



**Universidad Politécnica Salesiana  
Sede Guayaquil**

**Unidad de Posgrados  
Maestría en Sistemas Integrados de Gestión de la Calidad, Ambiente  
y Seguridad**

**Tesis previa a la obtención de título de Magíster en Sistemas  
Integrados de Gestión de la Calidad, Ambiente y Seguridad**

**“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE CONTENCIÓN EN CASO  
DE FUGA DE GAS CLORO PARA PLANTAS DE  
POTABILIZACIÓN DE AGUA”.**

**AUTOR:**

**Ing. Fernando Soledispa**

**DIRECTOR:**

**Ing. Eduardo Calderón, M.Sc.**

**Guayaquil - 2013**

## **DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD**

Los conceptos desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad del autor.

Guayaquil, agosto 05 del 2013.

---

**Fernando Soledispa**

## ÍNDICE GENERAL

CARÁTULA .....	I
DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD .....	II
ÍNDICE GENERAL .....	III
ÍNDICES DE TABLAS .....	VII
ÍNDICES DE GRÁFICOS .....	IX
ÍNDICES DE DIAGRAMAS .....	X
ÍNDICES DE FOTOS .....	XI
RESUMEN .....	XII
SUMMARY .....	XIII
INTRODUCCIÓN .....	1
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>2</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>2</b>
1.1. Problema .....	2
1.1.1. Formulación del Problema .....	3
1.1.1.1. Variable Única .....	3
1.1.1.2. Indicadores .....	3
1.2. Justificación.....	4
1.3. Objetivos .....	15
1.3.1. Objetivos Generales .....	15
1.3.2. Objetivos Específicos .....	16
1.4. Hipótesis.....	16
1.4.1. Variables e Indicadores .....	16
1.4.1.1. Variable Única .....	16
1.4.1.2. Indicadores .....	16
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>17</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>17</b>

2.1. Fundamentación teórica .....	17
2.1.1. Agua de consumo humano .....	17
2.1.2. Potabilización del agua .....	18
2.1.3. Cloro .....	20
2.1.3.1. Uso del cloro .....	21
2.1.3.2. Cloración .....	21
Determinación del consumo de gas cloro para plantas de tratamiento de agua.	22
Demanda de Cloro.	22
2.1.3.3. Factores de riesgo .....	23
2.1.4. Efectos sobre la salud .....	24
2.1.4.1. Inhalación .....	25
2.1.4.2. Contacto piel / ojos .....	27
2.1.4.3. Ingestión .....	28
2.1.4.4. Efectos crónicos .....	28
2.1.4.5. Efectos sistémicos .....	29
2.1.5. Emergencias de cloro .....	30
2.1.5.1. Fugas .....	31
2.2. Fundamentación Legal .....	32
2.3. GLOSARIO .....	34
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>38</b>
<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>38</b>
3.1. Modalidad de la Investigación. ....	38
3.1.1. Recursos Institucionales: .....	38
3.2. Estudio de caso y proyectos culminados .....	38
3.3. Investigación Documental Bibliográfica .....	39
3.4. Procedimiento de la Investigación .....	39
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>40</b>
<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>40</b>
4.1. Base de datos .....	40
4.2. Análisis del problema .....	42

4.3. Diseño de zonas de cloración .....	46
4.3.1. Envases .....	47
4.3.1.1. Tipos de Recipientes .....	48
4.3.1.2. Similitudes de los Envases .....	48
4.4. Sistemas de prevención y contención en caso de fugas de gas cloro .....	49
4.4.1. Sistemas de Lavado de gases .....	49
4.4.2. Kit de Emergencia .....	50
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>51</b>
<b>LA PROPUESTA .....</b>	<b>51</b>
5.1. Metodología .....	51
5.2. Propuesta de Implementación de un Sistema de Contención en caso de fuga de gas cloro para Plantas de Potabilización de Agua.....	54
5.2.1. Requisitos de instalaciones para mitigar una fuga de gas cloro .....	54
5.2.2. Elementos de seguridad para prevenir y contener fugas de gas cloro. ....	55
5.2.2.2. Elementos para controlar una fuga de gas cloro. ....	57
5.2.2.2.1. Kit B – para contenedores de una tonelada .....	57
5.2.2.2.2. Traje Encapsulado.....	62
5.2.2.2.3. Equipo de respiración Autónoma.....	63
5.2.2.2.4. Ducha de descontaminación .....	63
5.2.3. Elementos para contención de una fuga de cloro gas .....	64
5.2.3.1.1. Especificaciones del fabricante:.....	64
5.2.3.2.2. Descripción del Sistema.....	65
5.2.3.2.3. Detector de Cloro AIT-60-001 A/B .....	66
5.2.3. Sistema de alarma .....	67
5.2.4. Análisis de inversión.....	68
5.2.5. Procedimiento - Plan de Atención a Emergencias .....	72
<b>CAPÍTULO VI .....</b>	<b>79</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>79</b>
6.1. Conclusiones .....	79
6.2. Recomendaciones.....	81

<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>83</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>87</b>
ANEXO 1: MSDS DE PRODUCTOS QUÍMICOS, GAS CLORO, SODA CÁUSTICA LÍQUIDA, CARBONATO DE SODIO. ....	87
ANEXO 2: ENVASES PARA GAS CLORO. ....	99
ANEXO 3: ESPECIFICACIONES DE ENVASES PARA GAS CLORO. ....	100
ANEXO 4: LAVADOR DE GASES SIEMENS. ....	101
ANEXO 5: DETECTORES PARA GAS CLORO. ....	103
ANEXO 6: KITS PARA EMERGENCIA. ....	110
ANEXO 7: TABLA PARA CÁLCULO DE JORNADAS PERDIDAS DE ACUERDO A LA NATURALEZA DE LAS LESIONES QUE SE PRESENTAN EN UN ACCIDENTE. ....	121
ANEXO 8: NORMA INEN 1 108: 2011 CUARTA REVISIÓN “AGUA POTABLE REQUISITOS”. ....	122
ANEXO 9: COMPARACIÓN ENTRE EL REAL DECRETO 379 REGLAMENTO DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS Y SUS INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS VS NORMA INEN 2 266: 2010 TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE MATERIALES PELIGROSOS, REQUISITOS.....	130

## ÍNDICES DE TABLAS

TABLA 1: CONSUMO DE GAS CLORO DE ACUERDO A LA DEMANDA DETERMINADA PARA UN CAUDAL FIJO AGUA CRUDA.....	22
TABLA 2: EFECTOS POR INHALACIÓN QUE CAUSA LA EXPOSICIÓN A DISTINTAS CONCENTRACIONES DE GAS CLORO. ....	26
TABLA 3: EFECTOS POR CONTACTO PIEL / OJOS QUE CAUSA LA EXPOSICIÓN A DISTINTAS CONCENTRACIONES DE GAS CLORO.....	28
TABLA 4: UNIDADES DE OBSERVACIÓN POBLACIÓN – MUESTRA .....	38
TABLA 5: EVENTOS RELACIONADOS CON GAS CLORO A NIVEL MUNDIAL.....	40
TABLA 6: PERSONAS AFECTADAS EN EVENTOS DE FUGAS DE GAS CLORO POR CADA 100 MILLONES DE HABITANTES. ....	41
TABLA 7: PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE CAUSAS QUE PROVOCARON FUGAS DE GAS CLORO.....	42
TABLA 8: PORCENTAJES DE AFECTADOS DIRECTAMENTE O INDIRECTAMENTE EN FUGAS DE GAS CLORO RESPECTO A LAS CAUSAS QUE PROVOCARON EL EVENTO. ....	44
TABLA 9: IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y RIESGOS ASOCIADOS A LA MANIPULACIÓN DE CONTENEDORES CON GAS CLORO EN UNA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA Y DURANTE SU TRANSPORTE.....	45
TABLA 10: DIMENSIONAMIENTO DE ZONAS DE CLORACIÓN CON CONTENEDORES DE 907 KG. PARA UN CAUDAL DE 4,5 MCS DE AGUA A SER TRATADA. ....	46
TABLA 11: DIMENSIONES Y PESOS DE LOS CONTENEDORES.....	49
TABLA 12: SOLUCIÓN ALCALINA RECOMENDADA PARA LA ABSORCIÓN .....	50
TABLA 13: DETERMINACIÓN DE ZONAS AISLAMIENTO Y PROTECCIÓN DE LAS PERSONAS EN CASO DE UNA FUGA DE GAS CLORO.....	52
TABLA 14: ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL KIT TIPO B.....	58
TABLA 15: ELEMENTOS PARA CONTROLAR FUGAS EN LA VÁLVULA DEL CONTENEDOR.....	59
TABLA 16: ELEMENTOS PARA CONTROLAR FUGAS EN EL TAPÓN FUSIBLE DEL CONTENEDOR:.....	60

TABLA 17: ELEMENTOS PARA CONTROLAR FUGAS EN EL CUERPO DEL CONTENEDOR: .....	61
TABLA 18: ANÁLISIS DE INVERSIÓN .....	68
TABLA 19: DEPRECIACIÓN DE LOS BIENES. ....	69
TABLA 20: COSTOS OPERATIVOS ANUALES. ....	70
TABLA 21: COSTOS PRODUCIDOS POR LOS ACCIDENTES POR PERSONA Y COSTOS DE PUBLICIDAD. ....	71
TABLA 22: DIFERENCIA ENTRE COSTO DE UN ACCIDENTE USD \$./ AÑO VS COSTO ANUAL DE INVERSIÓN USD \$./AÑO.....	72



## ÍNDICES DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: PORCENTAJE DE AFECTADOS POR PAÍS OCURRIDO EN EL PERIODO COMPRENDIDO ENTRE 1996 Y 2013. ....	41
GRÁFICO 2: PERSONAS AFECTADAS EN EVENTOS DE FUGAS DE GAS CLORO POR CADA 100 MILLONES DE HABITANTES. ....	42
GRÁFICO 3: PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE CAUSAS QUE PROVOCARON FUGAS DE GAS CLORO. ....	43
GRÁFICO 4: PORCENTAJES DE AFECTADOS DIRECTAMENTE O INDIRECTAMENTE EN FUGAS DE GAS CLORO RESPECTO A LAS CAUSAS QUE PROVOCARON EL EVENTO .....	44

## ÍNDICES DE DIAGRAMAS

DIAGRAMA 1: DIAGRAMA DE PROCESO DEL TRATAMIENTO DEL AGUA .....	18
DIAGRAMA 2: DIMENSIONAMIENTO DE ZONAS DE CLORACIÓN CON CONTENEDORES DE 907 KG. PARA UN CAUDAL DE 4,5 MCS DE AGUA A SER TRATADA. ....	47
DIAGRAMA 3: DIMENSIONAMIENTO DE LA ZONA DE CLORACIÓN EN PERSPECTIVA. ....	47
DIAGRAMA 4: ZONAS DE DISTRIBUCIÓN DE CONTENEDORES DE GAS CLORO. ....	55
DIAGRAMA 5: SISTEMA DE CIERRE DE EMERGENCIAS PARA CONTENEDORES DE 907 KG.....	57

## ÍNDICES DE FOTOS

FOTO 1: FUGA DE GAS CLORO MAZATLÁN.....	6
FOTO 2: FUGA DE GAS CLORO VENEZUELA.....	8
FOTO 3: FUGA DE GAS CLORO EN CALIFORNIA.....	8
FOTO 4: FUGA DE GAS CLORO EN CALIFORNIA.....	9
FOTO 5: FUGA DE GAS CLORO EN ARKANSAS. ....	11
FOTO 6: FUGA DE GAS CLORO EN MÉXICO. ....	13
FOTO 7: ACTUADOR DE CIERRE DE EMERGENCIA PARA CONTENEDORES CON GAS CLORO DE 907 KG.....	55
FOTO 8: TRAJE ENCAPSULADO.....	62
FOTO 9: EQUIPO DE RESPIRACIÓN AUTÓNOMA.....	63
FOTO 10: DUCHA DE DESCONTAMINACIÓN.....	63
FOTO 11: RJ-2000 ® CLORO SCRUBBER EMERGENCIA.....	67
FOTO 12: SISTEMA DE ALARMA - SEMÁFORO Y BOTONERA.....	68



## **“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE CONTENCIÓN EN CASO DE FUGA DE GAS CLORO PARA PLANTAS DE POTABILIZACIÓN DE AGUA”**

Fernando Soledispa, [soledispaf@gmail.com](mailto:soledispaf@gmail.com)

Eduardo Calderón, [eduardo.calderon@ciradsa.com](mailto:eduardo.calderon@ciradsa.com)

*Maestría en Sistemas Integrados en Gestión de la Calidad, Ambiente y Seguridad*

*2012 – 2013*

*Investigación en Modelos de Gestión de Seguridad*

*Palabras clave: Constitución de la República del Ecuador, Plan Nacional de Desarrollo – Plan Nacional para el Buen Vivir Norma INEN 2266, INEN 1108, Seguridad y Salud Ocupacional, Potabilización del agua.*

### **RESUMEN**

*Los riesgos químicos, a los que se ven expuestas las personas que manipulan contenedores con gas cloro en caso de una fuga, provocan desde una afección en las vías respiratorias hasta la muerte. El exceso de confianza, la falta de capacitación, la falta de mantenimiento en las líneas de dosificación, son factores importantes que acrecientan la probabilidad de que este tipo de accidentes tengan un desenlace fatal, no solo con las personas que se encuentran directamente en contacto con el producto químico sino también a las poblaciones que se encuentran en los alrededores y al Medio Ambiente. Por lo Tanto, el tener un sistema de prevención adecuado a los requerimientos del proceso de potabilización, el uso correcto de equipos de protección personal, la capacitación continua, la socialización con la comunidad de los riesgos asociados al uso de gas cloro con la comunidad, tener un programa de mantenimiento de los contenedores de gas cloro así como de las líneas de dosificación y quizás lo más importante, el confinamiento de las zonas de cloración son actividades fundamentales y prioritarias que nos permitirá disminuir y si es posible eliminar la probabilidad de que existan afectados (empleados, comunidad y/o Medio Ambiente).*



**“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE CONTENCIÓN EN CASO DE FUGA DE GAS CLORO PARA PLANTAS DE POTABILIZACIÓN DE AGUA”**

Fernando Soledispa, [soledispaf@gmail.com](mailto:soledispaf@gmail.com)

Eduardo Calderón, [eduardo.calderon@ciradsa.com](mailto:eduardo.calderon@ciradsa.com)

*Maestría en Sistemas Integrados en Gestión de la Calidad, Ambiente y Seguridad*

*2012 – 2013*

*Investigación en Modelos de Gestión de Seguridad*

*Palabras clave: Constitución de la República del Ecuador, Plan Nacional de Desarrollo – Plan Nacional para el Buen Vivir Norma INEN 2266, INEN 1108, Seguridad y Salud Ocupacional, Potabilización del agua.*

**SUMMARY**

*The chemical risks, those people are exposed when handle chlorine gas containers in case of leaks, go since respiratory tract damage to death. The self confidence excess, training absence, maintenance of pitching pipe lines absence, are important facts who increase the probability that these kind of accidents ends with death, not only with people that are directly exposed to the chemical product, near communities and environment will be affected too. In order to prevent, to minimize and possible to eliminate accident's probabilities and health damage, it's important to work over a prevention system that fits properly over the production process and activities like the correct use of personal security protection equipment, continuous training, community training about the health risks of chlorine gas, maintenance program of bulk tanks and dosing pipe lines, and may be the main prevention activity, close and control over chorine dosing areas.*

## INTRODUCCIÓN

Las diferentes necesidades del hombre lo han llevado a crear múltiples maneras para mejorar su estilo de vida, aumentar la producción de productos básicos, inventar máquinas, fabricar equipos sofisticados que simplifiquen su trabajo y masifiquen la elaboración continua de alimentos, insumos de limpieza, herramientas, agua, energía eléctrica, vehículos etc., por otra parte el uso de compuestos químicos en los distintos procesos productivos tiende a ser cada vez mayor, lo cual ha provocado que los riesgos Químicos por contacto con la piel e inhalación hayan aumentado.

Todo esto ha generado la búsqueda de métodos para evitar todo tipo de riesgos en el desarrollo de las actividades cotidianas de las personas que forman parte de un mundo industrializado como el actual.

El concepto cero accidentes es ideal; toda empresa debe garantizar un ambiente de trabajo donde estén plenamente identificados y controlados los tipos de riesgos asociados a las actividades de sus colaboradores.

Para lograr este objetivo se deben aplicar las siguientes medidas de control: en la fuente, de ingeniería, administrativo y en la persona; apoyadas en el marco legislativo establecido en la Constitución Política de la República, el Código de Trabajo, la normativa emitida por el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, los programas de medicina preventiva, norma INEN 2266: 2010 Transporte, almacenamiento y manejo de productos químicos peligrosos.

Por lo tanto el presente trabajo tiene por objeto presentar la propuesta de un Sistema de contención de gas cloro en caso de fuga para plantas potabilizadoras de agua, considerando que el porcentaje de la población con servicio de agua potable por red pública es del 71,98%, de acuerdo al censo del 2010<sup>1</sup>, sin embargo pocas son las personas que trabajan brindando este servicio que conocen de los riesgos a los cuales se expone su personal en la manipulación del gas cloro, peor aún, qué medidas tomar ante una fuga de este químico.

---

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) Censo Población y Vivienda 2010.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Problema

Los riesgos que se generan en la manipulación de productos químicos son altos; las normas nacionales e internacionales y leyes están direccionadas a la identificación de éstos para la protección de las personas. Según el Centro Panamericano de la Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) y la Organización Panamericana de la Salud (2002), las emergencias químico-tecnológicas presentan las siguientes características:

- Involucran materiales peligrosos que varían desde los relativamente confinados a un lugar específico, hasta los que se expanden al punto en que es probable que pongan en peligro a la comunidad entera.
- Todas las víctimas de un accidente químico sufren el mismo tipo de efecto nocivo, solo la magnitud del daño será diferente.
- Existencia de un zona tóxica (zona caliente) que solamente estará limitada para el personal que usa el equipamiento de protección personal adecuado. Las ambulancias (zona fría) y otro personal médico (zona fría) nunca deben entrar a tal zona.
- Es probable el contacto de víctimas expuestas a sustancias químicas que pueden constituir un riesgo para el personal de rescate, quienes podrán contaminarse al contacto con ellas.

La promulgación y verificación del cumplimiento de las normativas data desde la década de los ochenta como lo cita el libro Seguridad Industrial y Salud de C. Ray Asfalh en su capítulo 6 p.119; “La promulgación de la norma OSHA para la administración de la seguridad de los procesos de químicos muy peligrosos, tuvo un gran impacto en el campo de la administración de la seguridad y la higiene. La década de los ochenta fue testigo de grandes accidentes por explosiones y

liberaciones catastróficas de productos químicos peligrosos que produjeron numerosos decesos tanto de empleados como de terceros”, con el fin de disminuir las afectaciones hacia las personas.

Considerando que las personas involucradas directa o indirectamente pueden llegar a sufrir lesiones leves, graves o fatales. La gravedad de estas lesiones depende del grado de peligrosidad del producto y del área afectada. Poco se conoce de las propiedades y efectos de muchos productos químicos, por lo tanto, deben identificarse métodos para la recolección de información imprescindible del (o los) químico(s) implicados, la misma que debe ser compartida a todo el personal incluyendo a los grupos de rescate y otras personas que lo necesiten cuando el caso lo amerite.

En este caso nos enfocaremos en el proceso de Potabilización de agua de ríos y los riesgos que implica su desinfección final con gas cloro.

### **1.1.1. Formulación del Problema**

¿Cómo afecta a las personas que laboran en Plantas Potabilizadoras de Agua y a los habitantes que viven en las cercanías, la falta de un Sistema de Contención en caso de fuga de Gas Cloro?

#### **1.1.1.1. Variable Única**

Estudio de la afectación en las personas y en el Medio Ambiente que genera la falta de un Sistema de Contención en caso de fuga de Gas Cloro en Planta Potabilizadoras de Agua.

#### **1.1.1.2. Indicadores**

- Factores de riesgos en los procesos relacionados con el uso de Gas Cloro.
- Cantidad de fugas de gas cloro registradas a nivel Latino América.
- Número de personas afectadas en eventos (documentados) de fugas



de gas cloro por cada 100 millones de habitantes.

- Número de eventos documentados de fugas de gas cloro sucedidos en Ecuador por cada 100 millones de habitantes.
- Porcentaje de fugas de gas cloro por problemas en accesorios, tuberías, válvulas, cuerpo del envase que contiene al gas cloro.
- Estadísticas sobre lesiones temporales o permanentes de los afectados por fugas de gas cloro.

## 1.2. Justificación

Debido al crecimiento poblacional y la necesidad de abastecer con un servicio básico y vital como es el agua potable, donde no solo se debe garantizar la cantidad y calidad permanente del producto sino también la seguridad del personal que labora en los sistemas que tienen la responsabilidad de tratar el agua para el consumo humano y de la comunidad que se encuentra asentada en los alrededores de los mismos.

En la actualidad para garantizar que el agua que se distribuye en las redes domésticas sea bacteriológicamente apta para su consumo esta debe tener entre 0.3 a 1.5 ppm (partes por millón) de cloro libre residual en la red de acuerdo a la norma INEN 1108:2011. He aquí donde el uso del cloro para la desinfección final en el proceso de potabilización del agua se convierte en imprescindible, además de que hasta la fecha es el más económico y producido en el país, no obstante los riesgos durante su procesamiento, manipulación, almacenamiento y uso son muy considerables.

A continuación se presenta una reseña de reportajes relacionados con fugas de gas cloro recopilados de diferentes páginas de internet (ver Bibliografía) en un periodo de 17 años, 1996 al 2013:

**Noticia generada en:** EL PAÍS, España. (22 de Enero de 1996). Recuperado el 22 de Julio de 2013, Obtenido de [http://elpais.com/diario/1996/01/22/sociedad/822265216\\_850215.html](http://elpais.com/diario/1996/01/22/sociedad/822265216_850215.html)

“Una fuga de seis toneladas de cloro en la planta de la empresa Erkimia, de Flix (Tarragona) provocó el domingo de madrugada una nube tóxica que causó afecciones

respiratorias a una docena de personas y obligó a hospitalizar a dos de ellas, que están fuera de peligro. El accidente químico, el más grave que se ha producido en la provincia de Tarragona, obligó a activar el Plan Exterior de Seguridad Química (Plaseqta) por primera vez en alerta 3, su máximo nivel. El hecho de que el accidente se produjera de noche, cuando la mayoría de los 5.000 vecinos se hallaban durmiendo en sus casas con las ventanas cerradas, evitó que cundiera la alarma y que el incidente se transformara en una catástrofe”.

**Noticia generada en:** COMISIÓN DE SEGURIDAD E INVESTIGACIÓN DE PELIGROS QUÍMICOS DE LOS ESTADOS UNIDOS, USA. (14 de Agosto de 2002). Recuperado el 22 de Julio de 2013.

Obtenido de: <http://www.eyiconsulting.net/articulos/2/2xx.pdf>

“La mañana del 14 de agosto de 2002, una manguera utilizada para transferir cloro de un vagón cisterna a la planta de DPC Enterprises situada en los alrededores de Festus en Missouri, reventó de repente y provocó la fuga al aire de toneladas de gas de cloro sumamente tóxico, poniendo en peligro a cientos de trabajadores y residentes en las inmediaciones de la planta.

Los sistemas de cierre automático y manual no funcionaron, por lo que la fuga continuó durante casi tres horas, aproximadamente 48,000 libras de gas se habían dispersado al ambiente. Debido al accidente, 63 personas de los alrededores solicitaron atención médica por dificultades respiratorias y tres de ellas pasaron la noche en observación en el hospital. Además, tres trabajadores sufrieron leve exposición cutánea al cloro al efectuar trabajos de limpieza posteriores a la fuga. El efecto del cloro también hizo que los árboles y otros tipos de vegetación alrededor de las instalaciones y en el trayecto de la nube se marchitaran hasta la siguiente primavera”.

**Noticia generada en:** EMOL.MUNDO, China. (30 de Mayo de 2005). Recuperado el 22 de Julio de 2013. Obtenido de:

<http://www.emol.com/noticias/internacional/2005/03/30/177603/china-27-muertos-y-285-intoxicados-por-escape-de-gas-de-cloro.htm>

“PEKIN.- Veintisiete personas murieron y otras 285 resultaron intoxicadas tras verificarse una fuga de cloro cuando un camión cisterna chocó con otro vehículo de

gran porte en la provincia de Jiangsu, región oriental del país, informó la agencia Nueva China. El chofer de un camión que transportaba 35 toneladas de cloro perdió el control de la máquina tras el estallido de un neumático y colisionó con otro vehículo de gran porte”.

**Noticia generada en:** EL NORTE.COM, México. (27 de Mayo de 2009). Recuperado el 22 de Julio de 2013. Obtenido de:

<http://www.elnorte.com/libre/online07/preacceso/articulos/default.aspx?plazaconsulta=elnorte&url=http://www.elnorte.com/estados/articulo/494/987072/&urlredirect=http://www.elnorte.com/estados/articulo/494/987072/>

“Mexicali, La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa) investiga la fuga de gas cloro de un tanque que iba a ser destruido en una empresa dedicada a comprar chatarra, y que provocó la intoxicación de 14 trabajadores.

Una vocera de la dependencia federal informó que personal se encuentra realizando visitas de inspección para determinar la responsabilidad de quién entregó un tanque con recibos de gas cloro a la empresa Metales Azteca, ubicada sobre la Carretera San Luis Río Colorado, Sonora.”

**Noticia generada en:** NOROESTE.COM, México. (25 de Octubre de 2009). Recuperado el 22 de Julio de 2013. Obtenido de

<http://www.noroeste.com.mx/publicaciones.php?id=523741>

#### **FOTO 1: FUGA DE GAS CLORO MAZATLÁN.**



Fuente: NOROESTE.COM, México. (25 de Octubre de 2009). Recuperado el 22 de Julio de 2013, de <http://www.noroeste.com.mx/publicaciones.php?id=523741>

“MAZATLÁN. Una fuga de gas-cloro dejó como saldo al menos seis personas intoxicadas y varias familias evacuadas al ocurrir el siniestro dentro de un negocio de compra-venta de desperdicios industriales, en el kilómetro 284 de la Carretera Internacional sur”.

**Noticia generada en:** ESPAÑOL-PUEBLO EN LINEA, China. (28 de Abril de 2009).

Recuperado el 22 de Julio de 2013. Obtenido de:

<http://spanish.peopledaily.com.cn/31614/6648598.html>

Veintitrés trabajadores enfermaron después de que se registró una fuga de gas de cloro en una planta química en la provincia de Qinghai el martes, informó el día 29 un funcionario de la fábrica. El gas se filtró durante cinco minutos alrededor de las 08:00 p.m. por una grieta en una tubería de cloro en la Fábrica de Sodio Tiantai Co. Ltd. en el distrito Huangzhong, dijo Jing Yichen, jefe del Partido Comunista de China en la compañía.

El gas se esparció en una planta vecina donde más de 100 empleados trabajaban o estaban cenando. Diecinueve trabajadores presentaron síntomas como dolor de cabeza, náusea, tos e irritación de los ojos y fueron llevados al hospital el martes. Otros cuatro trabajadores fueron hospitalizados esta mañana.”

**Noticia generada en:** NOTICIAS EFE, Venezuela. (26 de septiembre de 2009).

Recuperado el 22 de Julio de 2013. Obtenido de <http://www.que.es/ultimas-noticias/espana/200909260212-nueva-fuga-cloro-afecta-personas.html>

## FOTO 2: FUGA DE GAS CLORO VENEZUELA.



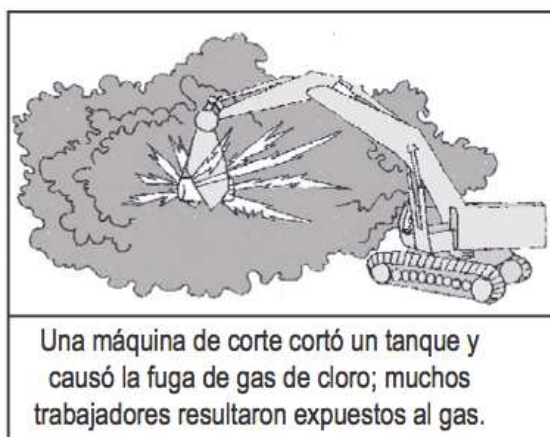
Fuente: NOTICIAS EFE, Venezuela. (26 de septiembre de 2009). Recuperado el 22 de Julio de 2013.

Obtenido de <http://www.que.es/ultimas-noticias/espana/200909260212-nueva-fuga-cloro-afecta-personas.html>

“El pasado 17 de septiembre ocho personas fallecieron y cuatro más corrieron igual suerte el día siguiente tras inhalar gas de cloro que escapó de un camión cisterna que chocó y volcó cerca de la población de Clarines, en el noreste venezolano, lo que además afectó a unas 400 personas. El camión accidentado transportaba 17 cilindros de gas cloro, de los cuales 3 se rompieron y produjeron la fuga.”

**Noticia generada en:** DEPARTAMENTO DE SALUD PUBLICA DE CALIFORNIA, USA. (Agosto de 2010). Recuperado el 22 de Julio de 2013. Obtenido de <http://www.cdph.ca.gov/programs/ohb/documents/chlorinereleasealertspan.pdf>

## FOTO 3: FUGA DE GAS CLORO EN CALIFORNIA.



Fuente: DEPARTAMENTO DE SALUD PUBLICA DE CALIFORNIA, USA. (Agosto de 2010).

Recuperado el 22 de Julio de 2013. Obtenido de

<http://www.cdph.ca.gov/programs/ohb/documents/chlorinereleasealertspan.pdf>

“En el primer incidente, una grúa estaba moviendo un tanque de gas de cloro, que pesaba una tonelada, cuando lo perforó y ocurrió una fuga de gas de cloro. Se hospitalizaron cinco trabajadores con problemas respiratorios por respirar el gas de cloro.”

**FOTO 4: FUGA DE GAS CLORO EN CALIFORNIA.**



Fuente: DEPARTAMENTO DE SALUD PUBLICA DE CALIFORNIA, USA. (Agosto de 2010).

Recuperado el 22 de Julio de 2013. Obtenido de

<http://www.cdph.ca.gov/programs/ohb/documents/chlorinereleasealertspan.pdf>

“En el segundo incidente, el gas de cloro se fugó cuando una máquina de corte aplastó un tanque de una tonelada, 23 trabajadores y residentes cercanos recibieron tratamiento en la sala de emergencias y seis se hospitalizaron por problemas respiratorios.”

**Noticia generada en:** SERVICIO INDO-ASIATICO DE NOTICIAS, India. (14 de julio de 2010). Recuperado el 22 de Julio de 2013. Obtenido de:

<http://noticiasvina.blogspot.com/2010/07/peligroso-escape-de-gas-cloro-en-india.html>

Al menos 98 personas, la mayoría de ellas estudiantes, requirieron hoy de hospitalización en la ciudad india de Mumbai, a raíz de un escape de cloro en un deshuesadero aledaño a un centro educacional. Siete de los ingresados se encuentran en estado crítico, mientras que el resto sufre de afecciones menores, aseguró una fuente hospitalaria, citada por el Servicio Indo-Asiático de Noticias (IANS). De acuerdo con el reporte, otras 500 personas fueron evacuadas como medida de precaución, de los alrededores de la instalación perteneciente al Puerto de Mumbai.

**Noticia generada en:** EL TIEMPO.COM.VE, Venezuela. (16 de Febrero de 2011).

Recuperado el 22 de Julio de 2013. Obtenido de:

<http://eltiempo.com.ve/locales/regionales/accidente/fuga-de-gas-cloro-dejo-cinco-personas-afectadas/13235>

Al menos cinco personas resultaron afectadas por una fuga de gas cloro que se produjo en horas de la mañana de ayer, en el campo de pozos de la planta de tratamiento de agua del Acueducto Municipal de Anaco, ubicado en San Joaquín.

**Noticia generada en:** EL DIARIO, Ecuador. (22 de enero de 2011). Recuperado el 22 de Julio de 2013. Obtenido de <http://www.eldiario.ec/noticias-manabi-ecuador/179309-fuga-de-cloro-gas-afecta-a-la-salud-de-17-personas/>

Manabí. En el hospital Napoleón Dávila fueron atendidas doce personas, la noche del jueves pasado, quienes presentaron síntomas de intoxicación. Sus familiares se congregaron en el sitio.

Veinte personas presentaron síntomas de intoxicación por la fuga de cloro gas en la planta de potabilización de agua de este cantón, por lo que fueron llevadas al hospital Napoleón Dávila, al del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) y clínicas particulares. El escape de la sustancia provenía de un cilindro con fallas en la llave de paso, que fue controlado a las 20:30 del jueves pasado, luego de dos horas de operaciones de parte de bomberos de Chone y Manta.

**Noticia generada en:** EL SIGLO DE TORREON.COM.MEX, USA. (27 de Junio de 2011). Recuperado el 22 de Julio de 2013. Obtenido de:

<http://www.elsiglodetorreon.com.mx/noticia/815785.diferencia-de-idiomas-causo-fuga-de-gas-cloro.html>

**FOTO 5: FUGA DE GAS CLORO EN ARKANSAS.**



Fuente: EL SIGLO DE TORREON.COM.MEX, USA. (27 de Junio de 2011). Recuperado el 22 de Julio de 2013. Obtenido de: <http://www.elsiglodetorreon.com.mx/noticia/815785.diferencia-de-idiomas-causo-fuga-de-gas-cloro.html>

“Diferencia de idiomas causó fuga de gas cloro, AP/Arkansas.”

“Una fuga de gas cloro en la que resultaron intoxicadas casi 200 personas en una planta de Tyson Foods en Arkansas se debió a que un trabajador que no pudo leer la etiqueta en inglés colocada en un tambor con residuos de una sustancia inadvertidamente vació blanqueador en el mismo, dijeron los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC por sus siglas en inglés).

