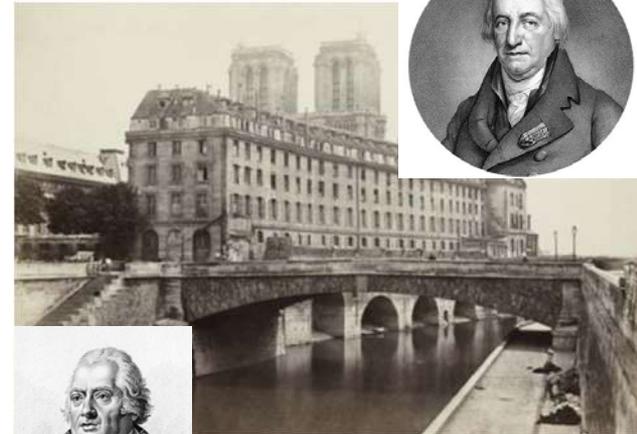
Historia de la Cloración

La Lejía (Lavandina o Hipoclorito de Sodio)

- **Claude Louis Berthollet** no supo apreciar el poder higiénico y antibacteriano de la lejía, a diferencia de su congénere **Pierre-François Percy**.
- **Pierre** sí que supo ver el potencial de la lejía, e introdujo en el hospital **Hôtel-Dieu de París** un procedimiento de limpieza con este nuevo invento.
- Limpiando con lejía se redujo la mortalidad por infecciones en un 54% entre 1801 y 1851, año tras el cual ya muchas instituciones y hospitales franceses, suizos, alemanes e italianos usaban esta sustancia bautizada como **l'eau de javel**.



Claude Louis Berthollet

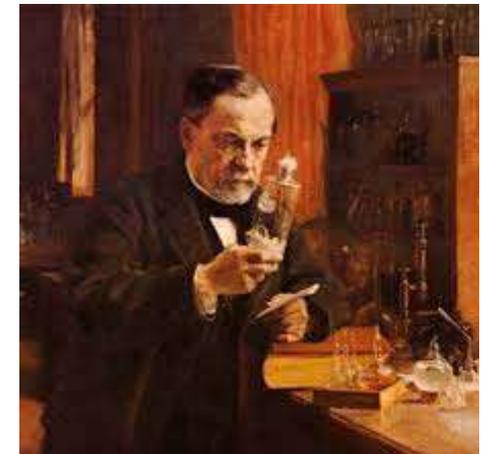


Pierre-François Percy

Historia de la Cloración

La Lejía (Lavandina o Hipoclorito de Sodio)

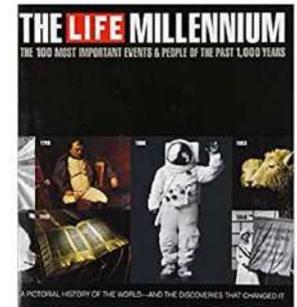
- El uso como desinfectante fue generalizado a finales del siglo XIX, cuando **Luis Pasteur** descubrió que las infecciones y la transmisión de enfermedades se deben a la existencia de microorganismos.
- Demostró que el **agua de javel** era el antiséptico más eficaz para la erradicación de gérmenes transmisores de enfermedades.
- Durante una epidemia en Londres, la **lejía** fue usada como último recurso para que la enfermedad no se extendiese, resultó ser un antiséptico potente, barato y seguro, **gracias a la cloración del agua.** (que es como se llama a diluir en agua unas gotas de lejía para hacerla potable).



Historia de la Cloración

Generalidades

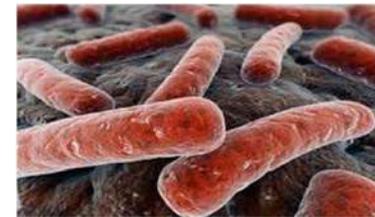
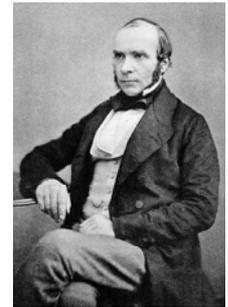
- La cloración ha sido de importancia crítica en la protección del agua potable de las enfermedades transmisibles durante los últimos 90 años.
- La filtración y la desinfección del agua potable, han sido responsables en gran parte del 50% del incremento en la esperanza de vida en este siglo.
- Recientemente, la revista LIFE cita a la filtración del agua potable y la cloración como "probablemente el mas importante avance de salud pública del milenio", publicado en 1997.



Historia de la Cloración

Generalidades

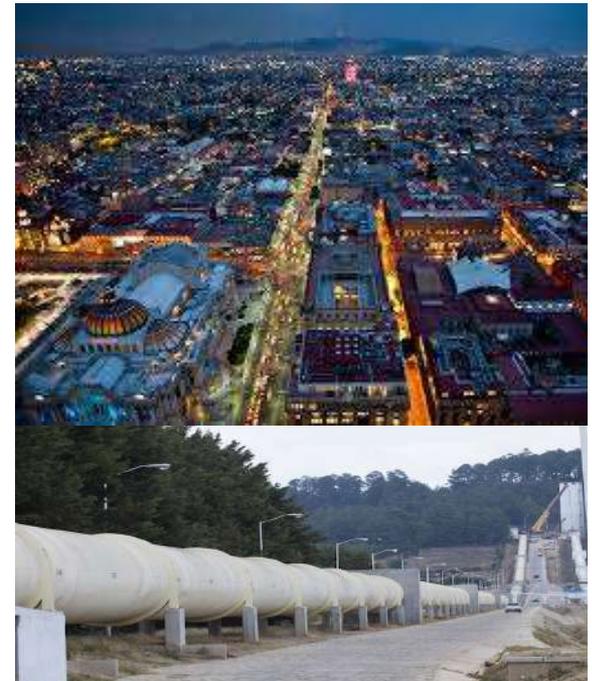
- Como mencionamos los primeros usos del cloro para la desinfección del agua fue realizado por **John Snow en 1854** en el barrio del Soho en Londres, en el que murieron más de 700 personas en una semana en un área de apenas medio kilómetro de diámetro.
- El doctor **John Snow**, precursor de la epidemiología moderna, relacionó que el brote era causado por una bomba que suministraba agua proveniente de un pozo contaminado con heces.
- Estaba convencido de que el cólera entraba en el cuerpo por la ingestión del agua contaminada.



Historia de la Cloración

Generalidades

- El desarrollo urbano provocó la necesidad, en pueblos y ciudades, de sistemas centralizados para el suministro de agua potable a través de suministros canalizados.
- En el pasado, esta agua potable, estaba contaminada por la entrada de aguas residuales y desechos animales que causaron brotes de enfermedades transmitidas por el agua.
- Dado que el trabajo pionero de **John Snow** se estableció firmemente un vínculo entre el cólera y el suministro de agua contaminada, desde entonces el tratamiento y el suministro adecuados se han considerado cruciales para proporcionar agua potable.



Proceso de Obtención del Cloro

Productores de Cloro gas



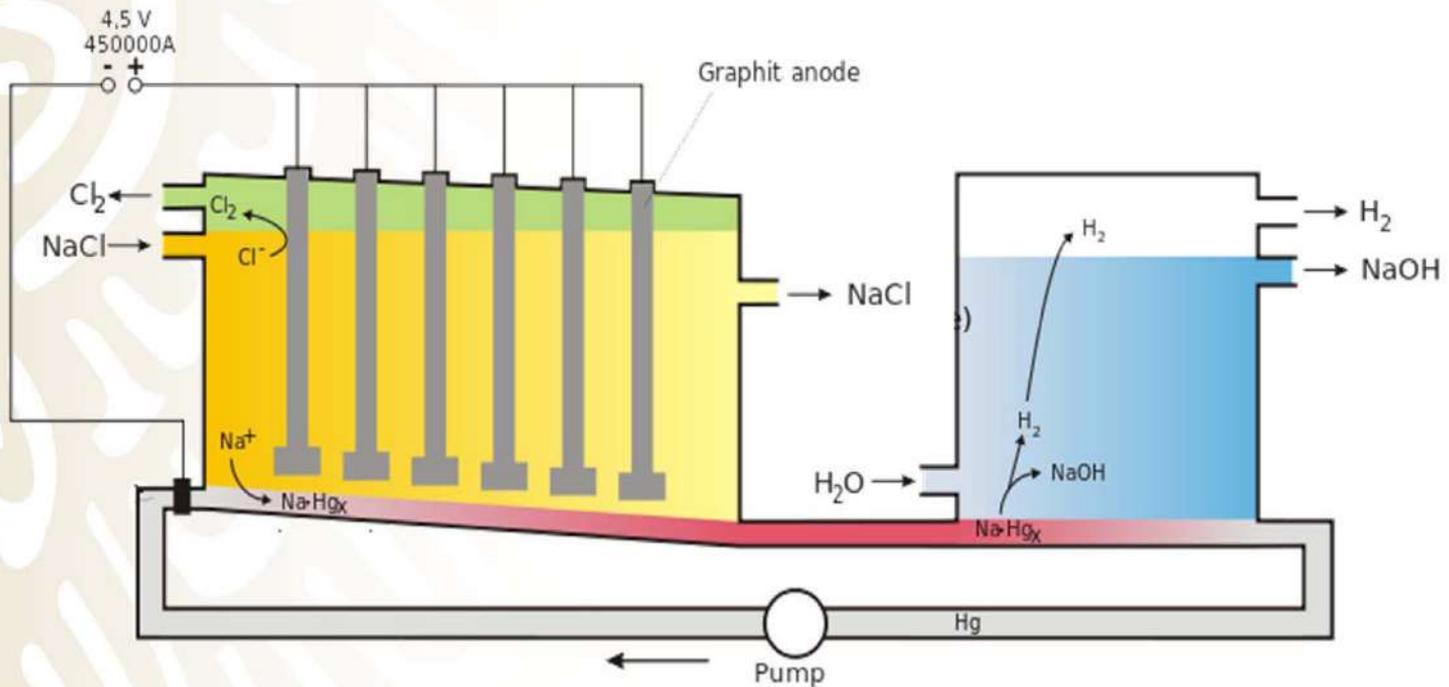
Proceso de Obtención del Cloro

Diagrama



Proceso de Obtención del Cloro

Electrolisis de la Salmuera



Tema II

Leyes y normas que regulan la cloración en sistemas de agua potable

Leyes y normas

Ley de Aguas



LEY DE AGUAS NACIONALES

Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1º

de diciembre de 1992 **TEXTO VIGENTE**

Última reforma publicada **DOF 06-01-2020**

ARTÍCULO 86. "La Autoridad del Agua" tendrá a su cargo, en términos de Ley:

Fracción. V. Realizar la inspección y verificación del cumplimiento de las disposiciones de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, para la prevención y conservación de la calidad de las aguas nacionales y bienes señalados en la presente Ley;

Leyes y normas

Reglamento de Ley de Aguas



REGLAMENTO DE LA LEY DE AGUAS NACIONALES

Nuevo Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 12 de enero de 1994 TEXTO VIGENTE. Última reforma publicada DOF 25-08-2014

ARTICULO 152.- Para efectos de la fracción V, del artículo 86 de la "Ley", se incluyen en las aguas para uso y consumo humano, las que se suministren a través de servicios públicos sujetos al cumplimiento de las normas de potabilidad de cualquier tipo y forma.

Los responsables de los sistemas públicos de abastecimiento de agua potable a las poblaciones o a las colonias y fraccionamientos, en los términos de una concesión o asignación expedida por "La Comisión", están obligados a contar con los dispositivos de desinfección conforme a las normas oficiales mexicanas correspondientes.

Leyes y normas

Norma Oficial Mexicana



NORMA Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.

4.3 Límites permisibles de características químicas.- El contenido de constituyentes químicos deberá ajustarse a lo establecido en la Tabla 3. Los límites se expresan en mg/l, excepto cuando se indique otra unidad

CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE
Cloro Libre Residual	0.2 - 1.5

5. Tratamientos para la potabilización del agua

5.1 Contaminación biológica

5.1.1 Bacterias, helmintos, protozoarios y virus.- Desinfección con cloro, compuestos de cloro, ozono o luz ultravioleta.

Tema III

Importancia sanitaria de la cloración

“El proceso de Desinfección”

Importancia sanitaria de la cloración

Objetivo



La cloración es un **medio sencillo y eficaz para desinfectar el agua** y hacerla potable.

Consiste en introducir productos clorados (pastillas de cloro, lejía, etc.) en el agua para matar los microorganismos en ella contenidos.

Normalmente, tras un tiempo de actuación de unos 30 minutos, el agua pasa a ser potable. Gracias al efecto remanente del cloro, continúa siéndolo durante horas o días (en función de las condiciones de almacenamiento).

El tratamiento del agua por cloración **permite eliminar de forma sencilla y poco costosa la mayor parte de los microbios, las bacterias, los virus y los gérmenes** responsables de enfermedades como la disentería, las fiebres tifoideas y el cólera. No obstante, es incapaz de destruir ciertos microorganismos parásitos patógenos. **La cloración**, por tanto, desinfecta el agua, pero no la purifica por completo.

Importancia sanitaria de la cloración

Objetivo



Este procedimiento se utiliza desde hace varias décadas. En las grandes redes de distribución de agua potable se añade cloro al agua para que no se contamine durante el transporte desde la planta de tratamiento hasta el usuario.

Por otro lado, la cloración se utiliza a escala individual, familiar o colectiva en muchos países desarrollados donde el agua disponible es susceptible de estar contaminada. También la utilizan los organismos de solidaridad internacional en situaciones de emergencia.

Al igual que sus derivados clorados, **el cloro es un potente oxidante** que al mezclarse con el agua quema en media hora las partículas orgánicas en ella contenidas, especialmente los virus patógenos y los microbios. Aunque se necesita una cantidad importante de cloro para neutralizar esta materia orgánica, solo hace falta una parte, el denominado **cloro residual libre**, para tratar posibles contaminaciones posteriores del agua en la red o las viviendas.

Según la OMS, la concentración de cloro libre en el agua tratada debe estar entre 0,2 y 0,5 mg/l.

Importancia sanitaria de la cloración

Cloración en tanque elevado



Importancia sanitaria de la cloración

Cloración en cárcamo de rebombeo



Importancia sanitaria de la cloración

Cloración en pozo profundo



Importancia sanitaria de la cloración

Cloración en potabilizadora



Importancia sanitaria de la cloración

Cloración Sistema Cutzamala



Tema IV

Química del Cloro en Agua

Química del Cloro

Considerando las Cloraminas y Cloro Libre



- Compuestos de Cloro:

- Cloro = Cl_2

- A través de la hidrolisis:



- Acido Hipocloroso= HOCl

- Ion Hipoclorito= OCl^-

Química del Cloro

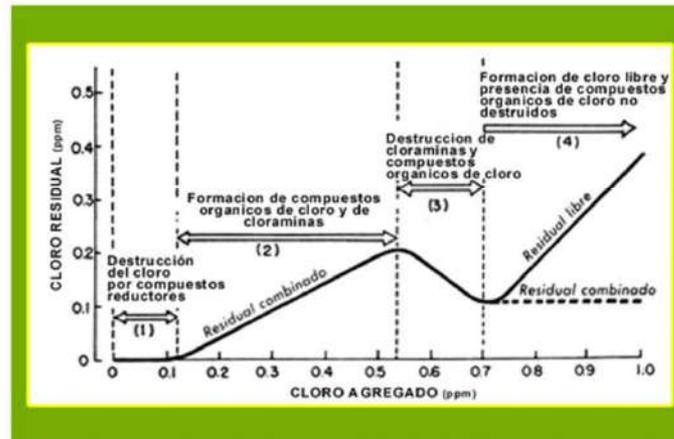
Compuestos de Amonio

- Compuestos de Amoniaco:
 - Amoniaco = NH_3
 - A menudo referenciado como nitrógeno amoniacal= $\text{NH}_3\text{-N}$
 - Concentración típica en agua residual: 25-45 mg/l $\text{NH}_3\text{-N}$
 - Compuestos de Cloro aminas:
 - Monocloroamina = NH_2Cl
 - Dicloroamina = NHCl_2
 - Tricloroamina = NCl_3

Química del Cloro

Calculo de la demanda de Cloro

La gráfica que observamos se denomina Curva de Demanda de Cloro, y representa la que le ocurre al cloro que se añade a un agua que contiene una cierta cantidad de sustancias inorgánicas reductoras, amoníaco y sustancias orgánicas con las que reacciona.



Química del Cloro

Dosis de Cloro

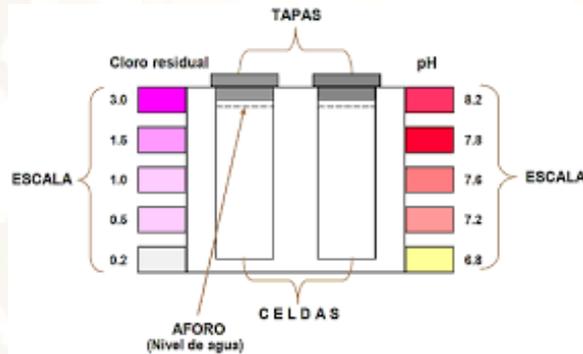


La dosis de cloro es la cantidad de cloro que se requiere para abatir la demanda de cloro y que todavía permanezca un residual de cloro en el agua ya desinfectada para posible contaminación aguas arriba del punto de aplicación



Química del Cloro

Medición de Cloro en Agua DPD



Tema V

Características del Cloro

Características del Cloro

Generalidades



Nombre: **Cloro**

Símbolo: **Cl**

Número atómico: **17**

Grupo: **halógenos**
(grupo VIIA)



En condiciones normales y en estado puro forma di-cloro(Cl_2), un gas tóxico amarillo-verdoso de olor desagradable, irritante y **altamente tóxico**.

Características del Cloro

Generalidades



Altamente reactivo, oxidante,
reacciona con compuestos orgánico
e inorgánicos **desprendiendo calor.**

En combinación con amoniaco forma vapores blancos.

En presencia de **humedad** forma
ácidos altamente corrosivos.



Características del Cloro

Generalidades

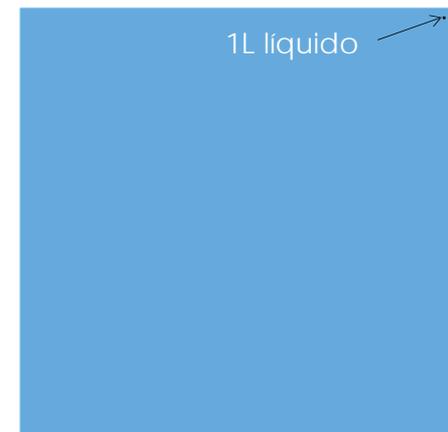
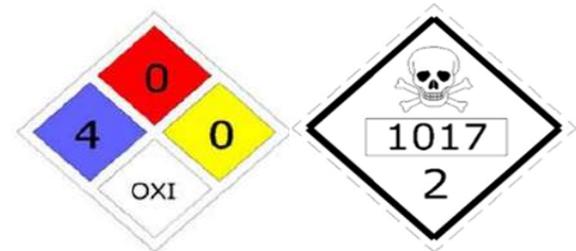
Punto de ebullición: -34°C

Punto de congelación: -100.98°C

El volumen del cloro líquido aumente considerablemente con la temperatura.

El cloro líquido al evaporarse incrementa 460 veces su volumen.

Se considera cloro seco cuando tienen menos de 150ppm de agua.



Tema VI

Propiedades Físicas y Químicas

Características del Cloro

Termodinámica (Estados de la Materia)



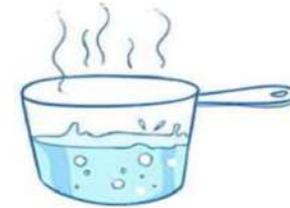
Agua



Menor a
 0°C



Entre
 0.1 y 99.9°C



Mayor a
 100°C

Características del Cloro

Termodinámica del Cloro

Cloro



Menor a
 -102°C



Entre
 -101 y -33.96°C



Mayor a
 -33.97°C

Características del Cloro

Físicas

Fase gaseosa:

Gas color amarillo-verdoso.

Olor irritante, altamente tóxico.

2.5 veces más pesado que el aire.

El cloro seco no reacciona con metales.



Fase líquida:

Líquido frío color ámbar.

1.5 veces más pesado que el agua.

Hierve a -34°C , por lo que produce quemaduras al contacto.

Características del Cloro

Físicas

Tablas de presión
de vapor.



Vapor Pressure of Liquid Chlorine
(Calculated from data in CI Pamphlet 72)

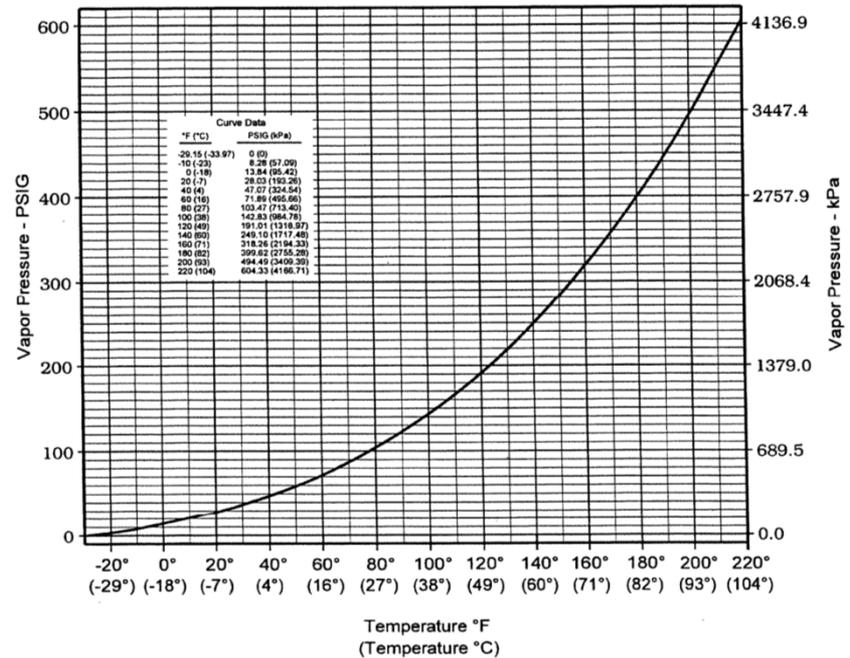


Figure 9.1

Características del Cloro

Físicas

**Capacidad de extracción
en cilindros y
contenedores de Cloro**

Withdrawal rate of Chlorine

(Room Temp. – Threshold temp.) * withdrawal factor withdrawal factor
for Tonner = 8/ Cylinder= 1

Threshold temp. is the temp. where minimum required gas pressure
is reached

Temp. Deg. C	Tonner (900 Kg.)		Cylinder (67 Kg.)	
	Day	Hr.	Per Day	Per Hr.
4	45	1.87	4.08	0.17
10	110	4.58	9.50	0.39
15	130	5.41	16.10	0.67
20	254	10.58	21.54	0.90
27	315	13.12	20.12	1.17

Características del Cloro

Químicas



Altamente reactivo, oxidante,
reacciona con compuestos orgánico
e inorgánicos **desprendiendo calor.**

En combinación con amoniaco forma vapores blancos.

En presencia de **humedad forma**
ácidos altamente corrosivos.



Tema VII

Equipos para dosificar Cloro en sus diferentes presentaciones

Equipos para dosificar cloro

Dosificador Rustico por goteo



Equipos para dosificar cloro

De flotador



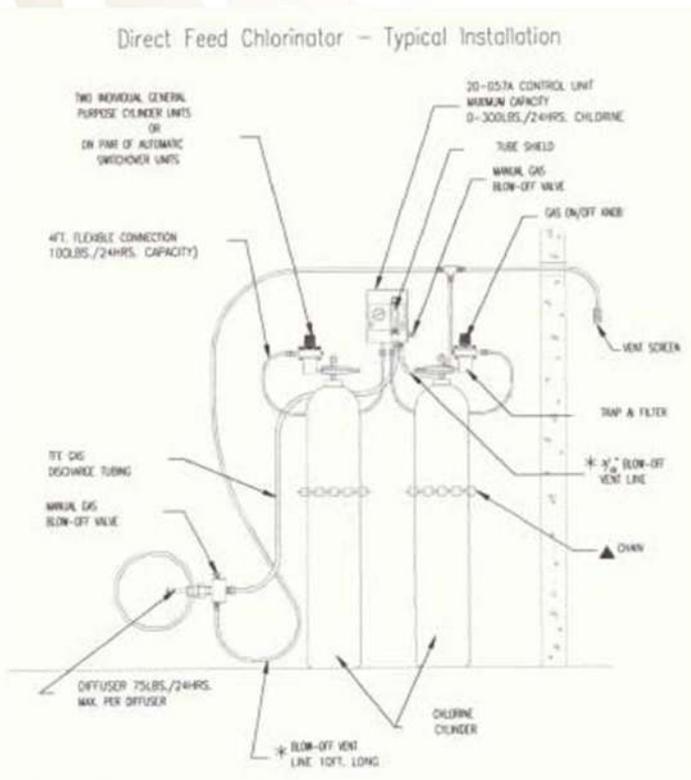
Equipos para dosificar cloro

Bombas Dosificadoras (Hipocloradores)



Equipos para dosificar cloro

Cloradores a gas directo



Equipos para dosificar cloro

Cloradores a Vacío

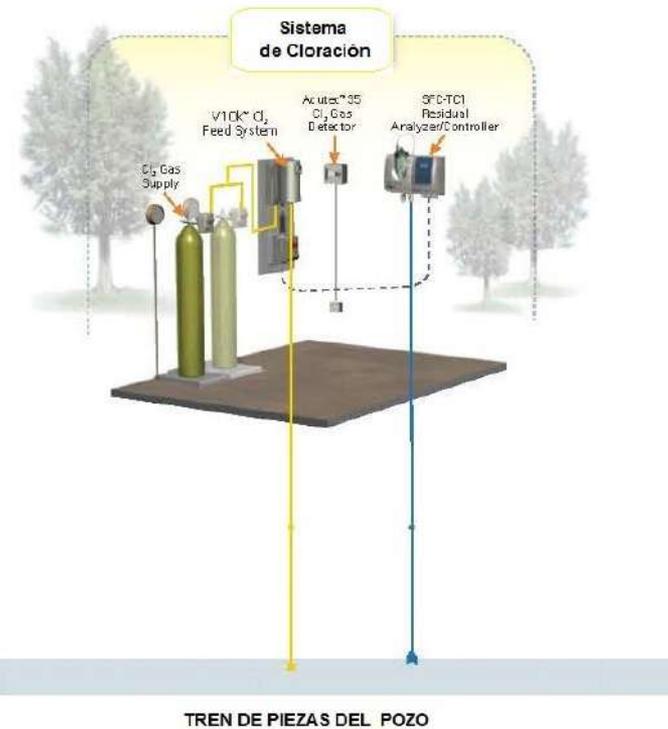
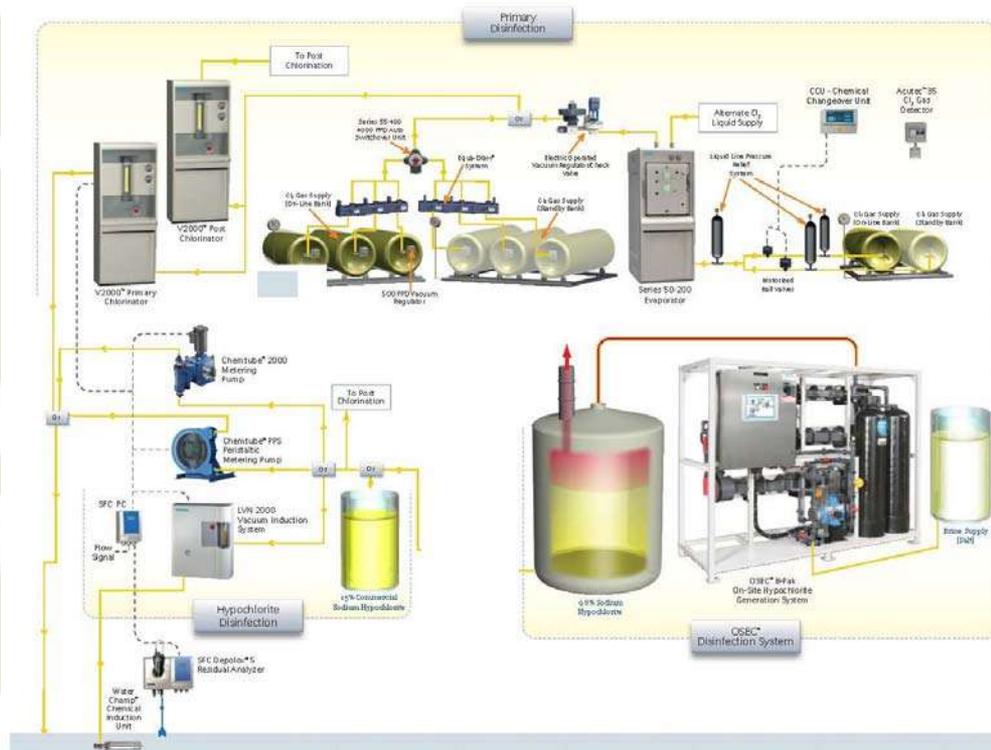


Tema VIII

Sistemas de Cloración

Sistemas de Cloración

General



TREN DE PIEZAS DEL POZO

Sistemas de Cloración

Principios de Funcionamiento

– Conceptos Básicos

- Presión

- Atmosférica
- Manométrica
 - » Estática
 - » Dinámica
- Absoluta
- Negativa o Vacío