De los 600 trabajadores que estaban en la planta, los CDC dijeron que los investigadores del Instituto Nacional de Seguridad Ocupacional y Salud entrevistaron a 545. De esta cifra, 195 dijeron que buscaron asistencia médica y 152 de ellos fueron hospitalizados. Tres trabajadores desarrollaron asma a causa de la irritación.”

**Noticia generada en:** LA HORA NACIONAL. (22 de Enero de 2011). Recuperado el 22 de Julio de 2013, Obtenido de:

[http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101083051/-1/Una\\_fuga\\_de\\_gas\\_cloro\\_intoxica\\_a\\_17\\_personas\\_en\\_Chone\\_.html](http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101083051/-1/Una_fuga_de_gas_cloro_intoxica_a_17_personas_en_Chone_.html)

“Una fuga de gas-cloro en una planta de tratamiento de agua potable de Chone provocó la intoxicación de 17 personas, quienes fueron evacuadas por los bomberos y la Defensa Civil al hospital Napoleón Dávila Córdova. Una válvula corrida sería la causante del suceso ocurrido.”



**Noticia generada en:** EL NACIONAL, Venezuela. (26 de Noviembre de 2012).

Recuperado el 22 de Julio de 2013. Obtenido de: [http://www.el-nacional.com/caracas/Fuga-planta-Hidrocapital-Vargas-heridos\\_0\\_88793313.html](http://www.el-nacional.com/caracas/Fuga-planta-Hidrocapital-Vargas-heridos_0_88793313.html)

“La Planta de tratamiento de Hidrocapital de Picure, estado Vargas, presentó una fuga de gas cuando cinco obreros hacían un traslado de gas-cloro de un tanque a otro. Se presume que la fuga se inició porque la válvula del primer tanque estaba dañada. Los obreros que se encontraban haciendo el trabajo, a las 2:30 de la tarde, pudieron abandonar el lugar sin sufrir daños. Sin embargo, resultaron afectadas dos personas que fueron trasladadas al Hospitalito de Catia La Mar, según informó el corresponsal Luis López.”

**Noticia generada en:** LA VOZ DE RUSIA. (14 de Noviembre de 2012). Recuperado el 2013 de Julio de 2013. Obtenido de: [http://spanish.ruvr.ru/2012\\_11\\_14/fuga-victimas-region-Ministerio-de-Emergencia-poblacion/](http://spanish.ruvr.ru/2012_11_14/fuga-victimas-region-Ministerio-de-Emergencia-poblacion/)

Tres personas murieron tras una fuga de cloro en la planta metalúrgica AVISMA en Berezniki, en la región de Perm.

Diez personas permanecen en hospitales, mientras treinta y siete se dirigieron al policlínico para que les realizasen un examen médico. Cincuenta y ocho es el número de personas que permanecían en el taller de la planta cuando ocurrió la fuga. El Ministerio de Emergencias ha precisado la cantidad de afectados e informa de que no existe ningún riesgo para la población.”

**Noticia generada en:** PERFIL REGIONAL DE GUAYMAS, México. (18 de Mayo de 2012). Recuperado el 22 de Julio de 2013. Obtenido de <http://perfildeportivoguaymas.blogspot.com/2012/05/fuga-de-gas-en-slrc-obligo-mover-unas.html>

“HERMOSILLO, SONORA.- Al menos 40 familias fueron evacuadas y nueve personas internadas en hospitales de la entidad tras registrarse una fuga de gas cloro en el municipio de San Luis Río Colorado.

De acuerdo con versiones de los empleados, la empresa compra para reciclar los cilindros con gas cloro pero sin válvula, sin embargo en este caso el cilindro que sufrió la fuga tenía puesto el aditamento.”

**Noticia generada en:** AL DÍA, Costa Rica. (9 de Abril de 2012). Recuperado el 22 de Julio de 2013. Obtenido de: <http://www.aldia.cr/ad ee/2012/abril/09/sucesos3131688.html>

“Pococí.- Una fuga de gas cloro, dentro de una chatarrera, provocó gran movilización de cuerpos de rescate. En el lugar resultaron unas 75 personas afectadas. El incidente ocurrió a las 2:15 a.m. en La Rita de Pococí. La fuga ocurrió dentro de un predio que era utilizado para recolectar chatarra.

**Noticia generada en:** PROVINCIA, México. (1 de Abril de 2013). Recuperado el 1 de Junio de 2013. Obtenido de: <http://www.provincia.com.mx/2013/04/reportan-fuga-de-gas-cloro-en-queretaro/>

“Querétaro, Querétaro.- La fuga de un tanque de gas cloro, en la bodega de un negocio de reparaciones, provocó la intoxicación de una personal y el desalojo de unas 20 personas de negocios aledaños en la colonia Lomas de Balbanera en esta capital.

Gerardo Quirarte Pérez, Director de la Unidad Estatal de Protección Civil, informó que aunque el percance no pasó a mayores, se investiga la procedencia del tanque que se utiliza para la purificación de agua.

**Noticia generada en:** CRONICA.COM.MEX, México. (3 de Junio de 2013). Recuperado el 22 de Julio de 2013. Obtenido de: <http://www.cronica.com.mx/notas/2013/757950.html>

#### **FOTO 6: FUGA DE GAS CLORO EN MÉXICO.**



Fuente: CRONICA.COM.MEX, México. (3 de Junio de 2013). Recuperado el 22 de Julio de 2013. Obtenido de: <http://www.cronica.com.mx/notas/2013/757950.html>

“Alrededor de 500 trabajadores de la empacadora de hortalizas El Chicural fueron desalojados de la fábrica, luego de que una nube tóxica que se esparciera varios metros. Al menos 60 de ellos resultaron intoxicados. En un reporte, la corporación informó que la contingencia inició poco después de las 19:00 horas del sábado en la empresa El Chicural, ubicada en la calle 23, en el municipio de San Ignacio Río Muerto, de donde fueron evacuados más de 500 trabajadores.

Indicó que más de 60 jornaleros agrícolas resultaron intoxicados con gas de cloro en una planta empacadora de vegetales del municipio de San Ignacio Río Muerto, en el sur de Sonora.”

**Noticia generada en:** ELPAÍS.COM.CO, Colombia. (18 de Marzo de 2013). Recuperado el 22 de Julio de 2013. Obtenido de: <http://www.noticiascaracol.com/nacion/video-289637-intoxicadas-43-personas-valle-del-cauca-inhalar-gas-cloro>

“El escape de gas de cloro se originó en una chatarrería por mala manipulación de un cilindro. Seis manzanas tuvieron que ser evacuadas por los Bomberos del municipio.

Por lo menos 40 personas se vieron afectadas por el escape de gas de cloro registrado en una chatarrería del centro del municipio Calima El Darién, al noroccidente del departamento.”

Los eventos anteriores evidencian los factores o condiciones que provocaron que muchas personas estén expuestas a fugas de gas cloro, tanto las que manipulan, almacenan o usan el producto como las que habitan dentro del área donde se expande el gas.

En el proceso de Potabilización de agua uno de los productos químicos usados es el cloro, los riesgos asociados a una emisión tóxica no sólo dependen de las especies químicas sino también de las condiciones de la exposición. Los materiales tóxicos pueden causar daños por exposiciones a elevadas concentraciones durante un corto periodo de tiempo (exposición aguda) o por exposiciones prolongadas a concentraciones reducidas (exposición crónica).

Las emisiones o fugas suelen generarse principalmente en los sistemas de conducción, dentro de éstas los puntos más vulnerables son las uniones entre

diferentes tramos y las conexiones a los equipos.

### **Riesgos en el uso de cloro:**

Los efectos que tiene el contacto directo con cloro gas los detallamos a continuación:

**Inhalación:** El cloro gaseoso es extremadamente irritante de la membrana mucosa del sistema respiratorio, produce náuseas, dolores de cabeza y bloqueo del sistema nervioso. En concentraciones mayores a 430 ppm la dificultad de respiración aumenta al punto de muerte por sofocación o neumonía química.

**Ingestión:** Cloro líquido vaporiza a gas por lo que no es posible ingerirlo.

**Contacto con la piel:** Cloro líquido en contacto con la piel provoca irritaciones y quemaduras locales. También puede producir congelación de la piel.

**Contacto con los ojos:** Cloro líquido o gaseoso provoca visión borrosa y deformada, enrojecimiento, dolor y severa quemadura del tejido ocular hasta puede causar ceguera.

En el Capítulo II detallaremos los efectos sobre la salud por exposición al cloro.

Por lo antes expuesto se deben tomar las acciones pertinentes para la prevención de los riesgos asociados al manejo de productos químicos, para el cumplimiento legal de lo establecido por organismos nacionales como son la Constitución, código del trabajo, Normas INEN.

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivos Generales**

- Determinar cómo afecta a las personas y al Medio Ambiente la falta de un Sistema de Contención en caso de fuga de Gas Cloro en Plantas Potabilizadoras de Agua.
- Proponer un Sistema de Contención en caso de fuga de Gas Cloro en Plantas

Potabilizadoras de Agua.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Identificar, evaluar los riesgos y peligros a los que están expuestos los operadores que manipulan contenedores y sistemas de dosificación cloro gas como desinfectante.
- Definir las condiciones estándar de seguridad para el manejo de Gas Cloro en Plantas Potabilizadora de agua.
- Determinar los parámetros de Propuesta del Sistema de Contención en caso de fuga de Gas Cloro.
- Elaborar un procedimiento adecuado para respuesta ante emergencias en caso de una fuga de gas cloro.

### **1.4. Hipótesis**

“Si se propone un Sistema de Contención para Plantas de Potabilización de Agua se disminuiría el riesgo químico hacia las personas y Medio Ambiente asociado con la manipulación de Gas Cloro”.

#### **1.4.1. Variables e Indicadores**

##### **1.4.1.1. Variable Única**

Propuesta de un Sistema de Contención en caso de fuga de gas cloro para plantas de potabilización de agua.

##### **1.4.1.2. Indicadores**

- Caudales de agua potabilizada.
- Cantidad de gas cloro consumida por hora.
- Tiempo de mantenimiento del sistema de dosificación de gas cloro.
- Cantidad de gas cloro transportada por día.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Fundamentación teórica**

El agua potable es un bien necesario pero escaso. A pesar de que el agua es la sustancia más abundante y común en nuestro planeta ya que cubre el 71% de su superficie el 97.3% de ésta se encuentra contenida en los océanos. Del 2.7% restante, aproximadamente el 2.1% se halla en los casquetes polares y en glaciares y sólo el 0.61% es agua dulce líquida. De ésta última, alrededor del 0.60% se encuentra en acuíferos subterráneos, de difícil acceso mientras que sólo el 0.009% constituye agua dulce superficial (ríos y lagos). Aún más, solamente el 0.003% del total es agua dulce disponible para ser usada con fines domésticos. Es decir, si el total del agua de la Tierra fuera un recipiente de 100 litros, solamente media cucharadita de agua sería apta para consumo humano<sup>2</sup>.

##### **2.1.1. Agua de consumo humano<sup>3</sup>**

El abastecimiento de agua a la población se puede realizar a partir de dos fuentes de características bien diferenciadas:

- Aguas superficiales: (lagos, ríos, embalses) Están expuestas al medioambiente y por tal causa son susceptibles de contaminación. Por este motivo es necesario un tratamiento exhaustivo antes de ser aptas para consumo humano. Éste suele realizarse por parte de las instituciones encargadas de la explotación de los recursos hídricos.
  
- Aguas subterráneas: (pozos, manantiales): Son fuentes de más difícil explotación,

---

<sup>2</sup> ITC DOSING PUMPS, Cloración del agua Potable, Encuesta Geológica de los Estados Unidos, 1967 y El Ciclo Hidrológico (Panfleto), U.S. Geological Survey, 1984, (citada 2 de Junio 2013) : [http://www.itc.es/pdf/Technical\\_documents/Agua-marca-Esp.pdf](http://www.itc.es/pdf/Technical_documents/Agua-marca-Esp.pdf)

<sup>3</sup> ITC DOSING PUMPS, Cloración del agua Potable, (citada 2 de Junio 2013) : [http://www.itc.es/pdf/Technical\\_documents/Agua-marca-Esp.pdf](http://www.itc.es/pdf/Technical_documents/Agua-marca-Esp.pdf)

al no hallarse tan accesibles como las aguas superficiales. Su origen es el agua superficial que por infiltración natural a través de diferentes capas terrestres pasa al acuífero.

Este sistema de filtración natural permite la purificación del agua.

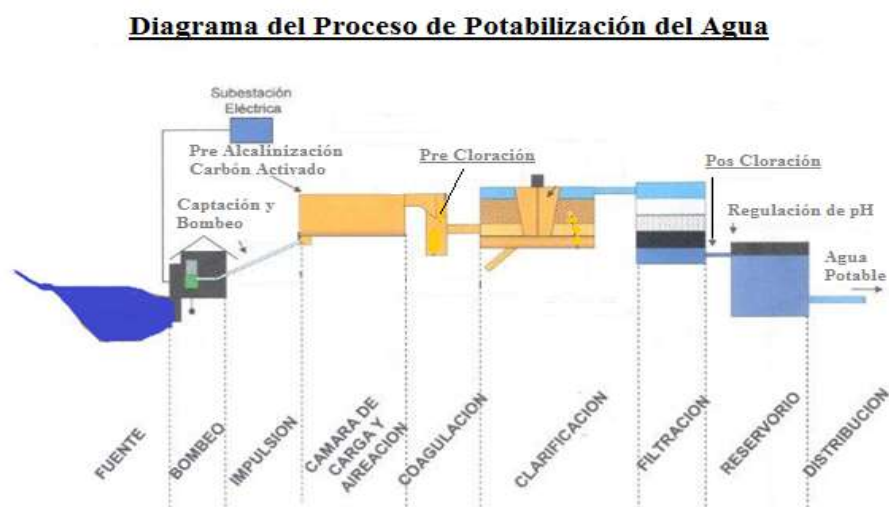
No obstante, para considerarse potables han de cumplir ciertas características físicas, químicas y microbiológicas. Además, a largo plazo los acuíferos también se pueden contaminar y por ello, a menudo es necesario un tratamiento de esta agua (no tan intensivo como en el caso de las aguas superficiales).

Las fuentes de contaminación del agua pueden ser naturales (lluvia, materia vegetal en descomposición, erosión del suelo,...) o antropogénicas (actividad ganadera, subproductos de actividad industrial, aguas domésticas,...), pero ambas dan lugar a un agua que no cumple con los requisitos necesarios para asegurar su potabilidad.

### 2.1.2. Potabilización del agua

A continuación se muestra un diagrama del proceso de Potabilización del agua, hay que tomar en cuenta que las configuraciones varían de acuerdo a las características del agua a tratar.

**DIAGRAMA 1: DIAGRAMA DE PROCESO DEL TRATAMIENTO DEL AGUA**



**Fuente:**

Río, lago o embalse de donde se toma el agua para ser tratada.

**Captación y Bombeo:**

Grupo de equipos que se encargan de enviar agua de la fuente hacia las instalaciones de tratamiento, poseen una primera barrera contra elementos grandes tales como troncos, ramas, animales muertos.

**Cámara de carga y aireación:**

Se receipta el agua de la fuente, aquí se incorpora aire al agua por medio de soplantes para remover gas sulfhídrico, oxidar hierro o eliminar mal olor.

**Pre alcalinización:**

Se regula el pH del agua cruda usando soluciones de cal hidratada o soda caústica, de tal manera que este parámetro se encuentre en un rango óptimo para el proceso de Coagulación.

**Control de olor y sabor:**

Se dosifica Carbón activado para mitigar eventos de olor y sabor provenientes de la fuente y que pueden generar cambios en los parámetros organolépticos.

**Coagulación:**

Mediante la adición de un producto químico se desestabiliza las partículas coloidales cargadas electrostáticamente, permitiendo la formación de flóculos.

**Pre Cloración:**

La adición de solución clorada en un punto inicial dentro del tratamiento, se designa para minimizar problemas operacionales asociados con la formación de limo biológico en filtros, tubos y tanques, desprendimiento de olores y sabores, oxidación de sulfuro de hidrógeno o reducción de hierro y manganeso.

**Floculación:**

Proceso mecánico mediante el cual se aglutinan las partículas coloidales en un floc grande para su posterior sedimentación.



**Clarificación:**

Proceso en el cual los flóculos formados sedimentan debido al peso específico que poseen. Aquí se remueve la materia orgánica, bacterias.

**Filtración:**

El agua decantada llega hasta un filtro donde pasa a través de sucesivas capas de arena de distinto grosor para obtener agua con turbiedades que cumplan con la norma de calidad establecida, (ver anexo 8, Norma INEN 1 108:2011).

**Pos Cloración:**

Para la eliminación de bacterias y su desarrollo en el recorrido hasta las viviendas, se aplica una solución clorada en cantidades que garanticen un residual de cloro en las líneas de distribución entre 0.3 y 1.5 ppm.

**Estabilización:**

Se ajusta el pH del agua usando soluciones de cal hidratada o soda cáustica, a efectos de mantener este parámetro en un rango entre 6,5 – 8,5.

**Reservorios:**

Desde donde se distribuye agua a toda la población.

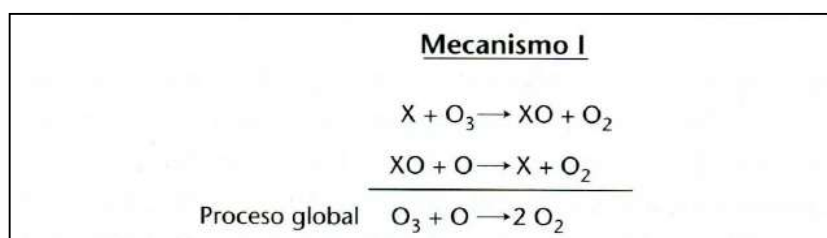
**Control final:**

Antes de llegar al consumo, el agua es controlada por profesionales, que analizan los distintos parámetros de control requeridos por la norma pertinente.

**2.1.3. Cloro**

Es un elemento utilizado en la industria y en ciertos productos para el hogar. El cloro gaseoso tiene un color amarillo verdoso, puede reconocerse por su olor acre e irritante (olor del blanqueador), este fuerte olor puede ser una alerta suficiente para indicar a las personas que están expuestas al cloro, por sí mismo no es inflamable pero puede reaccionar explosivamente o formar parte de un compuesto explosivo con otras sustancias químicas como la trementina (usada como disolvente de pinturas) y el amoníaco.

El cloro juega un papel negativo en la atmósfera ya que ataca a la capa de ozono; el mecanismo de descomposición de la molécula de ozono es detallado a continuación donde X es el CLORO:



Fuente: TEMA 1 - Química estratosférica. La capa de ozono: <http://www.ugr.es/~mota/Parte1-Tema01.pdf>

### 2.1.3.1. Uso del cloro<sup>4</sup>

El gas cloro se preparó primeramente por Scheele, pero no se consideró como elemento químico útil hasta 1808 (Belohlav y Mcbee, 1966). Las primeras utilizaciones del cloro incluyeron el uso del agua de Javelle (cloro gas disuelto en una solución alcalina de potasio) en Francia para tratamiento de residuos en 1825 (Beker, 1926) y su uso como agente profiláctico durante la epidemia del cólera de 1831 (Belohlav y Mcbee, 1966).

La desinfección del agua por cloro tuvo lugar primeramente en 1908 en Bubbly Creek (Chicago) y en la compañía de Agua de Jersey City. En dos años el cloro se introdujo como desinfectante en la ciudad de New York (Croton), Montreal, Milwaukee, Cleveland, Nashville, Baltimore y Cincinnati, así como en otras plantas más pequeñas de tratamiento. Frecuentemente reducciones dramáticas de las tifoideas acompañaron la introducción de este proceso (Hooker, 1913). En 1918 más de 1000 ciudades, tratando más de 3 billones de galones/día de agua estaban empleando el cloro como desinfectante (Race, 1918).

### 2.1.3.2. Cloración

La cloración es un método efectivo y económico para la desinfección del agua, por eso es el más usado en la actualidad. Pero no es su único efecto; también evita la

---

<sup>4</sup> McGRAW-HILL, Calidad y Tratamiento del Agua, traducido de la 5 edición de WATER QUALITY AND TREATMENT, España, 2002 p. 918

formación de algas, elimina olores y sabores, decolora, ayuda a oxidar el hierro, el manganeso y facilita la coagulación de materias orgánicas. En la potabilización del agua para grandes volúmenes de agua se usa gas cloro, mientras que para pequeños suministros se usa hipocloritos de sodio o de calcio.

La mayor parte del cloro se produce por la electrólisis de una disolución de sal, obteniéndose como subproducto hidróxido de sodio. El cloro no existe en forma libre en la naturaleza.

### **Determinación del consumo de gas cloro para plantas de tratamiento de agua.**

#### **Demanda de Cloro.**

La demanda de cloro es la diferencia entre la cantidad de cloro añadida al agua y la cantidad de cloro residual libre y residual combinado que permanece al final del periodo de contacto especificado, este valor depende esencialmente del agua a ser tratada ya que ésta contiene agentes reductores como el amonio, hierro, manganeso, virus, bacterias, microorganismos; en la tabla 1 se muestra los valores de gas cloro consumido (Kg/día) a un caudal constante (m<sup>3</sup>/día) y distintas dosis de cloro requeridas (ppm).

**TABLA 1: CONSUMO DE GAS CLORO DE ACUERDO A LA DEMANDA DETERMINADA PARA UN CAUDAL FIJO AGUA CRUDA.**

<b>Demanda de Cloro ppm ( mg/l)</b>	<b>Caudal a tratar m<sup>3</sup>/día</b>	<b>Consumo de Gas Cloro Kg/día</b>
1	388.800	389
2	388.800	778
3	388.800	1.166
4	388.800	1.555
5	388.800	1.944
6	388.800	2.333

Fuente: El Autor, Consumo de Gas Cloro de acuerdo a la demanda determinada para un caudal fijo Agua Cruda, 2013

A modo general, se puede establecer un protocolo de cloración el cual consta de varias etapas:

**Determinación demanda de cloro:** Esto nos permitirá determinar la dosis de cloro que debemos suministrar para conseguir una completa desinfección del agua, la misma que dependerá de las características del agua a ser tratada.

**Establecer un tiempo de contacto adecuado:** Determina el tiempo de contacto entre el hipoclorito y los microorganismos de forma que obtengamos un agua desinfectada. Habitualmente, la dosificación de desinfectante se realiza en un reservorio y en la red de distribución cuando se debe mantener un residual de cloro en sitios alejados de la planta.

**Control de cloración:** El cloro se aplica después de filtrada el agua. Para obtener una desinfección apropiada, debe estar en contacto con el agua alrededor de 30 minutos para que ésta se considere potable.

La dosificación correcta se verifica por medio de pruebas bacteriológicas y la determinación de cloro libre residual. Como norma, las dosis seguras de cloro libre residual deben oscilar entre 0.3 a 1.5 ppm.

### **2.1.3.3. Factores de riesgo**

Son los elementos, fenómenos, ambiente y acciones humanas que encierran una capacidad potencial de producir lesiones o daños materiales, y cuya probabilidad de ocurrencia depende de la eliminación y/o control del elemento agresivo.

Se denomina riesgo al efecto supuesto de un peligro no controlado, apreciado en términos de la probabilidad de que sucederá, la severidad máxima de cualquier lesión o daño y la sensibilidad del público a tal incidencia<sup>5</sup>.

Clasificación de los factores de riesgo:

**Físicos:** Son aquellos factores relacionados con el medio ambiente natural de trabajo y dependen del proceso de producción.

**Mecánicos:** Se refieren a condiciones materiales necesarias (escaleras, maquinarias,

---

<sup>5</sup> Grimaldi- Simonds, Manual de Seguridad Industrial y Métodos de Trabajo Tomo I, Alfaomega S.A., México, 1991 p.221

desnivel en pisos) que pueden provocar accidentes en el trabajo, como caídas, choques y golpes.

**Químicos:** Son agentes extraños al organismo humano que pueden producir alteraciones a la salud cuando están presentes en el ambiente.

**Biológicos:** Microorganismos que pueden estar presentes en el ambiente de trabajo y originar alteraciones en la salud de los trabajadores.

**Ergonómicos:** Son los factores referidos a los esfuerzos físicos a los que se ve sometido el trabajador en el desempeño de su tarea, que pueden ser estáticos o dinámicos.

**Psicosociales:** Son aquellos factores referidos al nivel de exigencia psíquica de la labor que se desempeña, lo que puede producir estrés o fatiga:

Debido a que el cloro es un producto químico considerado de alto riesgo analizaremos los efectos que pueden producir en los seres humanos, flora y fauna.

#### **2.1.4. Efectos sobre la salud <sup>6 7</sup>**

Las personas están expuestas comúnmente a productos que están constituidos por cloro como el limpiador y blanqueador doméstico; la probabilidad de exposición a gas cloro puede ocurrir en ambientes de trabajo industriales donde se produce y se procesa cloro, en el medio ambiente luego de derrames, liberaciones en la atmósfera, flujos de agua o en la tierra, plantas potabilizadoras de agua.

El gas cloro al encontrarse en estado gaseoso en condiciones ambientales ingresa al cuerpo humano a través de la respiración de aire contaminado, este no es un químico que permanezca absorbido en el organismo, así que se elimina y no se acumula.

---

<sup>6</sup> ATSDR Agency for Toxic Substances & Disease Registry, Tox TAQs for Chlorine, Efectos sobre la salud a la exposición de gas cloro, (Citado 8 de junio 2013):  
<http://www.atsdr.cdc.gov/MHMI/mmg172.pdf>

<sup>7</sup> CLORO 4.8 Identidad de la sustancia Química, (Citado 8 de junio 2013):  
<http://www.minambiente.gov.co/documentos/Guia8.pdf>

Los efectos en la salud dependerán:

- Concentración del gas en la atmósfera próxima.
- Duración de la exposición.
- Frecuencia así como de la susceptibilidad de cada individuo expuesto.

#### **2.1.4.1. Inhalación**

Los niveles de percepción del gas cloro por su olor y efectos irritantes en la atmósfera son por lo regular mucho más bajos que los niveles requeridos para que se den efectos en la salud de alguna consideración y por tal motivo son una buena señal de alarma ante su exposición. El intervalo de percepción del cloro puede variar en las personas pero en general se puede afirmar que se encuentra en el orden de 0,2 a 0,4 ppm.

El gas cloro es más pesado que el aire y por causa de esta propiedad, puede causar asfixia en ambientes cerrados y pobremente ventilados. Además esta condición agrava sus efectos irritantes y corrosivos pues hace más difícil retirar esta sustancia de las vías respiratorias una vez inhalada.

La tabla 2 ilustra los efectos por inhalación que causa la exposición a gas cloro a distintas concentraciones.

**TABLA 2: EFECTOS POR INHALACIÓN QUE CAUSA LA EXPOSICIÓN A DISTINTAS CONCENTRACIONES DE GAS CLORO.**

Concentración de gas cloro en el ambiente (ppm)	Efectos
0,2 a 0,4	Los niveles de percepción del Cloro por su olor y efectos irritantes en la atmósfera son por lo regular mucho más bajos que los niveles requeridos para que se den efectos en la salud de alguna consideración y por tal motivo son una buena señal de alarma ante su exposición.
1 a 3	Exposiciones eventuales producen irritación leve de las membranas mucosas del tracto respiratorio que, dependiendo del individuo se pueden soportar por el transcurso de una hora.
5 a 10	Produce dolor en la garganta y tos, además de los efectos anteriores.
15	Produce rápidamente afección respiratoria que incluye acumulación de fluido en los pulmones y obstrucción de las vías respiratorias en algunas personas.
30	Produce de inmediato dolor en el pecho, vómito, sensación de ahogo y mucha tos.
40 a 60	Produce edema grave e inflamación pulmonar.
430	Generan la muerte en un periodo de 30 minutos.
1000	Producen la muerte con seguridad en el lapso de pocos minutos.

Fuente: ATSDR Agency for Toxic Substances & Disease Registry, Tox TAQs for Chlorine

El gas cloro reacciona con agua para producir ácido hipocloroso, ácido clorhídrico y radicales oxígeno, aparentemente el ácido hipocloroso puede penetrar la pared celular y perturba su integridad y permeabilidad; además, reacciona con grupos sulfhídrico (SH)- de sustancias intracelulares generando inhibición enzimática.

Todos estos efectos son reversibles si la víctima se retira de la exposición de manera inmediata y se ubica en un ambiente de aire limpio.

Los niños expuestos a iguales niveles de gas cloro con respecto a un adulto poseen mayor riesgo debido a su mayor frecuencia respiratoria y mayor área pulmonar en relación con el peso corporal. De igual forma se afectan en mayor grado por causa de agentes corrosivos ya que sus vías respiratorias poseen un menor diámetro de flujo.

A causa de su corta estatura, pueden estar expuestos a niveles mayores del químico ya que esta sustancia es más pesada que el aire y tiende a estancarse en alturas cercanas al nivel del piso.

#### **2.1.4.2. Contacto piel / ojos**

Existen dos tipos de contacto del gas cloro: con los ojos o la piel. El primero corresponde al contacto con gas cloro y el segundo al contacto con cloro líquido refrigerado, que solo se da en la industria ya que a condiciones atmosféricas el cloro líquido se evapora rápidamente.

En los dos casos los niveles o cantidades necesarios para alcanzar lesiones de grados nocivos no se encuentran por lo común en el medio ambiente. Estos se dan en entornos industriales y en casos de fugas o derrames de material; pero aún en entornos industriales es más común la exposición a cloro gaseoso que a cloro líquido.

Los efectos tóxicos del cloro sobre la piel o los ojos se deben primordialmente a sus características corrosivas. En forma general y obedeciendo a su fuerte capacidad oxidativa, el cloro desplaza hidrógeno del agua presente en los tejidos corporales y genera de esta forma ácido clorhídrico, que es quien produce los mayores daños. De forma alterna, se convierte en ácido hipocloroso y penetra las paredes celulares para después reaccionar con proteínas del citoplasma para formar derivados nitro clorados que destruyen la estructura celular.

En la tabla 3 se representa los efectos por contacto en piel/ojos que causa la exposición a gas cloro a distintas concentraciones.



**TABLA 3: EFECTOS POR CONTACTO PIEL / OJOS QUE CAUSA LA EXPOSICIÓN A DISTINTAS CONCENTRACIONES DE GAS CLORO.**

Concentración de gas cloro en el ambiente (ppm)	Efectos
1 a 5	Produce sensación de ardor en los ojos, parpadeo espasmódico o cierre involuntario de los párpados.
10	la irritación ocular se hace intolerante y se produce irritación de la piel.
> 10	Quemaduras oculares y aumentan en grado a medida que aumenta la concentración de cloro en el aire. En la piel para niveles similares se generan quemaduras y ampollas que se intensifican también con el aumento de la concentración, con el aumento de la intensidad de la exposición la piel toma un color azulado.

Fuente: CLORO 4.8 Identidad de la sustancia Química (Citado 8 de junio 2013):

<http://www.minambiente.gov.co/documentos/Guia8.pdf>

El contacto con cloro líquido refrigerado puede provocar quemaduras por acción del frío y posteriormente quemaduras debidas a su acción corrosiva si el líquido no se retira de inmediato del área afectada. Si estas lesiones son agudas y no se atienden debida y prontamente se genera muerte celular y ulceraciones.

#### **2.1.4.3. Ingestión**

De las formas de exposición al cloro, esta es la forma menos común debido a la dificultad que se presenta para mantener al cloro en estado líquido. No obstante si es posible la ingestión de sustancias que contienen al cloro en su estructura y que pueden ser oxidadas por ácidos como el clorhídrico que está presente en los jugos gástricos. Esta reacción de oxidación desprende cloro a nivel estomacal y produce lesiones corrosivas estomacales severas.

#### **2.1.4.4. Efectos crónicos**

En el largo plazo, en exposiciones crónicas o prolongadas esta sustancia puede tener efectos sobre los pulmones, resultando en la aparición de bronquitis crónica, sobre

los dientes, donde se puede producir erosión dental y en la piel produciendo irritación crónica.

Exposiciones prolongadas a bajas concentraciones de cloro como las que se presentan en lugares de trabajo común con esta sustancia (1,5 ppm) pueden acarrear fatiga del olfato y tolerancia a los efectos irritantes de la sustancia. A nivel respiratorio en exposiciones crónicas se presentan irritaciones de las mucosas nasales y modificaciones del funcionamiento pulmonar como por ejemplo disminución de la capacidad respiratoria. Otro efecto presente a nivel crónico implica la erosión dental por la generación de ácidos hipocloroso y clorhídrico.

#### **2.1.4.5. Efectos sistémicos <sup>8</sup>**

De carácter generalizado o que ocurre en distinto lugar de aquel por el que el agente penetró en el cuerpo. Requiere la absorción y distribución del tóxico por el cuerpo.

**Efectos Cardiovasculares:** En exposiciones agudas se puede presentar taquicardia seguida de hipertensión y posterior hipotensión. También es posible que se presente colapso cardiovascular por causa de falta de oxígeno en el sistema.

**Efectos Hematológicos:** Se puede presentar acidosis como resultado de insuficiente oxigenación de los tejidos. Una complicación inusual pero posible consiste en el aumento en los niveles de iones Cloruro en la sangre, causantes de desequilibrios Acido base.

**Efectos Musculares:** No se han reportado efectos adversos en músculos o huesos provocados por exposición de algún tipo al cloro.