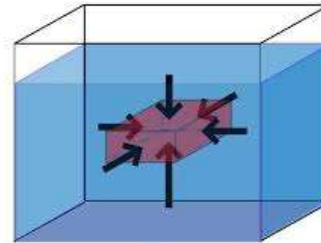
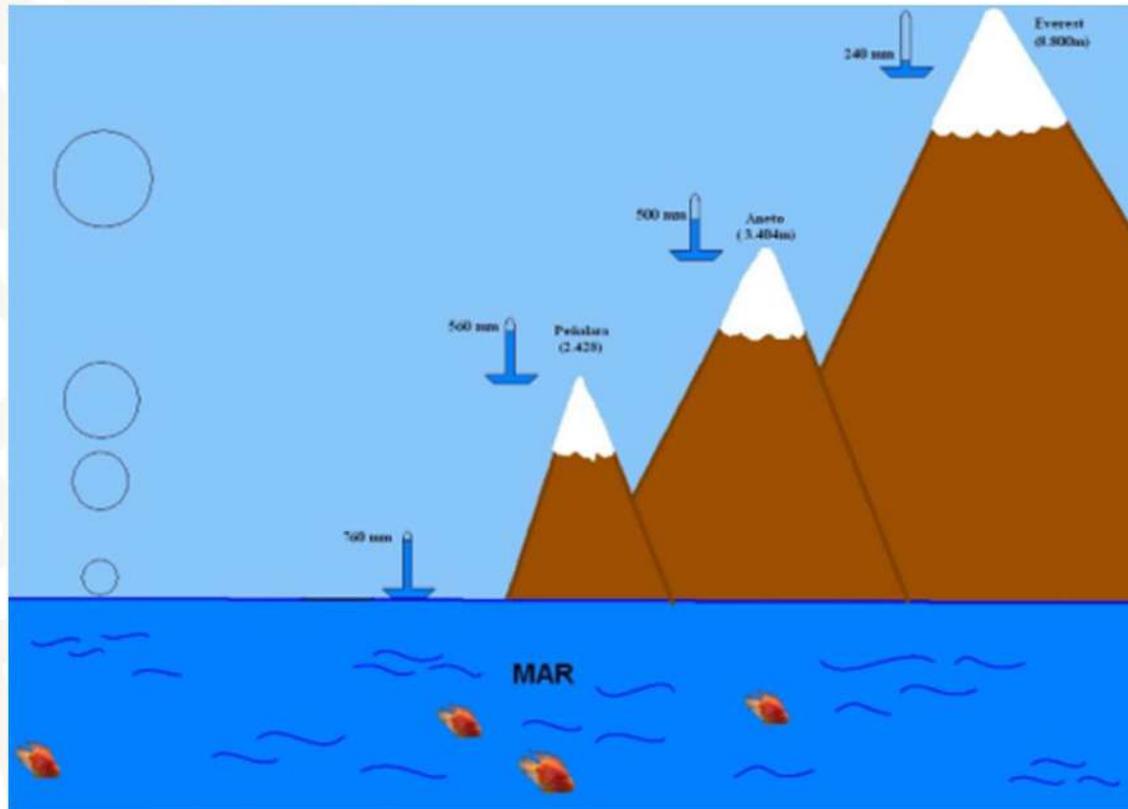


Figure 1



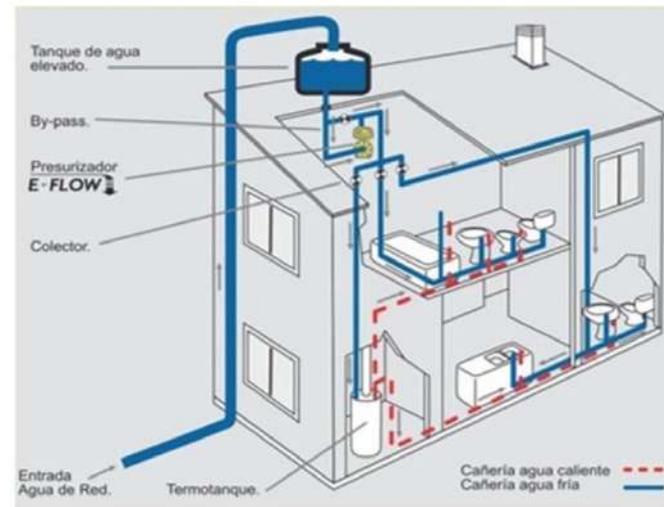
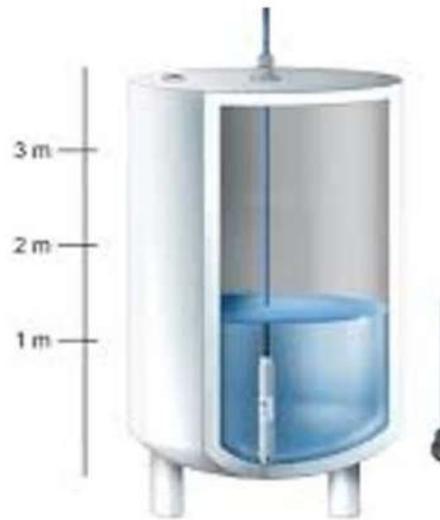
Sistemas de Cloración

Presión Atmosférica



Sistemas de Cloración

Presión Manométrica (Estática y Dinámica)



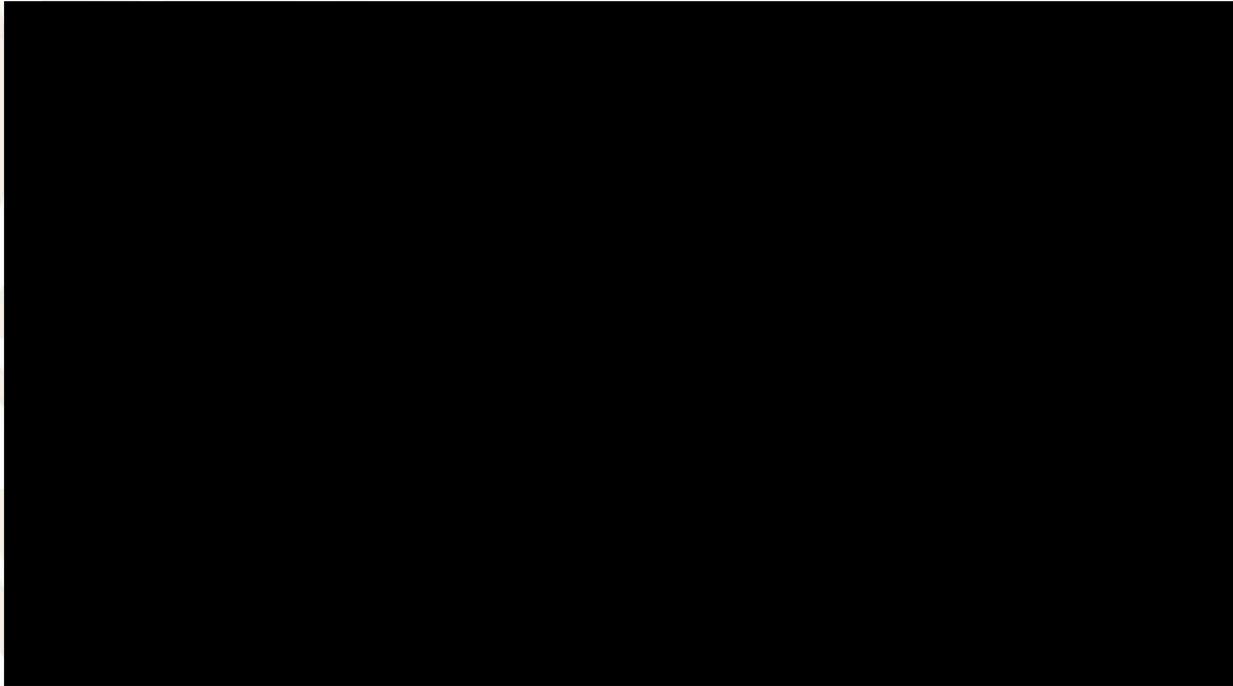
Sistemas de Cloración

Presión Manométrica (Dinámica)



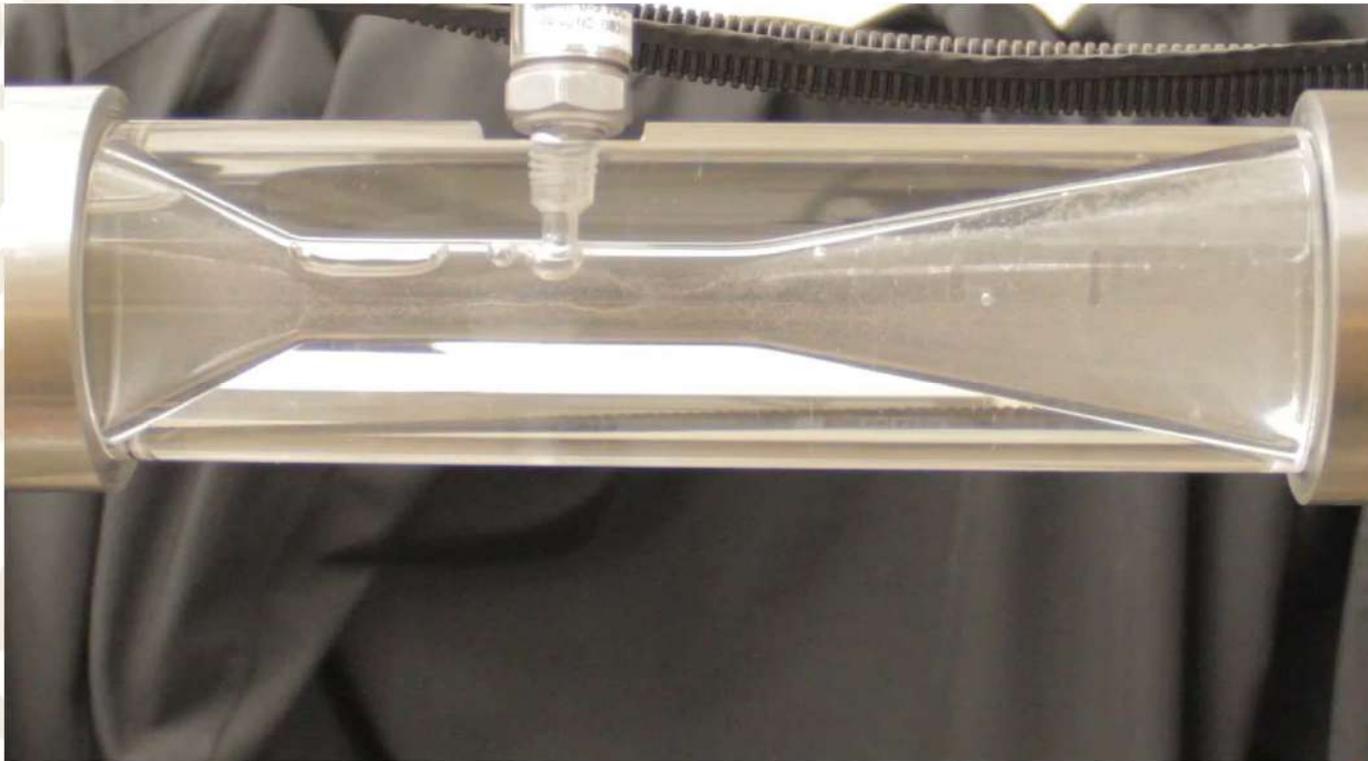
Sistemas de Cloración

Presión Negativa o Vacío



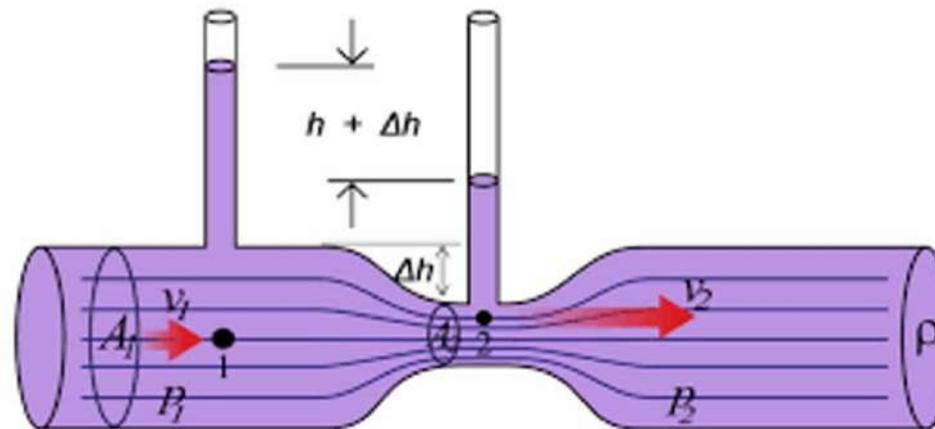
Sistemas de Cloración

Presión Negativa o Vacío



Sistemas de Cloración

Presión Negativa o Vacío



Sistemas de Cloración

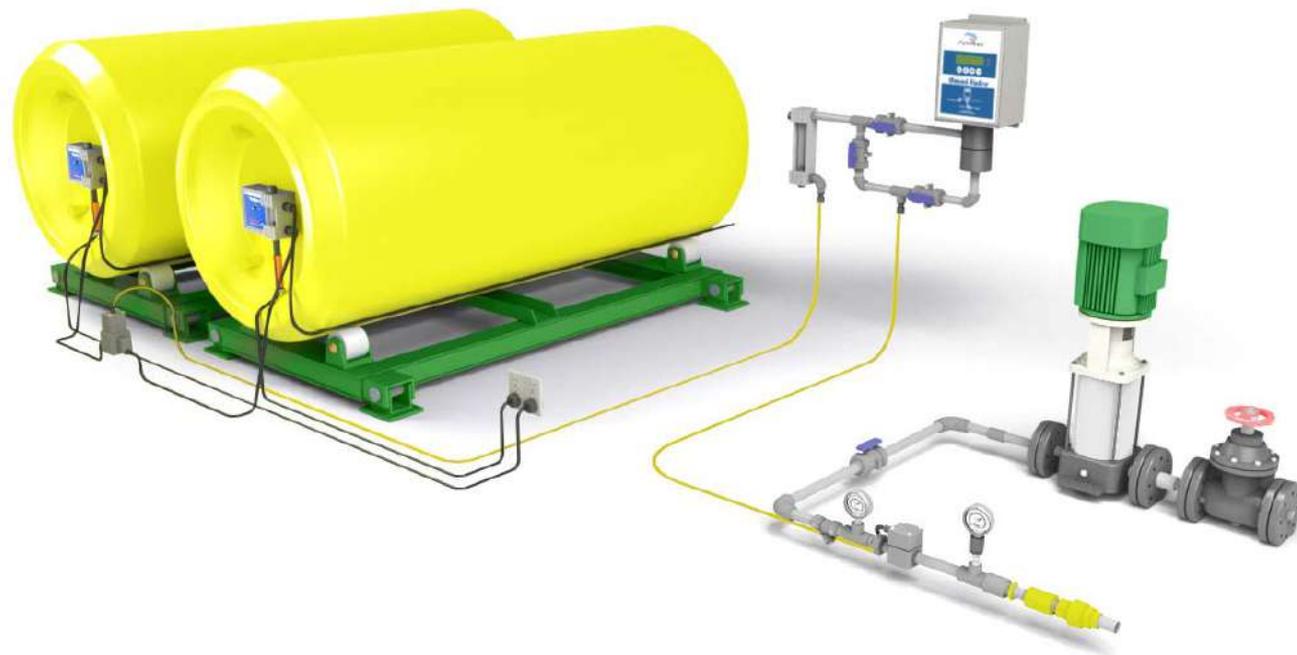
Requerimientos Básicos de una instalación

- Almacén de Cloro
- Cuarto de Cloración
- Centro de control de Motores
- Sistema de bombeo
- Punto de Aplicación
- Sistemas de Seguridad



Sistemas de Cloración

Requerimientos Básicos de una instalación



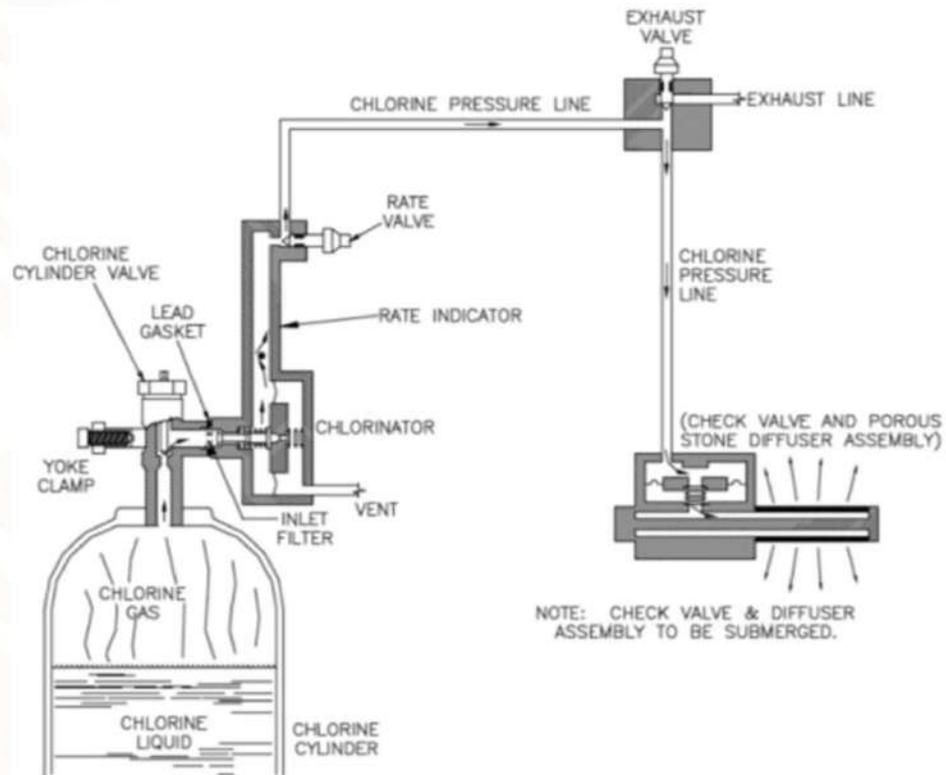
Sistemas de Cloración

Requerimientos Básicos de una instalación



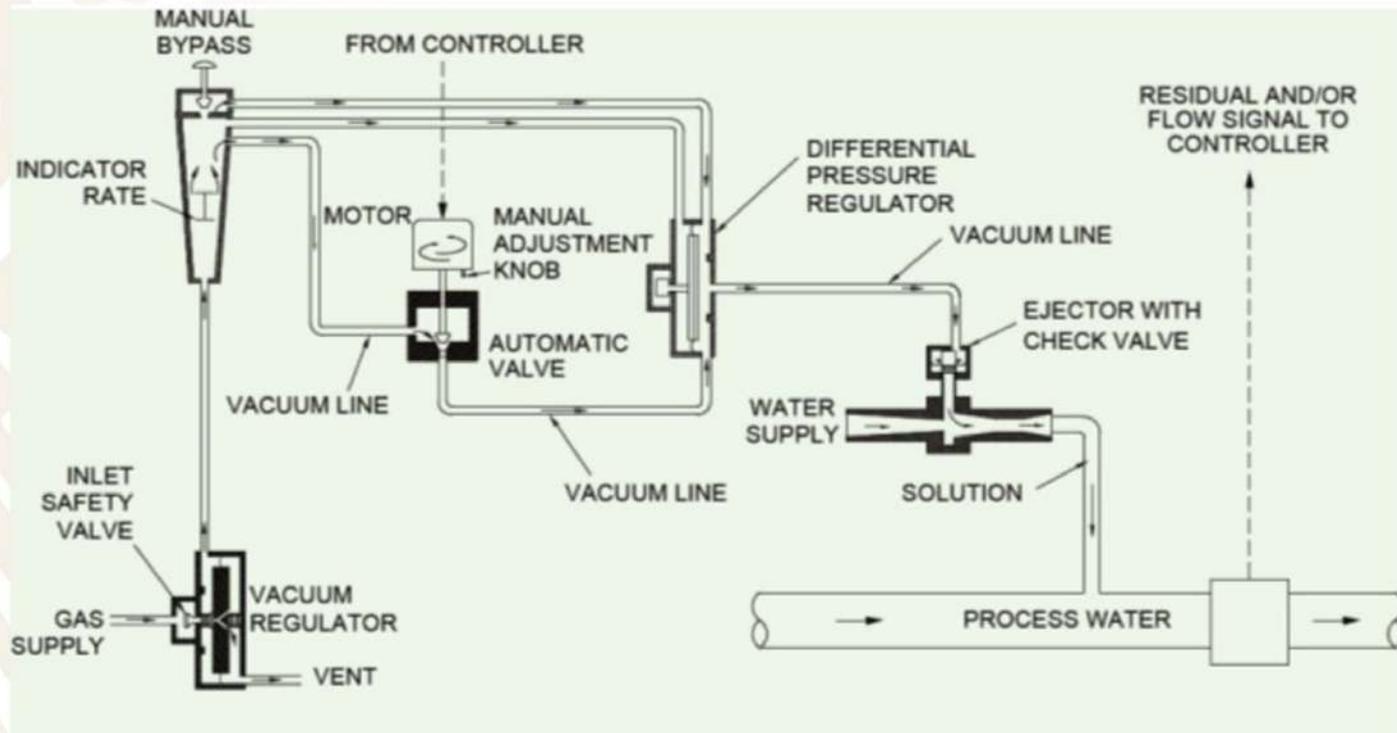
Sistemas de Cloración

Clorador a presión positiva



Sistemas de Cloración

Clorador a Dilución



Sistemas de Cloración

Clorador a Dilución

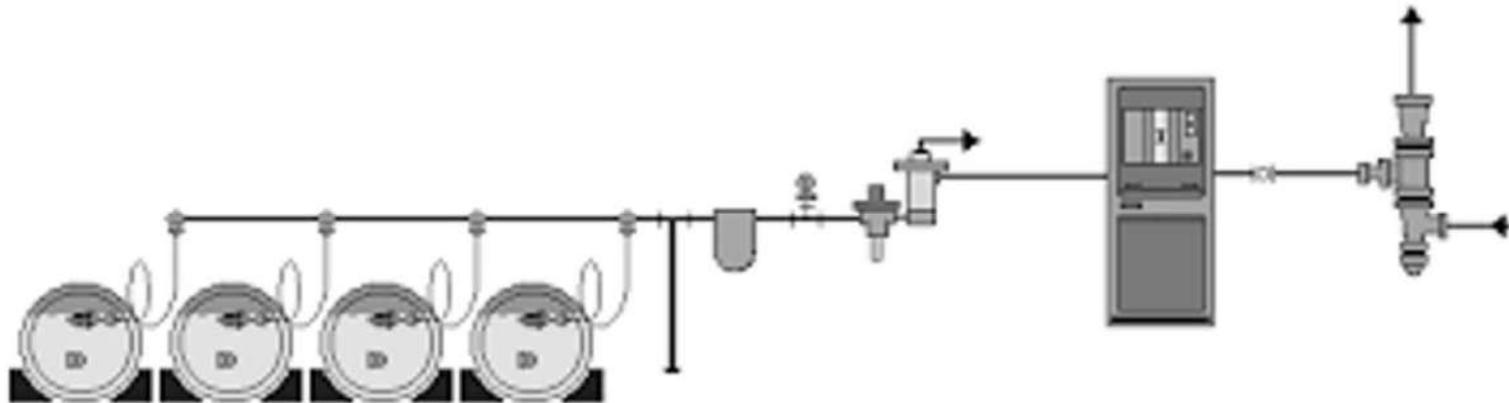


- Evocua (Wallace & Tiernan) (US Filter, Enviro Pro, Siemens)
- DeNora (Capital Controls) (Advance)
- Enchlore, Regal, Hydro, Superior, ETC.....



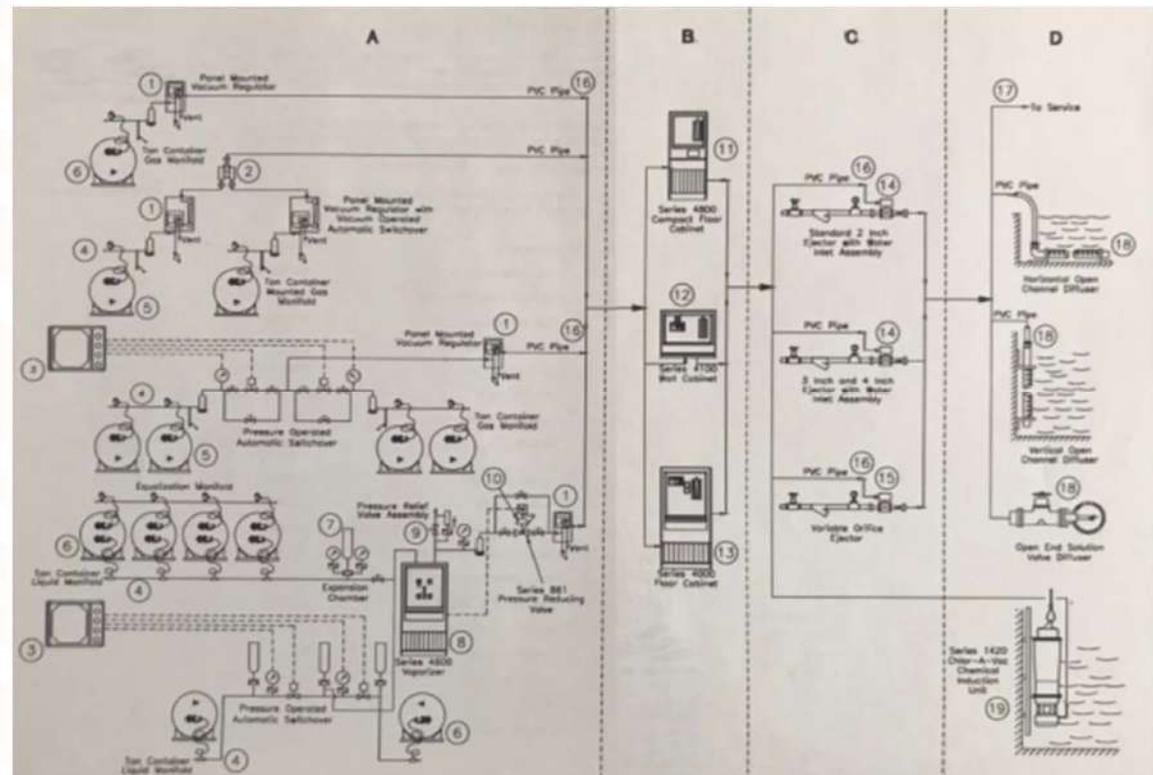
Sistemas de Cloración

Descripción de los componentes de un sistema de cloración



Sistemas de Cloración

Descripción de los componentes de un sistema de cloración



Tema IX

Tipos de envases de Cloro y precauciones en su manejo

Tipos de envase para Cloro

Válvulas y Accesorios



Tipos de envase para Cloro

Válvulas y Accesorios



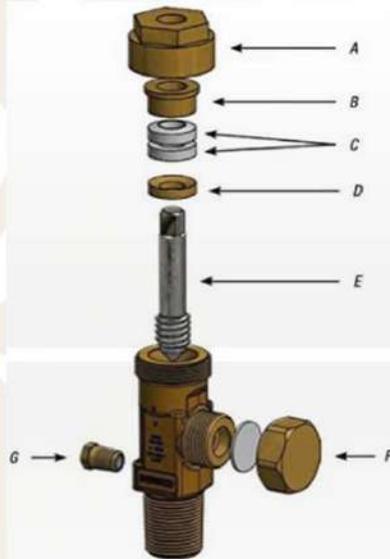
Tipos de envase para Cloro

Válvulas y Accesorios



Tipos de envase para Cloro

Válvulas y Accesorios



A. Tuerca del prensa-estopa.

B. Presa-estopa.

C. Empaques.

D. Retén del empaque.

E. Vástago.

F. Tapón de salida.

G. Tapón del fusible.



Tipos de envase para Cloro

Cilindros de 100 y 150 libras

Cilindros de 100 y 150 libras

- **Nunca** exponer un cilindro a calor.
- **Nunca** forzar un tapón fusible.
- **Mantener siempre** el capuchón de seguridad mientras no esté en uso el cilindro.
- **Nunca** levantar por el capuchón.
- **No conectar** a un colector común dos o más cilindros que estén descargando líquido.
- **Nunca** dejar caer o tirar un cilindro.



Tipos de envase para Cloro

Cilindros de 100 y 150 libras



Cilindros: 150 lbs

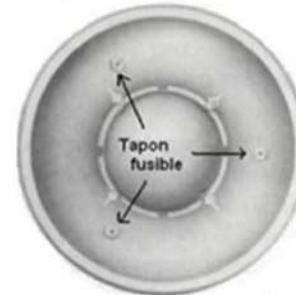


Tipos de envase para Cloro

Contenedores de Tonelada

Contenedores de una tonelada.

- **Nunca** exponer a calor excesivo.
- **Nunca** forzar un tapón fusible.
- **No mover** contenedores llenos con equipo clasificado de menos de dos toneladas.