**Efectos Hepáticos:** No se han reportado efectos adversos en el hígado en seres humanos o en animales.

---

<sup>8</sup> (Asociación Española de Toxicología. Glosario de términos toxicológicos. Versión española ampliada por M. Repetto y P. Sanz. Sevilla: AET; 1995. (AET))

**Efectos Renales:** No se han reportado efectos adversos al sistema urinario en seres humanos o en animales.

**Efectos Endocrinos:** No se han reportado efectos adversos en glándulas luego de exposiciones prolongadas o agudas.

**Efectos Inmunológicos:** No se han reportado efectos adversos al sistema inmunológico en seres humanos o en animales.

**Efectos Neurológicos:** No se han reportado efectos adversos al sistema nervioso central en seres humanos o en animales.

**Información toxicológica:** Concentración letal LC50 (Inhalación, ratas): 293 ppm/1 hora.

**Cáncer:** Las entidades consultadas para la elaboración de este documento como la IARC (International Agency for Research on Cancer) y la OSHA (Occupational Safety and Health Administration) no incluyen al Cloro dentro sus listas como una sustancia cancerígena directamente. De acuerdo con las mismas entidades, tampoco es teratogénico o mutagénico para animales.

#### **2.1.5. Emergencias de cloro**

Una emergencia con cloro puede ocurrir durante cualquier fase de operación de la planta de llenado. Los empleados entrenados junto con un plan de respuesta de emergencia documentado e implementado son necesarios para mitigar las consecuencias de una emergencia. Las regulaciones de seguridad gubernamental, así como también varias ordenanzas, normas locales de construcción e incendio, regulan la preparación para las emergencias químicas. Todas las personas que manipulan o que son responsables de la manipulación de cloro, deben estar familiarizadas con los contenidos de esos diversos requerimientos.

### 2.1.5.1. Fugas <sup>9</sup>

Las plantas de cloro deberán estar diseñadas y operadas de manera que se minimice el riesgo de una fuga de cloro al medio ambiente. Sin embargo, las fugas accidentales de cloro pueden ocurrir y por eso se deben considerar los efectos generales de dichos incidentes.

**Detección de Fugas Menores:** Se puede usar una botella plástica o botella de lavado de laboratorio que contenga una solución de amoníaco. Sólo el vapor de amoníaco debe direccionarse hacia donde se presume la fuga, nunca el líquido, se formará una nube blanca que indicará su origen.

### 2.1.5.2 Tipos de fugas

**Fuga Instantánea:** Una fuga instantánea se caracteriza por el escape de cloro a la atmósfera en un período de tiempo relativamente corto (unos pocos minutos), produciendo una nube que se mueve a favor del viento mientras crece en tamaño y decrece en concentración.

**Fuga Continua:** Una fuga continua se caracteriza por el escape de cloro a la atmósfera por un período largo de tiempo (generalmente más de 15 minutos), la falla de una válvula o fusible en un contenedor grande es un ejemplo de situación de fuga continua.

**Forma Física de la Fuga:** El cloro existe como un gas o un líquido dependiendo de la presión y temperatura. Generalmente, el cloro se almacena y transporta como un líquido bajo presión. Si el origen de la fuga es un líquido afecta significativamente la dispersión a favor del viento porque el cloro líquido se expande en volumen por casi 460 veces cuando se vaporiza.

---

<sup>9</sup> MANUAL DEL CLORO, CLOROSUR, Enero 2004 con la autorización de The Chlorine Institute, Inc. Adaptación de “The Chlorine Manual - Sixth Edition, January 1997” p. 16,17.

## **2.2. Fundamentación Legal**

La Constitución de la República del Ecuador y en los instrumentos internacionales de los cuales nuestro país forma parte.

### **Constitución Ecuatoriana**

Título II “Derechos”, Capítulo Primero, Sección Octava – Trabajo y Seguridad Social, Art. 33 se establece que “garantiza a las personas trabajadoras el desempeño de un trabajo saludable y libremente escogido o aceptado”.

En el Título VI “Régimen de Desarrollo”, Capítulo Sexto, Sección Tercera – Formas de trabajo y su retribución. Art. 326, 5. “Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar”

### **Plan Nacional de Desarrollo – Plan Nacional para el Buen Vivir**

Objetivo Nacional 1 “Impulsar la protección social integral y la seguridad social solidaria de la población con calidad y eficiencia a lo largo de la vida”

Objetivo Nacional 6 “La nueva Constitución consagra el respeto a la dignidad de las personas trabajadoras, a través del pleno ejercicio de sus derechos. Esto supone remuneraciones y retribuciones justas, así como ambientes de trabajo saludables y estabilidad laboral, a fin de lograr la modificación de las asimetrías referentes a la situación y condición de las y los trabajadoras en todo el país.

- Promover condiciones y entornos de trabajo seguro, saludable, incluyente, no discriminatorio y ambientalmente amigable.
- Impulsar procesos de capacitación y formación para el trabajo.”

### **Código del Trabajo.**

Art. 42.- Obligaciones del empleador.- Son obligaciones del empleador:

Instalar las fábricas, talleres, oficinas y demás lugares de trabajo, sujetándose a las medidas de prevención, seguridad e higiene del trabajo y demás disposiciones

legales y reglamentarias, tomando en consideración, además, las normas que precautelan el adecuado desplazamiento de las personas con discapacidad.

Art. 410.- Obligaciones respecto de la prevención de riesgos.- Los empleadores están obligados a asegurar a sus trabajadores condiciones de trabajo que no presenten peligro para su salud o su vida. Los trabajadores están obligados a acatar las medidas de prevención, seguridad e higiene determinadas en los reglamentos y facilitadas por el empleador. Su omisión constituye justa causa para la terminación del contrato de trabajo.

### **Resolución 957 CAN**

El Ecuador como País Miembro de la Comunidad Andina de Naciones (CAN), tiene la obligatoriedad de cumplir con lo establecido en el Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo y su Reglamento de Aplicación.

### **Decreto ejecutivo 2393**

Capítulo V, Medio Ambiente y Riesgos Laborales por Factores Físicos, Químicos y Biológicos.

Art. 63. Sustancias corrosivas, irritantes y tóxicas, precauciones generales.

Art.64. Sustancias corrosivas, irritantes y tóxicas.- exposiciones permitidas.

Art.65. Sustancias corrosivas, irritantes y tóxicas.- normas de control.

Título VI, Protección personal art. 180. Protección de vías respiratorias

### **INEN 2266: 2010**

Transporte, Almacenamiento y Manejo de Materiales Peligrosos – Requisitos.

### **Ministerio del Ambiente, GUÍA DE RESPUESTA EN CASO DE EMERGENCIA 2008.**

Cloro

Número de Guía: 124

Número de Identificación: 1017

## 2.3. GLOSARIO

**Accidente de trabajo:** Suceso repentino por causa o con ocasión del trabajo, produce lesión orgánica o funcional, invalidez o muerte, en ejecución de órdenes del empleador, Traslado de trabajadores por la empresa.

**ACGIH:** Conferencia Americana de Higiene Gubernamental e Industrial.

**Agente químico:** Sustancias químicas que se presentan en forma natural y preparados químicos producidos mediante procesos productivos por el hombre. Pueden ser anestésicos y narcóticos, asfixiantes, cancerígenos y mutagénicos.

**CFR:** Code of Federal Regulations (Código de Regulaciones Federales)

**Chlorine Institute:** Existe para dar soporte a la industria de cloro-soda y sirve al público promoviendo la evaluación y mejoramiento continuo de la seguridad y la protección de la salud humana y del ambiente, con relación a la producción, distribución y uso del cloro, hidróxido de sodio y potasio e hipoclorito de sodio; y a la distribución y uso del cloruro de hidrógeno.

**Cloro Residual:** Es la cantidad de cloro remanente en el agua, luego de satisfacer la demanda.

**Clorosur:** La Asociación Sudamericana de la Industria Del Cloro-Soda y sus derivados, fundado el primer día de marzo, 1997 en New Orleans, EE.UU. durante la reunión anual del Chlorine Institute.

**Condición de trabajo:** Cualquier característica del mismo trabajo que puede tener influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y salud del trabajador. Comprende las condiciones generales de los locales, instalaciones, productos, equipos y demás útiles, los agentes químicos, físicos y biológicos, presentes en el ambiente laboral y la organización y desarrollo del trabajo en cuanto puede influir en el comportamiento del trabajador, es decir, en su equilibrio físico, mental y social.

**Demanda de Cloro:** Es la cantidad de cloro consumida por sustancias reductoras orgánicas o inorgánicas tales como hierro, manganeso y nitritos.

**DOT:** En los Estados Unidos, el cloro comercial es reglamentado por el Departamento de Transportes.

**Enfermedad:** Condición física o mental adversa identificable, que surge, empeora o ambas a causa de una actividad laboral, una situación relacionada con el trabajo o ambas.

**Enfermedad profesional:** Estado patológico permanente o temporal, como consecuencia obligada y directa de la clase de trabajo o el medio en que se ve obligado a trabajar, debe ser determinada como EP por el Gobierno y debe existir relación de causalidad.

**Equipo de protección personal (EPP):** Es el destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que lo proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o salud en el trabajo, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin. Es el último elemento de protección después de aplicar los medios de protección colectiva. Algunos son de obligada utilización y otros son temporales hasta que se puedan adoptar medidas que eviten el uso de estos.

**Exposición aguda:** exposiciones a elevadas concentraciones durante un corto periodo de tiempo.

**Exposición crónica:** exposiciones prolongadas a concentraciones reducidas.

**Factor de riesgo:** Elementos, fenómenos, ambiente y acciones humanas que encierran una capacidad potencial de producir lesiones o daños materiales y cuya probabilidad de ocurrencia dependen de la eliminación o control del elemento agresivo.

**Formación:** Toma de Conciencia y Competencia. Conjunto de actividades encaminadas a proporcionar al trabajador los conocimientos, cultura y destrezas



necesarias para desempeñar su labor asegurando la protección de su salud e integridad física y emocional.

**Identificación del peligro:** Proceso de reconocimiento que existe un peligro y definición de sus características (NTC-OHSAS 18001:2007).

**Incidente:** Evento(s) relacionado(s) con el trabajo, en el (los) que ocurrió o pudo haber ocurrido lesión o enfermedad (independiente de su severidad) o víctima mortal.

**LC50:** LC son las siglas de "Concentración Letal". Los valores LC usualmente se refieren a la concentración de un químico pero en estudios ambientales también puede significar la concentración de un químico en agua.

Para experimentos de inhalación, la concentración del químico en el aire que mata el 50% de los animales de ensayo en un tiempo determinado (usualmente 4 horas) es el valor de LC50.

**NIOSH:** Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional.

**OHSAS 18001:** Es una especificación internacionalmente aceptada que define los requisitos para el establecimiento, implantación y operación de un Sistema de Gestión en Seguridad y Salud Laboral efectivo.

**OSHA:** Occupational Safety and Health Administration (Dirección de Salud y Seguridad Laboral).

**Peligro:** Fuente, situación, o acto con un potencial de daño en términos de lesión o enfermedad, o una combinación de éstas.

**Prevención:** Es el conjunto de acciones que tienen por identificar factores de riesgo para controlar o reducir los riesgos que pueden afectar la salud individual y colectiva en los lugares de trabajo, con el fin de evitar que ocurran accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales.

**Promoción de la salud:** Conjunto de acciones que se realizan con el objeto de contribuir a mejorar las condiciones de salud de las personas y a consolidar estilos de trabajo seguros y hábitos de vida saludables.

**Riesgos químicos:** Es aquel riesgo susceptible de ser producido por una exposición no controlada a agentes químicos la cual puede producir efectos agudos o crónicos y la aparición de enfermedades.

**Salud:** Estado de bienestar físico, psicológico y social que permite de manera individual y colectiva, ejecutar una actividad laboral que agrega valor a la organización y aportar el desarrollo integral del trabajador.

**Salud Ocupacional:** Son todas aquellas actividades de Medicina Preventiva, Medicina del Trabajo, Higiene Industrial y Seguridad Industrial, tendentes a preservar, mantener y mejorarla salud individual y colectiva de los trabajadores en sus ocupaciones y que deben ser desarrolladas en sus sitios de trabajo en forma integral e interdisciplinaria.

**Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional:** Parte del sistema de gestión de una organización, empleada para desarrollar e implementar su política de S&SO y gestionar sus riesgos de S&SO

**Seguridad industrial:** Conjunto de actividades destinadas a la prevención, identificación y control de las causas que generan accidentes de trabajo.

**STEL:** Lista de Exposición de Corto Plazo.

**Teratogénesis:** En el sentido médico original, la palabra se refiere a malformaciones anatómicas macroscópicas.

**TLV – TWA:** Abreviación de "Threshold Limit Value - Time Weighted Average"  
Se refiere a la concentración promedio en tiempo de exposición, para un día laborable de 8 horas y una semana 40 horas, a las que casi cualquier trabajador puede ser expuesto día tras día, sin efectos adversos.

## CAPÍTULO III METODOLOGÍA

### 3.1. Modalidad de la Investigación.

En la Tabla 4 se muestra las unidades de observación, la población y la muestra seleccionada.

**TABLA 4: UNIDADES DE OBSERVACIÓN POBLACIÓN – MUESTRA**

Unidades de Observación	Población	Muestra
Proveedor de gas Cloro <sup>1</sup>	1	1
Planta Potabilizadoras de Cali, Lima – Áreas de Cloración <sup>2</sup>	2	2
Proyectos TEPSA- Colombia	22	1 <sup>*3</sup>

Fuente: Unidades de observación Población – Muestra

<sup>\*3</sup> TEPSA ha realizado varios trabajos en varias plantas Colombia y Venezuela, la Planta de Potabilización de agua Puerto Mallerino – Cali, a la cual se realizó una visita técnica en el septiembre/2012.

#### 3.1.1. Recursos Institucionales:

**EMCALI**, Empresas Municipales de Cali, Planta de Tratamiento de Agua Potable Puerto Mallerino Cali.

**PROACTIVA**, Grupo Empresarial Español especializado en gestión integral del agua y los Residuos, Planta de Tratamiento de Agua Potable HUACHIPA Lima.

**TEPSA**, Apoyo técnico en estudios de factibilidad, ingeniería de procesos, diseño de equipos y plantas, control y ejecución de proyectos.

### 3.2. Estudio de caso y proyectos culminados

Mediante la compilación de información de visitas técnicas realizadas a plantas de tratamiento de Agua Potable <sup>2</sup>, a una planta de producción de Gas Cloro <sup>1</sup> y relacionando las cantidades del químico que se manejan en los distintos procesos se procedió a realizar consultas a las empresa, TEPSA – Colombia y a SIEMENS - Multinacional para conocer sobre la implementación de sistemas SCRUBER.

Para realizar una propuesta del sistema de contención de fuga de gas cloro hay que tener en cuenta factores como: calidad y cantidad de agua tratada, cantidad de consumo, stock mínimo y distribución del gas cloro, mantenimiento de los sistemas de contención y contenedores.

Estas consideraciones permitirán saber a la cantidad de gas cloro que están expuestos los trabajadores y las poblaciones aledañas.

### **3.3. Investigación Documental Bibliográfica**

Con el propósito de conocer, comparar diferentes enfoques y criterios de diversos autores sobre: riesgos químicos, procesos de producción de gas cloro, métodos de prevención y controles operativos en la manipulación de gas cloro, sistemas de dosificación de gas cloro, procesos de desinfección de agua con el objetivo de determinar el sistema más adecuado para la contención de gas cloro en caso de una fuga en plantas de potabilización de agua, esta investigación se basará en documentos, libros o publicaciones sobre Sistemas de Contención en caso de fuga de cloro gas en Plantas Potabilizadoras de Agua, catálogos de equipos, gestión y prevención de riesgos, seguridad industrial y salud ocupacional en el trabajo, reportes de accidentes de fugas de gas cloro.

Además es necesario incidir en el factor de riesgo químico, formas de controlar el riesgo, las medidas preventivas, evaluación del riesgo, gestión del riesgo, evaluación cualitativa de los peligros con químicos, la fundamentación legal en la cual se sustenta el estudio y su cumplimiento.

### **3.4. Procedimiento de la Investigación**

- Recopilación de material bibliográfico.
- Compendio de información de visitas técnicas realizadas.
- Análisis y síntesis de la información.
- Propuesta el diseño del Sistema de Contención.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 4.1. Base de datos

Los accidentes registrados de gas cloro afectan tanto a las personas que lo manipulan como las que se encuentran cerca, dependiendo de la cantidad de químico involucrado. La tabla 5 recopila información del internet sobre eventos con gas cloro en el periodo de 1996 al 2013:

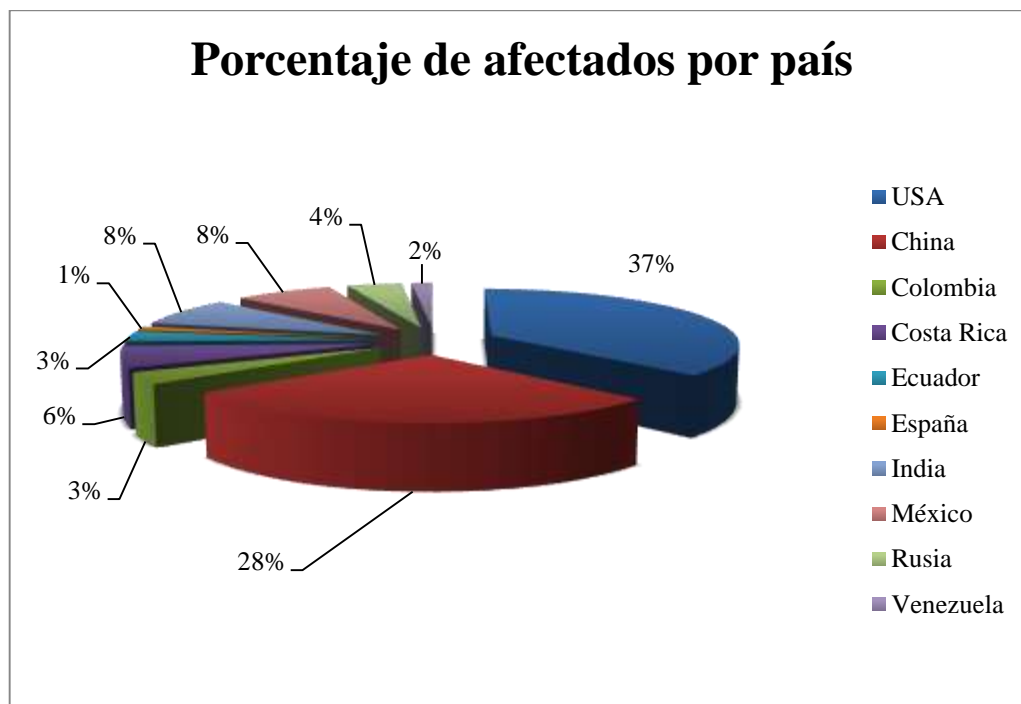
TABLA 5: EVENTOS RELACIONADOS CON GAS CLORO A NIVEL MUNDIAL.

Año	País	Muertos	Intoxicados	Irritaciones	Afecciones Respiratorias	Total Afectados	Causa	# Personas Afectadas por cada 100 millones de Hab.
1996	España	0	2	0	10	12	Recipiente/ Accesorio/Tubería	30,0
2011	USA	0	152	195	0	347	Etiqueta en ingles/ operador	110,8
2010	USA	0	0	23	6	29	Envases Obsoletos	9,3
2010	USA	0	0	0	5	5	Envases Obsoletos	1,6
2002	USA	0	3	0	60	63	Recipiente/ Accesorio/Tubería	22,5
2013	México	0	60	0	0	60	Empleado	51,3
2012	Costa Rica	0	0	0	75	75	Envases Obsoletos	1617,7
2010	India	0	7	91		98	Envases Obsoletos	8,4
2012	México	0	9	0	0	9	Envases Obsoletos	7,8
2009	México	0	14	0	0	14	Envases Obsoletos	12,6
2009	México	0	6	0	0	6	Envases Obsoletos	5,4
2009	China	0	23	0	0	23	Recipiente/ Accesorio/Tubería	1,7
2011	Ecuador	0	17	0	0	17	Recipiente/ Accesorio/Tubería	113,3
2011	Ecuador	0	20	0	0	20	Recipiente/ Accesorio/Tubería	133,3
2013	México	0	1	0	0	1	Recipiente/ Accesorio/Tubería	0,9
2012	Rusia	3	10	37	0	50	Recipiente/ Accesorio/Tubería	35,1
2012	Venezuela	0	0	0	2	2	Recipiente/ Accesorio/Tubería	7,1
2011	Venezuela	0	0	0	5	5	Recipiente/ Accesorio/Tubería	18,1
2013	Colombia	0	0	0	40	40	Envases Obsoletos	84,9
2005	China	27	285	0	0	312	Choque Camión	23,9
2009	Venezuela	12	0	0	0	12	Choque Camión	41,6

Fuente: El Autor, Recopilación de reportajes cargados en internet sobre eventos de fugas de gas cloro, en un periodo de 1996 al 2013.

El gráfico 1 ilustra los porcentajes de afectados por país que se ha tenido en eventos registrados en el presente trabajo de investigación de fuga de gas cloro.

**GRÁFICO 1: PORCENTAJE DE AFECTADOS POR PAÍS OCURRIDO EN EL PERIODO COMPRENDIDO ENTRE 1996 Y 2013.**



Fuente: El Autor, Porcentaje de afectados por país, comprendido en el periodo de 1996 al 2013, 2013.

En la Tabla 6 se representa el número de personas afectadas en eventos de fugas de gas cloro por cada 100 millones de habitantes en Latino América, Europa, Asia, Estados Unidos y Ecuador.

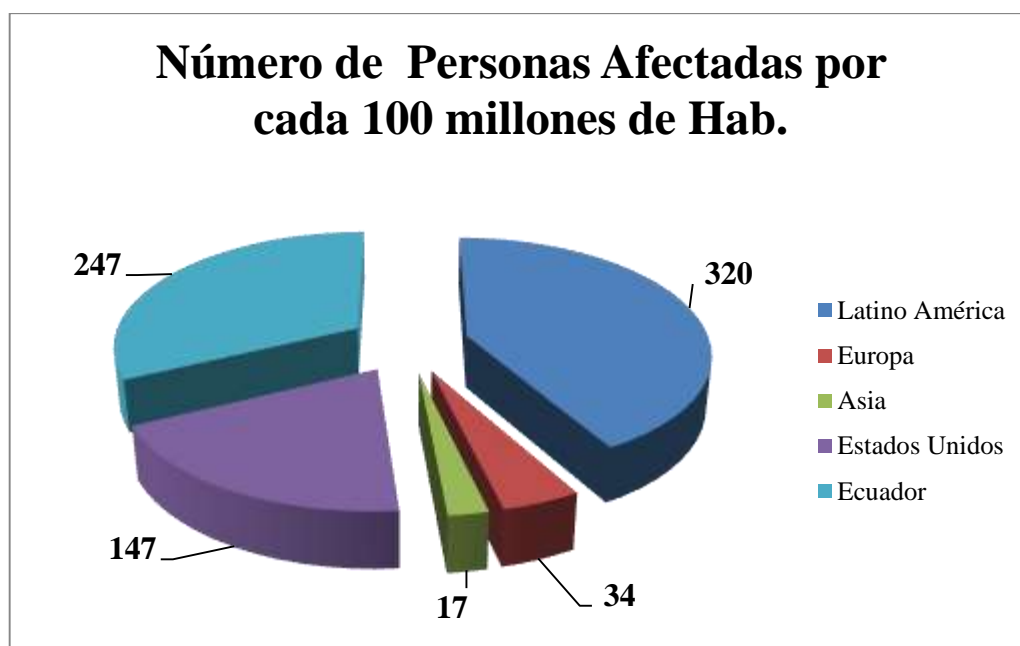
**TABLA 6: PERSONAS AFECTADAS EN EVENTOS DE FUGAS DE GAS CLORO POR CADA 100 MILLONES DE HABITANTES.**

Periodo	Continente, región, País	# Personas Afectadas por cada 100 millones de Hab.
1996 a 2013	Latino América	320
	Europa	34
	Asia	17
	Estados Unidos	147
	Ecuador	247

Fuente: El Autor, Personas afectadas en eventos de fugas de gas cloro por cada 100 millones de habitantes, 2013.

El Gráfico 2 muestra el número de personas afectadas en eventos de fugas de gas cloro por cada 100 millones de habitantes en Latino América, Europa, Asia, Estados Unidos y Ecuador.

**GRÁFICO 2: PERSONAS AFECTADAS EN EVENTOS DE FUGAS DE GAS CLORO POR CADA 100 MILLONES DE HABITANTES.**



Fuente: El Autor, Personas afectadas en eventos de fugas de gas cloro por cada 100 millones de habitantes, 2013.

#### 4.2. Análisis del problema

La Tabla 7 ilustra los valores expresados en porcentaje de incidencia de causas que provocaron fugas de gas cloro, choque de camión, empleado, envases obsoletos, etiqueta en inglés, recipiente, accesorio, tubería.

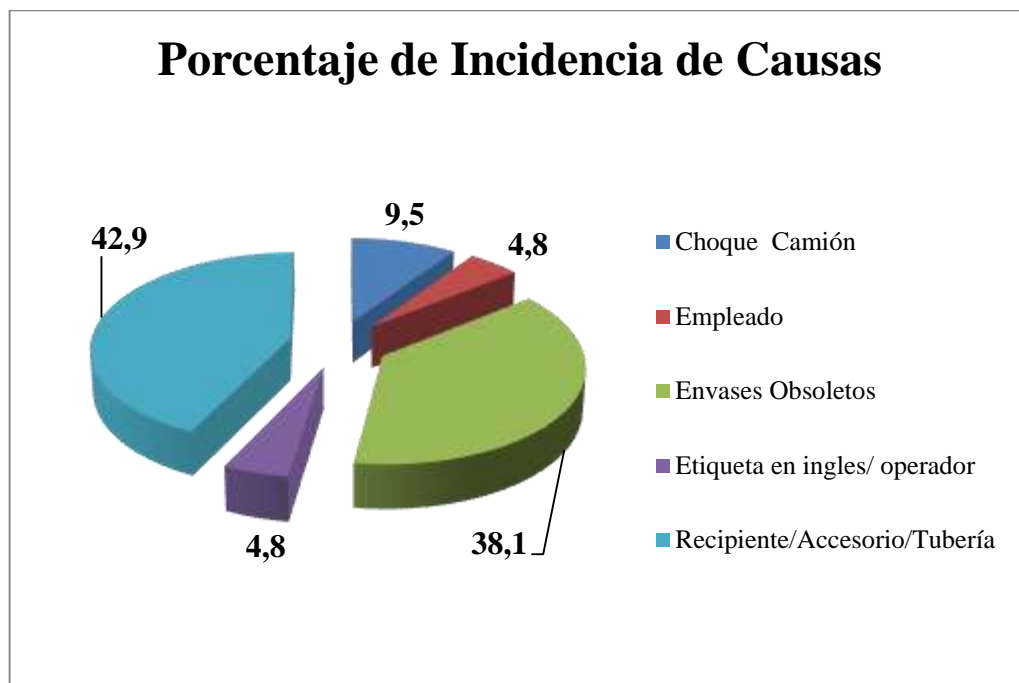
**TABLA 7: PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE CAUSAS QUE PROVOCARON FUGAS DE GAS CLORO.**

Causa	% Incidencia
Choque Camión	9,5
Empleado	4,8
Envases Obsoletos	38,1
Etiqueta en ingles/ operador	4,8
Recipiente/Accesorio/Tubería	42,9

Fuente: El Autor, Porcentaje de incidencia de causas que provocaron fugas de gas cloro, 2013.

En el Gráfico 3 se muestra el porcentaje de incidencia de causas que provocaron fugas de gas cloro, choque de camión, empleado, envases obsoletos, etiqueta en inglés, recipiente, accesorio, tubería.

**GRÁFICO 3: PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE CAUSAS QUE PROVOCARON FUGAS DE GAS CLORO.**



Fuente: El Autor, Porcentaje de incidencia de causas que provocaron fugas de gas cloro, 2013.

De los 21 eventos registrados de fugas de gas cloro (ver tabla 5), el 42,9 % de ellos fue por fallos en tuberías, o en el mismo envase o en accesorios dentro de las instalaciones de la empresa donde se usaba este producto; el 38,1 % corresponde al manejo inapropiado de envases obsoletos y 19 % restante está repartido entre choques de los vehículos que los transportaban envases con gas cloro y factores humanos.

La Tabla 8 representa los porcentajes de afectados directamente o indirectamente en fugas de gas cloro respecto a las causas que provocaron el evento, choque de camión, empleado, envases obsoletos, etiqueta en inglés, recipiente, accesorio, tubería.



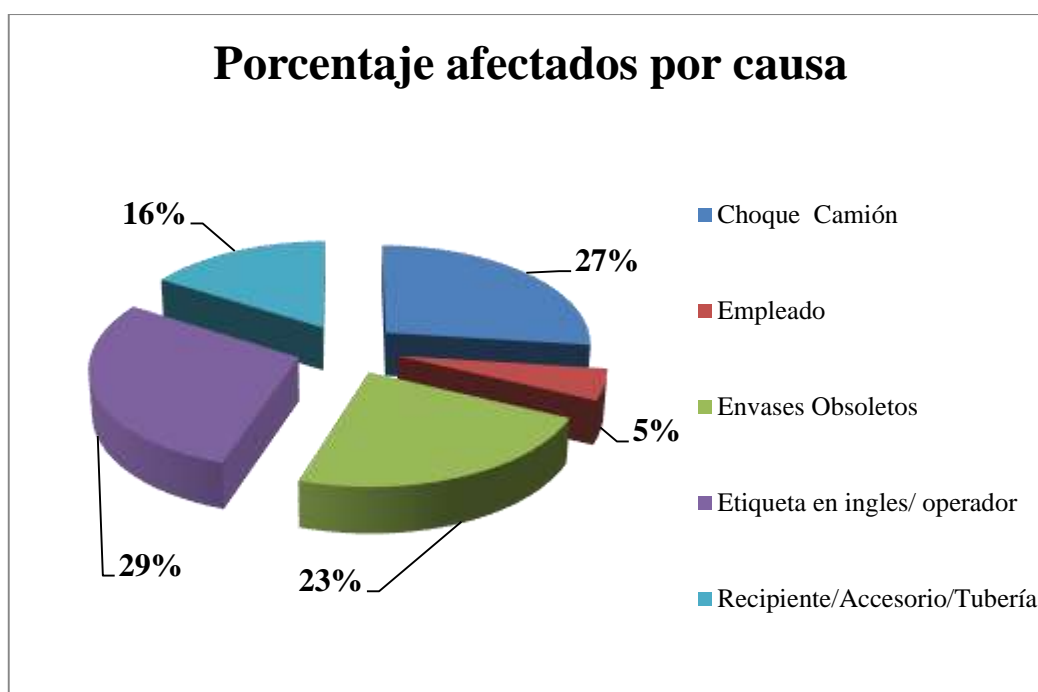
**TABLA 8: PORCENTAJES DE AFECTADOS DIRECTAMENTE O INDIRECTAMENTE EN FUGAS DE GAS CLORO RESPECTO A LAS CAUSAS QUE PROVOCARON EL EVENTO.**

Causa	% Afectados por Causa
Choque Camión	27%
Empleado	5%
Envases Obsoletos	23%
Etiqueta en ingles/ operador	29%
Recipiente/Accesorio/Tubería	16%

Fuente: El Autor, Porcentaje de incidencia de causas con presencia de casos de fatalidad, 2013.

En el Gráfico 4 se muestra los porcentajes de afectados directamente o indirectamente en fugas de gas cloro respecto a las causas que provocaron el evento, choque de camión, empleado, envases obsoletos, etiqueta en inglés, recipiente, accesorio, tubería

**GRÁFICO 4: PORCENTAJES DE AFECTADOS DIRECTAMENTE O INDIRECTAMENTE EN FUGAS DE GAS CLORO RESPECTO A LAS CAUSAS QUE PROVOCARON EL EVENTO**



Fuente: El Autor, Porcentajes de afectados directamente o indirectamente en fugas de gas cloro respecto a las causas que provocaron el evento, 2013.

A continuación se analiza las actividades que realiza el personal operativo en plantas potabilizadoras de agua con contenedores de gas cloro durante los procesos de pre y pos cloración, además de identificar los peligros y riesgos a los cuales están expuestos en la Tabla 9.

**TABLA 9: IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y RIESGOS ASOCIADOS A LA MANIPULACIÓN DE CONTENEDORES CON GAS CLORO EN UNA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA Y DURANTE SU TRANSPORTE.**

Actividad	Clasificación factor de riesgo	Peligro (Factor de Riesgo/Fuente)	Riesgo	Requisito legal
Recepción de contenedores llenos (1.5 Ton) y despacho de contenedores vacíos (0.5 Ton)	Mecánicos	Carga suspendida	Golpear contra	N/A
Cambio de contenedores de cloro para operación	Químicos	Gases / vapores	Fuga de gases	Constitución Ecuatoriana Art. 33, 326 - Código del trabajo Art. 42, 410 - Decreto 2393 Art. 64,65,180 - INEN 2266
Cambio de contenedores de cloro para operación	Químicos	Gases / vapores	Fuga de gases	Constitución Ecuatoriana Art. 33, 326 - Código del trabajo Art. 42, 410 - Decreto 2393 Art. 64,65,180 - INEN 2266
Cambio de contenedores de cloro (desmontaje y montaje de accesorios)	Mecánicos	Carga suspensa	Aplastamiento	N/A
Manipulación de contenedores mediante un teclé mecánico	Ergonómicos	Esfuerzo físico	Esfuerzo excesivo	N/A
Manipulación de contenedores mediante un teclé mecánico	Psicosociales	Trabajo a turnos/ nocturnos	Cansancio	N/A
Ajuste y dosificación de cloro	Químicos	Sustancia química	Inhalación	Constitución Ecuatoriana Art. 33, 326 - Código del trabajo Art. 42, 410 - Decreto 2393 Art. 64,65,180 - INEN 2266
Traslado de contenedores con gas cloro desde su punto de fabricación hasta la bodega de la Planta	Químicos	Sustancia química	Contacto con	Constitución Ecuatoriana Art. 33, 326 - Código del trabajo Art. 42, 410 - Decreto 2393 Art. 64,65,180 - INEN 2266
Traslado de contenedores con gas cloro desde su punto de fabricación hasta la bodega de la Planta	Ergonómicos	Actividad monótona	Movimiento/ posición anti ergonómica / repetitivo	N/A
Traslado de contenedores con gas cloro desde su punto de fabricación hasta la bodega de la Planta	Mecánicos	Vehículos pesados / livianos	Choque	N/A
Traslado de contenedores con gas cloro desde su punto de fabricación hasta la bodega de la Planta	Psicosociales	Trabajo a turnos/ nocturnos	Cansancio	N/A

Fuente: El Autor, Identificación de peligros y riesgos asociados a la manipulación de contenedores con gas cloro en una planta potabilizadora de agua y durante su transporte, 2013.