Tipos de envase para Cloro

Contenedores de Tonelada



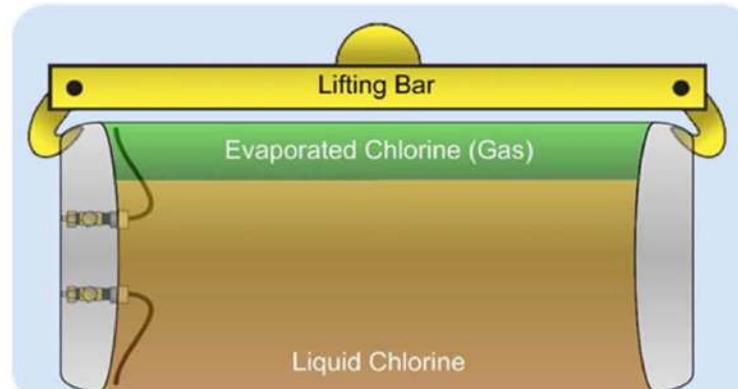
DOT 106ª110A

Tipos de envase para Cloro

Contenedores de Tonelada

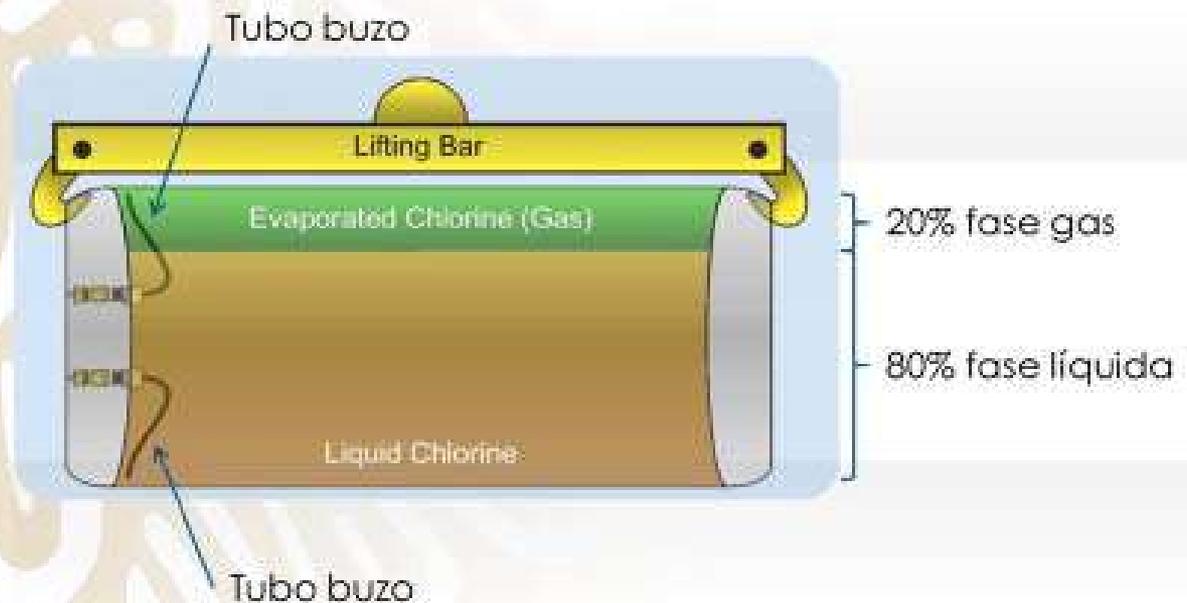


**Tanque: 1 ton. US
(906kg)**



Tipos de envase para Cloro

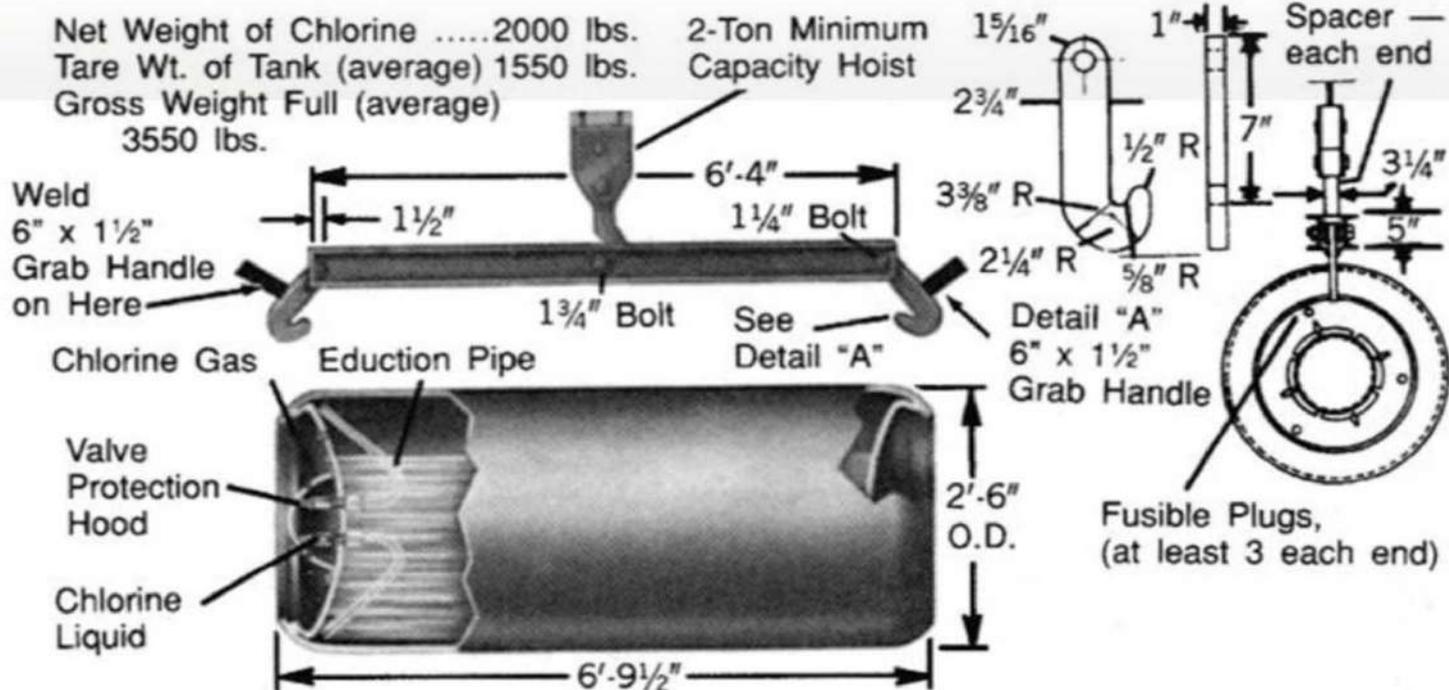
Contenedores de Tonelada



**Distribución
de fases
dentro del
tanque**

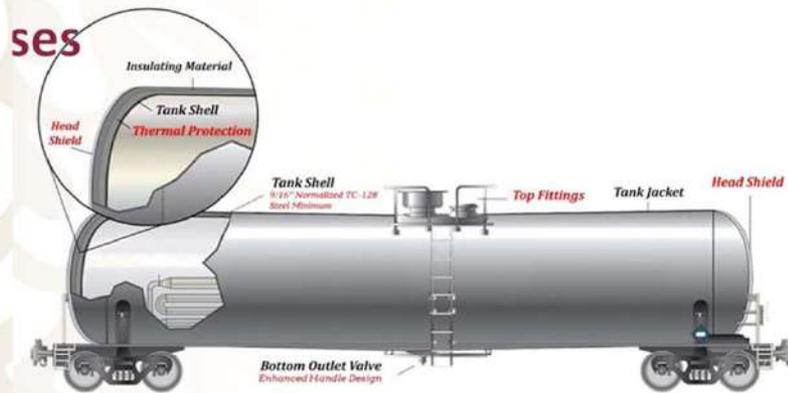
Tipos de envase para Cloro

Contenedores de Tonelada



Tipos de envase para Cloro

Carro tanques

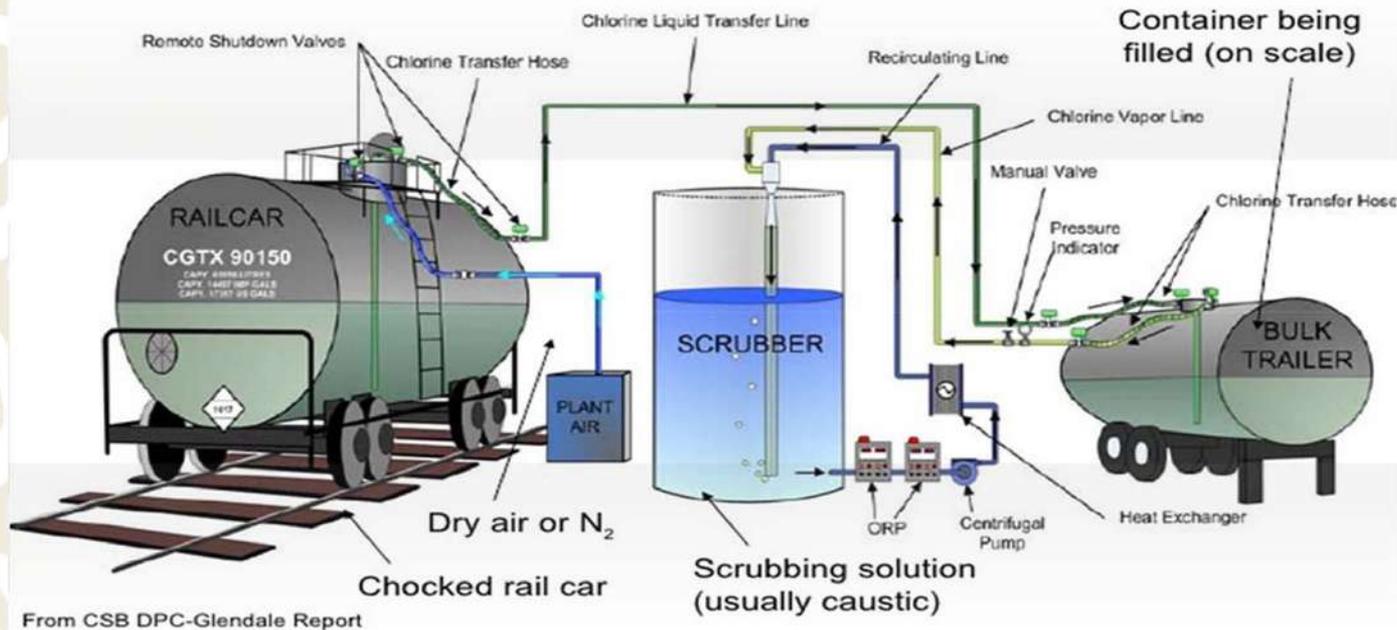


**Carro-tanque:
55 ton.**



Tipos de envase para Cloro

Carro tanques



Tema X

Transporte de Cloro y recomendaciones

Transporte de Cloro y recomendaciones

Precauciones en su manejo

- Solo personal capacitado deberá hacer **maniobras de conexión y desconexión** de los tanques de cloro. Realizar estas maniobras **siempre en pareja.**



- No exceder el uso de la fuerza para abrir las válvulas de los tanques, solo la fuerza que se logre con una llave que tenga palanca de no más de 15 cm.

Transporte de Cloro y recomendaciones

Recomendaciones

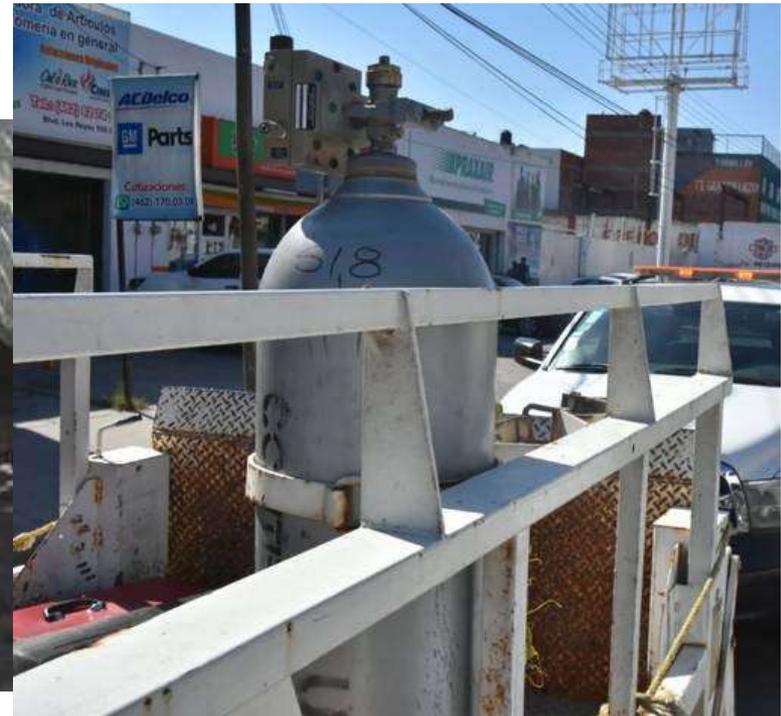
**ÁREA
RESTRINGIDA**
**SÓLO PERSONAL
AUTORIZADO**



- El área de cloración y almacenamiento, se deberá **prohibir el paso a personas sin entrenamiento y ajenas** a esas instalaciones.
- **Nunca** almacenar materiales inflamables o combustibles cerca de contenedores de cloro.
- Instalar **duchas de seguridad** e instalaciones para **lavado de ojos** cerca del equipo de cloro.

Transporte de Cloro y recomendaciones

Recomendaciones



Transporte de Cloro y recomendaciones

Neutralización



Neutralización de cloro.

Recipiente de cloro	Sosa cáustica		Soda AsH		Cal hidratada	
	Kg/100%	L de agua	Kg/100%	L de agua	Kg/100%	L de agua
68 kg	85	230	204	570	159	570
500kg	625	1680	1500	4160	1120	4160
907kg	1140	3050	27030	7570	2040	7570

Transporte de Cloro y recomendaciones

Plataforma



Tema XI

Equipos de control de Fugas de Cloro en Cilindros y Contenedores

Equipos para el control de fugas

Lo Primero

¿Qué hacer en caso de fuga de gas cloro?

- **No arriesgue su vida.**
- Si usted tiene un respirador de boquilla, utilícelo. De lo contrario, tápese nariz y boca con un pañuelo.
- **Salga del área,** revise la dirección del viento y corra en dirección opuesta al viento.
- **Notifique a su supervisor.**
- Siga el **plan de emergencia** de su compañía.
- Asegúrese de que todos los trabajadores evacuen el área.



Equipos para el control de fugas

Lo Primero



- En el área deberán encontrarse los equipos de seguridad mecánicos para su pronta instalación.
- Los equipos de respiración autónoma deberán de resguardarse en áreas alejadas a los almacenes de cloro.
- Realizar **maniobras de contención de fugas mínimo 2 personas.**

Equipos para el control de fugas

Equipos Autorizados



Equipos para control de fugas.

- Kit A – diseñado para cilindros de 68 kg



- Kit B – diseñado para contenedores de 907 kg.



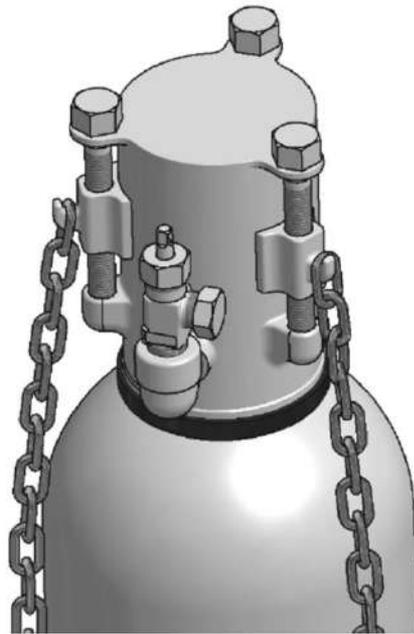
- Kit C – diseñado para carros-tanque.