Conociendo que el TLV para el cloro es de 0,5 ppm (ver anexo 1), se deberán tomar las medidas necesarias para eliminar o mitigar los riesgos químicos presentes en estas áreas, además de los mecánicos, ergonómicos y psicosociales generados por las tareas realizadas en su jornada de trabajo.

### 4.3. Diseño de zonas de cloración

Las estaciones de cloración deben ser diseñadas con atención por la importancia que tienen estas en el proceso de potabilización (pre y pos Cloración) y sobre todo por los riesgos que involucran la operación y mantenimiento de las mismas.

Para efectos de diseño y cálculo se considera dosis de pre cloración de 1.5 ppm y de pos cloración de 5 ppm y caudal a tratar de 4,5 MCS (metros cúbicos por segundo), sin embargo estos valores deben ser determinados con ensayos de demanda de cloro, los mismos que determinarán la cantidad y el consumo de cloro que se requiere para el proceso de desinfección del agua a ser potabilizada.

Para su dimensionamiento se debe contemplar siguientes los criterios:

1. Caudal a ser tratado de agua (río, pozo, embalse, etc.),
2. Dosis mínima y máxima de operación considerando procesos de pre y pos cloración.
3. Stock mínimo del producto requerido para una operación de 18 días.

La Tabla 10 presenta valores de consumo de cloro (Kg/h), cantidad de contenedores y dimensiones de las zonas de cloración para un caudal nominal de 4,5 MCS, con la aplicación de una dosis de pre cloración de 5 ppm y pos cloración de 1,5ppm.

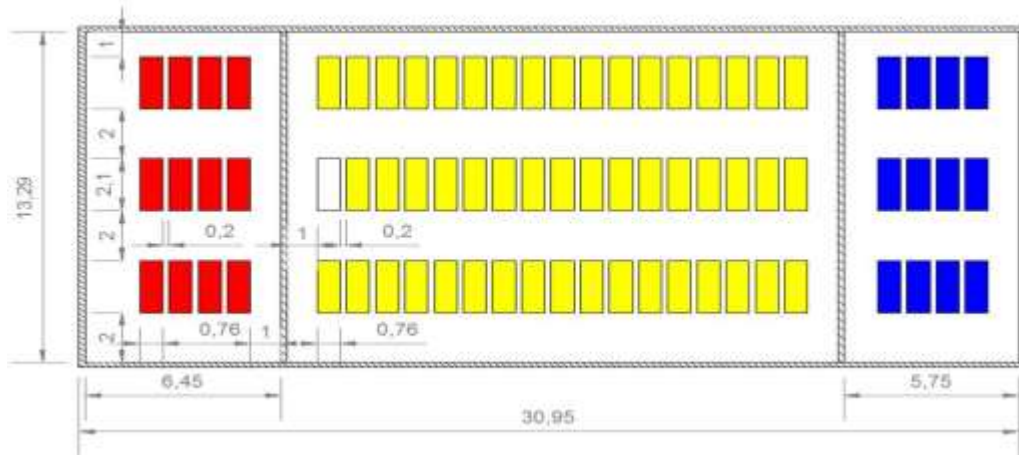
**TABLA 10: DIMENSIONAMIENTO DE ZONAS DE CLORACIÓN CON CONTENEDORES DE 907 KG. PARA UN CAUDAL DE 4,5 MCS DE AGUA A SER TRATADA.**

Caudal nominal Tratar (m <sup>3</sup> /s)	Q m <sup>3</sup> /h	Dosis Máx. Pre:		Dosis Máx. Post:		Contenedores Requeridos Cloración			Stock para 20 días de operación	Área Zona de Cloración m <sup>2</sup>
		mg/l	Kg/m <sup>3</sup>	mg/l	Kg/m <sup>3</sup>	Pre	Pos	Pos Stand by		
4,5	16200	5	0,005	1,5	0,0015	8	2	2	50	412

Fuente: El Autor, Dimensionamiento de zonas de cloración con contenedores de 907 Kg. para un caudal de 4,5 MCS de agua a ser tratada, 2013.

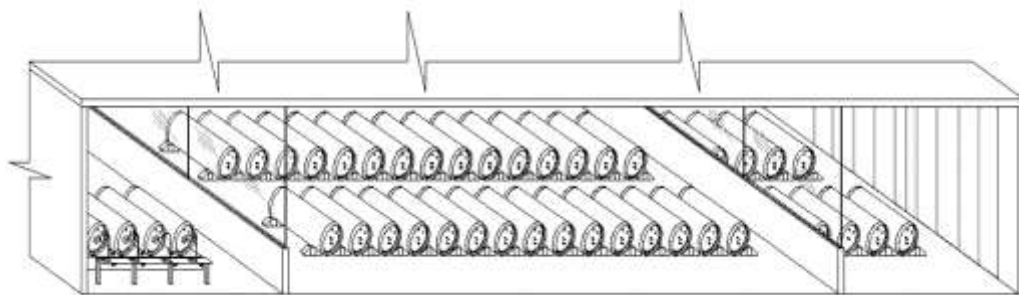
Los diagramas 2 y 3 ilustran el dimensionamiento de las zonas de cloración que constan de una zona de operación (rojo), una zona de almacenamiento (amarillo) y una zona para tanques vacíos (azul).

**DIAGRAMA 2: DIMENSIONAMIENTO DE ZONAS DE CLORACIÓN CON CONTENEDORES DE 907 KG. PARA UN CAUDAL DE 4,5 MCS DE AGUA A SER TRATADA.**



Fuente: El Autor, Dimensionamiento de zonas de cloración, 2013.

**DIAGRAMA 3: DIMENSIONAMIENTO DE LA ZONA DE CLORACIÓN EN PERSPECTIVA.**



Fuente: El Autor, Dimensionamiento de zonas de cloración, 2013.

**4.3.1. Envases<sup>10</sup>**

Los cilindros y los contenedores de una tonelada tienen muchas similitudes en la manera como son manipulados; muchos usuarios de cilindros también usan contenedores de una tonelada.

<sup>10</sup> MANUAL DEL CLORO, CLOROSUR, Enero 2004 con la autorización de The Chlorine Institute, Inc. Adaptación de "The Chlorine Manual - Sixth Edition, January 1997" p. 5-7.

Los términos “cilindro”, “cilindro de tonelada” o “tambor” no se deberán usar para describir el contenedor (1 tonelada) ya que el equipo de emergencia para manipular el contenedor es diferente del que se usa para cilindros.

#### **4.3.1.1. Tipos de Recipientes**

- **Cilindros (150 libras o menos):** Fabricados según la especificación DOT (Departamento de Transportes) 3A480 ó 3AA480. Los cilindros especiales que siguen las especificaciones DOT 3BN480 ó 3E180 son adecuados para el uso especializado en laboratorios.
- **Contenedores de una tonelada:** Fabricados siguiendo la especificación DOT 106A500X (ver anexo 3)
- **Tanques Portátiles:** Tanques portátiles, fabricados según la especificación 51 del DOT con exigencias especiales para el cloro.

#### **4.3.1.2. Similitudes de los Envases**

Los envases son similares en los siguientes aspectos:

- Se construyen de acero.
- Se inspeccionan y se efectúan pruebas de presión a intervalos regulares como es requerido por normas internacionales (Real decreto 379, España, Instituto del Cloro).
- Están equipados con uno o más artefactos de alivio de la presión.
- Son marcados, etiquetados y rotulados.
- Todos son construidos obedeciendo las especificaciones del DOT (Departamento de Transportes) de Estados Unidos.

En la Tabla 11 se muestra diferentes capacidades de contenedores y cilindros de gas cloro y sus dimensionamientos respectivos.

**TABLA 11: DIMENSIONES Y PESOS DE LOS CONTENEDORES.**

Capacidad Kg.	Tara Kg.	Diámetro ext. mm	Altura total pulg (1)	Longitud mm
45	29-52	210-273	39,5-59	1003-1499
68	39-64	260-273	53,0-56	1346-1422
907	590-748	762	79,75-82,5	2026-2096

Fuente: MANUAL DEL CLORO, CLOROSUR, Enero 2004 con la autorización de The Chlorine Institute, Inc. Adaptación de "The Chlorine Manual - Sixth Edition, January 1997".

Nota (1) Altura hasta la parte superior de la cápsula protectora de la válvula; altura hasta la línea central de salida de la válvula es menor que 89 mm

La tabla 9 muestra que las actividades que realiza un operador en las zonas de cloración de una Planta Potabilizadora de agua involucran riegos químicos tanto en la manipulación de los contenedores, como en su puesta en uso (dosificación), por tal razón se ha visto la necesidad de implementar sistemas de control en caso de fugas de gas cloro para prevenir que los trabajadores o las personas que se encuentran en los alrededores se vean afectadas por este químico que puede llegar a ser tóxico o causar la muerte en ciertos casos.

A continuación se presenta equipos de control de fugas y equipos para poder contener una fuga de gas cloro causado por la falla o descabezamiento de una válvula, o una perforación del cuerpo del contenedor.

#### **4.4. Sistemas de prevención y contención en caso de fugas de gas cloro**

##### **4.4.1. Sistemas de Lavado de gases**

Un sistema de absorción sencillo consiste en un tanque adecuado capaz de contener la solución alcalina necesaria para neutralizar el gas cloro proveniente una fuga de la zona de cloración.

En la Tabla 12 se recomienda dos soluciones alcalinas con las respectivas cantidades a usarse para la neutralización de gas cloro.

**TABLA 12: SOLUCIÓN ALCALINA RECOMENDADA PARA LA ABSORCIÓN**

Capacidad del envase de cloro	Solución de Hidróxido de sodio al 20%		m3 totales	Costo USD\$.	Solución Carbonato de Sodio al 10 %		m3 totales	Costo USD\$.
	100 % NaOH Kg.	Galón de agua			100 % Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> Kg.	Galón de agua		
45	62	246	1	719	163	1.470	6	4.268
68	92	370	2	1.081	244	2.200	9	6.387
907	1.230	4.920	24	14.380	3.260	29.350	126	85.216

Fuente: MANUAL DEL CLORO, CLOROSUR, Enero 2004 con la autorización de The Chlorine

Institute, Inc. Adaptación de “The Chlorine Manual - Sixth Edition, January 1997” y Autor.

Nota: Al absorber cloro en soluciones alcalinas, el calor de la reacción es substancial. Las soluciones cáusticas podrán causar quemaduras al personal.

#### 4.4.2. Kit de Emergencia

El Kit de Emergencia del Instituto del Cloro está proyectado para contener la mayoría de los escapes que puedan ocurrir en el transporte de los envases de cloro:

- Kit A – para cilindros de 100 lb y 150 lb
- Kit B – para contenedores de una tonelada
- Kit C – para camiones y vagones tanque
- Trajes Encapsulados
- Duchas de descontaminación

## **CAPÍTULO V**

### **LA PROPUESTA**

#### **5.1. Metodología**

El conjunto de acciones que se toman con el fin de evitar o disminuir los riesgos generados las condiciones sub estándar de trabajo de las actividades rutinarias de las personas donde laboran y que son dirigidas a conservar su salud e integridad, es una manera de definir a las medidas de prevención de riesgos laborales, las mismas que están direccionadas para:

1. Identificar y actualizar los principales problemas con el fin de elaborar propuestas de solución acordes con los avances científicos y tecnológicos.

Exposición a productos químicos debido a una fuga de gas cloro.

2. Proponer programas para la promoción de la salud y seguridad en el trabajo. Realizar campañas de concientización de uso de equipos de protección personal.

3. Elaborar y definir un Mapa de Riesgos.

De acuerdo a la Guía de Respuesta en caso de Emergencia, se consideran dos factores para definir la zona caliente o de peligro inminente, zona tibia o de riesgo leve y zona fría o segura; el primer factor es la cantidad de producto derramado y la segunda es la hora del día en que ocurra este evento (Día o Noche), lo cual se muestra en la tabla 13, nombre del material Cloro, número de identificación 1017.

De acuerdo a esta tabla considerar la posibilidad de un derrame grande sería una evacuación total de las personas que laboran y habitan 3,5 a 8 kilómetros a la redonda (día y noche respectivamente) y de un derrame pequeño sería una evacuación total de las personas que laboran y habitan 0,4 a 1,6 kilómetros a la redonda (día y noche respectivamente).



**TABLA 13: DETERMINACIÓN DE ZONAS AISLAMIENTO Y PROTECCIÓN DE LAS PERSONAS EN CASO DE UNA FUGA DE GAS CLORO.**

Delimitación de zonas	DERRAMES PEQUEÑOS (De un envase pequeño o una fuga pequeña de un envase grande)			DERRAMES GRANDES (De un envase grande o de muchos envases pequeños)		
	Primero <b>AISLAR</b> a la redonda (metros)	Luego, <b>PROTEJA</b> a las personas en la dirección del viento durante		Primero <b>AISLAR</b> a la redonda (metros)	Luego, <b>PROTEJA</b> a las personas en la dirección del viento durante	
		<b>DÍA</b> Kilómetros	<b>NOCHE</b> Kilómetros		<b>DÍA</b> Kilómetros	<b>NOCHE</b> Kilómetros
<b>Caliente</b>	<b>60</b>			<b>600</b>		
Tibia	> 60	< 0,4	< 1,6	> 600	< 3,5	< 8
Fría		> 0,4	> 1,6		> 3,5	> 8

Fuente: Guía de Respuesta en Caso de Emergencia, Ministerio del Ambiente, 2008.

4. Velar por el adecuado y oportuno cumplimiento de las normas de prevención de riesgos laborales, brindando capacitación y asesoramiento a trabajadores y contratistas.

Capacitación permanente en conjunto con el proveedor del producto, además de realizar charlas con los contratistas que realizan trabajos dentro de planta y sobre todo en las zonas de cloración.

5. Socializar los riesgos del gas cloro con las personas que habitan en los alrededores; realizar campañas de capacitación y participación en simulacros.

6. Establecer un sistema de registro de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, que pueda ser utilizado con fines estadísticos e investigativos.

Reporte de incidentes y accidentes realizando un análisis de árbol de causas para determinar sus causas y poder corregirlas, elaborado por el jefe del área, el “afectado” y el supervisor de seguridad industrial.

7. Implantar servicios de salud en el trabajo.

Dispensario médico y servicio de ambulancia.

8. Implementar registros de control de uso de equipos de protección personal, Respiradores, cartuchos, equipos de respiración autónoma, duchas, lava ojos.

9. Establecer procedimientos de inspección y control de las condiciones de seguridad y salud en el trabajo.

Revisiones periódicas de los sitios de trabajo con el fin de evitar condiciones sub estándar de trabajo que puedan afectar a los empleados, visitantes, proveedores.

10. Establecer procedimientos de mantenimiento de equipos dispuestos para la prevención de fugas tales como, detectores de gases, actuadores, sistemas de absorción y neutralización de cloro.

11. Implementar un sistema de alarmas que se encuentre conectado a los detectores de gas cloro y señalización adecuada para los sitios donde se tenga riesgos específicos.

12. Implantar un cronograma de prácticas de manejo de KIT tipo B, traje encapsulado.

13. Establecer un procedimiento, registro y cronograma de mantenimiento de contenedores, donde se contemplen pruebas hidrostáticas, mantenimiento/cambio de válvulas, condiciones de almacenamiento, transporte.

14. Elaborar y definir un plan de respuesta ante emergencias en caso de una fuga de gas cloro. (ver anexo 9).

15. Simulacros en coordinación con el proveedor del químico.

La prevención incluye además de los procedimientos, registros, reporte de accidentes, capacitación, concientización, prácticas, simulacros, cambios o adecuaciones en las instalaciones considerando criterios o requisitos de seguridad y salud ocupacional del personal que labora y del que habita en zonas aledañas.

## **5.2. Propuesta de Implementación de un Sistema de Contención en caso de fuga de gas cloro para Plantas de Potabilización de Agua.**

### **5.2.1. Requisitos de instalaciones para mitigar una fuga de gas cloro**

#### **Requisitos para bodegas de almacenamiento de gas cloro**

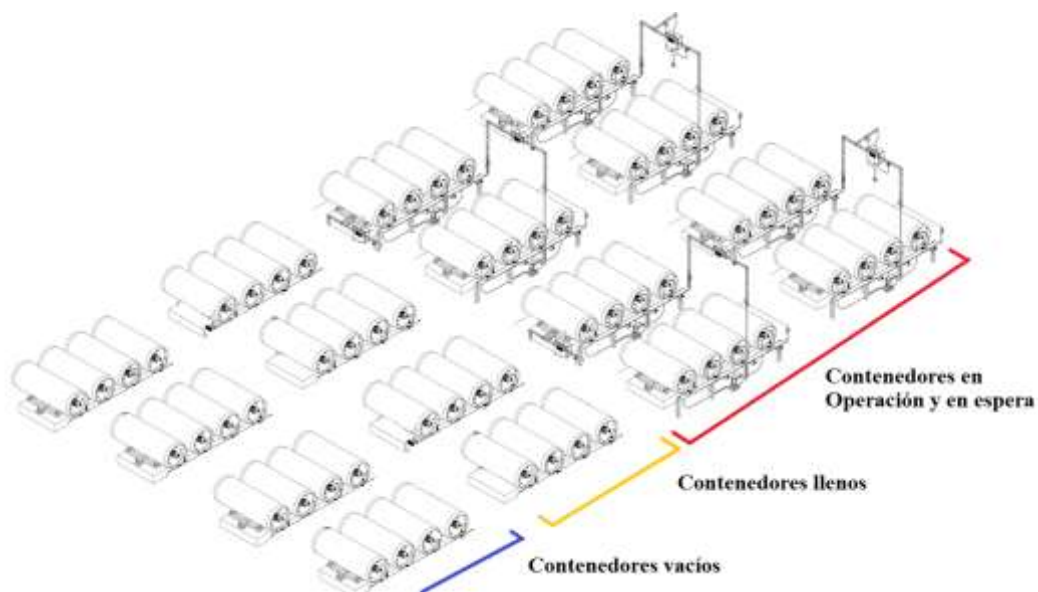
Los sitios de almacenamiento de los cilindros o contenedores de cloro deben contar con las siguientes características:

- Debe ser un espacio confinado.
- Con ventilación forzada.
- Los interruptores de los equipos deben estar fuera del recinto.
- Los cilindros o contenedores deben estar protegidos de la luz solar.
- Los contenedores deben ser almacenados en posición horizontal y en una sola fila, espaciados a 20 cm entre contenedores y 1 m de ancho entre corredores para la circulación.
- Los cilindros deben ser almacenados en posición vertical directamente sobre una balanza y deben contar con una cadena o barra de seguridad que evite el volteo.
- Las áreas de almacenamiento deben ser solo relacionadas con el cloro.

El área debe estar seccionada en tres partes, las mismas que se muestran en el diagrama 4:

- Zona de operación
- Zona de stock o almacenamiento
- Zona de envases vacíos

**DIAGRAMA 4: ZONAS DE DISTRIBUCIÓN DE CONTENEDORES DE GAS CLORO.**



Fuente: El Autor, Zonas de distribución de contenedores de gas cloro, 2013.

**5.2.2. Elementos de seguridad para prevenir y contener fugas de gas cloro.**

**5.2.2.1. Sistema de Cierre de emergencia para contenedores de gas cloro, Actuadores para el cerrado de válvulas de contenedores.**

**FOTO 7: ACTUADOR DE CIERRE DE EMERGENCIA PARA CONTENEDORES CON GAS CLORO DE 907 KG.**



Fuente: Pág. Web HALOGENVALVE, Actuadores de cierre de emergencia

[http://www.halogenvalve.com/product\\_lit.php](http://www.halogenvalve.com/product_lit.php)

Estos equipos accionan las válvulas que permiten la dosificación de gas cloro, en caso de fuga en las líneas de transporte se cierran para eliminar la fuente de alimentación del problema.

El eje del actuador proporciona una conexión mecánica rígida al vástago de la válvula que se extiende a través de la parte superior del actuador para aceptar un (3/8") de cloro llave estándar.

El sistema posee "botones de pánico" que permiten a los operadores iniciar lo antes posible un cierre de emergencia desde dentro o fuera del entorno peligroso, así como también pueden activarse automáticamente mediante detectores de fugas, incendios o detectores sísmicos.

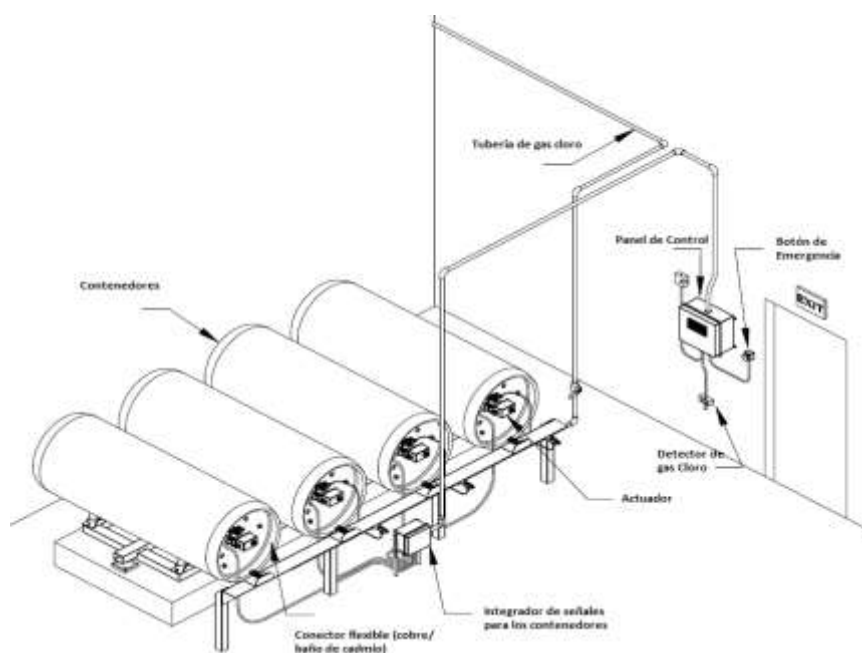
Tras la recepción de una señal de apagado, el controlador activa el actuador para cerrar la válvula en menos de un segundo, el microprocesador detecta cierre de la válvula mediante la detección del aumento del par motor cuando el vástago de la válvula se acopla con el asiento de la misma.

El actuador aplica cada vez mayor torque por un breve momento para asegurar un cierre hermético, y luego corta la alimentación del motor y genera una señal para informar del cierre de ciclo.

Además tiene una batería para cerrar completamente la válvula en caso de ausencia de energía eléctrica durante un período de 3-4 días.

En el diagrama 5 se muestra un esquema de instalación del sistema de cierre de emergencias para contenedores de 907 kg.:

## DIAGRAMA 5: SISTEMA DE CIERRE DE EMERGENCIAS PARA CONTENEDORES DE 907 KG



- Fuente: Pág. Web HALOGENVALVE, Actuadores de cierre de emergencia  
[http://www.halogenvalve.com/files/Eclipse\\_mounting\\_diagrams.pdf](http://www.halogenvalve.com/files/Eclipse_mounting_diagrams.pdf)

### 5.2.2.2. Elementos para controlar una fuga de gas cloro.

#### 5.2.2.2.1. Kit B – para contenedores de una tonelada <sup>11</sup>

##### Descripción:

El Kit "B" incluye los dispositivos y herramientas para contener fugas en los contenedores de una tonelada clase DOT 106A500X, específicamente cuando el evento de fuga de cloro ocurre en las válvulas de descarga o alrededor de éstas y en las paredes laterales del contenedor. Todos los artículos están etiquetados con un número de parte, un código de color amarillo y se almacenan dentro de una caja de polietileno.

Aprobado por el DOT e Instituto de Cloro para el control de fugas en contenedores de una tonelada.

En la Tabla 14 se detallan los elementos que conforman el Kit tipo B.

<sup>11</sup> TECNOQUIM C.A., Equipos de Emergencia, (citado 23 julio/2013) en:  
<http://www.grupotecnoquim.com/productos.php?cat=8>

**TABLA 14: ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL KIT TIPO B**

Cantidad	Nombre	Utilización	Descripción	
1	4A	PARA CONTROLAR FUGA DE GAS CLORO EN EL TAPON FUSIBLE	Capucha	
2	4-12BMV		Junta	
1	4C		Yugo	
3	4D		Junta	
1	4E		Clavo - taco	
1	4F		Tuerca de sombrerete	
5	4G		Junta	
5	4GG		Junta	
1	9A		PARA CONTROLAR FUGA DE GAS CLORO EN EL CUERPO DEL CONTENEDOR	Cadena
1	9B	Yugo		
1	9C	Tapón de rosca		
1	9D	Acero parche		
2	9EV	Junta		
1	12A	PARA CONTROLAR FUGA DE GAS CLORO EN LA VALVULA DEL CONTENEDOR	Campana de montaje	
1	12BBV		Junta	
1	12C		Conjunto de barra ajustable	
1	12MV		Junta	
1	101	HERRAMIENTAS	Llave extremo abierta recta	
1	104		Llave hexagonal	
1	104A		Llave de extensión	
1	104B		Llave de barra	
1	104C		Llave adaptador	
1	106		Llave especial ranúnculo	
1	200B		Llave de tubo extremo abierto	
2	B-1		Deriva pin	
2	B-2		Deriva pin	
2	B-3		Deriva pin	
5	B-4		Anillo de válvula de ventilación embalaje	
1	B-5		Raspador de pintura	
1	B-6		Martillo maquinista	
	B-7		ACCESORIOS	Kit de sellos de caja
1	B-8			Junta de saco
1	B-9			Válvula de yugo
1	B-10			Válvula adaptadora
5	B-11	Junta de espesor		
1	B-12	Caja de plástico		
1	151-B	Kit de caja		
1	153	Rollo de herramientas		
1	IB	<b>Folleto de instrucción</b>		
1	CM	<b>Manual del cloro</b>		

Fuente: El Autor, Elementos que conforman el kit Tipo B, 2013.

En la Tabla 15 se describen los elementos que conforman del Kit tipo B que se usan para la contención de fugas en la válvula del contenedor.

**TABLA 15: ELEMENTOS PARA CONTROLAR FUGAS EN LA VÁLVULA DEL CONTENEDOR.**

Cantidad	Nombre	Utilización	Descripción	Foto
1	12A	<b>PARA CONTROLAR FUGA DE GAS CLORO EN LA VALVULA</b>	Campana de montaje	
1	12BBV		Junta	
1	12C		Conjunto de barra ajustable	
1	12MV		Junta	

Fuente: El Autor, elementos que conforman del Kit tipo B que se usan para la contención de fugas en la válvula del contenedor, 2013.



En la Tabla 16 se detallan los elementos que conforman del Kit tipo B que se usan para la contención de fugas en el tapón fusible del contenedor.






**TABLA 16: ELEMENTOS PARA CONTROLAR FUGAS EN EL TAPÓN FUSIBLE DEL CONTENEDOR:**

Cantidad	Nombre	Utilización	Descripción	Foto
1	4A	<b>PARA CONTROLAR FUGA DE GAS CLORO EN EL TAPON FUSIBLE</b>	Capucha	
2	4-12BMV		Junta	
1	4C		Yugo	
1	4F		Tuerca de sombrerete	

Fuente: El Autor, elementos que conforman del Kit tipo B que se usan para la contención de fugas en el tapón fusible del contenedor, 2013.

En la Tabla 17 se describen los elementos que conforman del Kit tipo B que se usan para la contención de fugas en el cuerpo del contenedor.

**TABLA 17: ELEMENTOS PARA CONTROLAR FUGAS EN EL CUERPO DEL CONTENEDOR:**

Cantidad	Nombre	Utilización	Descripción	Foto
1	9A	<b>PARA CONTROLAR FUGA DE GAS CLORO EN EL CUERPO</b>	Cadena	
1	9B		Yugo	
1	9C		Tapón de rosca	
1	9D		Acero parche	
2	9EV		Junta	

Fuente: El Autor, elementos que conforman del Kit tipo B que se usan para la contención de fugas en el cuerpo del contenedor, 2013.

Para poder realizar el procedimiento de contención de fuga en un contenedor es necesario usar un traje adecuado con el respectivo equipo de respiración autónoma, con una duración aproximadamente de 20 a 30 minutos, además dependerá del estado físico de la persona y de su estado emocional principalmente.

#### 5.2.2.2. Traje Encapsulado

#### FOTO 8: TRAJE ENCAPSULADO



Fuente: TECNOQUIM C.A., Equipos de Emergencia:  
<http://www.grupotecnoquim.com/productos.php?cat=8>

#### Descripción:

Un traje encapsulado diseñado y valorado como una prenda para la protección y atención de fugas de gas cloro, no obstante su nivel de respuesta y resistencia lo hace suficientemente adaptable para control de emergencia de distintas aplicaciones.

- Excelente protección a una amplia variedad de productos químicos como el cloro, el dióxido de azufre y amoníaco.
- Fabricado de sustrato resistente y materiales compuestos
- Las costuras son cosidas y selladas térmicamente con calor
- Ofrece protección facial con ventana de PVC expandido y pulido
- Con mangas amplias y cinturón interior
- Se adjunta guantes de butilo, calcetines y botas protectores contra salpicaduras

### 5.2.2.2.3. Equipo de respiración Autónoma

Equipo que permite una autonomía aproximada de 30 minutos para poder contener una fuga menor, este equipo se usa en conjunto con el traje encapsulado.

#### FOTO 9: EQUIPO DE RESPIRACIÓN AUTÓNOMA



Fuente: TECNOQUIM C.A., Equipos de Emergencia:  
<http://www.grupotecnoquim.com/productos.php?cat=8>

### 5.2.2.2.4. Ducha de descontaminación

#### FOTO 10: DUCHA DE DESCONTAMINACIÓN



Fuente: TECNOQUIM C.A., Equipos de Emergencia:  
<http://www.grupotecnoquim.com/productos.php?cat=8>

**Descripción:**

La ducha de descontaminación reduce en gran medida la posibilidad de contaminación del medio ambiente gracias a la resistencia química de su material de fabricación.

- Es ligera y de fácil montaje
- Almacenamiento compacto y bolsa de transporte
- Tubería tipo spray desmontable con control ajustable de flujo de agua
- Resistente a una amplia gama de productos químicos (170 productos químicos probados)

**5.2.3. Elementos para contención de una fuga de cloro gas**

Uno de los requisitos para poder facilitar la contención del gas cloro es tenerlo confinado en un recinto cerrado con paredes de hormigón de 1,5 metros de alto y el resto puede ser construido de aluminio y vidrio, separando las zonas de contenedores de la misma forma, considerando que deben ser móviles en para la manipulación de los contenedores cuando estos se vacíen.

**5.2.3.1. Lavador de gas cloro**

RJ-2000 ® Cloro Scrubber Emergencia

Siemens Water Technologies ofrece una gama completa de lavadores de emergencia para la protección contra fugas de gases tóxicos tales como el cloro, el amoníaco dióxido de azufre.

**5.2.3.1.1. Especificaciones del fabricante:**

- . Modelo : RJ-2000 Fuga 1065 Kg a 45 Kg/min.
- . Proveedor : SIEMENS
- . Dimensiones  
Aproximadamente su volumen es de 30 m<sup>3</sup>.
- . Material de construcción : PRFV con Resina Ester Vinílica
- . Capacidad del Tanque de Soda : 7,950 l (2,100 gal)

- . Concentración de la Soda Cáustica : @ 20%
- . Bomba de Recirculación de Soda Cáustica
  - Cantidad : 1
  - Tipo : Centrifugo Vertical
  - Caudal : 124 m<sup>3</sup>/h (550 gpm)
- . Ventilador de Agotamiento
  - Cantidad : 1
  - Tipo : Centrifugo
  - Caudal de Aire : 85 m<sup>3</sup>/min. (3,000 acfm)
  - Presión Estática : 150 mmCA (6.0 inWC)
  - Material del ventilador : PRFV Resina Ester Vinílica

#### Instrumentos

- Interruptor de Nivel de Tanque de Soda Cáustica
- Manómetro de la Bomba de Recirculación
- Visor de Nivel del Tanque de Soda Cáustica

#### Detector gas cloro

- . Cantidad : 1
- . TAG : AIT-60-001
- . Marca : SIEMENS-WALLACE & TIERNAN
- . Modelo : ACUTECH 35
- . Rango de Medición : 0 - 5 ppm (Standard)
- . Sensibilidad : 0,5 ppm
- . Sondas de Medición Tipo : Electro-químico
- . Máxima Distancia del sensor : 300 metros
- . Humedad : 0 a 99%
- . Temperatura : - 18° a 40°C continuo / -23 a 49°C intermitente

#### **5.2.3.2.2. Descripción del Sistema**

El Sistema Lavador de Gas Cloro es un equipo de emergencia para neutralizar el gas cloro en una eventual ocurrencia de escape de producto en la zona de cloración.

El detector de fuga activa la operación del sistema, luego de activado, la bomba de recirculación se enciende y después de un tiempo arranca el extractor de aire.