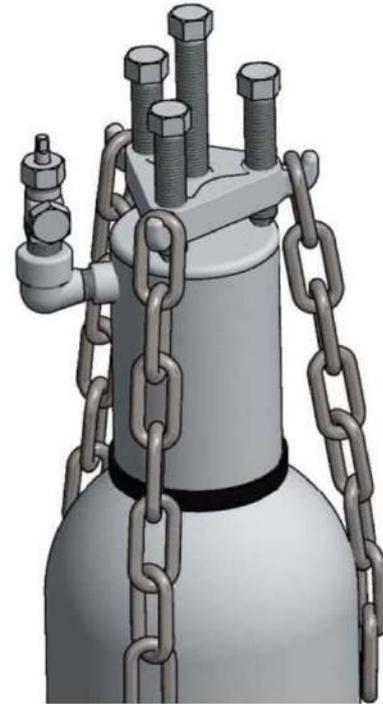
Equipos para el control de fugas

Kit "A"

Edition 12
January 2013



Kits manufactured after Jan. 1, 2013



Kits manufactured before Dec. 31, 2012

Equipos para el control de fugas

Kit "A"

3. IDENTIFYING AND STOPPING LEAKS

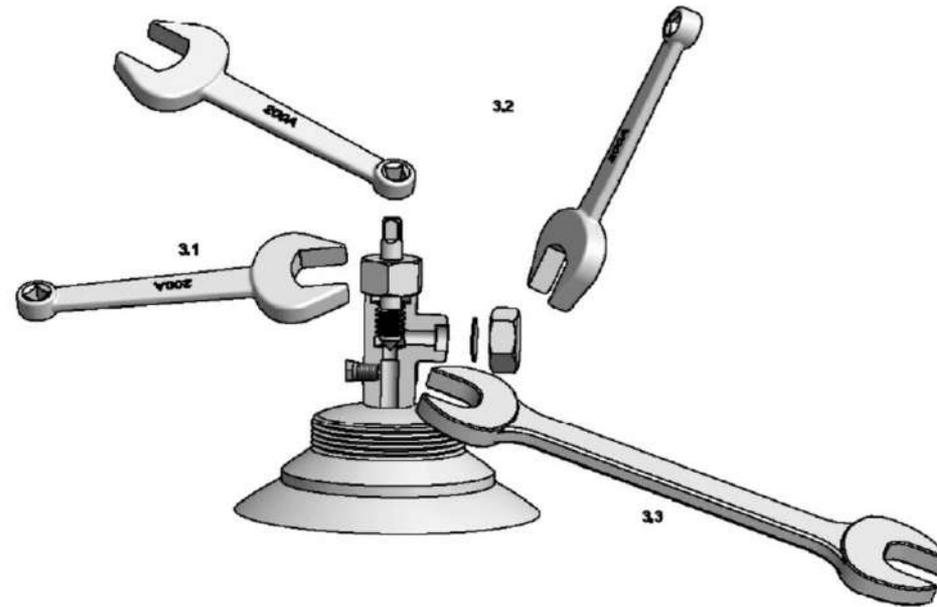


Fig. 3.1

Equipos para el control de fugas

Kit "A"

IDENTIFYING AND STOPPING LEAKS (CON'T)

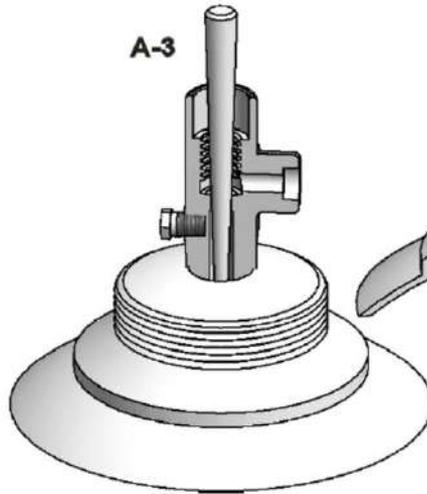


Fig. 3.4

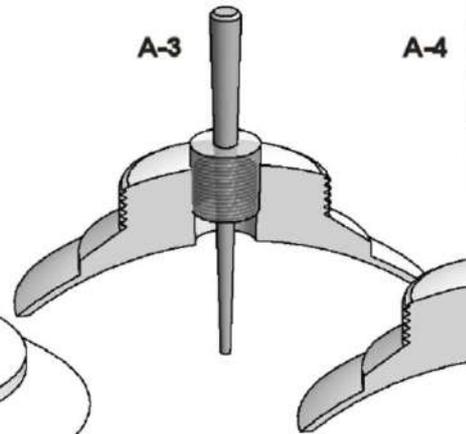


Fig. 3.5

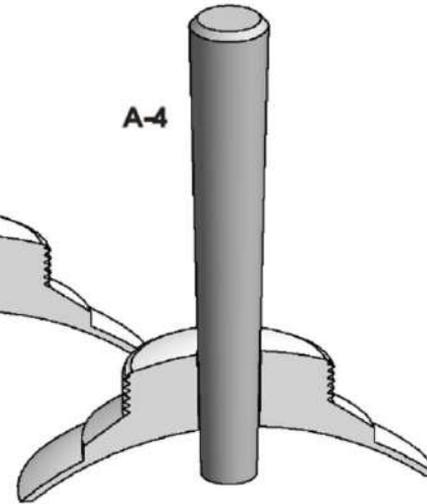


Fig. 3.6

Equipos para el control de fugas

Kit "A"

IDENTIFYING AND STOPPING LEAKS (CON'T)

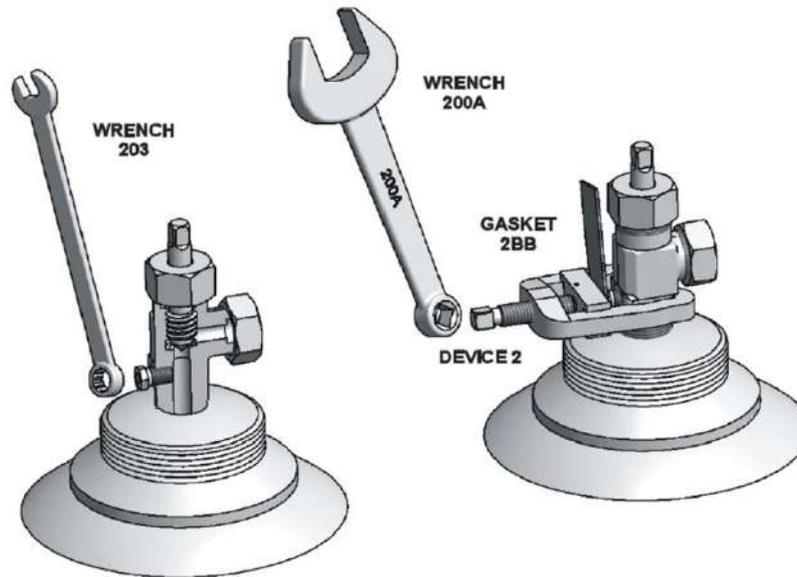


Fig. 3.7

Fig. 3.8

Equipos para el control de fugas

Kit "A"



IDENTIFYING AND STOPPING LEAKS (CON'T)



Fig. 3.9

Equipos para el control de fugas

Kit "A"

HOOD ASSEMBLY: DEVICE 1

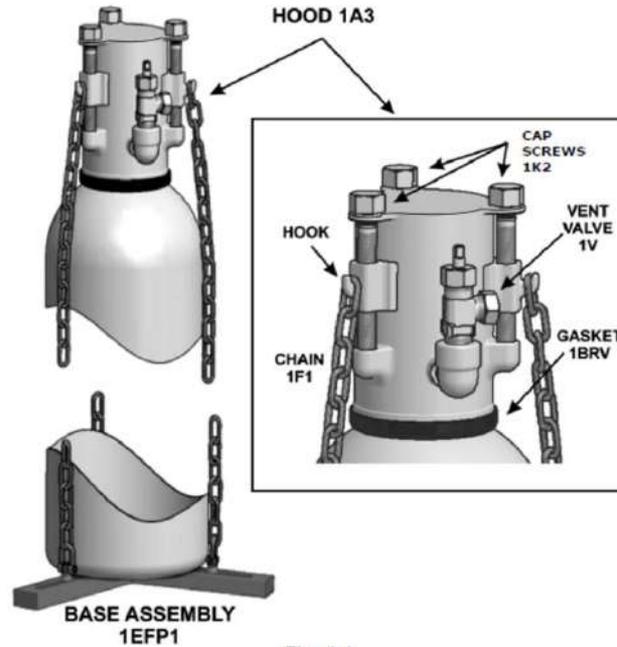


Fig. 4.1

Equipos para el control de fugas

Kit "A"

CLAMP ASSEMBLY: DEVICE 2

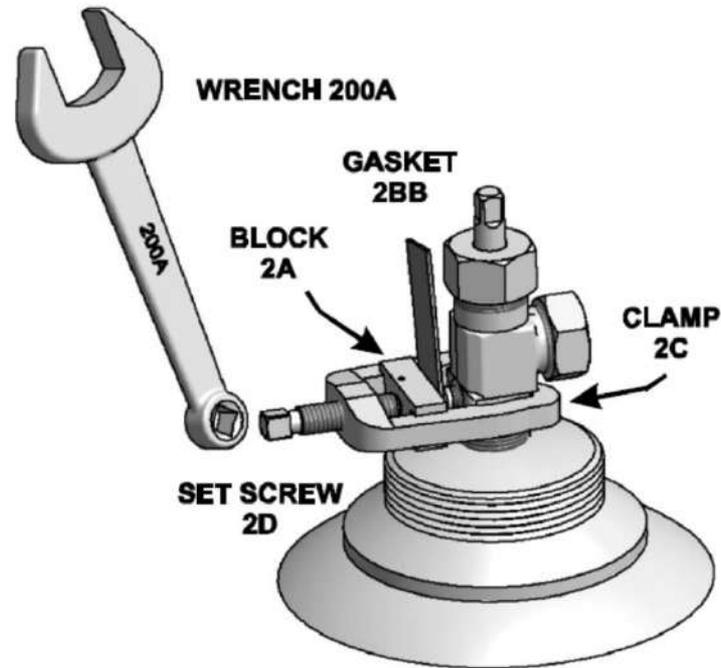


Fig 5.1

Equipos para el control de fugas

Kit "A"

SIDEWALL PATCH: DEVICE 8

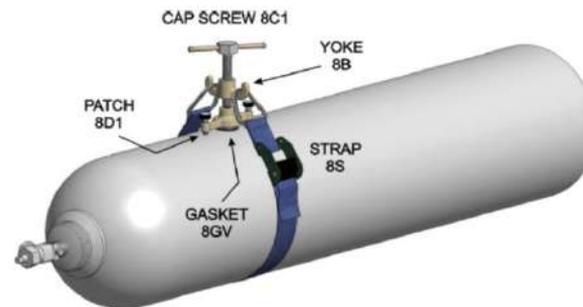
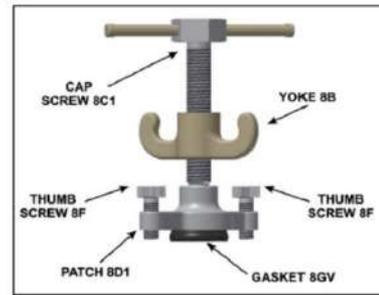


Fig. 4.3

Equipos para el control de fugas

Kit "A"

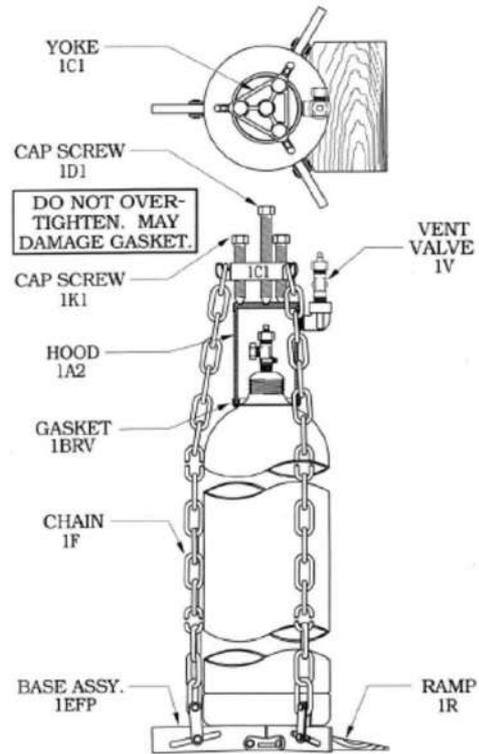


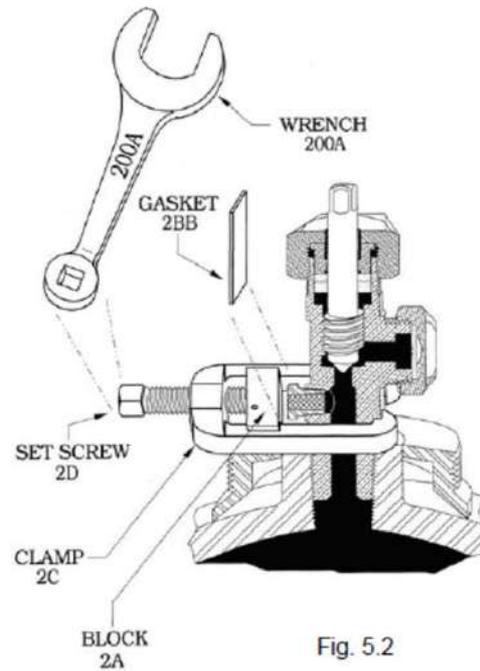
Fig. 5.1

D
E
V
I
C
E
1

Equipos para el control de fugas

Kit "A"

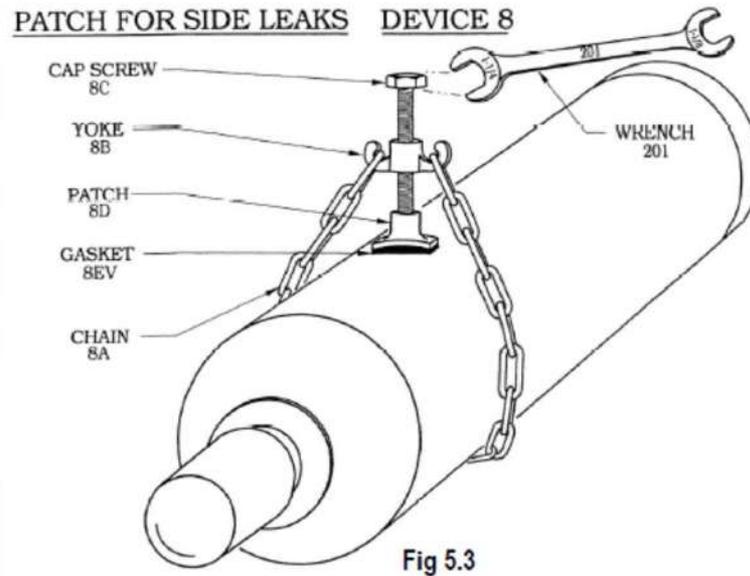
CLAMP ASSEMBLY DEVICE 2



D
E
V
I
C
E
2

Equipos para el control de fugas

Kit "A"



D
E
V
I
C
E
8

Equipos para el control de fugas

Kit "A" Equipo Opcional

APPENDIX B: OPTIONAL EQUIPMENT

Device Part #400



Stripped Valve Stem Clamping Device:
Designed to close cylinder and ton valves with
stripped valve stem threads.

Device Part #405



Valve Plugging Device:
Designed to seal leaks in valves with stripped
outlet threads or corroded outlet face.