El extractor de aire está instalado en la salida del lavador de gas. Este equipo

garantiza que todo el sistema esté bajo presión negativa hasta que los gases estén completamente lavados.

El Sistema Lavador de Gas está conformado por:

1. Lavador de tres etapas
2. Tanque de solución de soda cáustica integrada al lavador
3. Bomba de Recirculación de la solución
4. Extractor de Aire
5. Eliminador de niebla
6. Panel de Control

El Lavador tiene una cámara de horizontal dotada de boquillas, seguida de dos cámaras de lecho relleno de flujo cruzado horizontal. Las boquillas están diseñadas para proporcionar una tasa de flujo y un tamaño de partícula requerida por solución de soda cáustica.

El Gas parcialmente tratado pasa a través de la cámara de lecho relleno de flujo cruzado para remover la mayoría del vapor de cloro remanente.

La corriente de gas es forzada a pasar a través del lavador, donde éste entra íntimamente en contacto con la solución de soda cáustica recirculada, donde se completa la absorción y remoción del vapor de cloro.

La etapa final removerá todo vapor de cloro remanente cumpliendo con parámetros requeridos, antes de salir a la atmosfera por la chimenea, el gas pasa por el eliminador de niebla para sacar cualquier residual de la solución de soda cáustica.

Todo el compartimento del lavador está montado sobre el tanque de almacenaje de la solución de soda cáustica.

#### **5.2.3.2.3. Detector de Cloro AIT-60-001 A/B**

El Detector de Gas Cloro AIT-60-001 A/B es un sistema de monitoreo continuo de detección de gas cloro en el aire del ambiente. El Sensor/Transmisor consiste de sensores electroquímicos de gas y un amplificador electrónico que transmite la señal de concentración para dos Módulos Receptores instalado en la Unidad de Control.

Los sensores de transmiten la presencia de gas cloro para los dos Módulos Receptores. Si la concentración estuviere igual o arriba del set point programado, el detector ENCENDERÁ el sistema lavador de gas para neutralizar el cloro gas antes de ser lanzado a la atmosfera.

Detector de Gas Cloro está conectado directamente al Lavador de Gas sin pasar por CLP por seguridad.

Configuración en el CLP

Punto de control:	Alarmas:	Alarmas e interconexiones (si habilitados):
. ASHH	. AAHH	▪ ASHH – Residual Muy Alto en 2,0 ppm (CONFIGURABLE)
. ASH	. AAH	. Alarma de Residual de Cloro muy alto
. ASL	. AAL	. ENCIENDE Sistema de Lavador de Gas LA-60-01
		▪ ASH – Residual de Cloro Alto 1,5 ppm (CONFIGURABLE).
		. Alarma de Residual de Cloro Alto
		▪ ASL – Residual de Cloro Bajo 0,5 ppm (CONFIGURABLE).
		. Alarma de Residual de Cloro Bajo
		El rango del Detector Residual de Cloro 0 @ 10,0 ppm

#### FOTO 11: RJ-2000 ® CLORO SCRUBBER EMERGENCIA



Fuente: SIEMES, RJ-2000 ® Cloro Scrubber Emergencia:

[http://www.water.siemens.com/SiteCollectionDocuments/Product\\_Lines/RJ\\_Environmental\\_Products/Brochures/OC-RJ2000-DS-0608.pdf](http://www.water.siemens.com/SiteCollectionDocuments/Product_Lines/RJ_Environmental_Products/Brochures/OC-RJ2000-DS-0608.pdf)

#### 5.2.3. Sistema de alarma

El sistema debe estar conectado a los detectores de gas cloro además de tener botoneras de accionamiento manual dependiendo del evento.



Su activación encenderá un semáforo, de acuerdo al evento el color de la luz, además de la emisión de tipos distintos de sonidos según sea el caso.

Fuga de Cloro: Color Amarillo, sonido continuo.

Incendio: Color Rojo, sonido intermitente.

Desastre Natural: Color Verde, Sonido largo e intermitente.

#### FOTO 12: SISTEMA DE ALARMA - SEMÁFORO Y BOTONERA



Fuente: El Autor, Sistema de alarma - Semáforo y botonera, 2013.

#### 5.2.4. Análisis de inversión

En la Tabla 18 se presenta el análisis de inversión que implica la implementación del sistema de contención en caso de fugas de gas cloro en plantas de potabilización de agua.

**TABLA 18: ANÁLISIS DE INVERSIÓN**

Elemento	Cantidad	Costo USD \$.	Costo Total USD \$.
4 Actuador + Controlador	3	54.000	162.000
Detectores de gas Cloro	3	6.700	20.100
Kit Tipo B	1	6.500	6.500
Traje Encapsulado	3	1.800	5.400
Equipo de Respiración Autónoma	3	4.500	13.500
Duchas descontaminantes	2	1.000	2.000
Obra civil, Adecuación / Confinamiento zona de cloración	1	150.000	150.000
Sistema lavador de gases	1	235.000	235.000
Sistema de alarmas	1	20.000	20.000
			614.500

<b>Costo USD\$/año de la inversión a 20 años</b>	<b>30.725</b>
--	---------------

Fuente: El Autor, Análisis de inversión, 2013.

Nota: Considerando que la reposición de la soda cáustica dependerá del número de eventos que se presenten ya que irá disminuyendo su concentración a medida que se presentan los mismos, costo Hidróxido de Sodio es de USD\$. 0,3 / kg al 20%.

Continuando con el análisis económico la Tabla 19 muestra la depreciación de los bienes.

**TABLA 19: DEPRECIACIÓN DE LOS BIENES.**

Elemento	Cantidad	Costo USD \$.	Costo Total USD \$.
4 Actuador + Controlador	3	54.000	162.000
Detectores de gas Cloro	3	6.700	20.100
Kit Tipo B	1	6.500	6.500
Traje Encapsulado	3	1.800	5.400
Equipo de Respiración Autónoma	3	4.500	13.500
Duchas des contaminante	2	1.000	2.000
Sistema lavador de gases	1	235.000	235.000
Sistema de alarmas	1	20.000	20.000
			464.500

<b>Años</b>	<b>10</b>	<b>46.450</b>
-------------	-----------	---------------

Elemento	Cantidad	Costo USD \$.	Costo Total USD \$.
Obra civil, Adecuación / Confinamiento zona de cloración	1	150.000	150.000
			150.000

<b>Años</b>	<b>20</b>	<b>7.500</b>
-------------	-----------	--------------

<b>Depreciación Total/año</b>	<b>53.950</b>
-----------------------------------	---------------

Fuente: El Autor, Depreciación de los bienes, 2013.

La Tabla 20 ilustra el detalle de los costos operativos anuales del sistema de contención propuesto.

**TABLA 20: COSTOS OPERATIVOS ANUALES.**

Costos operativos anuales				
Actividades	Cantidad	Costo USD \$.	Costo Total \$.	USD
Mantenimiento del sistema	2	500	1.000	
Suministro de Hidróxido de sodio al 20% (reposición)	1	2.700	2.700	
Mantenimiento de trajes encapsulados y ERA	2	250	500	
Capacitación	1	-	-	
			<b>4.200</b>	

Fuente: El Autor, Costos Operativos anuales, 2013.

El costo anual de la inversión durante los 10 primeros años es:

<b>Costo USD\$/año de la inversión a 20 años</b>	<b>30.725</b>
<b>Depreciación Total/año</b>	<b>53.950</b>
<b>Costo de Operación USD\$/año</b>	<b>4.200</b>
<b>Costo total de inversión USD \$/año</b>	<b>88.875</b>

La siguiente tabla detalla los costos directos e indirectos en los cuales se incurre cuando se presenta un accidente.

Los costos directos de lesiones y enfermedades que son cubiertos generalmente por seguros han sido considerados por distintos expertos como “la punta del iceberg”, los costos intangibles de los accidentes, aunque ocultos, son mucho mayores que los directos, en la Tabla 21 se muestra un ejemplo del costo por accidente.

**TABLA 21: COSTOS PRODUCIDOS POR LOS ACCIDENTES POR PERSONA Y COSTOS DE PUBLICIDAD.**

<b>Costos Producidos por los accidentes</b>		
<b>Costos Asegurados (de lesión y enfermedad)</b>	<b>USD \$.</b>	<b>Detalle</b>
Gastos Médicos operadores	10.000	Máx. de cobertura Seguro médico /persona
Costos de compensación / Sueldo	700	30 Días de incapacidad , operador afectado
<b>Costos Por daños a la propiedad (sin asegurar)</b>		
Daños a equipos y herramientas	1.000	Producto Corrosivo
Interrupción y retrasos de producción (m3)	25.920	Costo producción/día usd.\$ 0,20 (8 Horas)
Gastos Legales (responsabilidad civil)	30.000	
<b>Otros Costos sin asegurar</b>		
Tiempo de investigación	1.000	5 Personas involucradas en la investigación
Sobretiempo	700	
Remediación ambiental	30.000	
Imagen / desprestigio	<b>No Cuantificable</b>	Tres años de afectación/ desprestigio
Campaña publicitaria para recuperación de imagen/año	<b>650.808</b>	Campaña publicitaria agresiva en TV(27), Radio(7), prensa(20)

<b>Costo Total producido por un accidente USD\$./ persona</b>	<b>750.128</b>
---	----------------

	Diario	Radio	Tv Noticieros				
			Mañana	medio día	Noche	Media noche	Dominical
Tarifas de medios USD\$.	10.173	23	1.094	2.000	3.500	1.400	3.600
frecuencia/mes	2	300	2	1	2	1	4
USD\$./mes	20.346	6.900	2.188	2.000	7.000	1.400	14.400
<b>Total USD\$./mes</b>	<b>54.234</b>						
<b>Total USD\$./año</b>	<b>650.808</b>						

Fuente: El Autor y Valores referenciales de los medios de comunicación más importantes, Costos Producidos por los accidentes y Costos publicidad, 2013.

De acuerdo a la tabla 5 en un periodo de 17 años se han presentado dos eventos de fuga en Ecuador y como resultado 37 personas afectadas, equivalente a 2.18 afectados por año; además si se considera que la producción de una planta potabilizadora de agua de 4,5 MCS podría abastecer al 13 % de la población del Ecuador, tomando como base el consumo de 192 litros de agua/persona/día la Tabla 22 expresa el “ahorro” o costo de calidad involucrado en este proyecto.

**TABLA 22: DIFERENCIA ENTRE COSTO DE UN ACCIDENTE USD \$./ AÑO VS COSTO ANUAL DE INVERSIÓN USD \$./AÑO**

Periodo 1996 al 2013	Años	Personas afectadas
	17	37
Consumo agua promedio en Ecuador lt/hab/día	192	
Producción día 4,5 MCS	388.800	
Personas con agua potable	2.025.000	
Población Ecuador a julio 2013 (proyección INEC)	15.668.479	
Porcentaje de personas servidas	13	
Personas afectadas periodo 1996-2013/año en todo el Ecuador.	2,18	
Personas afectadas/año, en caso de fuga en planta 4,5 MCS.	0,3	
Costo de un accidente USD \$./ año (Fallas internas y externas)	211.002	
Costo anual de inversión USD \$./año (Evaluación y Prevención)	88.875	
Costos de Calidad	<b>122.127</b>	

Fuente: El Autor, Diferencia entre Costo de un accidente USD \$./ año vs Costo anual de inversión USD \$./año, 2013.

### 5.2.5. Procedimiento - Plan de Atención a Emergencias

Plan de Atención  
a Emergencias

APROBADO	REVISADO	ELABORADO
GERENTE GENERAL	GERENTE DE PLANTA	TECNICO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL
	001	PA-S&SO-001

#### Objetivos

Identificar situaciones potenciales de emergencia y accidentes, para establecer respuestas rápidas y efectivas que garanticen la seguridad, la salud de los colaboradores, contratistas-proveedores, comunidad vecina y la protección al medio ambiente.

#### Alcance

Aplica cada vez que sucedan accidentes con fugas de gas cloro.

## **Definiciones y Abreviaturas**

- PHSS Siglas de la frase Prevención, Higiene, Seguridad y Salud Ocupacional.
- Riesgo: Es la probabilidad de ocurrencia de un peligro latente que provoca pérdidas de vidas humanas, pérdidas económicas, sociales y ambientales en un sitio particular y durante un tiempo de exposición determinado.

## **Disposiciones Generales**

### **Prevención**

#### **Se debe:**

- Mantener las vías de evacuación libres de elementos y obstáculos que impidan la normal circulación de los empleados, visitantes y usuarios.
- Apagar las luces y equipos de oficina, una vez terminada la jornada laboral.
- Evitar recargar conexiones en las tomas eléctricas.
- Prevenir y mitigar situaciones que puedan causar impactos negativos al entorno ambiental.
- Reportar inmediatamente a su superior cualquier incidente ocurrido.

#### **Prohibiciones:**

- Consumo de cigarrillos.
- Uso de líquidos inflamables o disolventes, solo lo podrá utilizar por personal especializado.
- Almacenar y/o agrupar cerca de fuentes que generen calor la papelería, el follaje, líquidos inflamables y muebles (vitrinas y escritorios); estos deben ser almacenados o agrupados en lugares apropiados, seguros y debidamente identificados.

## **Conformación de brigadas**

Tener conformadas Brigadas de atención de emergencias, debidamente entrenadas.

### **Son responsables de:**

- Prevenir eventualidades de alto riesgo que puedan afectar la seguridad y salud de nuestros colaboradores y al entorno ambiental.
- Realizar inspecciones del área de cloración e identificar condiciones inseguras y reportarlas a quien corresponda para su inmediata corrección.
- Inspeccionar el buen estado y funcionamiento de los sistemas de detección de cloro y señalización de evacuación.
- Identificar situaciones potenciales de emergencias y accidentes potenciales que pueden tener impactos en el medio ambiente y cómo responder ante ellos.

## **Plan de evacuación**

De acuerdo a la Guía de Respuesta en caso de Emergencia, se consideran dos factores para definir la zona caliente o de peligro inminente, zona tibia o de riesgo leve y zona fría o segura; el primer factor es la cantidad de producto derramado, la segunda es la hora del día en que ocurra este evento (Día o Noche), referirse a tabla 13 de este documento.

## **Roles y Responsabilidades**

### **Testigo de la Emergencia:**

- Activa la alarma o grita a viva voz, alertando a los empleados y usuarios que se encuentre en las instalaciones al momento de presentarse la emergencia.

### **Empleados, proveedores, contratistas, visitantes y usuarios:**

- Observar las mangas veletas para saber la dirección del viento y evacuar en dirección contraria al viento.
- Evacúan el área en forma ordenada siguiendo las flechas de evacuación, siempre manteniendo la calma.
- Respetan las señales que identifican las actividades a realizar en el momento de evacuación.
- Bajar por las escaleras de emergencia de forma ágil y ordenada.
- Seguir las instrucciones dadas por los brigadista de evacuación.

### **Brigada de Evacuación:**

- Observar las mangas veletas para saber la dirección del viento y evacuar en dirección contraria al viento.
- Verifica que ningún empleado, proveedor, contratistas, visitante o usuario quede en las instalaciones, a excepción del personal de la Brigada.
- Guiar a los usuarios o visitantes para que evacuen las instalaciones y se dirijan al punto de encuentro más cercano.
- Atención especial se dará a las mujeres embarazadas, tercera edad, personas con capacidades especiales.

### **Brigadista de 1ros. Auxilios:**

- Retirar al herido(s) del lugar de la emergencia
- Dar los 1ros. Auxilios a quien lo necesite, en un lugar seguro, hasta la entrega del herido(s) al Médico o Socorrista.
- Informar el desarrollo de la emergencia al Responsable de la Emergencia.



### **Brigadista de Fuga de gas cloro:**

- Determinar si se puede controlar la fuga realizando una inspección siempre equipados con los trajes encapsulados y equipos de respiración autónoma.
- En el caso de poder controlar la fuga hacer uso del kit tipo B.
- En el caso de no poder controlar la fuga llamar a los Bomberos.
- Acordonar el sitio de la emergencia.
- Restringir el paso a personal no autorizado al sitio de la emergencia.
- Informar el desarrollo de la emergencia al Responsable de la Emergencia.

### **Jefe de Emergencia:**

- El Responsable de la Emergencia asume el control.
- Informar de la emergencia a sus superiores.
- Dependiendo del nivel de gravedad de la emergencia, solicita apoyo de instituciones externas; Bomberos, Policía, Cruz Roja.
- Informa a los empleados, proveedores, contratistas, visitantes y usuarios el restablecimiento de las actividades normales, una vez solucionado el siniestro.
- Superado el siniestro, apoyará al Supervisor de Seguridad Industrial en la elaboración del informe respectivo.

### **Guardia de Seguridad**

- Informar al 911 de la emergencia.
- Restringir el paso a empleados, proveedores/contratistas y visitantes mientras dure la emergencia a excepción de Ambulancia y Bomberos u otros Miembros de las Instituciones que acudan en respuesta del siniestro.

- Entregar al Responsable de la Brigada de Evacuación el número total de personas que se encuentran dentro de las instalaciones en el momento de la emergencia.
- Entregar el Kit de Primeros Auxilios al Responsable de la Brigada de Primeros Auxilios en caso que sea necesario.
- Informar el desarrollo de la emergencia al Responsable de la Emergencia.

### **Simulacros**

Los simulacros se los realizar una vez al año, de acuerdo a la Programación Anual de Seguridad Industrial.

#### **Descripción**

##### **Fuga de gas cloro**

- La persona que identifique la presencia de fuga de gas cloro activará los pulsadores manuales para que las alarmas suenen en toda la planta.
- Al sonido de alarma de emergencias, los empleados, clientes, proveedor, contratistas y visitantes deben abandonar los puestos de trabajo siguiendo la dirección contraria al viento, observar las mangas controladoras del viento, luego dirigirse hasta los puntos de encuentros establecidos.
- Guardia informará al 911 de la emergencia.
- Responsable de la Emergencia con los brigadistas abordaran las actividades para controlar la fuga si es posible.
- El Responsable de la Brigada informará a los colaboradores, proveedores, contratistas, visitantes y usuarios el restablecimiento de las actividades normales, una vez controlada la emergencia y las condiciones de trabajos sean seguras.

## Plan de Contingencia

Deberá llamar a los siguientes números de teléfono para contacto con Otras Instituciones:

- BCBG – Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil: 102
- Corporación de Seguridad Ciudadana: 112 por teléfono convencional y \* 112 por teléfono celular
- ECU : 911
- Policía Nacional: 101
- Defensa Civil: 24-22034

## Registros

CÓDIGO	NOMBRE	UBICACIÓN	TIEMPO DE RETENCIÓN	RESPONSABLE
F-GE-001	Brigada para atención de emergencias	Oficina de Seguridad Industrial	1 año	Técnico de Seguridad Industrial
F-GE-002	Programación anual de Simulacros	Oficina de Seguridad Industrial	1 año	Técnico de Seguridad Industrial

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. Conclusiones

1. En Ecuador los dos eventos registrados de fuga de gas cloro fueron debido a problemas en válvulas de paso, treinta y siete personas fueron afectadas equivalente a doscientas cuarenta y siete personas por cada cien millones de habitantes, un valor alto que solo es superado al considerar al resto de países latinoamericanos con trescientos veinte y Estados Unidos con ciento cuarenta y siete por cada cien millones de habitantes (Ver tabla 6).
2. De los veintiún eventos registrados de fugas de gas cloro, el 42,9 % de ellos fue por fallos en tuberías, o en el mismo envase o en accesorios dentro de las instalaciones de la empresa donde se usaba este producto; el 38,1 % corresponde al manejo inapropiado de envases obsoletos y 19 % restante está repartido entre choques de los vehículos que los transportaban envases con gas cloro y factores humanos; lo que denota falta de, mantenimiento en los envases, líneas de dosificación y un procedimiento de gestión de envases después de cumplida su vida útil (ver tablas 5 y 6).
3. La capacitación del personal es muy importante para el manejo de este tipo de químicos ya que la falta de capacitación puede provocar accidentes con grandes consecuencias, en el gráfico 4 se puede observar que: 29% de afectados fueron por un operador que no sabía Inglés por lo tanto no pudo leer las instrucciones de la etiqueta, el 27 %, por choque vehicular y 23% por la incorrecta disposición final de envases obsoletos.
4. Para una planta de potabilización de 4,5 MCS, el total del área de las zonas de cloración dependen principalmente del stock mínimo (área Amarilla) que se requiera, representando el 61% equivalente a 51 toneladas de gas cloro almacenado, además de 10 toneladas en uso y 2 toneladas en espera a ser usadas, considerando el caso de una planta potabilizadora de 4,5 metros cúbicos de producción.
5. Los factores de riesgos que se presentan en las Plantas de Potabilización de

agua y que pueden provocar una fuga de gas cloro son los mecánicos y los psicosociales.

6. Los riesgos a los cuales se ve expuesto el empleado, visitantes, proveedores de una planta potabilizadora de agua y las personas que habitan en los alrededores son la inhalación y el contacto con el gas cloro.
7. En el sistema de lavado de gases el uso de hidróxido de sodio es más conveniente por precio, cantidad y porque es de producción local.
8. La inversión (costo de calidad por prevención y evaluación) del sistema propuesto de contención para gas cloro en caso de fugas en una planta potabilizadora de 4,5 MCS es de USD\$. 614.500, considerando un periodo de 20 años para su cancelación. Sumando los costos operativos y administrativos se tiene una inversión anual de USD\$ 88.875 (ver tablas 18,19 y 20).
9. Los gastos en que se incurren cuando se genera un accidente con gas cloro bordean los USD\$. 750.128 (ver tabla 21), donde el rubro más importante es el de publicidad USD\$. 650.808.
10. El desprestigio causado por el evento (fuga) a pesar de ser un elemento “no cuantificable”, se convierte en el objetivo más difícil de superar ya que esto afecta directamente en la confianza de la comunidad.
11. En el Ecuador, en un periodo de 17 años ha habido 2 eventos de fuga de gas cloro dejando treinta y siete afectados, lo que equivale a 2.2 personas afectadas / año y a 0.3 personas afectadas/año en caso de una fuga de gas cloro en una planta de 4,5 MCS, dando como resultado un costo de calidad por fallas internas y externas de USD\$. 211.002, generando un Costo de Oportunidad (Ahorro en gasto) de USD\$ 122.127 / año (ver tablas 5 y 22).

## 6.2. Recomendaciones

1. Fomentar la implementación del sistema de contención en caso de fuga de gas cloro en plantas potabilizadoras del Ecuador, propuesto en el presente trabajo de investigación.
2. Las zonas de cloración deben disponer al menos con cortinas de agua o con actuadores de cierre automático para detener el avance del gas cloro en una fuga hacia zonas aledañas.
3. Los empleados de las plantas de potabilización se los debe proveer de equipos de protección adecuados, además deben ser capacitados para su correcto uso.
4. Capacitación continúa a los empleados sobre los riesgos a que están expuestos por el uso de gas cloro en la potabilización del agua, es esencial para evitar incidentes.
5. Deben realizarse evaluaciones médicas periódicas de las personas que forman parte de las brigadas.
6. Las prácticas para el uso de los trajes encapsulados, equipos de respiración autónoma y del kit tipo B deben realizarse una vez por mes para poder evaluar los tiempos de respuesta de cada grupo de trabajo (turno).
7. La socialización de los riesgos químicos hacia las comunidades aledañas debe ser por etapas para evitar que se alarmen innecesariamente.
8. En los simulacros deben participar de manera activa, el proveedor del servicio, cuerpo de bomberos, cruz roja y las comunidades más cercanas.
9. Las hojas de seguridad del gas cloro deben estar a disposición de los empleados.
10. Se debe disponer de varias manga veletas situadas en sitios estratégicos para ser visualizadas inmediatamente por los empleados, visitantes y proveedores.
11. Mantener comunicación continua con el proveedor del gas cloro con el fin de afianzar conocimientos sobre los riesgos químicos y métodos de acción en caso de fuga.
12. Concientización a los empleados, proveedores y visitantes sobre la prevención que es la parte medular de la seguridad y salud ocupacional, la que se complementa con las capacitaciones al personal, socialización con la comunidad de los riesgos a los cuales se encuentran expuestos, prácticas y

simulacros de fuga de gas cloro y el mantenimiento periódico de envases y líneas de distribución del producto.

13. Implementación de un Sistema de Gestión Integral en Calidad, Medio Ambiente, Seguridad y Salud Ocupacional.
14. Revisión periódica de procedimientos operativos.
15. Mejoramiento constante de equipos operativos, sustitución de actuadores mecánicos a electrónicos, cambio de equipos de dosificación de manuales a digitales.
16. Actualizarse constantemente en las leyes vigentes direccionadas a garantizar la protección de las personas en sus puestos de trabajo.
17. Tener en cuenta que si se usa agua para la contención de una fuga, esta no debe aplicarse directamente al punto de escape del gas cloro, porque esto puede agravar la situación, siendo un ambiente corrosivo (agua+cloro) los elementos metálicos pueden ser afectados y aumentar el flujo de salida del gas.

## BIBLIOGRAFÍA

- **Asfal, C. Ray**, Seguridad Industrial y Salud, Cuarta Edición, Prentice Hall, México, 2000.
- **Biblioteca Técnica, Prevención de Riesgos Laborales**, Evaluación y Prevención de riesgos, Ediciones CEAC, España, 2000.
- **Biblioteca Técnica, Prevención de Riesgos Laborales**, Gestión de Prevención, Ediciones CEAC, España, 2000.
- **Biblioteca Técnica, Prevención de Riesgos Laborales**, Técnicas Afines a la Prevención, Ediciones CEAC, España, 2000.
- **Biblioteca Técnica, Prevención de Riesgos Laborales**, Cuestionario de evaluación de riesgos. Fichas de riesgos y medidas de protección, Ediciones CEAC, España, 2000.
- **Código de Trabajo, H. Congreso Nacional**, Registro Oficial Suplemento 167, 16 de Diciembre de 2005.
- **Constitución de la República del Ecuador, Asamblea Constituyente**, 2008.
- **DECRETO EJECUTIVO 2393** Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo, Ministerio del trabajo y Empleo, 1 de agosto del 2000.
- **Grimaldi- Simonds**, Manual de Seguridad Industrial y Métodos de Trabajo Tomo I, Alfaomega S.A., México, 1991.
- **Guía de Respuesta en Caso de Emergencia**, Ministerio del Ambiente, 2008.
- **Instituto Ecuatoriano de Normalización**, NTE INEN 2 266: 2010 primera revisión Transporte, Almacenamiento y Manejo de Materiales Peligrosos, requisitos. Primera edición.
- **Instituto Ecuatoriano de Normalización**, NTE INEN 1 108: 2011 cuarta revisión Agua Potable, requisitos. Primera edición.
- **Mangosio Jorge**, Fundamentos de Higiene y Seguridad en el Trabajo, Nueva Librería SRL, Argentina, 1994.
- **Manual del Cloro, CLOROSUR, Enero 2004** con la autorización de The Chlorine Institute, Inc. Adaptación de “The Chlorine Manual - Sixth Edition, January 1997”.



- **McGRAW-HILL**, Calidad y Tratamiento del Agua, traducido de la 5 edición de WATER QUALITY AND TREATMENT, España, 2002.
- **OHSAS 18001:2007** Sistema de gestión de seguridad y salud laboral.
- **Panfleto 64**, Adaptación de “Pamphlet 64 – Emergency Response Plans for Chlorine Facilities – Edition 5, November 2000”, hecha por CLOROSUR con la autorización de The Chlorine Institute, Inc., disponible en el sitio: <http://www.clorosur.org>
- **Plan Nacional de Desarrollo – Plan Nacional para el Buen Vivir**, Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo – SENPLADES, 2009
- **RESOLUCION 957 Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo**, LA SECRETARIA GENERAL DE LA COMUNIDAD ANDINA, 23 de septiembre del 2015.

#### Internet:

15 de noviembre/2012

- **Sánchez-Murillo Ricardo**, Escuela de Química, Universidad Nacional.  
Apto 86-3000. Heredia. Costa Rica.  
Fax: (506) 260-1197, email: [rsanc@una.ac.cr](mailto:rsanc@una.ac.cr)
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Cloro>
- [http://www.inec.gob.ec/cpv/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=49&lang=es](http://www.inec.gob.ec/cpv/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=49&lang=es)

2 de junio/2013

- [http://www.itc.es/pdf/Technical\\_documents/Agua-marca-Esp.pdf](http://www.itc.es/pdf/Technical_documents/Agua-marca-Esp.pdf)  
*www.itc.es/pdf/Technical.../Agua-marca-Esp.pdf*

6 junio/2013

- <http://www.halogenvalve.com/files/Spec%20252.14.pdf>
- [http://www.halogenvalve.com/product\\_lit.php](http://www.halogenvalve.com/product_lit.php)
- [http://www.halogenvalve.com/files/Eclipse\\_mounting\\_diagrams.pdf](http://www.halogenvalve.com/files/Eclipse_mounting_diagrams.pdf)

8 junio/2013

- <http://www.grupotecnoquim.com/productos.php?cat=8>
- [http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs172.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs172.html)

10 junio/2013

- <http://www.minambiente.gov.co/documentos/Guia8.pdf>
- [http://spanish.ruvr.ru/2012\\_11\\_14/fuga-victimas-region-Ministerio-de-Emergencia-poblacion/](http://spanish.ruvr.ru/2012_11_14/fuga-victimas-region-Ministerio-de-Emergencia-poblacion/)
- [http://www2.medioambiente.gov.ar/noticias/gacetillas/2000/g\\_082800\\_01.htm](http://www2.medioambiente.gov.ar/noticias/gacetillas/2000/g_082800_01.htm)

21 junio/2013

- [http://es.wikipedia.org/wiki/Demograf%C3%ADa\\_de\\_Venezuela](http://es.wikipedia.org/wiki/Demograf%C3%ADa_de_Venezuela)
- <http://www.indexmundi.com/g/g.aspx?v=21&c=in&l=es>
- <http://saludocupacional.univalle.edu.co/factoresderiesgocupacionales.htm>
- <http://www.osman.es/ficha/12379>
- <http://www.ccsso.ca/oshanswers/chemicals/ld50.html>
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Riesgo\\_qu%C3%ADmico](http://es.wikipedia.org/wiki/Riesgo_qu%C3%ADmico)
- <http://www.tepsa.com.co/>
- <http://www.aga.com.pe/International/SouthAmerica/WEB/SG/HiQGloss.nsf/Index/TLV - TWA>

28 junio/2013

- [http://www.water.siemens.com/SiteCollectionDocuments/Product\\_Lines/RJ\\_Environmental\\_Products/Brochures/OC-RJ2000-DS-0608.pdf](http://www.water.siemens.com/SiteCollectionDocuments/Product_Lines/RJ_Environmental_Products/Brochures/OC-RJ2000-DS-0608.pdf)
- <http://www.cbco.com/dotcontainers.html>

22 Julio/2013

- <http://www.eldiario.com.ec/noticias-manabi-ecuador/179309-fuga-de-cloro-gas-afecta-a-la-salud-de-17-personas/>
- <http://noticiasvina.blogspot.com/2010/07/peligroso-escape-de-gas-cloro-en-india.html>
- <http://www.terra.com.ve/actualidad/articulo/html/act1950894-accidente-de-camion-que-transportaba-gas-cloro-deja-8-muertos.htm>
- [http://elpais.com/diario/1996/01/22/sociedad/822265216\\_850215.html](http://elpais.com/diario/1996/01/22/sociedad/822265216_850215.html)
- <http://www.elsiglodetorreon.com.mx/noticia/815785.diferencia-de-idiomas-causo-fuga-de-gas-cloro.html>
- <http://www.noticiascaracol.com/nacion/video-289637-intoxicadas-43-personas-valle-del-cauca-inhalar-gas-cloro>
- [http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101083051/-1/Una\\_fuga\\_de\\_gas\\_cloro\\_intoxica\\_a\\_17\\_personas\\_en\\_Chone.html](http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101083051/-1/Una_fuga_de_gas_cloro_intoxica_a_17_personas_en_Chone.html)
- <http://perfildeportivoguaymas.blogspot.com/2012/05/fuga-de-gas-en-slrc-obligo-mover-unas.html>
- [http://www.aldia.cr/ad\\_ee/2012/abril/09/sucesos3131688.html](http://www.aldia.cr/ad_ee/2012/abril/09/sucesos3131688.html)
- [http://www.el-nacional.com/caracas/Fuga-planta-Hidrocapital-Vargas-heridos\\_0\\_88793313.html](http://www.el-nacional.com/caracas/Fuga-planta-Hidrocapital-Vargas-heridos_0_88793313.html)
- <http://spanish.peopledaily.com.cn/31614/6648598.html>
- <http://www.eyconsulting.net/articulos/2/2xx.pdf>
- <http://www.que.es/ultimas-noticias/espana/200909260212-nueva-fuga-cloro-afecta->

[personas.html](#)

- <http://www.noroeste.com.mx/publicaciones.php?id=523741>
- <http://www.elpais.com.co/elpais/valle/noticias/emergencia-por-escape-gas-cloro-centro-calima-darien>
- <http://www.cronica.com.mx/notas/2013/757950.html>
- <http://www.emol.com/noticias/internacional/2005/03/30/177603/china-27-muertos-y-285-intoxicados-por-escape-de-gas-de-cloro.html>
- <http://eltiempo.com.ve/locales/regionales/accidente/fuga-de-gas-cloro-dejo-cinco-personas-afectadas/13235>
- <http://www.provincia.com.mx/2013/04/reportan-fuga-de-gas-cloro-en-queretaro/>
- <http://www.cdph.ca.gov/programs/ohb/documents/chlorinereleasealerts.pdf>
- [http://agua-ecuador.blogspot.com/2012/04/consumo-de-agua-en-la-ciudad-de-quito.html#\\_methods=onPlusOne%2C\\_ready%2C\\_close%2C\\_open%2C\\_resizeMe%2C\\_renderstart%2Concircled%2Conauth%2Conload&id=I0\\_1374873697584&parent=http%3A%2F%2Fwww.blogger.com&pfname=%2Fnavbar-iframe&rpctoken=17715676](http://agua-ecuador.blogspot.com/2012/04/consumo-de-agua-en-la-ciudad-de-quito.html#_methods=onPlusOne%2C_ready%2C_close%2C_open%2C_resizeMe%2C_renderstart%2Concircled%2Conauth%2Conload&id=I0_1374873697584&parent=http%3A%2F%2Fwww.blogger.com&pfname=%2Fnavbar-iframe&rpctoken=17715676)
- [http://www.supertel.gob.ec/pdf/estadisticas/ESTADISTICAS%20DE%20POBLACION%20DEL%20ECUADOR%202013%20\(SUPERTEL\).pdf](http://www.supertel.gob.ec/pdf/estadisticas/ESTADISTICAS%20DE%20POBLACION%20DEL%20ECUADOR%202013%20(SUPERTEL).pdf)
- **Real decreto REAL DECRETO 379/2001** Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE-APQ-1, MIE-APQ-2, MIE-APQ-3, MIE-APQ-4, MIE-APQ-5, MIE-APQ-6 y MIE-APQ-7. BOE núm. 112 de 10 de mayo de 2001 BOE nº 112 10-05- 2001:  
<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/TextosLegales/RD/2001/379-01/PDFs/realdecreto3792001de6deabrilporelqueseapruebaelreglam.pdf>

## ANEXOS

### ANEXO 1: MSDS DE PRODUCTOS QUÍMICOS, GAS CLORO, SODA CÁUSTICA LÍQUIDA, CARBONATO DE SODIO.

Página 1 de 4

#### QUIMPAC ECUADOR S.A.

MSDS No: 031

Fecha de Revisión: 01-Abril-2012

#### HOJA DE SEGURIDAD DE MATERIALES

TELEFONOS DE EMERGENCIA	NIVEL DE RIESGO	
QUIMPAC ECUADOR S.A.: (593-4) 2893220	Salud:	4
09-9482-937	Inflamabilidad:	0
09-9500-081	Reactividad:	0

#### 1. IDENTIFICACION DEL MATERIAL

Nombre Comercial: Cloro Gas Licuado  
Nombre Químico: Cloro Gas  
Formula Química: Cl<sub>2</sub>  
Nombre de la Comercializadora: QUIMPAC ECUADOR S.A.  
Dirección de la Comercializadora: Km. 16.5 vía a Daule, Av. Rosavín y Cobre

#### 2. COMPOSICION / INFORMACION DE INGREDIENTES

Ingrediente(s) Peligroso(s)	% (p/p)	TLV(ppm)	CAS N°
Cloro	100	0,5	7782-50-5

#### 3. PROPIEDADES FISICAS

Apariencia y Color: Líquido color ámbar, gas amarillo verdoso  
Temperatura de Fusión: -100.9 °C  
Temperatura de Ebullición (760 mm Hg): -34.05 °C  
Presión de vapor (0°C): 2748 mm Hg  
Solubilidad en Agua (20°C): 7.3 g/l  
Densidad Líquido (16 °C): 1.421 g/cm<sup>3</sup>  
Densidad Gas (1.1°C): 3.20 Kg/m<sup>3</sup>  
Peso Molecular: 70.91

#### 4. FUEGO Y EXPLOSION

**Peligros por Fuego y explosión:** No es explosivo y no es inflamable. Sin embargo es comburente de ciertas sustancias, reacciona con compuestos orgánicos y puede causar ignición al contacto con materiales finamente divididos. Extremadamente peligroso en contacto con hidrogeno, acetileno, éter, amoniaco, hidrocarburos y metales en polvo.

**Medio para extinguir el fuego:** No utilice extintores de polvo químico seco, dióxido de carbono o compuestos halogenados. Es recomendable usar agua en forma pulverizada, cuando se trata de enfriar tanques expuestos al fuego.

**Nota para la brigada de emergencia:** Todos los Bomberos deben usar equipo de respiración autónomo y traje de PVC completo. Si es posible, mover los cilindros fuera del área de fuego. Enfríe los cilindros con una lluvia de agua hasta lograr control del incendio. Permanezca lejos de los tanques de almacenamiento.

Si el fuego es en la zona de almacenamiento: evacúe del área a las personas sin equipo de protección, aisle el área de riesgo, mantenga el sentido de ubicación con respecto a la dirección contraria del viento, enfríe los cilindros hasta mucho después de terminado el incendio.

#### 5. RIESGOS PARA LA SALUD

**Inhalación:** El cloro gaseoso es extremadamente irritante de la membrana mucosa del sistema respiratorio, produce náuseas, dolores de cabeza y bloqueo del sistema nervioso. En altas concentraciones la dificultad de respiración aumenta al punto de muerte por sofocación o neumonía química.

**Ingestión:** Cloro líquido vaporiza a gas por lo que no es posible ingerirlo.

**Contacto con la piel:** Cloro líquido en contacto con la piel provoca irritaciones y quemaduras locales.

**Contacto con los ojos:** Cloro líquido o gaseoso en altas concentraciones provoca visión borrosa y deformada, enrojecimiento, dolor y severa quemadura del tejido ocular. Causa ceguera.

**Exposición crónica:** Baja concentración de cloro gaseoso en el aire produce ligeros síntomas irritantes después de horas de exposición. Exámenes de personas expuestas en tales condiciones no muestran efectos crónicos.

## 6. PRIMEROS AUXILIOS

**Inhalación:** Lleve al accidentado a un lugar seguro con aire fresco. Si no respira, dé respiración artificial. Si la respiración es dificultosa, dé oxígeno. Abrigue al paciente. Si ocurre vómito, mantenga la cabeza y el tronco hacia abajo para prevenir la aspiración y mantener las vías respiratorias libres; si la persona está inconsciente, coloque la cabeza de lado. Llame al médico inmediatamente.

**Ingestión:** No aplicable.

**Ojos:** Lavarse con abundante agua por 15 minutos mínimo, levantando ocasionalmente el párpado inferior y superior hasta eliminar el remanente de cloro. Llame al médico inmediatamente.

**Piel:** Lavarla con mucho agua por 15 minutos, retirando las ropas contaminadas. Lave la piel con agua y jabón y nunca con neutralizantes químicos. No aplique ningún tipo de pomadas.

## 7. RIESGO AMBIENTAL

Al contacto con el agua, el cloro gas reacciona rápidamente formando ácido hipocloroso, elimina toda especie acuática presente, el radio de acción varía de acuerdo con la cantidad liberada.

Al liberarse en el aire el cloro gas se disuelve en la atmósfera, el tiempo de dispersión varía de acuerdo a la cantidad liberada.

## 8. ESTABILIDAD

**Estabilidad:** Estable en condiciones normales de uso y almacenamiento (presión atmosférica, temperatura ambiente, bajo sombra, humedad relativa máxima 80%, recipientes con cierre hermético).

**Productos de descomposición:** Ninguno.

**Incompatibilidad:** Húmedo es altamente corrosivo para la mayoría de los metales. Con algunos compuestos orgánicos puede ser explosivo.

**Condiciones a evitar:** Calor, Humedad, compuestos incompatibles, gases inflamables como el acetileno, metales finamente divididos y amoníaco.

## 9. PROCEDIMIENTO EN CASO DE DERRAMES

Nunca use agua sobre la fuga, evacúe la zona afectada en dirección contraria al viento, no tocar ni caminar sobre el material derramado, asegúrese de usar el equipo de protección adecuado antes de intentar detener una fuga, si es posible, voltee los contenedores que presenten fugas para que escapen los gases en lugar del líquido.

Utilice el Kit de Emergencia correspondiente. El cloro puede absorberse en soda o potasa cáustica, caliza, etc.

#### 10. MEDIDAS DE CONTROL DE HIGIENE INDUSTRIAL

**Ventilación:** Las áreas deben estar aisladas y con adecuada ventilación para mantenerse la concentración bajo 1 ppm.

**Protección respiratoria:** En condiciones de operación normal, utilice la mascarilla facial con cartucho para gases halógenos. Para casos emergentes, utilice el equipo de respiración autónomo.

**Protección de los ojos:** Cuando se trabaja con cloro debe usarse antiparras, gafas con protección lateral o máscara facial.

**Protección de las Manos:** Las personas que están en contacto con el cloro deberán usar guantes de goma o neopreno.

**Ropa protectora:** Use ropa protectora contra los productos químicos, la cual esté específicamente recomendada por el fabricante.

#### 11. MANEJO Y ALMACENAMIENTO

**Manejo:** Los recipientes se deberán utilizar en el orden en que llegan, una vez se termine de utilizarlos se deben cerrar las válvulas, colocar los respectivos tapones y tapas protectoras, a fin de proteger las válvulas. Los cambios de recipientes deben realizarse utilizando los respiradores media cara u otro equipo de protección personal aprobado. Nunca se deberá aplicar calor directo al recipiente, ni colocarlo en un baño de agua para incrementar la rata de descarga.

**Almacenamiento:** Los recipientes, estén llenos o vacíos deberán mantenerse siempre asegurados, con la cubierta protectora de válvulas, en lugares limpios, bien ventilados y protegidos contra incendios; no deberán almacenarse cerca de ascensores o sistemas de ventilación, ni de sustancias inflamables, combustibles y otros envases de gases comprimidos.

Al área de almacenamiento se debe restringir el acceso, por parte de personal no autorizado.

#### 12. INFORMACIÓN SOBRE TOXICIDAD

Se estima que entre 1 y 3 ppm se produce la ligera irritación de las mucosas del aparato respiratorio, entre 5 y 15 ppm la molestia se torna más fuerte siendo relativamente tolerable, a 30 ppm puede producir tos fuerte, dolor en el pecho y desfallecimiento.

La exposición directa a altas concentraciones resultan en una sintomatología más severa que incluye una irritación severa de los pulmones, irritación de la vista y de la piel, la muerte puede sobrevenir rápidamente.

#### 13. INFORMACION SOBRE TRANSPORTE

Descripción DOT : Cloro  
Clase Peligro DOT : 2.3, Gas no inflamable / veneno B  
UN serie #/IMDG Pag.: 1017/2020

#### 14. INFORMACION SOBRE REGULACIONES

Regulaciones Nacionales: NTE INEN 2266:2000

Ordenanzas Municipales

Régimen Nacional para la Gestión de Productos Químicos Peligrosos

#### **15. INFORMACION SOBRE ELIMINACION O DISPOSICION**

La información se encuentra descrita en el marco legal mencionado.

#### **16. OTRA INFORMACION**

La información presentada aquí es exacta y confiable. El uso de esta información y las condiciones de uso del producto es responsabilidad del Cliente. No aceptamos responsabilidad legal por cualquier pérdida o daño ocasionado al cliente.

Sin embargo nuestro personal técnico estará complacido en responder preguntas relacionadas con los procedimientos de manejo y uso seguro.

Elaborado Por:

**Dpto. Seguridad Industrial y Medio Ambiente**  
**QUIMPAC ECUADOR S.A.**  
Celular: 099482937 - 593-4-2162660 Ext. 175  
E-mail: [jsanchez@proquimsaec.com](mailto:jsanchez@proquimsaec.com)  
**INFORMACIÓN COMERCIAL: 091924341 - 593-4-2162660 ext. 103**

**QUIMPAC ECUADOR S.A.**

MSDS No: 032

Fecha de Revisión: 22-Abril-2013

**HOJA DE SEGURIDAD DE MATERIALES**

TELEFONOS DE EMERGENCIA	NIVEL DE RIESGO	
QUIMPAC ECUADOR S.A.: (593-4) 2162660-216220 Ext. 330 099-9482-937 099-9500-081	Salud:	3
	Inflamabilidad:	0
	Reactividad:	1

**1. IDENTIFICACION DEL MATERIAL**

**Nombre Comercial:** Soda Cáustica Líquida  
**Nombre Químico:** Hidróxido de Sodio  
**Formula Química:** NaOH  
**Nombre de la Comercializadora:** QUIMPAC ECUADOR S.A.  
**Dirección de la Comercializadora:** Km. 16.5 vía a Daule, Av. Rosavín y Cobre

**2. COMPOSICION / INFORMACION DE INGREDIENTES**

Ingrediente(s) Peligroso(s)	% (p/p)	TLV(ppm)	CAS N°
Hidróxido de Sodio	32	2 mg/m <sup>3</sup>	1310-73-2

**3. PROPIEDADES FISICAS**

**Apariencia:** Líquido incoloro  
**Temperatura de ebullición (1 bar):** 145 °C  
**Temperatura de congelamiento (1 bar):** 14 °C  
**Gravedad específica 20°C:** 1.35  
**Peso molecular:** 39.997 g/mol

**4. RIESGOS DE FUEGO**

**Incendio y Explosión:** No es combustible ni inflamable; Pero si el producto entra en contacto directo con agua puede generar suficiente calor y encender materiales combustibles.

Para evitar reacciones exotérmicas este producto debe ser adicionado lentamente al agua o ácidos con dilución o agitación. En contacto con algunos metales puede generar hidrógeno gaseoso inflamable y explosivo

**Medio para extinguir el fuego:** Para controlar los incendios grandes y pequeños en los alrededores se debe usar polvo químico seco, CO<sub>2</sub>, rocío de agua o espuma química y proceder al aislamiento y enfriamiento, evitando el contacto directo de la soda con el agua ya que puede causar violentas reacciones exotérmicas.

Hacer un dique de contención para el agua que controla el fuego para su tratamiento y desecho posterior, estas fugas de agua son corrosivas y causan contaminación.

**Nota para la brigada de emergencia:** Utilice equipo de respiración autónomo a presión positiva y equipo de protección completo.

**5. RIESGOS PARA LA SALUD**

**Inhalación:** La inhalación de polvo o neblina concentrada puede causar daño al sistema respiratorio superior y al tejido pulmonar, lo cual puede producir desde una irritación a las vías respiratorias superiores hasta una neumonía química, dependiendo de la



severidad de la exposición. Los efectos de contacto o inhalación se pueden presentar en forma retardada.

**Ingestión:** En caso que este producto sea ingerido (tragado), produce quemaduras severas, perforación de mucosas de la boca, garganta, esófago y estómago, incluso la muerte.

**Contacto con los Ojos:** Es un severo peligro para los ojos. Puede producir conjuntivitis. Destruye los tejidos por contacto causando serias quemaduras que resultan en daño a los ojos incluso ceguera.

**Contacto con la piel:** Líquido irritante y corrosivo. Ocasiona pérdida del cabello. El contacto con la soda destruye los tejidos y produce severas quemaduras en la piel. Independientemente de la concentración, la severidad e irreversibilidad del daño va en aumento en relación directa al tiempo de contacto.

**Efectos Agudos:** Fuertemente corrosiva a todos los tejidos del cuerpo con el que entre el contacto. El efecto local en la piel puede consistir en áreas múltiples de destrucción superficial hasta profundas ulceraciones de la piel, tejidos del sistema respiratorios y / o digestivos.

**Efectos Crónicos:** Los efectos crónicos en una exposición local puede consistir en múltiples áreas de destrucción superficial de la piel o de algunas dermatitis primarias irritantes. Asimismo la exposición a polvo o niebla puede resultar en varios grados de irritación o daño al tracto respiratorio y un aumento en la susceptibilidad a enfermedades respiratorias. Estos efectos crónicos ocurren solo cuando se exceden los límites máximos permisibles.

## 6. PRIMEROS AUXILIOS

**Inhalación:** Usando protección respiratoria adecuada, se saca inmediatamente a la víctima del ambiente de exposición a un lugar con aire limpio y fresco, si se dificulta la respiración administre oxígeno. En caso de interrupción de la respiración, se aplica respiración artificial. Se le presta atención médica inmediata.

**Ingestión:** Si se ingiere. No induzca el vómito. Si la persona está consciente dé grandes cantidades de agua o de ser posible proporciónese algunos vasos de leche. Si existe vómito en forma espontánea mantenga las vías respiratorias libres y despejadas. Mantenga a la persona en descanso y con temperatura corporal normal. Solicite ayuda médica inmediata.

**Contacto con los ojos:** Lave inmediatamente los ojos con agua en abundancia durante mínimo 15 minutos manteniendo los párpados separados para asegurar un lavado de la superficie completa del ojo. El lavado de los ojos durante los primeros segundos es esencial para asegurar una efectividad máxima como primer auxilio pero no olvide acudir inmediatamente al médico.

**Contacto con la piel:** Lave inmediatamente con gran cantidad de agua. Quite la ropa contaminada incluyendo zapatos. Lave bien la ropa antes de usar y deséchela cuando no pueda ser descontaminada. Solicite atención médica inmediata.

## 7. RIESGOS AMBIENTALES

Esta sustancia puede ser peligrosa para el ambiente; debería prestarse atención especial a los organismos acuáticos.

## 8. ESTABILIDAD

**Estabilidad:** Estable en condiciones normales de uso y almacenamiento.

**Condiciones que deben evitarse:** Absorbe agua y dióxido de carbono del aire. Se deben mantener los recipientes cerrados y sellados.

**Incompatibilidad:** Reacciona violentamente con ácidos y varios compuestos orgánicos. Evitar el contacto con pieles, compuestos orgánicos, halogenados, ácidos y lanas, con aluminio, estaño, zinc, bronce, latón y las aleaciones de estos materiales. La dilución con agua genera gran desprendimiento de calor.

### 9. PROCEDIMIENTO EN CASO DE DERRAMES

Toda zona o área de derrame ya sea por fuga en líneas, estanques, carros tanques debe ser considerada área de emergencia. Aísle el área del derrame o fuga inmediatamente a por lo menos 25 a 50 metros a la redonda. Detenga la fuga, en caso de poder hacerlo sin riesgo.

Recoja el producto en tambores vacíos y limpios (no olvide de marcarlos). Luego neutralice el material remanente con cualquier ácido inorgánico diluido tal como ácido clorhídrico, sulfúrico, nítrico, fosfórico o acético a un 10%.

El área afectada debe ser lavada con abundante cantidad de agua y posteriormente cubierta con bicarbonato de sodio. Nunca aplique agua directamente al derrame de soda cáustica. Prevenga la entrada hacia vías navegables, alcantarillas, sótanos o áreas confinadas mediante la construcción de diques hechos con arena, tierra seca u otro material absorbente no combustible. Todo este material de absorción contaminado se destinará a relleno sanitario. Mantenga alejado al personal no autorizado. Ventile las áreas encerradas.

No tocar el material derramado, a menos que esté usando la ropa protectora adecuada. Todas las herramientas y equipos usados deben ser descontaminados y guardados limpios para uso posterior.

### 10. MEDIDAS DE CONTROL DE HIGIENE INDUSTRIAL

**Ventilación:** Una buena ventilación general es suficiente para la mayoría de los casos. Se debe controlar la concentración de la neblina, que pueda producirse durante su manejo por debajo del valor límite.

**Protección Respiratoria:** En atmósferas donde se presente neblina o vapores, se debe utilizar el equipo de respiración adecuado para polvos y vapores alcalinos con filtro.

**Protección De La Piel:** Se debe utilizar ropa impermeable a los álcalis. Depende de las operaciones que se realicen la selección de los ítems específicos como: guantes, pantalones, delantales o trajes completos. La ropa contaminada debe ser lavada inmediatamente. Duchas de seguridad se deberán localizar en las áreas de trabajo y deben ser probadas de manera frecuente.

**Protección De Los Ojos:** Use monogafa química. Es aconsejable el uso careta facial que proteja todo el rostro, ello no elimina el uso de la monogafa química. Lavadores de ojo se deberán instalar en las áreas y deberán ser probados de manera regular.

### 11. MANEJO Y ALMACENAMIENTO

**ALMACENAMIENTO:** Almacene y manipule de acuerdo con todas las normas y estándares actuales. Mantenga el contenedor cerrado con seguridad y etiquetado correctamente. No debe almacenarse en un contenedor de aluminio ni utilizar accesorios ni líneas de transferencia de aluminio, ya que se puede generar hidrógeno inflamable. Mantener separado de sustancias incompatibles.

**MANIPULACIÓN:** Evite respirar el vapor o la niebla. No permita que entre en contacto con los ojos, la piel o la indumentaria. Lávese minuciosamente después de manipular. Al mezclar, agregue el agua lentamente para reducir el calor generado y las salpicaduras.

**12. INFORMACIÓN SOBRE TOXICIDAD**

Hidróxido de sodio: 1.350 mg/kg LD50 dérmica conejo  
220 mg/kg (50% solución) Oral-Rata LD50.

La gravedad del daño al tejido depende de la concentración del producto, la prolongación del contacto con el tejido y el estado del tejido local. Después de la exposición puede pasar un tiempo antes de que aparezca la irritación u otros efectos. Este material es un fuerte irritante y es corrosivo para la piel, ojos y membranas mucosas. Este material puede provocar quemaduras graves y daño permanente al tejido con el cual entre en contacto. Su inhalación puede producir irritación grave y posibles quemaduras junto con edema pulmonar que puede producir neumonitis. El contacto de los ojos con este material puede producir irritación grave, corrosión con posible daño a la córnea y ceguera. Su ingestión puede producir irritación, corrosión/ulceración, náuseas y vómitos. En general, los efectos crónicos se deben a irritación a largo plazo.

**13. INFORMACION SOBRE TRANSPORTE**

Descripción DOT : Soda Cáustica Líquida  
Clase Peligro DOT : Clase 8 Materiales Corrosivos  
UN serie # : 1824  
IMGD Página : 8186

**14. INFORMACION SOBRE REGULACIONES**

Regulaciones Nacionales: NTE INEN 2266:2000  
Ordenanzas Municipales  
Régimen Nacional para la Gestión de Productos Químicos Peligrosos

**15. INFORMACION SOBRE ELIMINACION O DISPOSICION**

La información se encuentra descrita en el marco legal mencionado.

**16. OTRA INFORMACION**

La información presentada aquí es exacta y confiable. El uso de esta información y las condiciones de uso del producto es responsabilidad del Cliente. No aceptamos responsabilidad legal por cualquier pérdida o daño ocasionado al cliente. Sin embargo nuestro personal técnico estará complacido en responder preguntas relacionadas con los procedimientos de manejo y uso seguro.

Elaborado Por:

Dpto. Seguridad Industrial y Medio Ambiente  
QUIMPAC ECUADOR S.A.  
Celular: 0999482937 - 593-4-2162660 Ext. 330  
E-mail: seguridad\_industrial@quimpac.com.ec  
INFORMACIÓN COMERCIAL: 099-9500-081 – (593-4)-2162660 ext. 103

# QUIMPAC ECUADOR S.A.

MSDS No: 22  
Fecha de Revisión: 22-Abril-2013

## HOJA DE SEGURIDAD DE MATERIALES

TELEFONOS DE EMERGENCIA	NIVEL DE RIESGO	
QUIMPAC ECUADOR S.A.: (593-4) 2162660-2162220 Ext. 330 099-9482-937 099-9500-081	Salud:	2
	Inflamabilidad:	0
	Reactividad:	0

### 1. IDENTIFICACION DEL MATERIAL

**Nombre Comercial:** Carbonato de sodio (Soda ash)  
**Nombre Químico:** Carbonato de sodio  
**Familia química:** Sal inorgánica  
**Formula Química:**  $\text{CO}_3\text{Na}_2$   
**Nombre de la Comercializadora:** QUIMPAC ECUADOR S.A.  
**Dirección de la Comercializadora:** Km. 16.5 vía a Daule, Av. Rosavín y Cobre

### 2. COMPOSICION / INFORMACION DE INGREDIENTES

Ingrediente(s) Peligroso(s)	% (p/p)	CAS N°
Carbonato de sodio	98	497-19-8

### 3. PROPIEDADES FISICAS

<b>Apariencia y Color:</b>	Polvo granulado blanco
<b>Olor:</b>	Ligeramente picante
<b>Gravedad específica</b>	2.53
<b>Solubilidad en agua, 100°C</b>	45.5%
<b>pH Sol. al 43% 25°C</b>	11.17
<b>Punto de fusión °C</b>	851°

### 4. RIESGOS DE FUEGO

**Peligros por Fuego y explosión:** No se lo considera peligroso bajo condiciones de fuego. No es inflamable ni explosivo, pero puede explotar cuando se le aplica aluminio demasiado caliente.

**Medio para extinguir el fuego:** Para controlar los incendios grandes y pequeños se debe usar polvo químico seco,  $\text{CO}_2$ , rocío de agua o espuma química. Use equipo de respiración autónoma y ropa protectora para combatir el fuego.

### 5. RIESGOS PARA LA SALUD

**Inhalación:** La inhalación de polvo o niebla puede causar daño al sistema respiratorio superior y al tejido pulmonar, lo cual puede producir desde una irritación a las vías respiratorias superiores hasta una neumonía química, dependiendo de la severidad de la exposición. Los efectos de contacto o inhalación se pueden presentar en forma retardada.

**Ingestión:** Es ligeramente tóxico, pero en grandes dosis puede ser corrosivo al tracto gastrointestinal donde los síntomas incluyen dolor abdominal, vómito, diarrea, colapso y muerte.

**Contacto con la piel:** Irritante y corrosivo. Excesivo contacto puede causar irritación con formación de ampollas y enrojecimiento. El contacto con soluciones de carbonato destruye los tejidos y produce severas quemaduras en la piel. Independiente de las concentraciones y exposición de la piel humana, la severidad y irreversibilidad del daño va en aumento en relación directa al tiempo de contacto.

**Contacto con los ojos:** En contacto con los ojos puede ser corrosivo y producir edemas, conjuntivitis y destrucción de la córnea. Destruye los tejidos por contacto causando serias quemaduras que resultan en daño a los ojos incluso ceguera. El riesgo aumenta si se maneja en áreas cerradas.

**Exposición crónica:** Los efectos crónicos en una exposición local puede consistir en múltiples áreas de destrucción superficial de la piel o de algunas dermatitis primarias irritantes. Asimismo la exposición a polvo o niebla puede resultar en varios grados de irritación o daño al tracto respiratorio y un aumento en la susceptibilidad a enfermedades respiratorias. Estos efectos crónicos ocurren solo cuando se exceden los límites máximos permisibles.

## 6. PRIMEROS AUXILIOS

**Inhalación:** Usando protección respiratoria adecuada, se saca inmediatamente a la víctima del ambiente de exposición a un lugar con aire limpio y fresco, si se dificulta la respiración administre oxígeno. En caso de interrupción de la respiración, se aplica respiración artificial. Se le presta atención médica inmediata.

**Ingestión:** Si se ingiere. No induzca el vómito.

Si la persona está consciente dé grandes cantidades de agua o de ser posible proporcione algunos vasos de leche.

Si existe vómito en forma espontánea mantenga las vías respiratorias libres y despejadas.

Mantenga a la persona en descanso y con temperatura corporal normal. Solicite ayuda médica inmediata.

**Contacto con los ojos:** Lave inmediatamente los ojos con agua en abundancia durante mínimo 15 minutos manteniendo los párpados separados para asegurar un lavado de la superficie completa del ojo. El lavado de los ojos durante los primeros segundos es esencial para asegurar una efectividad máxima como primer auxilio pero no olvide acudir inmediatamente al médico.

**Contacto con la piel:** Lave inmediatamente con gran cantidad de agua y jabón. Quite la ropa contaminada incluyendo zapatos. Lave bien la ropa antes de reusar y deséchela cuando no pueda ser descontaminada. Solicite atención médica inmediata.

## 7. RIESGO AMBIENTAL

No se espera que este producto represente peligro para las especies tanto terrestres como acuáticas.

## 8. ESTABILIDAD

**Estabilidad:** Estable en condiciones normales.

**Productos de descomposición:** Óxidos de carbono y Óxidos de sodio.

**Incompatibilidad:** Flúor, Aluminio, Pentóxido de Fósforo, Acido Sulfúrico, Zinc, Litio, Hidróxido de Calcio, 2, 4, 6 trinitrotolueno, Humedad. Reacciona violentamente con ácidos formando Dióxido de carbono.

**Condiciones a evitar:** Humedad, Calor excesivo, productos incompatibles.

## 9. PROCEDIMIENTO EN CASO DE DERRAMES

Recoger el producto en tambores vacíos y limpios (no olvide de marcarlos). Luego neutralice el material remanente con cualquier ácido inorgánico diluido. El área afectada debe ser lavada con abundante cantidad de agua.

Prevenga la entrada hacia vías navegables, alcantarillas, sótanos o áreas confinadas mediante la construcción de diques hechos con arena, tierra seca u otro material absorbente no combustible. Todo este material de absorción contaminado se destinará a relleno sanitario. Mantenga alejado al personal no autorizado. No tocar el material derramado, a menos que esté usando la ropa protectora adecuada. Todas las herramientas y equipos usados deben ser descontaminados y guardados limpios para uso posterior.

## 10. MEDIDAS DE CONTROL E HIGIENE INDUSTRIAL

**Ventilación:** Debe contarse con ventilación que minimice la acumulación de polvos.

**Protección respiratoria:** Úsese mascarillas con filtros si se generan polvos o nieblas. En casos de emergencia debe usarse equipos de respiración autónoma con presión positiva.

**Protección de la Piel:** Debe usarse guantes, para su manipulación y ropas con mangas largas para evitar el contacto con la piel.

**Protección de lo ojos:** Deben protegerse usando gafas de seguridad.

## 11. MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Proteja contra los daños físicos. Almacene en un lugar fresco, bien ventilado fuera de los materiales incompatibles. Proteja el material de la luz directa del sol.

Instale avisos de precaución donde se informe los riesgos y la obligación de usar los equipos de protección personal.

## 12. INFORMACION SOBRE TOXICIDAD

No se esperan afecciones tóxicas graves al manipular este producto, debe cuidarse la inhalación o ingestión del mismo ya que causaría irritación leve de las mucosas.

## 13. INFORMACION SOBRE TRANSPORTE

Descripción DOT : No regulado

Clase Peligro DOT : No regulado

UN serie # : No regulado

Ver Tarjeta de Emergencia.

## 14. INFORMACION SOBRE REGULACIONES

Regulaciones Nacionales: NTE INEN 2266:2000

Ordenanzas Municipales

Régimen Nacional para la Gestión de Productos Químicos Peligrosos

## 15. INFORMACION SOBRE ELIMINACION O DISPOSICION

La información se encuentra descrita en el marco legal mencionado.

## **16. OTRA INFORMACION**

La información presentada aquí es exacta y confiable. El uso de esta información y las condiciones de uso del producto es responsabilidad del Cliente. No aceptamos responsabilidad legal por cualquier pérdida o daño ocasionado al cliente.

Sin embargo nuestro personal técnico estará complacido en responder preguntas relacionadas con los procedimientos de manejo y uso seguro.

Elaborado Por:

**Dpto. Seguridad Industrial y Medio Ambiente**

**QUIMPAC ECUADOR S.A.**

**Celular: 0999482937 - 593-4-2162660 Ext. 330**

**E-mail: seguridad\_industrial@quimpac.com.ec**

**INFORMACIÓN COMERCIAL: 099-9500-081 – (593-4)-2162660 ext. 103**

## ANEXO 2: ENVASES PARA GAS CLORO.

### *DOT 106A500*

Carbon steel DOT Class 106A forge-welded multi-unit tank car tanks or “ton tanks” for chlorine or other aggressive gases, such as anhydrous ammonia and sulfur dioxide.

Columbiana DOT-106A containers have the exclusive safety-engineered feature of “inverted heads”—if a container is accidentally over-pressurized, the heads will reverse (become convex), providing an immediate visual indication of over-pressurization. The reversed heads also create additional capacity to reduce the pressure and provide valuable time for corrective action.



### *DOT 110A Series*

DOT Class 110A fusion-welded multi-unit tank car tanks or “ton tanks” for compressed gases such as refrigerant gases and fire-extinguishing gases, and or PIH materials such as hydrazine and nitrogen tetroxide.

Standard test pressure of 500, 800, 1000 and 2000 psi (35, 55, 70 and 140 bar in metric models). Standard capacities of 193 or 212 US water gallons (732 or 803 liters) and custom capacities up to 250 US water gallons (946 liters). Gas-tight bonnets over the service valves are available. US CAA to the IMDG Code for international acceptance.



### *Training End*

Fire departments and other hazardous materials teams can now practice “hands on” emergency procedures using the Chlorine Institute’s Emergency Kit “B” on this Training End.

Columbiana Boiler, LLC Training End is an actual full size end of the Standard DOT 106A500X chlorine ton container, mounted on a support base. This allows hazardous materials crews to easily practice applying the component parts of the Emergency Kit “B”.







## ANEXO 4: LAVADOR DE GASES SIEMENS.

### RJ-2000® Emergency Chlorine Scrubber

Siemens Water Technologies offers a full range of emergency scrubbers for protection against accidental leaks of toxic gases such as chlorine, ammonia and sulfur dioxide.

#### RJ-2000® Emergency Scrubber

The patented RJ-2000® is the world's most popular emergency scrubber system. The patented process is designed to contain and neutralize chlorine vapors in response to a gas leak or catastrophic cylinder failure.

The RJ-2000® scrubber uses a unique horizontal flow path, with a proprietary caustic distribution network, to absorb better than 99.996% of the chlorine gas entering the scrubber, in a very compact footprint and low profile.

The RJ-2000® is the only emergency scrubber to have been tested by an independent, certified laboratory in a full 1-ton chlorine gas release. During this test, a catastrophic accident was simulated with chlorine release rates of 100 lb/min. The scrubber saw inlet chlorine concentrations in excess of 500,000 ppm, and outlet concentrations less than 1 ppm, safely below the 5 ppm UFC limit.

#### How it Works

When a leak occurs, the pump and fan start automatically. The fan provides sufficient vacuum to contain the chlorine gas and deliver it to the scrubber. The pump circulates concentrated caustic solution over the scrubber packing to absorb virtually all of the chlorine gas.