Equipos para el control de fugas

Kit "B"



Equipos para el control de fugas

Kit "B"

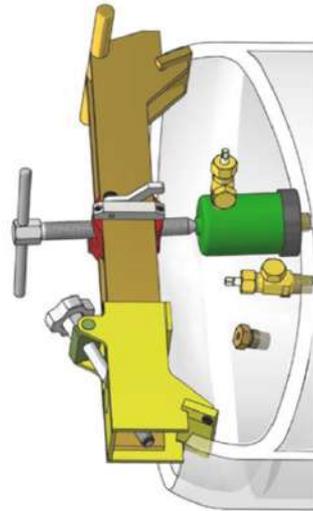


Equipos para el control de fugas

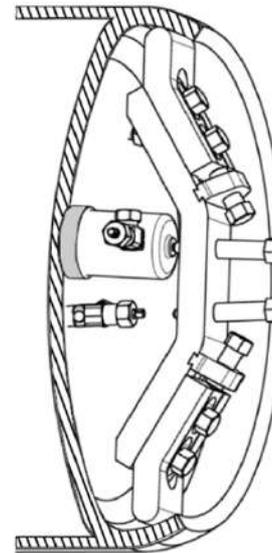
Kit "B"



Edition 11, Revision 1
July 2014



Kits manufactured after March 2014



Kits manufactured before April 2014

Equipos para el control de fugas

Kit "B"

IDENTIFYING AND STOPPING LEAKS

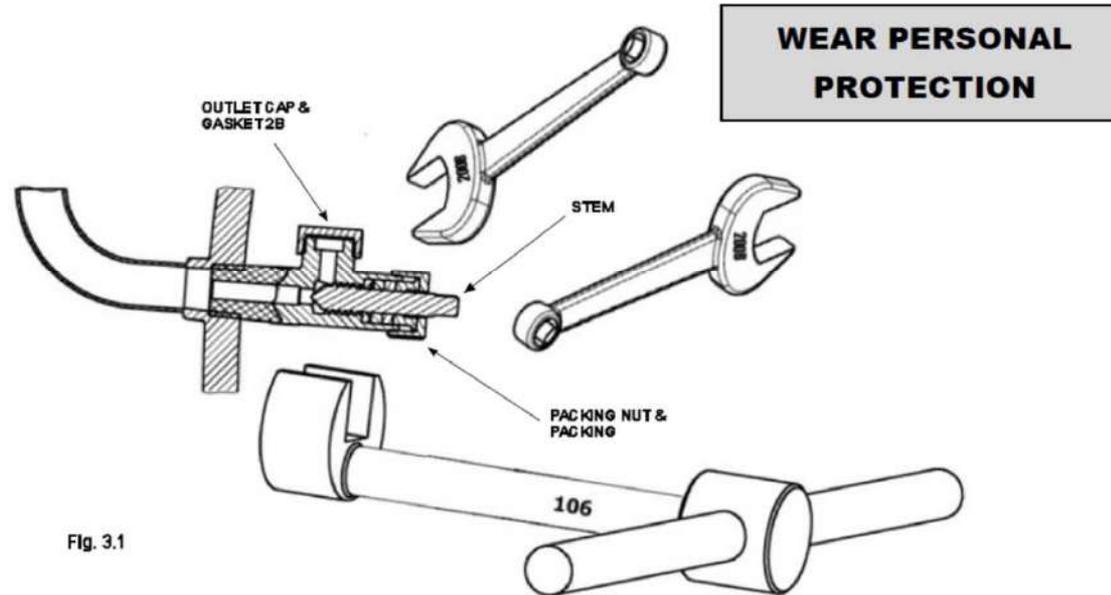


Fig. 3.1

Equipos para el control de fugas

Kit "B"

**WEAR PERSONAL
PROTECTION**

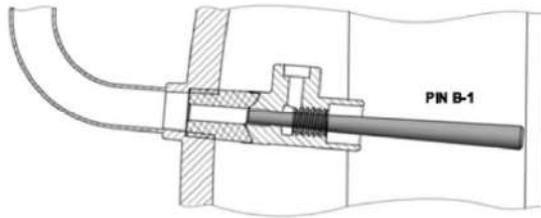


Fig. 3.4

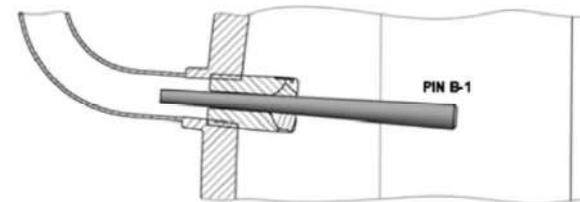


Fig. 3.5

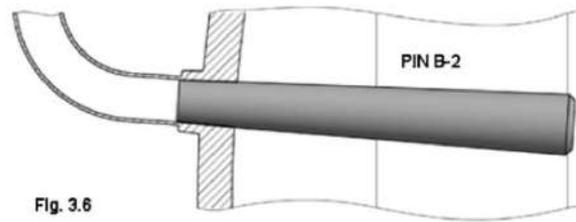
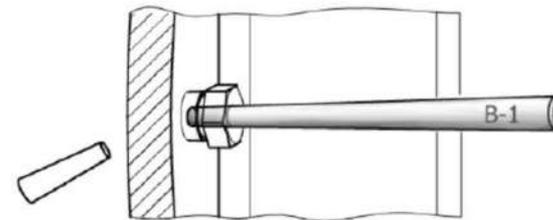
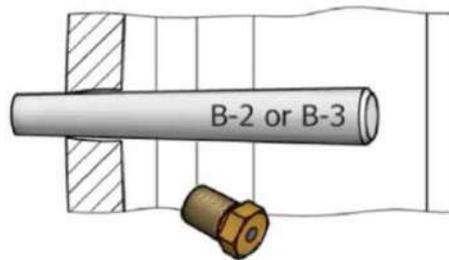
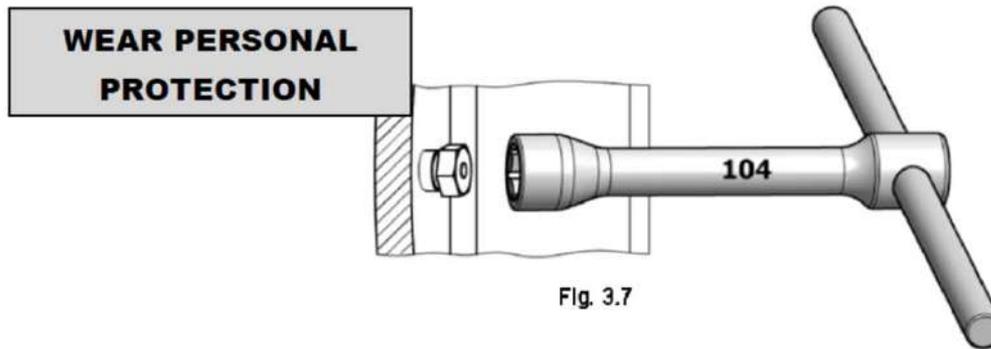


Fig. 3.6

Equipos para el control de fugas

Kit "B"



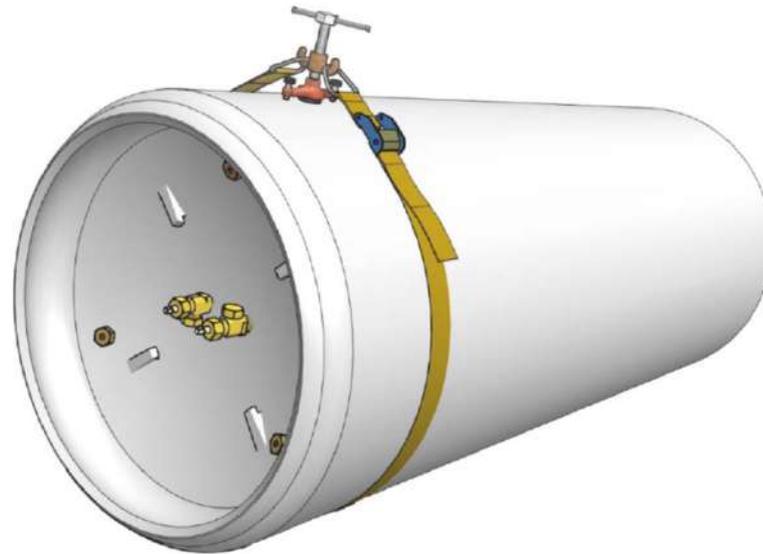
Equipos para el control de fugas

Kit “B”



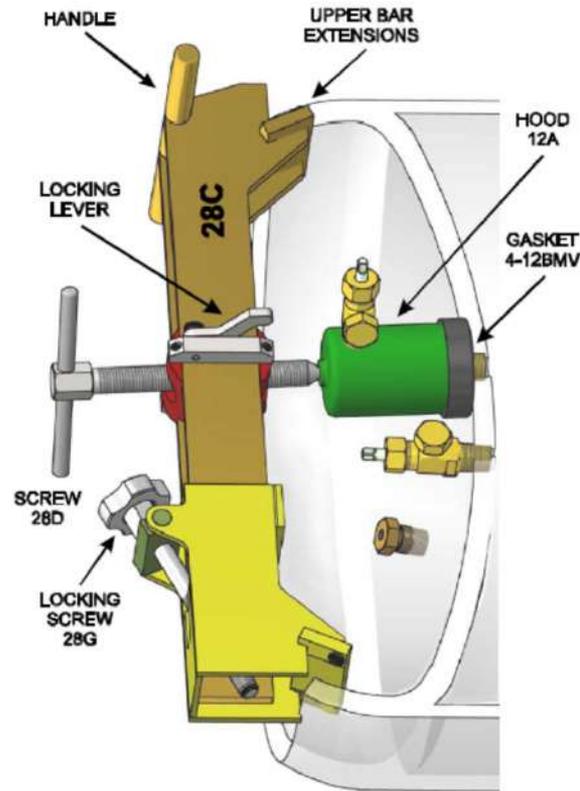
ACTION:

1. Apply DEVICE 9 (Patch Assembly, Fig. 3.10) (See Section 4.3 for instructions).



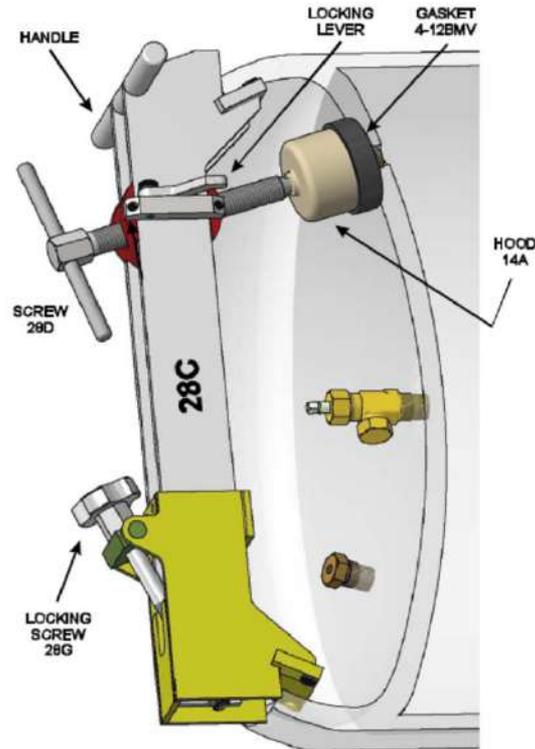
Equipos para el control de fugas

Kit "B"



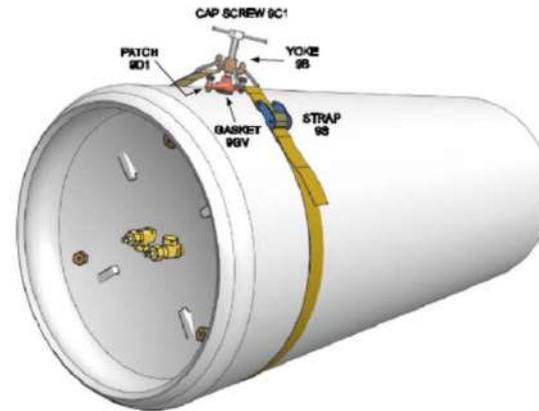
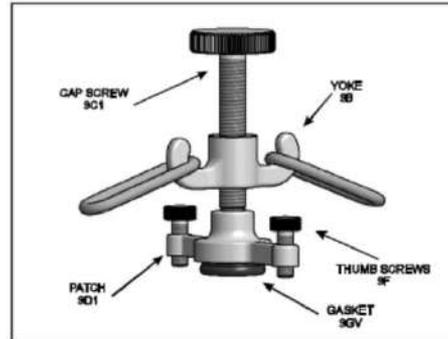
Equipos para el control de fugas

Kit "B"



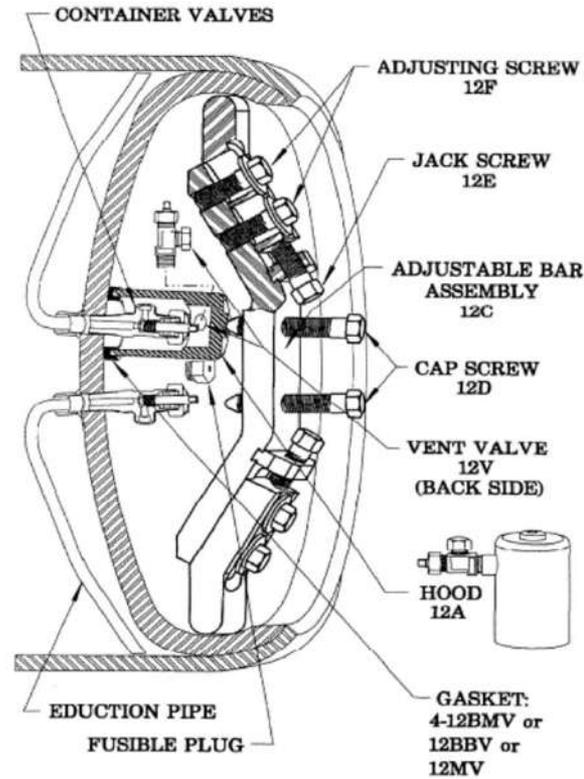
Equipos para el control de fugas

Kit "B"



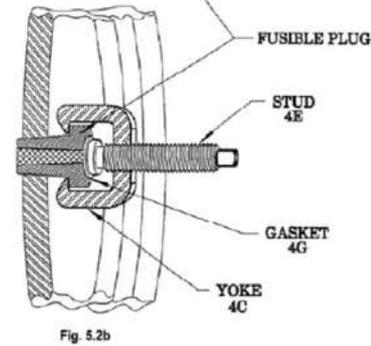
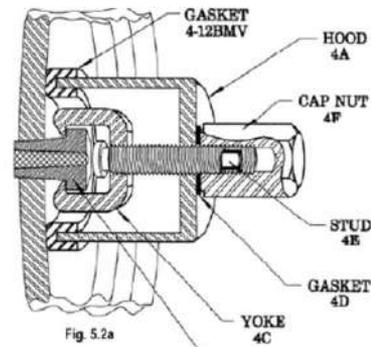
Equipos para el control de fugas

Kit "B"



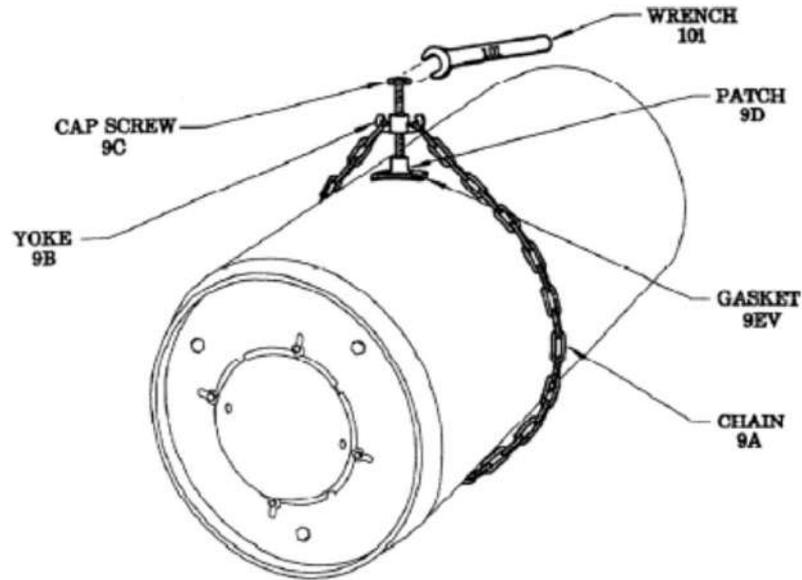
Equipos para el control de fugas

Kit "B"



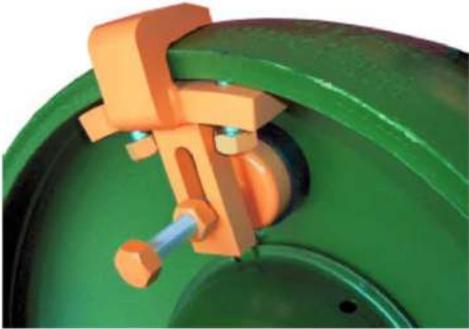
Equipos para el control de fugas

Kit "B"



Equipos para el control de fugas

Kit "B" Opcional

Device Part #400A	Device Part #405	Device Part #BCLAMP
		
<p>Stripped Valve Stem Clamping Device: Designed to close cylinder and ton valves with stripped valve stem threads.</p>	<p>Valve Plugging Device: Designed to seal leaks in valves with stripped outlet threads or corroded outlet face.</p>	<p>Fusible Plug Containment Device: Designed to contain leaks in and around the container fusible plugs without attaching to the plug itself.</p>

Equipos para el control de fugas

Kit "C"



Equipos para el control de fugas

Kit "C"



Equipos para el control de fugas

Zonas de probable fuga

- Válvulas.