The entire system is factory assembled and tested, for easy, "plug & play" installation.

The RJ-2000® scrubbers are also available to neutralize 2-tons or 3-tons of chlorine gas. Larger bulk systems can be provided for up to 100-tons of chlorine.

#### Standard Features

- Patented system
- Proven in independent testing under a catastrophic 1-ton chlorine gas release.
- Compact, low profile enables indoor installations
- Factory assembled for "plug & play" installation
- FRP Construction for optimum strength and corrosion resistance
- Siemens Service and Support.

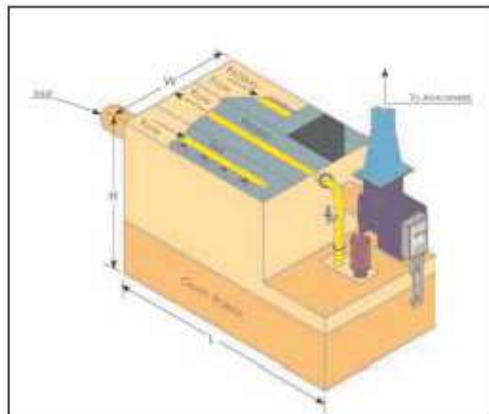


### RJ-2000® Design Information

Design Capacity (tons)	Airflow Rate*	Caustic Volume	Dimensions LxWxH	Shipping Wt	Operating Wt	Pump Motor
	cfm m <sup>3</sup> /h	galions liters	ft mm	lbs kg	lbs kg	HP kW
1	3,000	2,100	13.0 x 7.0 x 8.50	7,500	29,000	28
	5100	7950	3965 x 2135 x 2440	3400	13155	21
2	3,000	3,900	13.0 x 7.0 x 11.5	10,000	50,000	28
	5100	14800	3965 x 2135 x 3505	4535	22680	21
3	3,000	5,900	13.0 x 9.0 x 12.25	14,000	74,000	28
	5100	22350	3965 x 2745 x 3735	6350	33566	21

\* Standard designs for 1500, 4000 and 5000 cfm also available.

### Isometric Drawing



Siemens  
Water Technologies  
12316 World Trade Drive, Suite 100  
San Diego, California 92128  
Phone: 858-487-2200  
E-Mail: odorcontrol.water@siemens.com

© 2008 Siemens Water Technologies Corp.  
05-RJ2000a-05-0408  
Subject to change without prior notice.

The United States and Trademark Office has recognized the novelty of the design of the RJ 2000 with the award of two patents (U.S. Patent No. 5,518,696).

RJ 2000 is a trademark of Siemens its subsidiaries or affiliates.

The information provided in this literature contains merely general descriptions or characteristics of performance which in actual case of use do not always apply as described or which may change as a result of further development of the products. An obligation to provide the respective characteristics shall only exist if expressly agreed in the terms of the contract.

[www.siemens.com/water](http://www.siemens.com/water)

## ANEXO 5: DETECTORES PARA GAS CLORO.



### Series GA-170 Gas Alarm

The Series GA-170 Gas Alarm system provides a reliable and simple solution for gas detection applications. The GA-170 Gas Alarm incorporates a simple modular design that can integrate a variety of gas sensor types with up to four sensors per alarm module. The digital alarm module is controlled through a user-friendly interface consisting of push-buttons and a two line, sixteen character, alpha-numeric, backlit LCD Display. The digital alarm module is housed in a NEMA-4X enclosure, and includes visual and audible alarms. The electrochemical gas sensor(s) are housed in weatherproof enclosures, and can be located up to 1000 feet away from the alarm module. The alarm module includes common contact relays and adjustable alarm contact relays for each sensor. All sensor contact relays are user adjustable and High Alarms can be set as latching or non-latching and failsafe or non-failsafe. Battery Back-Up is available as an option.



#### Configuration

Sensor configuration mode is entered using a password and then adjusted using push buttons. Latching and Failsafe alarm options are also password adjustable.

#### Operation

Simple menu driven, push-button controlled programming is performed on the alarm module. Alarm outputs are provided to activate external devices. A front panel push button function is used to acknowledge/deactivate latching alarms. A contact input is provided for remote acknowledge of latching alarms. Front Panel display and LED's provide continuous and clear operation status.

#### Maintenance

Gas sensors can be replaced and/or recalibrated through the push-button menu. Sensor types can be easily changed.

#### Calibration

Contact Hydro Instruments for calibration gas and sensor testing devices.

#### Highlights:

- Up to 4 Sensors
- User-friendly key pad interface for easy calibration and operation
- Available for  $Cl_2$ ,  $SO_2$ ,  $NH_3$ ,  $H_2S$ ,  $O_3$ ,  $ClO_2$ ,  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $NO$ ,  $NO_2$ ,  $HCl$
- Includes six alarm relays
- Backlit Liquid Crystal Display (LCD) for easy reading. 2 line, 16 spaces
- Built-In 90 dB audible Alarm and Danger/Alarm LEDs
- Optional Battery Back-Up
- RS232 Output Option
- 4-20 mA Output Option
- Remote Acknowledge
- Password Protection



BULLETIN GA-170 Rev. 6/10

600 Emlen Way, Telford, PA 18969 • Telephone: (215) 799-0980 • Fax: (215) 799-0984  
Toll Free in the U.S.: 1 (888) 38-HYDRO • [www.hydroinstruments.com](http://www.hydroinstruments.com) • [sales@hydroinstruments.com](mailto:sales@hydroinstruments.com)

### Digital Alarm Module:

<b>NEMA 4X Enclosure</b>	8" x 6" x 4"
<b>Temperature Range</b>	0°-50°C / 30°-122°F
<b>Total Weight</b>	7 lbs
<b>Weight with Battery</b>	9 lbs
<b>Relays:</b>	
Common AC Power Loss	5A SPDT
Common Sensor Failure	5A SPDT
<b>Each Channel</b>	
Low Alarm (Danger)	5A SPDT
High Alarm (Alarm)	5A DPDT
<b>Audible Alarm</b>	90dB
<b>Power Requirement</b>	120 V/240 V, 50/60 Hz
<b>Power Consumption</b>	20 W max.
<b>Battery Back-Up (optional)</b>	12 hours, 2.9 A•Hr, 12 VDC gel cell
<b>External Acknowledge</b>	Input Contact
<b>Signal Output (optional)</b>	RS232, 4-20 mA
<b>Remote Acknowledge</b>	Input Contact
<b>Warranty</b>	1 year limited

**Note:** Single and Dual sensor units will have a Low Alarm and High Alarm relay per sensor. Three and Four sensor units will only have a High Alarm relay per sensor.

### Standard Gas Sensors:

Ammonia (NH <sub>3</sub> ):	0-100 PPM
Chlorine (Cl <sub>2</sub> ):	0-10 PPM
Chlorine Dioxide (ClO <sub>2</sub> ):	0-10 PPM*
Ozone (O <sub>3</sub> ):	0-10 PPM*
Sulfur Dioxide (SO <sub>2</sub> ):	0-30 PPM
Hydrogen (H <sub>2</sub> ):	0-200 PPM
Hydrogen Sulfide (H <sub>2</sub> S):	0-100 PPM
Nitric Oxide (NO):	0-100 PPM*
Nitrogen Dioxide (NO <sub>2</sub> ):	0-100 PPM
Oxygen (O <sub>2</sub> ):	0-25%
Hydrogen Chloride (HCl):	0-10 PPM

*Note: Other ranges are available. Consult the factory.*

### Sensor:

<b>Cable Type:</b>	22 AWG shielded
<b>Cable Length:</b>	25 ft. std. (longer available)
<b>Sensor Type:</b>	Electrochemical

Includes shipping cap and calibration ports.

## Series GA-170 Gas Alarm Ordering Information

### Model GA-170 - A - B - C - D - E - F - G - H

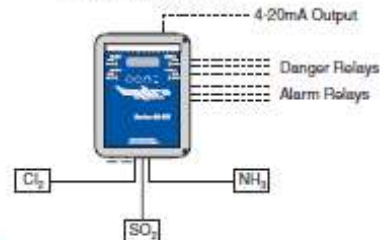
- A. Sensor 1 Gas Type:**
  - 1 - Chlorine (0-10 PPM)
  - 2 - Sulfur Dioxide (0-30 PPM)
  - 3 - Ammonia (0-100 PPM)
  - 4 - Other (consult factory)
- B. Sensor 2 Gas Type:**
  - 1 - Chlorine (0-10 PPM)
  - 2 - Sulfur Dioxide (0-30 PPM)
  - 3 - Ammonia (0-100 PPM)
  - 4 - Other (consult factory)
  - 5 - None
- C. Sensor 3 Gas Type:**
  - 1 - Chlorine (0-10 PPM)
  - 2 - Sulfur Dioxide (0-30 PPM)
  - 3 - Ammonia (0-100 PPM)
  - 4 - Other (consult factory)
  - 5 - None
- D. Sensor 4 Gas Type:**
  - 1 - Chlorine (0-10 PPM)
  - 2 - Sulfur Dioxide (0-30 PPM)
  - 3 - Ammonia (0-100 PPM)
  - 4 - Other (consult factory)
  - 5 - None
- E. Power Requirements:**
  - 1 - 120 VAC, 60 Hz
  - 2 - 240 VAC, 50 Hz
- F. Battery Back-Up:**
  - 1 - Not Included
  - 2 - Included
- G. Sensor Cable Length:**
  - 1 - 25 ft. (8 m) standard per sensor
  - 2 - Additional length
- H. Output:**
  - 1 - None
  - 2 - 4-20 mA

### Examples:

GA-170-2-5-5-5-1-1-1-1



GA-170-1-2-3-5-1-1-1-2



**hydro** INSTRUMENTS

600 Emlen Way, Telford, PA 18969  
Telephone: (215) 799-0980 • Fax: (215) 799-0984

Toll Free in the U.S.: 1 (888) 38-HYDRO

www.hydroinstruments.com • sales@hydroinstruments.com

BULLETIN GA-170 Rev. 6/10





## Chlorine Span Gas Calibration Kit

This article gives an overview of the procedure to calibrate both the Hydro Instruments GA-170 and GA-171 Gas Alarm using Chlorine span gas.

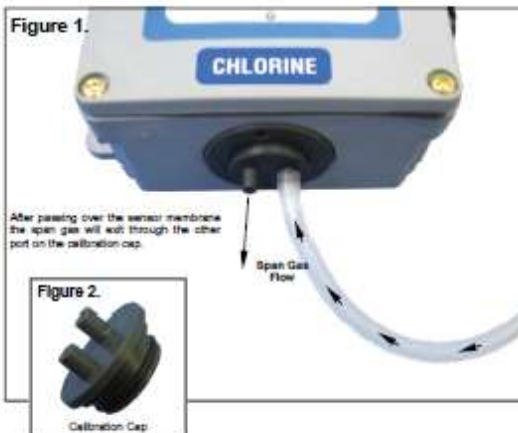
### Required Equipment

- Span gas calibration kit with a concentration of between 25% and 75% of the sensors full scale. (If your sensor is 0-10 PPM you would use 2.5 PPM to 7.5 PPM span gas.)
- Regulating device to meter the span gas flow at a controlled rate of 500 cc/min.



### Procedure

1. Enter setup and select the corresponding sensor channel.
2. Zero Calibrate the sensor in ambient air. Press the  $\oplus$  or  $\ominus$  until the display reads 0 PPM. When finished move to the span calibration.
3. Install the calibration cap (Figure 2) as shown in Figure 1.
4. Turn on the span gas regulator to a flow of 500 cc/min. and allow one to two minutes for the reading on the gas alarm to stabilize.
5. With the reading stable and the span gas still flowing across the sensor, adjust the reading using the  $\oplus$  and  $\ominus$  buttons until the correct value is displayed. (Example: For a span gas of 5 PPM the reading may stabilize at 4.8 PPM. You would then press the  $\oplus$  button repeatedly until the display indicates 5 PPM.)



*Note: The sensor is shipped with the calibration cap already installed. After calibration the calibration cap should be removed for normal use. Do not dispose of the calibration cap as it will have to be reinstalled and used for any further sensor calibrations. (See Figure 2.)*

### Ordering Information

Product Number	Description
GA-CK-CL2-05	Calibration Kit - 5 PPM Chlorine Gas with Regulator
GA-CRS-CL2-10	Replacement Sensor - 0-10 PPM Chlorine

Hydro Instruments  
600 Emlen Way  
Telford, PA 18969

Phone: 215.799.0980 Fax: 215.799.0984

Email: sales@hydroinstruments.com  
Web Address: www.hydroinstruments.com

Specifications subject to change without notice. ©2010 Hydro Instruments

Water Technologies

## Wallace and Tiernan® Analytical Instrumentation

Acutec™ 35  
Gas Detection System

# SIEMENS

The Acutec™ 35 system utilizes the latest on-line gas monitoring technology to provide a flexible and reliable, self-testing detection system in a compact modular design. With sensors to detect the presence of chlorine, ammonia, or sulfur dioxide gases in ambient air, the Acutec™ 35 system is ideal for detecting leaks from storage containers, process piping, or gas feed equipment in any type of water, wastewater, or industrial plant environment.

### The Best Gas Detection System Under the Sun

The Acutec™ 35 system's modular design allows for a wide range of configurations that can be simply and neatly installed, using standard enclosures.

The receiver module is available in a choice of either a Detector or Monitor version, which has an LED display, and an mA output signal. Both provide two selectable levels of alarm. A low level warning alarm may simply indicate transient leak conditions, whereas a second alarm can initiate a full alert in the event of more serious leaks. And, for real peace of mind, there is an optional Auto-Test unit. This incorporates an integral gas generator that automatically tests the sensor each day, sounding alarms in the event of sensor failure. This added safety feature also reduces the costs incurred with manual procedures.



Combine the features of the Acutec™ 35 system with the fact that it comes with the backing and technical support of one of the world's most respected chemical feed and disinfection companies, and you will see why the Acutec™ 35 system is the best gas detection system under the sun. Every single component in the Acutec™ 35 system is precision manufactured and vigorously tested to ensure accuracy and reliability.

#### Key Benefits:

- Gas detection for Chlorine, Ammonia or Sulfur Dioxide
- Simple and neat installation of module components
- Easy access to control panel via a hinged cover on the NEMA 4X enclosure
- Audible horn to provide local warning.
- Choice of Detector or Monitor version
- Sunlight readable 4 digit LED on the monitor
- Single or multipoint gas detection systems
- Automatic integral gas generator

### Installation

The flexibility of the modular system allows for simple installation of single or multipoint gas detection systems. Each point of detection requires the installation of one sensor/transmitter and one receiver module. The sensor/transmitter is installed in the area to be monitored and the receiver module can be located up to 1000 feet away. A power supply module, sufficient for use with up to two receivers, is housed with the Receivers in a NEMA 4X enclosure.

All enclosures are provided with knockouts on all four sides to facilitate wiring using the 1/2" FNPT (12.7 mm) conduit hubs provided. Equally suitable for indoor or outdoor applications, these NEMA 4X-rated polystyrene enclosures are fitted with a tough hinged polycarbonate window for clear visibility of all indicators and easy access to the control panel. Included within the enclosure is a piezoelectric horn to provide audible local warning.

### Receiver Module

Two versions of the receiver are available:

The detector signals the presence of specified gas and includes two gas alarm set points and three configurable and assignable gas alarm relays. It is also supplied with a separate sensor alarm and relay.



The monitor provides, in addition to the above, an LED display of gas concentrations in PPM and an isolated 4-20mA output.



Each module is switch-programmable for full scale range. A single switch on the front panel provides alarm acknowledgement, reset functions, alarm relay inhibition, on-demand activation of Auto-Test, and LED indicator testing. In addition, LED light bars provide a visual indication of alarm status.

### Power Supply Mode

This module, designed for installation alongside the receiver module, can accept any AC input between 85-25, 5 VAC, transforming the supply to a 12 VDC output for the receiver module without and modification or adjustment. Loss of input power is indicated by a built-in power failure alarm relay. One module provides the power to operate one or two receiver modules, an integral audible alarm and the charging of the optional battery back-up.

### Control Enclosure

A single or dual point standard enclosure is provided for housing the power supply module and either one or two receiver modules. The enclosure is rated NEMA 4X with a ringed polycarbonate window. An integral audible alarm horn is included as standard.

### Sensor/ Transmitter

A highly efficient electrochemical gas sensor for location in areas where gas leakage could occur is combined with an equally efficient transmitter; both housed in a NEMA 4X enclosure. Digitally converted measurements of gas concentrations are then sent to the receiver module located anywhere up to 1000 feet away.



An optional auto-test facility is available for fitting to a sensor. Consisting of an electrochemical generator, it automatically tests the sensor everyday, triggering an alarm if a fault is found. The auto-test option also provided early warning of reduced sensitivity that can occur over time, allowing users to determine when sensors need replacing.

### Battery Back-Up System

The battery back-up option consists of a sealed lead-acid battery mounted in its own enclosure. In the event of power failure, it will maintain all receiver functions for a minimum of 12 hours on a single point system, or six hours on a dual point system. Battery charging is fully automatic and continuous through the power supply module.



## Technical Data

### Gases Detected

Chlorine, Sulfur Dioxide, Ammonia

### Gas Ranges

	Std. Range	Min. Range	Max. Range
Cl <sub>2</sub>	0-10 ppm	0-5 ppm	0-50 ppm
SO <sub>2</sub>	0-20 ppm	0-10 ppm	0-100 ppm
NH <sub>3</sub>	0-100 ppm	0-50 ppm	0-500 ppm

### Power Requirements

85-255 VAC, 50/60 HZ  
1 Amp - Self-regulating

### Ambient Temperature

0° to 105°F (-18° to 40°C) continuous  
-10° to 120°F (-23° to 49°C) intermittent

### Humidity

0-99% non-condensing

### Gas Alarm Setpoints

2 independent setpoints  
Warning Level - adjustable from 5% to 100% of range  
Alarm Level - adjustable from 5% to 100% of range

### Alarm Indicators

High intensity LED bars  
Function  
- WARNING indicator non-latching  
- Alarm indicator latching

### Alarm Relays

Three assignable alarm relays for either alarm setpoint 10A at 120 VAC, 5A at 250 VAC, resistive, SPDT configurable for normal/fail-safe, latching/non-latching, and fast/slow operation

### Alarm Relay and Indicator Reset

Activated from front panel switch or through remote reset.

### Sensor Alarm

Indicates loss of sensor/transmitter input or failure of Optional sensor Auto-Test.

### Sensor Alarm Relay and Indicator

Front panel LED indicator and relay; 10A, at 120 VAC, 5A at 250 VAC, resistive SPDT factory set to fail-safe operation.

### Monitor Concentration Display

4-digit LED, sunlight readable.

### Monitor Concentration Output Signal

Isolated 4-20 mA DC, 1000 ohms maximum load.

### Power Supply Output Voltage

Regulated 13.7 VDC, 1A supplied to 1 or 2 receivers. Also, for recharging external battery, audible back-up and for integral Alarm horn power.

### Audible Alarm Horn

Weatherproof 12 VDC piezoelectric horn 85-dB output signal for local alarming.

### Power Failure Alarm Relay

Loss of AC input power.  
1 relay 10A at 120 VAC, 5A at 250 VAC, SPDT resistive.

### Enclosure

NEMA 4X Polystyrene with knockouts on four sides for 1/2" (12.7 mm) FNPT conduit hubs.  
Four single point enclosure -4 conduit hubs are provided.  
Four dual point enclosure -7 conduit hubs are provided.

### Gas Sensor Type

Electrochemical gas diffusion

### Gas Sensor Connection Distance

Up to 1000 feet (300 m) to receiver.  
Two wire cable.  
For a dual point unit, 50 ft. (15 m) of cable is provided.  
For a single point unit, 25 ft. (8 m) of cable is provided.

### Sensor Operating Life

2 years

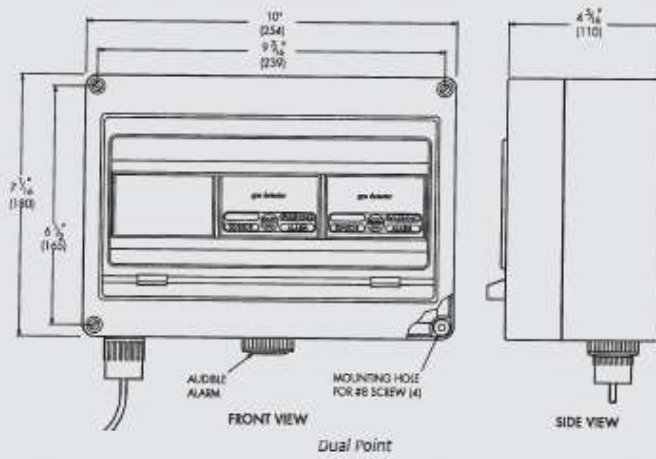
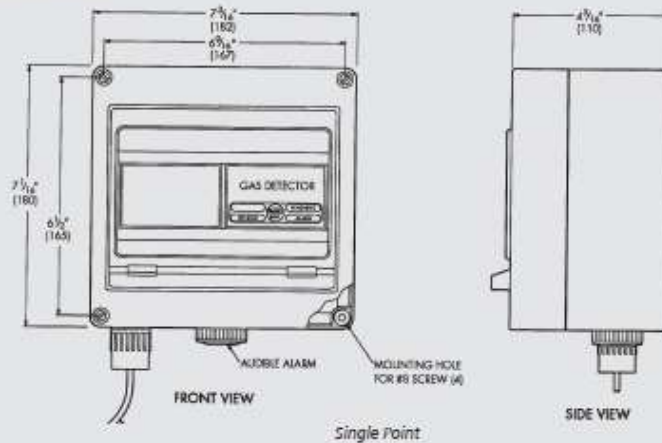
### Sensor Storage Life

1 year

### Optional Battery Back-Up

<b>Battery Type:</b>	12 VDC, 4 Amp HH sealed lead acid
<b>Battery Capacity:</b>	For single point unit, min. 12 hrs. (avg. 24 hrs.) For dual point unit, min. 6 hrs. (avg. 12 hrs.)
<b>Charge Control:</b>	Current limited to 0.75A max.
<b>Charge Time:</b>	10 hours typically from fully discharged
<b>Low Voltage Cutoff:</b>	Relay disconnect at 10 VDC
<b>Fault Protection:</b>	Relay disconnect on shorted charger wiring
<b>Battery Life:</b>	Min. 3 yrs. in operation

**Dimensions\***



\* For complete dimensions, see WT.050.130.100 for single point, WT.050.130.102 for dual point, and WT.050.130.104 for battery backup.

Siemens and Wallace & Tieman are trademarks of Siemens, its subsidiaries or affiliates. NEMA is a trademark of the National Electrical Manufacturers Association.

The information provided in this brochure contains mainly general descriptions or characteristics of performance which in case of actual use do not always apply as described or which may change as a result of further development of the products. An obligation to provide the respective characteristics shall only exist if expressly agreed in the terms of contract.

**Siemens**  
**Water Technologies**  
 1901 West Garden Road  
 Vineland, NJ 08360  
[www.siemens.com/wallace-tieman](http://www.siemens.com/wallace-tieman)  
[wtus.water@siemens.com](mailto:wtus.water@siemens.com)

Lit. No.: WT.050.130.000.UA.P5.0607  
 Tel: 856.507.8000  
 Fax: 856.507.4125  
 Subject to change without prior notice  
 ©2007 Siemens Water Technologies Corp.

## ANEXO 6: KITS PARA EMERGENCIA.

CHLORINE INSTITUTE

# EMERGENCY KIT "A"

FOR 100-150 lb. CHLORINE CYLINDERS



NEW DESIGN AS OF JANUARY 2013

The Chlorine Institute Emergency Kit "A" is manufactured to the design specifications of the Chlorine Institute. The Emergency Kit "A" contains devices to stop leaks at the valve, fusible plug, and in the side walls of chlorine 100 & 150 lb. cylinders which conform to specification DOT 3A480. Two instruction booklets explaining the application of each device are included.

### EMERGENCY KIT "A" FEATURES:

**Device #1:** designed to contain leaks in and around the cylinder valve. Device #1 will also fit cylinders with oversized neck rings, cylinders with the valve protective housing attached and will also accommodate cylinders up to 15" in diameter with either bumped or foot ring cylinder bottoms.

**Device #2:** a clamping device to seal leaks in and around the cylinder valve fusible plug.

**Device #8:** a patching device designed for sealing leaks in the cylinder side wall.

Kit A also includes a variety of hand tools, inspection seals and additional sealing devices. All items are labeled with a part number, color coded red and stored inside a durable polyethylene tool box.

Manufactured to Chlorine Institute Specifications by Indian Springs Mfg. Co., Inc.

INDIAN SPRINGS MANUFACTURING CO., INC. **2**

# CHLORINE INSTITUTE EMERGENCY KIT "A" Applications And Parts List

DEVICE No.1		Part Number	Name	Quantity Per Kit
	1A3	Hood Assembly, with (1V) Vent Valve	1	
	1BRV	Gasket, Molded Viton**, 5-7/8 OD x 4-5/8 ID x 3/16 wall	2	
	1K2	Cap Screws	1	
	1EFP1	Base Assembly with Chain	1	
	2	Clamp Assembly (2A,2C,2D)	3	
	2B	Gasket, Garlock 3000, 15/16 dia. x 1/16	1	
	8S	Strap	1	
	8B	Yoke	1	
	8C1	Cap Screw	10	
	8D1	Steel Patch	1	
8GV	Gasket, Viton**, 1-7/16" dia. x 3/4" lg.	1		
200	Wrench, 3/8 sq. box, 1-1/4 open end 7-1/4"	1		
201	Wrench, straight open end, 1-1/4 x 1-1/8 x 12-1/8	2		
203	Wrench, combination, 7/16 x 7-1/4"	1		
A-1	Hammer, Machinist 3 lb.	1		
A-2	Hacksaw, 10", and 3 blades	1		
A-3	Drift Pin, 5/32 x 1/2 x 6	1		
A-4	Drift Pin, 7/8 x 1-1/4 x 8	1		
A-5	Ring, vent valve packing, 7/8 OD x 15/32 ID x 1/4 sq.	1		
A-6	Railroad Car Seal	2		
A-7	Gasket Sack	2		
A-8	Paint Scraper, 1-1/4 blade	5		
A-9	Valve Yoke	15		
A-10	Valve Adapter (820-hose)	1		
A-12	Washer, valve outlet, 15/16 OD x 9/16 ID 1/16	1		
A-13	Plastic Box	1		
A-14	tie, 8"	1		
144	Toll Roll	5		
151A	Kit Box, 35 x 13-3/4 x 14-1/4	1		
-	Instruction Booklet	1		
-	Chlorine Manual	1		
-	Parts List	1		
	*Note: Emergency Kit A weighs 109 lbs.	2		
	**Note: Viton® fluorocastomer is a registered trademark of E. I. du Pont de Nemours, Inc.	1		

Authorized, trained personnel equipped with suitable respiratory equipment should investigate chlorine leaks promptly. All other persons should be restricted from the affected area.

### NEW FEATURES:

- Hood and yoke are integrated into one easy to use unit
- Lighter and stronger chain
- Enhanced gasket design to resist roll-out
- More stable, flat, adjustable base that eliminates the ramp
- Hood is backward compatible with Gasket and Chain & Base Assem.

Device 8



Device 2



Patching Device

Manufactured to Chlorine Institute Specifications by Indian Springs Mfg. Co., Inc.

## CHLORINE INSTITUTE

# EMERGENCY KIT "B"

FOR ONE TON CHLORINE CONTAINERS



The Chlorine Institute Emergency Kit "B" is manufactured to the design specifications of the Chlorine Institute. The Emergency Kit "B" contains devices to stop leaks at the valves, fusible plugs, and in the side wall of chlorine one ton containers which conform to specification DOT 106A500X. Two instruction booklets explaining the application of each device are included. An instruction video for Kit B is also available.

#### EMERGENCY KIT "B" FEATURES:

**Device #4:** a capping device designed to contain leaks in and around ton container fusible plugs.

**Device #12:** designed to contain leaks in and around the ton container valves.

**Device #8:** a patching device designed for sealing leaks in the ton container side wall.

Kit B also includes a variety of hand tools, inspection seals and additional sealing devices. All items are labeled with a part number, color coded yellow and stored inside a durable polyethylene tool box

#### EMERGENCY KIT "B" TRAINING DEVICES

The **Chlorine One Ton Training End** is an actual full size end of the standard DOT 106A500X container designed to simulate valve and fusible plug leaks for training upon, part#END.

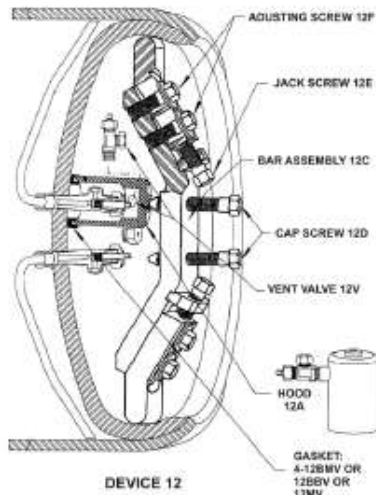
**Kit "B" instruction Video** part# BLAV is an 11 min.VHS tape that provides proper instruction in the application of Kit "B" tools & devices.

(See individual product literature for further details)

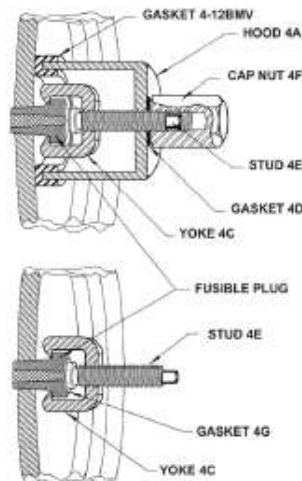
Manufactured to Chlorine Institute Specifications by Indian Springs Mfg. Co., Inc.

INDIAN SPRINGS MANUFACTURING CO., INC. **4**

# CHLORINE INSTITUTE EMERGENCY KIT "B" Applications And Parts List



DEVICE 12



DEVICE 4

Manufactured to Chlorine Institute Specifications by Indian Springs Mfg. Co., Inc.

Part Number	Description	Quantity Per Kit
4A	Hood Assembly	1
4C	Yoke	1
4D	Gasket, 1-1/4 OD x 11/16 ID x 1/16	3
4E	Stud	1
4F	Cap Nut	1
4G	Gasket, 15/16 dia. x 1/16	5
4GG	Gasket, 1 x 3 x 1/16	5
9A	Chain	1
9B	Yoke	1
9C	Cap Screw	1
9D	Steel Patch	1
9EV	Gasket, Viton**, 3 sq. x 1/8	2
12A	Hood Assembly with (12V) Vent Valve	1
4-12BMV	Gasket, Molded Viton**, 4 OD x 2-5/8 ID x 1/4	2
12BV	Gasket, Viton, 5" OD x 2 ID x 1/2 Th.	1
12C	Bar Assembly	1
12MV	Gasket, Molded Viton**, 5-1/4 OD x 2-1/4 ID x 3/4	1
101	Wrench, straight open end, 1-1/4 x 12	1
104	Wrench, 1-1/4 hex x 8 lg.	1
106	Wrench, crowfoot special, 1-5/32 x 11	1
200B	Wrench, 3/8 sq. box & 1-1/4 open end x 7-1/4	1
B-1	Drift Pin, 5/32 x 1/2 x 6	2
B-2	Drift Pin, 7/8 x 1-1/4 x 8	2
B-3	Drift Pin, 1-1/16 x 1-7/16 x 8	2
B-4	Ring, vent valve packing, 7/8 OD x 15/32 ID x 1/4 sq.	5
B-5	Paint Scraper, 1-1/4 blade	1
B-6	Hammer, Machinist 3 lb.	1
B-7	Kit Box Seal	15
B-8	Gasket Sack	1
B-9	Valve Yoke	1
B-10	Valve Adapter (820-hose)	1
B-11	Gasket, 15/16 OD x 9/16 ID 1/16	5
B-12	Plastic Box	1
153	Tool Roll	1
151B	Kit Box, 34 x 16-1/2 x 16-1/2	1
-	Instruction Booklet	2
-	Chlorine Manual	1
-	Parts List	1

\*Note: Emergency Kit B weighs 113 lbs.

\*\*Note: Viton® fluorocopolymer is a registered trademark of E. I. du Pont de Nemours, Inc.

Authorized, trained personnel equipped with suitable respiratory equipment should investigate chlorine leaks promptly. All other persons should be restricted from the affected area. Breathing apparatus or other personal protective equipment are not included in the kits, but must be used when investigating and correcting chlorine leaks and are available from Indian Springs Specialty Products Inc.

CHLORINE INSTITUTE

# EMERGENCY KIT "C"

FOR CHLORINE TANK CARS AND TANK TRUCKS



The Chlorine Institute Emergency Kit "C" is manufactured to the design specifications of the Chlorine Institute. The Emergency Kit "C" contains devices to stop leaks at the safety valve or angle valves of standard DOT 105J500W chlorine tank cars, DOT MC331 cargo tanks and DOT 51 portable tanks in chlorine service. Two instruction booklets explaining the application of each device are included. An instructional video for Kit C is also available.