Casquillo de prensa-estopa.

Asiento de válvula.

Rosca de entrada.



- Fusibles.

A través de su metal fusible.

Alrededor de las roscas.

Por un tapón fundido.



- Paredes.

Equipos para el control de fugas

Scrubber (Lavador de Gas)



Equipos para el control de fugas

Plan de Evacuación

- Prepare **planes de evacuación** de las áreas donde pueda haber fugas de cloro. Recuerde ir **cuesta arriba y contra el viento**.
- **En todo momento**, en su manejo y transporte, los cilindros y tanques **deberán portar sus capuchones de seguridad**, inclusive en maniobras en almacén y asegure los contenedores de cloro con cadenas, calzos, o pernos.



Equipos para el control de fugas

Plan de Evacuación



Para realizar un plan de evacuación se tiene que considerar:

- Los vientos dominantes.
- Topografía del lugar.
- Población cercana.
- Brigadas de emergencia.
- Capacitación continua y simulacros.
- Tiempo de respuesta de los servicios de emergencia.



Equipos para el control de fugas

Plan de Evacuación



Equipos para el control de fugas

Plan de Evacuación



Tema XII

EPP Equipos de protección personal

EPP Equipo de protección personal

Generales



- Equipo de respiración autónoma.
- Traje encapsulado.
- Equipo mecánico para control de fugas.



EPP Equipo de protección personal

Equipo de Respiración autónoma



EPP Equipo de protección personal

Traje encapsulado



EPP Equipo de protección personal

Traje encapsulado



EPP Equipo de protección personal

Kit para verificar el traje encapsulado



EPP Equipo de protección personal

Mascarilla de escape de emergencia



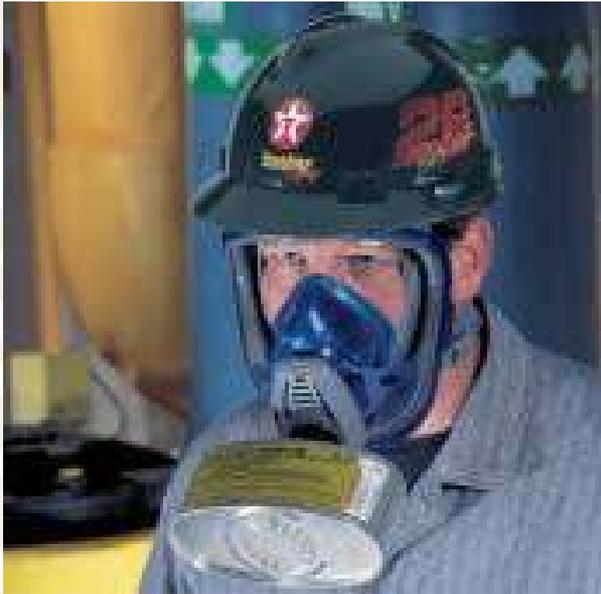
EPP Equipo de protección personal

Equipo para atención de fugas



EPP Equipo de protección personal

Mascarilla de escape de emergencia



EPP Equipo de protección personal

Como se usa el ERA



EPP Equipo de protección personal

Protección de Ojos y Cara uso diario



Protección de los ojos/la cara:

Se deben usar gafas de seguridad y pantalla de protección facial para evitar el riesgo de exposición por salpicadura de líquido.

Use protección ocular que cumpla con los requisitos de ANSI Z87.1 para protección contra gotitas (salpicaduras), o la norma EN 166, cuando se utilicen gases. Guía: EN 166: Gafas de protección. NO utilice lentes de contacto. Mantenga una fuente para el lavado de los ojos y regaderas de lavado rápido en el área de trabajo

EPP Equipo de protección personal

Protección de Manos uso diario



Protección de las Manos:

Use guantes de protección contra riesgos mecánicos cuando manipule los recipientes. Se deben usar guantes con resistencia química siempre que se manipulen productos químicos, si la evaluación de riesgos así lo indica necesario.

Para uso a corto plazo:

Material: Goma de cloropreno.
Tiempo de perforación: > 30 min
Espesor del guante: 0,4 mm

Para uso a largo plazo:

Material: Fluoro elastómero.
Tiempo de perforación: > 480 min
Espesor del guante: 0,7 mm

EPP Equipo de protección personal

Proteccion Corporal uso diario



Protección corporal:

Ninguna medida en particular.

Algunas operaciones pueden requerir la utilización de un traje encapsulado de cuerpo entero resistente a químicos y con protección respiratoria.

Tema XIII

Reacción a la exposición con Cloro

Reacción a la exposición

Grados de Exposición al Cloro

- Siempre **ser cuidadoso** de no convertirse usted mismo en una complicación.
- **Remueva** a la persona expuesta a un **área no contaminada**.
- Quite la ropa contaminada y lave las partes contaminadas del cuerpo.
- **Nunca** administre vía oral a un paciente inconsciente.
- **Llamar a un médico** o buscar asistencia médica inmediata.

Reacción a la exposición

¿Qué le sucede al cloro cuando entra al medio ambiente?



El cloro es muy inestable en el medio ambiente	El cloro es muy inestable y reacciona con el agua y con una variedad de sustancias químicas cuando se libera al medio ambiente.
Es degradado rápidamente en el medio ambiente	En el aire, el cloro es degradado por la luz solar en unos pocos minutos. El cloro se disuelve en el agua y es convertido a cloruro y ácido hipocloroso.
El cloro puede moverse lejos de la fuente original	Si el cloro es liberado al agua o al suelo o si se escapa al aire desde un tanque, se evaporará rápidamente formando una nube verde-amarillenta que puede ser movilizada por el viento lejos de la fuente original.

Reacción a la exposición

¿Cómo puede afectar mi salud el cloro?



Exposición breve a cloro gaseoso

Los efectos siguientes se han observado en seres humanos expuestos brevemente al cloro:

- irritación leve de la nariz a 1–3 ppm
- irritación de los ojos a 5 ppm
- irritación de la garganta a 5–15 ppm
- dolor inmediato del pecho, vómitos, alteraciones del ritmo respiratorio y tos a 30 ppm
- daño del pulmón (neumonía tóxica) y edema pulmonar (líquido en los pulmones) a 40–60 ppm
- muerte después de 30 minutos de exposición a 430 ppm
- muerte después de unos minutos de exposición a 1,000 ppm

Estas concentraciones son aproximadas; los efectos dependen también de la duración de la exposición. En general, las personas que sufren de condiciones tales como alergias o fiebre del heno, o las que fuman mucho, tienden a sufrir efectos más graves que personas con buena salud o que personas que no fuman.

Reacción a la exposición

Niveles establecidos por la EPA



Niveles en el aire establecidos por la EPA	La EPA ha establecido un límite para cloro en el aire de 0.5 ppm. La exposición a niveles más altos puede producir molestias e irritación. Dependiendo de la concentración, estos efectos pueden ser reversibles cuando la exposición cesa.
Niveles en el aire del trabajo establecidos por la OSHA	La OSHA ha establecido un límite legal de 1 ppm de cloro en el aire. Este nivel no debe excederse en ningún momento.
Niveles en el agua potable establecidos por la EPA	La EPA ha establecido un nivel de contaminante máximo (MCL) y un nivel residual de desinfección máximo (MRDL) de 0.4 mg/L para cloro libre en el agua potable.

Reacción a la exposición

Efectos

Nivel de exposición (PPM) 1 ppm = 2.90 mg/m ³	Efectos
0.2 – 0.4	Umbral de olor (se produce una disminución en la percepción del olor a través del tiempo)
< 0.5	Sin efecto agudo o crónico conocido
0.5	TLV – TWA REL - Ceiling
1 - 3	Leve, irritación de la membrana mucosa, tolerado hasta 1 hora
1 – 15	Irritación moderada del tracto respiratorio
3	ERPG-2
10	IDLH
20	ERPG-3
30	Dolor inmediato en el pecho, vómitos, disnea, tos Irritación moderada del tracto respiratorio
40 – 60	Neumonitis tóxica y edema pulmonar
430	Letal durante 30 minutos
1000	Fatal en pocos minutos

Reacción a la exposición

Efectos



- Efectos no respiratorios de la exposición al cloro gaseoso.
- El cloro gaseoso se absorbe en agua para formar tanto ácido hipocloroso como ácido clorhídrico. El gas de cloro se puede disolver en la humedad del cuerpo (es decir, transpiración) para formar estos ácidos. A 3,500 PPM de cloro en el aire, el pH de la humedad en la piel sería de aproximadamente 4. El pH de 4 es comparable al agua carbonatada. Mientras que una sensación de ardor e irritación de la piel puede ocurrir debido a tal exposición, una revisión de la literatura no ha proporcionado información específica de datos humanos para determinar la concentración de cloro requerida para producir tales efectos. Como se mencionó anteriormente, la irritación del ojo, cuando se expone al cloro gaseoso, comienza a ocurrir en el nivel 1-3 ppm.
- Efectos no respiratorios de la exposición al cloro líquido.
- El cloro líquido es un gas comprimido licuado. A presión atmosférica, cloro líquido se vaporiza a 34°C (-29 ° F). Por lo general, el cloro se almacena en recipientes como un líquido en presiones atmosféricas o elevadas. El cloro líquido causará quemaduras en los ojos y la piel contacto, similar a la congelación.

Reacción a la exposición

Quemadura por Cloro líquido



Tema XIV

Primeros Auxilios

Primeros Auxilios

Primer contacto con la persona expuesta



- Siempre **ser cuidadoso** de no convertirse usted mismo en una complicación.
- **Remueva** a la persona expuesta a un **área no contaminada**.
- Quite la ropa contaminada y lave las partes contaminadas del cuerpo.
- **Nunca** administre vía oral a un paciente inconsciente.
- **Llamar a un médico** o buscar asistencia médica inmediata.

Primeros Auxilios

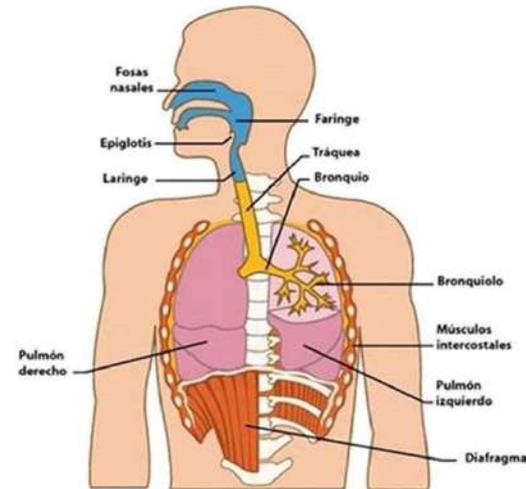
Primer contacto con la persona expuesta

Si la respiración no ha cesado:

- Coloque al paciente en posición confortable (45°).
- Administre oxígeno tan pronto como se a posible.
- Mantenga al paciente abrigado y en reposo.

Si la respiración ha cesado:

- Inicie inmediatamente respiración artificial.
- Administre oxígeno tan pronto como sea posible.



Primeros Auxilios

Ventilación de Salvamento

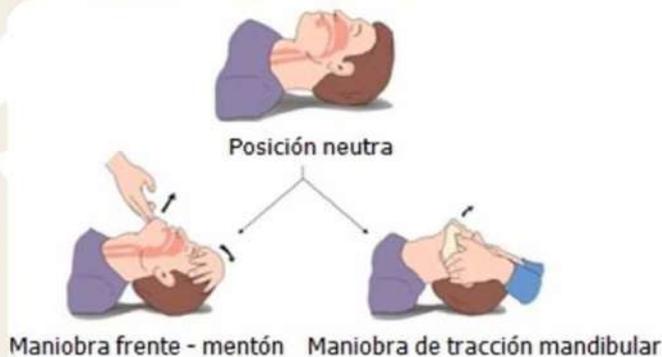
- Realizar ventilaciones en caso de pacientes inconscientes con pulso.
- Usar inclinación de cabeza y levantamiento de barbilla para abrir la vía aérea de una víctima, excepto si se sospecha de lesiones cervicales.



Primeros Auxilios

Ventilación de Salvamento

Ventilación de salvamento.



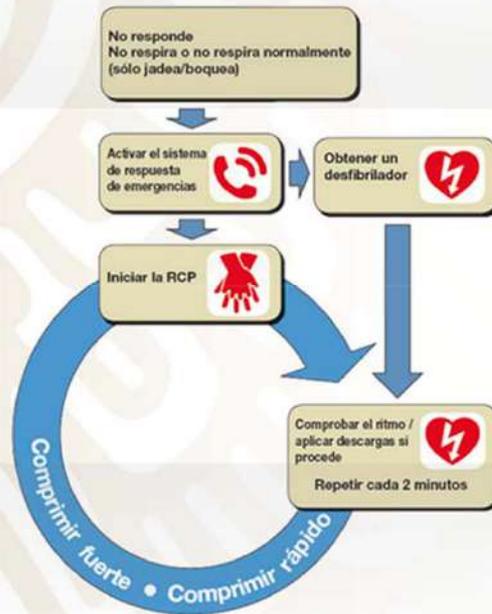
- Usar tracción mandibular en caso de sospecha de lesión cervical.
- El volumen debe ser suficiente para lograr que el tórax se expanda.
- Adulto de 10 a 12 respiraciones por minuto (6 segundos).

Primeros Auxilios

Reanimación Cardio Pulmonar



Reanimación Cardio-Pulmonar.



Primeros Auxilios

Contacto con la piel

Contacto con la piel con cloro líquido.

- Si el cloro líquido ha contaminado la piel o la ropa, proseguir inmediatamente a una **ducha de emergencia** y retirar la ropa debajo de la ducha.
- **Lavar bien la piel** contaminada con grandes cantidades de agua corriente **durante 15 minutos o más.**
- **No aplicar nada** a menos que sea prescrito por un médico.



Primeros Auxilios

Contacto con los ojos

Contacto con los ojos de cloro.



- **Lavar** inmediatamente con agua corriente **mínimo 15 minutos**, levantar los parpados para una irrigación completa.
- **Jamás** tratar de **neutralizar** con productos químicos.
- Obtener **ayuda médica** lo antes posible.
- No aplicar nada a menos que sea prescrito por un médico.

Sesión de preguntas y respuestas

¿Se Cumplió el Objetivo?



Proporcionar la información relevante que permita conocer la importancia, uso y manejo adecuado del cloro, considerando aspectos de seguridad e impacto ambiental dentro de las instalaciones de las plantas potabilizadoras, así como conocer el correcto manejo para reducir los riesgos con una prevención adecuada de accidentes por parte de los operadores o responsables del manejo de este producto.

Agradecimientos y precisiones



Este curso esta basado en la información proporcionada por:

- Instituto del cloro, inc. De los estados unidos de américa,
- Manual de cloro de GEO. Clifford white.
- Experiencia en campo con los productores de cloro y fabricantes de equipo para dosificación.

Ha sido diseñado de tal modo que, si bien da una idea de los requerimientos básicos para el manejo y aplicación de este producto, no pretende contener toda la información técnica existente sobre el cloro, solo resume una serie de experiencias prácticas para su uso.



GRACIAS POR SU ATENCION