#### EMERGENCY KIT "A" FEATURES:

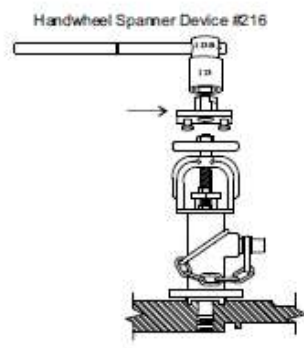
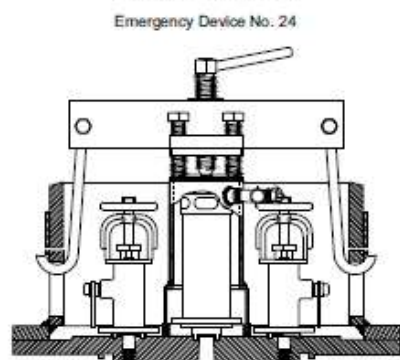
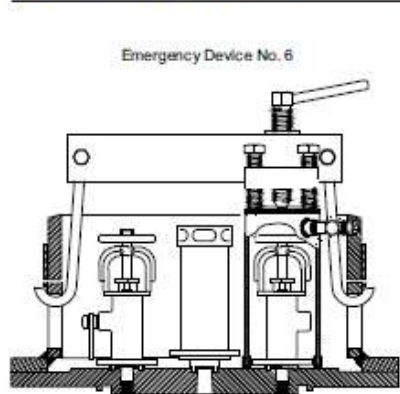
**Device #6:** containment device designed to contain leaks in and around the angle valves. Device #6 includes two gaskets molded of Viton<sup>®</sup> to conform to the bottom of hood 6A.

**Device #24:** containment device designed to contain leaks in and around the pressure relief device. Device #24 includes a lightweight, one-piece yoke design #11A for use over the safety relief valve. Device #24 also includes two gaskets molded of Viton<sup>®</sup> to conform to the bottom of hood 24A.

Kit C also includes a variety of hand tools, inspection seals and additional leak containment devices. All items are labeled with a part number, color coded green and stored inside a durable polyethylene tool box. (Viton is a registered trademark of DuPont Dow Elastomers L. L. C.)

INDIAN SPRINGS MANUFACTURING CO., INC. **6**

# CHLORINE INSTITUTE EMERGENCY KIT "C" Applications And Parts List



Part Number	Description	Quantity Per Kit
6A1	Hood Assembly with (6V) Vent Valve	1
6BMV	Gasket, Molded Viton**, 7" OD x 5-3/4" ID x 3/16" wall	2
11A	Yoke Assembly, Consisting of:	1
11B	Block	1
11C	Screw	1
11E	Cap Screws	4
11R	Retainer	1
11Y	Yoke Channels	2
24A1	Hood Assembly with (24V) Vent Valve	1
24BMV	Gasket, Molded Viton**, 8" sq. x 6-1/2" ID x 3/16" wall	2
110	Wrench, combination 11/16" x 6-1/2"	1
112	Wrench, crowfoot special 1-9/32" x 21"	1
113	Wrench, socket, 1-13/16" hex x 1" sq. drive	1
113A	Wrench extension, 1" sq. drive x 18" with adapter	1
113B	Wrench bar, 1" dia. x 20"	1
200C	Wrench, 3/8" sq. box & 1-1/4" open end x 7-1/4"	1
216	Handwheel Spanner Device	1
218	Wrench, 15" adjustable	1
C-1	Hammer, Machinist 1-1/2 lb.	1
C-2	Paint Scraper, 1-1/4" blade	1
C-3	Bolt Cutler	1
C-5	Ring, vent valve packing	1
C-7	Kit Box Seal	5
C-9	Gasket Sack	15
152	Tool Roll	1
151-C	Kit Box, 36" x 18-1/2" x 20"	1
-	Instruction Booklet	2
-	Chlorine Manual	1
-	Parts Lists	1

\*Note: Emergency Kit C weighs 155 lbs. (Shp. Wt. 167 lbs.)  
 \*\*Note: Viton is a registered trademark of DuPont Dow Elastomers

Note: All C-kit components are now packaged in an extra-large polyethylene tool box (36" L x 18-1/2" W x 20" H) to allow room for fully assembled devices and accessory emergency equipment.

Manufactured to Chlorine Institute Specifications by Indian Springs Mfg. Co., Inc.



## CHLORINE

# KIT-B CHIME CLAMP

### Chime Clamp "BCLAMP"

The chime clamp concept has been developed over the years by the Chlorine Institute and chlorine emergency response personnel. The clamp is designed to address leaking fuse plugs without having to use the plugs themselves as anchors for an emergency capping device. The BCLAMP is an additional tool for responders to contain potential ton container fuse plug leaks.



**FUNCTION:** The Chime Clamp attaches to the chime of the ton container and extends inward over the fuse plug to exert force on a hood and gasket to contain a leaking fuse plug. This design eliminates any clamping onto the plug itself, and thus the potential for further damaging or even pulling the plug out of the container.

**Advantages:**

- Does not touch the leaking/damaged fusible plug.
- Clamps onto the chime of the ton container
- All bolts fit kit wrench 200 (standard chlorine valve wrench).
- Works with standard Kit-B gasket 4-12BMV

Gasket (part# 4-12BMV) is available separately.  
Note: Device requires a gasket.



**BCLAMP** includes: clamp and hood only.

---

# TRAINING DEVICES

---



### Chlorine One Ton Training End - ENDW

The training end is an actual full size end of the standard DOT 106A500X chlorine container, mounted on a support base. The training end is designed to simulate chlorine emergencies and allow "hands on" practice applying the chlorine emergency Kit "B". Chlorine leaks can be simulated, using a standard garden hose, in the valve and in two of the fusible plugs. (Side cut-away and back view shown below) Weight: 350lbs



### Chlorine Railcar / Tank Truck Training Dome - DOME

The training dome is designed to simulate chlorine leaks in a rail car dome when applying the Chlorine Emergency Kit "C". The valve manifold allows the instructor to simulate a chlorine leak, with water or compressed air, in the pressure relief device and two of the angle valves. Note: the training dome comes standard with 4 pcs. 1" ACF Angle Valve Body FACSIMILES

Weight: 400 lbs.

## CHLORINE

# HANDLING DEVICES

### One Ton Lifting Beam

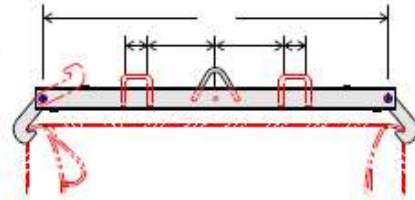


The Chlorine One Ton Lifting Beam is designed to safely lift chlorine ton containers, 0X. Standard beams include a center lifting hook (#LBCL) pictured. Beams can be center and fork lift options (#LBCF) or with just the center pin (#LB) for low clearance

D O T 106A50  
ordered with t h e  
lifting.

#### Features Include:

- Manufactured to ASME B30.20 specifications,
  - Strong, all steel, welded construction with 1" thick steel hooks
  - Bright yellow enamel paint finish
  - Center lift is standard
  - Low clearance model and fork lifts\* available as options
  - Total weight approx. 110 lbs., 4000 lbs. lifting capacity
- \*Note: Please confirm fit of listed dimensions with your fork lift; Otherwise, specify dimensions for separate quotation.*



### Chlorine One Ton Turning Wrench #TW



Use this wrench to roll chlorine ton containers while resting on trunnions. Simply attach the wrench opening to the chime of the container and pull down on the padded grip-handle. Wrench is made of alloy steel, heat treated for strength and cadmium plated for corrosion resistance.

### Chlorine/Sulfur Dioxide Leak Indicator Bottles

Chlorine and sulfur dioxide gas leaks can be easily & safely identified with aqua ammonia vapors. Chlorine/sulfur dioxide safely react with aqua ammonia vapors to form a noticeable white cloud that identifies the source of the chemical leak.

#### Package Consists of:

- 1 pc. 16 oz. (500 ml) Indicator Bottle
  - 1 pc. 16 oz. (500 ml) Bottle with 26° Baume Aqua Ammonia\*
  - 1 pc. Plastic Storage Bag
  - 1 pc. Instructions and MSDS
- \*Aqua ammonia refill bottle and solution is shipped separately.



# PROTECTIVE CLOTHING

## Tychem<sup>®</sup> TK

The Tychem is a light weight level "A" total encapsulating suit designed and priced to be a limited use garment. The suit is durable enough to withstand several uses, while also being economical enough to discard when contaminated or when the suit shows signs of wear.

Manufactured from a tough substrate and composite material with sewn and heat sealed seams, Tychem provides excellent protection to a wide variety of hazards including chlorine, sulfur dioxide and ammonia.

**Features include:**

- Extra wide faceshield
  - Three layers: 40 mil PVC/5 mil Teflon/20 mil PVC
- Attached butyl gloves, internal barrier gloves
- Expanded back with 2 exhaust valves
- Tapered shape and roomy sleeves, knee wear pads
- Wide range of chemical resistance



Pressure Test Kit  
#990810



Decontamination Shower  
TK490T

Unit Part #	Description
TK554T	Tychem, Limited Use, Level A fully encapsulating suit, front entry
TK586T	Tychem, fully encapsulating training suit, front entry
82330	HazMat outer boots with steel toe
TK490T	Decontamination shower with spray wand, catch basin and bag
990810	Pressure test kit

Sizing: MD 5'5"-5'9", LG 5'9"-6'0", XL 6'0"-6'3" (see sizing chart for more details)

**Also Available:**

Several additional styles, options and accessories, training suits, Decontamination shower units and more.

SELF-CONTAINED

# BREATHING APPARATUS

## Frontier



The Frontier's few and uncomplicated components makes it easy to use. The compact demand valve (CDV) is ISI's newest high flow regulator that's the smallest on the market.

Features include:

- 
- 
- 
- 
- 

The Frontier is also available with AirSwitch which allows user to switch from cylinder air to ambient air on demand.



AirSwitch

The Frontier is an open circuit, positive pressure, compressed air SCBA which is **NIOSH/MSHA approved** and designed for non-firefighting applications.

Designed to provide respiratory protection for hazardous environments, including those deemed Immediately Dangerous to Life and Health (IDLH), Frontier is a safe, reliable and economical option.

### SCBA Protective Wallcase

The Encon Wallcase provides a secure and convenient storage area for your scba (not included with scba, sold separately).

Features include:

- Superior Protection
- Secure Closure
- Convenient Size
- Rugged Design
- Tamper Seal
- Inspection Window
- Chemical Resistant



-SOLD SEPARATELY -

Unit Part	Pressure	Cylinder:	Regulator
1. *FLA3	2216	30 min. Aluminum	Compact Demand Valve (std)
2. *FLA3C	Same as above	with plastic carrying case	
3. VWCY	Encon SCBA wallcase for	single unit, yellow	
Frontier SCBA with AirSwitch: (switch from cylinder air to ambient air on demand)			
4. A101010301A	2216	30 min. Aluminum	AirSwitch

**ANEXO 7: TABLA PARA CÁLCULO DE JORNADAS PERDIDAS DE ACUERDO A LA NATURALEZA DE LAS LESIONES QUE SE PRESENTAN EN UN ACCIDENTE.**

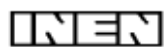
Los días de cargo se calcularán de acuerdo a la tabla siguiente:

NATURALEZA DE LAS LESIONES	JORNADAS TRABAJO PERDIDO
Muerte:	6000
Incapacidad permanente absoluta (I.P.A.)	6000
Incapacidad permanente total (I.P.T.)	4500
Pérdida del brazo por encima del codo	4500
Pérdida del brazo por el codo o debajo	3600
Pérdida de la mano	3000
Pérdida o invalidez permanente del pulgar	600
Pérdida o invalidez permanente de un dedo cualquiera	300
Pérdida o invalidez permanente de dos dedos	750
Pérdida o invalidez permanente de tres dedos	1200
Pérdida o invalidez permanente de cuatro dedos	1800
Pérdida o invalidez permanente del pulgar y un dedo	1200
Pérdida o invalidez permanente del pulgar y dos dedos	1500

Resolución No. C.D.390  
Página 20

NATURALEZA DE LAS LESIONES	JORNADAS TRABAJO PERDIDO
Pérdida o invalidez permanente del pulgar y tres dedos	2000
Pérdida o invalidez permanente del pulgar y cuatro dedos	2400
Pérdida de una pierna por encima de la rodilla	4500
Pérdida de una pierna por la rodilla o debajo	3000
Pérdida del pie	2400
Pérdida o invalidez permanente de dedo gordo o de dos o más dedos del pie	300
Pérdida de la visión de un ojo	1800
Ceguera total	6000
Pérdida de un oído (uno sólo)	600
Sordera total	3000

**ANEXO 8: NORMA INEN 1 108: 2011 CUARTA REVISIÓN “AGUA POTABLE REQUISITOS”.**



**INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN**

Quito - Ecuador

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 1 108:2011**  
**Cuarta revisión**

---

**AGUA POTABLE. REQUISITOS.**

**Primera Edición**

DRINKING WATER. REQUIREMENTS.

Second Edition

---

DESCRIPTORES: Protección ambiental y sanitaria, seguridad, calidad del agua, agua potable, requisitos.  
AL 01.06-401  
CDU: 628.1.033  
CIIU: 4200  
ICS: 13.060.20

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	AGUA POTABLE. REQUISITOS	NTE INEN 1 108:2011 Cuarta revisión 2011-06
--------------------------------------	--------------------------	---

### 1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el agua potable para consumo humano.

### 2. ALCANCE

2.1 Esta norma se aplica al agua potable de los sistemas de abastecimiento públicos y privados a través de redes de distribución y tanqueros.

### 3. DEFINICIONES

3.1 Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:

3.1.1 *Agua potable*. Es el agua cuyas características físicas, químicas microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar su aptitud para consumo humano.

3.1.2 *Agua cruda*. Es el agua que se encuentra en la naturaleza y que no ha recibido ningún tratamiento para modificar sus características: físicas, químicas o microbiológicas.

3.1.3 *Límite máximo permitido*. Representa un requisito de calidad del agua potable que fija dentro del ámbito del conocimiento científico y tecnológico del momento un límite sobre el cual el agua deja de ser apta para consumo humano. Para la verificación del cumplimiento, los resultados se deben analizar con el mismo número de cifras significativas establecidas en los requisitos de esta norma y aplicando las reglas para redondear números, (ver NTE INEN 052).

3.1.4 *UFC/ml*. Concentración de microorganismos por mililitro, expresada en unidades formadoras de colonias.

3.1.5 *NMP*. Forma de expresión de parámetros microbiológicos, número más probable, cuando se aplica la técnica de los tubos múltiples.

3.1.6 *mg/l*. (miligramos por litro), unidades de concentración de parámetros físico químicos.

3.1.7 *Microorganismo patógeno*. Son los causantes potenciales de enfermedades para el ser humano.

3.1.8 *Plaguicidas*. Sustancia química o biológica que se utiliza, sola, combinada o mezclada para prevenir, combatir o destruir, repeler o mitigar: insectos, hongos, bacterias, nematodos, ácaros, moluscos, roedores, malas hierbas o cualquier forma de vida que cause perjuicios directos o indirectos a los cultivos agrícolas, productos vegetales y plantas en general.

3.1.9 *Desinfección*. Proceso de tratamiento que elimina o reduce el riesgo de enfermedad que pueden presentar los agentes microbianos patógenos, constituye una medida preventiva esencial para la salud pública.

3.1.10 *Subproductos de desinfección*. Productos que se generan al aplicar el desinfectante al agua, especialmente en presencia de sustancias húmicas.

3.1.11 *Cloro residual*. Cloro remanente en el agua luego de al menos 30 minutos de contacto.

3.1.12 *Sistema de abastecimiento de agua potable*. El sistema incluye las obras y trabajos auxiliares construidos para la captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y sistema de distribución.

(Continúa)

DESCRIPTORES: Protección ambiental y sanitaria, seguridad, calidad del agua, agua potable, requisitos.

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN – Casilla 17-01-3999 – Baquijano Moreno 28-29 y Almagro – Quito-Ecuador – Prohibida la reproducción



3.1.13 Sistema de distribución. Comprende las obras y trabajos auxiliares construidos desde la salida de la planta de tratamiento hasta la acometida domiciliaria.

#### 4. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS

4.1 Los sistemas de abastecimiento de agua potable se acogerán al Reglamento de buenas prácticas de Manufactura (producción) del Ministerio de Salud Pública.

#### 5. REQUISITOS

##### 5.1 Requisitos específicos

5.1.1 El agua potable debe cumplir con los requisitos que se establecen a continuación:

PARAMETRO	UNIDAD	Límite máximo permitido
<b>Características físicas</b>		
Color	Unidades de color aparente (Pt-Co)	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	—	no objetable
Sabor	—	no objetable
<b>Inorgánicos</b>		
Antimonio, Sb	mg/l	0,02
Arsénico, As	mg/l	0,01
Bario, Ba	mg/l	0,7
Boro, B	mg/l	0,5
Cadmio, Cd	mg/l	0,003
Cianuros, CN <sup>-</sup>	mg/l	0,07
Cloro libre residual <sup>1)</sup>	mg/l	0,3 a 1,5 <sup>1)</sup>
Cobre, Cu	mg/l	2,0
Cromo, Cr (cromo total)	mg/l	0,05
Fluoruros	mg/l	1,5
Manganeso, Mn	mg/l	0,4
Mercurio, Hg	mg/l	0,006
Níquel, Ni	mg/l	0,07
Nitratos, NO <sub>3</sub>	mg/l	50
Nitritos, NO <sub>2</sub>	mg/l	0,2
Piomo, Pb	mg/l	0,01
Radiación total α <sup>2)</sup>	Bq/l	0,1
Radiación total β <sup>2)</sup>	Bq/l	1,0
Selenio, Se	mg/l	0,01

<sup>1)</sup> Es el rango en el que debe estar el cloro libre residual luego de un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos.  
<sup>2)</sup> Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: <sup>210</sup>Po, <sup>214</sup>Ra, <sup>226</sup>Ra, <sup>228</sup>Th, <sup>234</sup>U, <sup>235</sup>U, <sup>238</sup>Pu.  
<sup>3)</sup> Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: <sup>60</sup>Co, <sup>90</sup>Sr, <sup>90</sup>Zr, <sup>137</sup>Cs, <sup>137</sup>Ba, <sup>137</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs, <sup>210</sup>Pb, <sup>210</sup>Ra.

#### Sustancias orgánicas

	UNIDAD	Límite máximo permitido
<b>Hidrocarburos polioléfinos aromáticos HAP</b>		
Benzo [a]pireno	mg/l	0,0007
<b>Hidrocarburos:</b>		
Benceno	mg/l	0,01
Tolueno	mg/l	0,7
Xileno	mg/l	0,5
Estireno	mg/l	0,02
1,2dicloroetano	mg/l	0,03
Cloruro de vinilo	mg/l	0,0003
Tricloroetano	mg/l	0,02
Tetracloroetano	mg/l	0,04
Dii(2-etilhexil) ftalato	mg/l	0,008
Acrylamida	mg/l	0,0005
Epiclorohidrina	mg/l	0,0004
Hexaclorobutadieno	mg/l	0,0006
1,2Dibromoetano	mg/l	0,0004
1,4- Dioxano	mg/l	0,05
Acido Nitrotiacético	mg/l	0,2

(Continúa)

## Plaguicidas

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Isoproturón	mg/l	0,009
Lindano	mg/l	0,002
Pendimetalina	mg/l	0,02
Pentaclorofenol	mg/l	0,009
Dicloroprop	mg/l	0,1
Alacloro	mg/l	0,02
Aldicarb	mg/l	0,01
Aldrin y Dieldrin	mg/l	0,00003
Carbofuran	mg/l	0,007
Clorpirifos	mg/l	0,03
DDT y metabolitos	mg/l	0,001
1,2-Dibromo-3-cloropropano	mg/l	0,001
1,3-Dicloropropeno	mg/l	0,02
Dimetoato	mg/l	0,006
Endrin	mg/l	0,0006
Terbufilazina	mg/l	0,007
Ciordano	mg/l	0,0002

## Residuos de desinfectantes

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Monocloramina,	mg/l	3

## Subproductos de desinfección

	UNIDAD	Límite máximo permitido
2,4,6-triclorofenol	mg/l	0,2
Trihalometanos totales	mg/l	0,5
Si pasa de 0,5 mg/l investigar:		
• Bromodiclorometano	mg/l	0,06
• Cloroformo	mg/l	0,3
Acido tricloroacético	mg/l	0,2

## Cianotoxinas

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Microcistina-LR	mg/l	0,001

5.1.2 El agua potable debe cumplir con los siguientes requisitos microbiológicos.

## Requisitos microbiológicos

	Máximo
Coliformes fecales <sup>(1)</sup> :	
- Tubos múltiples NMP/100 ml ó	< 1,1 *
- Filtración por membrana UFC/ 100 ml	< 1 **
<i>Cryptosporidium</i> , número de oocistos/100 litros	Ausencia
<i>Giardia</i> , número de quistes/100 litros	Ausencia

\* < 1,1 significa que en el ensayo del NMP utilizando 5 tubos de 20 cm<sup>3</sup> ó 10 tubos de 10 cm<sup>3</sup> ninguno es positivo  
 \*\* < 1 significa que no se observan colonias  
 (1) ver el anexo 1, para el número de unidades (muestras) a tomar de acuerdo con la población servida

(Continúa)

## 6. INSPECCIÓN

### 6.1 Muestreo

6.1.1 El muestreo para el análisis microbiológico, físico, químico debe realizarse de acuerdo a los métodos estandarizados para el agua potable y residual (Standard Methods).

6.1.2 El agua potable debe ser monitoreada permanentemente para asegurar que no se producen desviaciones en los parámetros aquí indicados.

6.1.3 El manejo y conservación de las muestras para la realización de los análisis debe realizarse de acuerdo con lo establecido en los métodos estandarizados para el agua potable y residual (Standard Methods).

## 7. MÉTODOS DE ENSAYO

7.1 Los métodos de ensayo utilizados para los análisis que se especifican en esta norma serán los métodos estandarizados para el agua potable y residual (Standard Methods) especificados en su última edición. En caso que no conste el método de análisis para un parámetro en el Standard Methods, se utilizará un método estandarizado propuesto por un organismo reconocido.

(Continúa)

**APENDICE Y  
(Informativo)****Número de unidades a tomarse de acuerdo a la población servida****ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE**

<b>POBLACIÓN</b>	<b>NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS POR AÑO</b>
< 5 000	12
5 000 – 100 000	12 POR CADA 5 000 PERSONAS
> 100 000 – 500 000	120 MÁS 12 POR CADA 10 000 PERSONAS
> 500 000	180 MÁS 12 POR CADA 100 000 PERSONAS

Guías para la calidad del agua potable 3ra. Ed. (Incluido el 1er. Adendum) 2006; Capítulo 4 numeral 4.3.4 cuadro 4.5

(Continúa)

**APÉNDICE Z****Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR**

*Métodos Estandarizados para el Análisis de Aguas y Aguas Residuales* (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater) en su última edición. Publicado por la APHA (American Public Health Association), AWWA (American Water World Association) y WEF (Water Environment Federation).

Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura para Alimentos Procesados. Decreto Ejecutivo 3253, Registro Oficial 696 de 4 de Noviembre del 2002

**Z.2 BASES DE ESTUDIO**

World Health Organization. *Guidelines for Drinking-water Quality First Addendum to Third Edition Volume 1 Recommendations*. World Health Organization, 2006.

**INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA**

<b>Documento:</b> NTE INEN 1 108 Cuarta revisión	<b>TÍTULO:</b> AGUA POTABLE REQUISITOS	<b>Código:</b> AL 01.06-401
<b>ORIGINAL:</b> Fecha de iniciación del estudio:	<b>REVISIÓN:</b> Fecha de aprobación anterior del Consejo Directivo 2009-08-28 Oficialización con el Carácter de Obligatoria por Resolución No 111-2009 de 2009-11-27 publicado en el Registro Oficial No. 111 de 2010-01-19  Fecha de iniciación del estudio: 2010-04	
Fechas de consulta pública: de _____ a _____		

<b>Subcomité Técnico:</b> Agua potable Fecha de iniciación: 2010-07-05 Integrantes del Subcomité Técnico:	<b>Fecha de aprobación:</b> 2010-12-10
<b>NOMBRES:</b>	<b>INSTITUCIÓN REPRESENTADA:</b>
Dra. Jenny Murillo (Presidenta del SCT) Dra. Zaida Novillo Dra. Mónica García Ing. Fabián Monge Ing. Marcelo Carpio Dr. Carlos Espinosa Dr. Edgar Pazmiño Ing. Yolanda Lara Quim. Farm. Gionara Quipe Ing. Trujano Ramirez Ing. Laura Ramirez Ing. Viviana Guzmán Ing. Adriana Jacome Ing. Verónica Morales Ing. Benito Mendoza Dr. Luis Casar Ing. Marco Yépez Ing. Patricio Vásquez Ing. Carlos Parodes Dr. Hugo Yela Ing. Carlos Velarde Ing. Alexander Hildebrand Dr. Hernán Roldán Dra. Jacqueline Arroyo Ing. Eduardo Espin Dra. Jiliana Astudillo Dra. Sofía Latoriega Ing. María E. Divales (Secretaria Técnica)	UNIVERSIDAD CENTRAL, FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS MIDUVI - SUBSECRETARIA DE SERVICIOS DOMICILIARIOS DE AGUA POTABLE, SANEAMIENTO Y RESIDUOS SÓLIDOS MINISTERIO DE SALUD - CONTROL Y MEJORAMIENTO DE LA SALUD PÚBLICA, SALUD AMBIENTAL DIRECCION PROVINCIAL DE SALUD, Pichincha EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO MINISTERIO DE SALUD - SISTEMA DE ALIMENTOS INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, Guayaquil ANEMAPA - ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL OPS / OMS ECUADOR SENAGUA SENAGUA SENAGUA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO INTERAGUA MIDUVI - SUBSECRETARIA DE SERVICIOS DOMICILIARIOS DE AGUA POTABLE, SANEAMIENTO Y RESIDUOS SÓLIDOS ETAPA - CUENCA ECAPAG-GUAYAQUIL INTERAGUA EP - EMAPAR ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, Quito SECRETARIA DE SALUD MUNICIPIO QUITO CONSULTOR - PARTICULAR MINISTERIO DEL AMBIENTE INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, Guayaquil PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA ECUADOR INEN - REGIONAL CHIMBORAZO

Otros trámites: \* La NTE INEN 1 108:2010 (Tercera Revisión), sin ningún cambio en su contenido fue **DESREGULARIZADA**, pasando de **OBLIGATORIA** a **VOLUNTARIA**, según Resolución No. 009-2010 de 2010-03-05, publicada en el Registro Oficial No. 152 del 2010-03-17.

Esta NTE INEN 1 108:2011 (Cuarta Revisión), reemplaza a la NTE INEN 1 108:2010 (Tercera Revisión)

La Subsecretaría de Industrias, Productividad e Innovación Tecnológica del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma

Oficializada como: Voluntaria Por Resolución No. 11 135 de 2011-05-20  
 Registro Oficial No. 481 de 2011-06-30

**Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno ES-29 y Av. 6 de Diciembre**  
**Casilla 17-01-3999 - Telfs: (593 2) 2 501885 al 2 501891 - Fax: (593 2) 2 567815**  
**Dirección General: E-Mail: direccion@inen.gov.ec**  
**Área Técnica de Normalización: E-Mail: normalizacion@inen.gov.ec**  
**Área Técnica de Certificación: E-Mail: certificacion@inen.gov.ec**  
**Área Técnica de Verificación: E-Mail: verificacion@inen.gov.ec**  
**Área Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail: inenlaboratorios@inen.gov.ec**  
**Regional Guayas: E-Mail: inenguayas@inen.gov.ec**  
**Regional Azuay: E-Mail: inencuenca@inen.gov.ec**  
**Regional Chimborazo: E-Mail: inenriobamba@inen.gov.ec**  
**URL: www.inen.gov.ec**

**ANEXO 9: COMPARACIÓN ENTRE EL REAL DECRETO 379  
REGLAMENTO DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS Y  
SUS INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS VS NORMA  
INEN 2 266: 2010 TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE  
MATERIALES PELIGROSOS, REQUISITOS.**

<b>REAL DECRETO 379 Instrucción técnica complementaria MIE APQ-3 Almacenamiento de cloro</b>	<b>Normas Nacionales: INEN 2 266</b>
<b>Capítulo I Art. 1: Objeto</b>	<b>1. Objeto</b>
<p>La presente instrucción técnica complementaria establece las prescripciones técnicas a las que han de ajustarse, a efectos de seguridad, las instalaciones de almacenamiento, carga, descarga y trasiego de cloro líquido.</p>	<p>1.1 Esta norma establece los requisitos que se deben cumplir para el transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos.</p>
<b>Art. 2: Campo de Aplicación</b>	<b>2. Alcance</b>
<p>1. Esta instrucción técnica complementaria se aplicará a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Las instalaciones de almacenamiento de cloro líquido.</li> <li>b) Las instalaciones de carga y descarga de cloro líquido, incluidas las estaciones de carga y descarga de contenedores-cisterna, vehículos-cisterna o vagones cisterna de cloro líquido, aunque la carga o descarga sea hacia o desde instalaciones de proceso.</li> <li>c) Los almacenamientos de recipientes móviles, incluso los ubicados en las instalaciones de envasado o consumo de cloro.</li> </ul>	<p>2.2 Esta norma se aplica a las actividades de producción, comercialización, transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos.</p>
<p>2. No será de aplicación a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Los almacenamientos integrados dentro de las unidades de proceso.</li> <li>b) Los almacenamientos de cloro líquido a baja presión.</li> </ul>	
<p><b>Art. 4: Formas de Almacenamiento:</b> En función de las cantidades de cloro a almacenar, se emplearán las formas de almacenamiento siguientes:</p>	
<p>1. Para cantidades inferiores a 1.250 kg se utilizarán recipientes móviles (botellas y botellones).</p>	<p>La Norma INEN 2 266 no indica tamaño específico de los contenedores de cloro para el almacenamiento.</p>
<p>2. Para cantidades comprendidas entre 1.250 y 60.000 kg. se utilizarán recipientes fijos, móviles o semi-móviles.</p>	<p>La Norma INEN 2 266 no indica tamaño específico de los contenedores de cloro para el almacenamiento.</p>
<p>3. Para cantidades superiores a 60.000 kg se utilizarán recipientes fijos.</p>	<p>La Norma INEN 2 266 no indica tamaño específico de los contenedores de cloro para el almacenamiento.</p>

<p><b>Art. 5: Formas de extracción del cloro de los recipientes.</b> La extracción en fase líquida se realizará por alguno de los procedimientos siguientes:</p>	
<p>a) Introducción de un gas seco (temperatura del punto de rocío por debajo de 40 °C bajo cero a presión atmosférica) en la fase gaseosa del recipiente, pudiendo ser aire, nitrógeno u otro gas inerte o cloro, debiendo estar exento de hidrógeno y materias orgánicas (por ejemplo, aceites).</p>	<p>La Norma INEN 2 266 no especifica procedimiento para la extracción de los productos peligrosos de los contenedores.</p>
<p>b) Aprovechando la tensión del vapor del cloro líquido.</p>	<p>6. Requisitos 6.1 Requisitos específicos 6.1.1 El manejo de materiales peligrosos debe hacerse cumpliendo lo dispuesto en las Leyes y Reglamentos nacionales vigentes y convenios internacionales suscritos por el país. 6.1.1.3 Toda empresa que maneje materiales peligrosos debe contar con procedimientos e instrucciones operativas que le permitan manejar en forma segura dichos materiales a lo largo de proceso: f) Manipulación</p>
<p>c) Mediante bombas adecuadas para cloro líquido. La extracción en fase gaseosa directa desde el propio recipiente de almacenamiento implica el problema de una posible concentración de tricloruro de nitrógeno, con el consiguiente riesgo de alcanzar una mezcla explosiva. Por tanto, este sistema de extracción no debe utilizarse para recipientes mayores de 1.250 kilogramos. Si se utiliza, deberá controlarse que las concentraciones de tricloruro de nitrógeno están por debajo de las indicadas en la Recomendación GEST del EURO CHLOR 76/55. (En su 9.ª edición, para recipientes entre 1 y 300 t. específica 10 ppm p/p en el cloro líquido.)</p>	<p>La Norma INEN 2 266 no especifica el uso de bombas para la extracción de cloro líquido.</p>
<p><b>Capítulo IV Almacenamiento en depósitos móviles</b></p>	
<p><b>Art. 16: Campo de aplicación.</b></p>	
<p>Las exigencias de este capítulo se aplicarán a los almacenamientos en recipientes destinados al transporte con capacidades unitarias hasta 1 metro cúbico (1.250 kg.).</p>	<p>La Norma INEN 2 266 No cuenta con un campo de aplicación específico para contenedores de gas cloro de diferentes dimensiones.</p>



Art. 17: Generalidades.	
<p>1. A efectos de este capítulo, los recipientes móviles deberán cumplir con las condiciones constructivas, pruebas, máximas capacidades unitarias y revisiones periódicas establecidas en la legislación aplicable sobre Transporte de Mercancías Peligrosas y la ITC MIE-AP-7, «Botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a presión» del Reglamento de Aparatos a Presión.</p>	<p>6.1.7.11 Envases  b) El fabricante y comercializador deben utilizar envases de buena calidad, fabricados y cerrados de forma tal que, una vez preparados para su expedición, no puedan sufrir, bajo condiciones normales de manejo, ningún escape que pueda deberse a cambios de temperatura, de humedad o presión.  h) El fabricante y el comercializador, al llenar con líquidos los envases deben dejar un espacio vacío suficiente para evitar escape de contenido y su deformación permanente, ante la dilatación del líquido y generación de vapores, por efecto de la temperatura y presión.  q) Los envases, recipientes, deben someterse a inspección interna, externa y ensayos periódicos, de acuerdo normas nacionales o internacionales vigentes o según lo establezca la autoridad competente.</p>
<p>2. Todo almacenamiento de cloro líquido en recipientes móviles que carezca de vigilancia permanente se hará en edificio cerrado. Este edificio reunirá los siguientes requisitos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Estará provisto de sistemas de detección de cloro con alarma e indicación externa.</li> <li>b) El número de detectores estará adecuado a las características del edificio.</li> <li>c) La ventilación estará ligada a una instalación de absorción de cloro diseñada de acuerdo con el capítulo V.</li> <li>d) Se dispondrá de un equipo o juego de herramientas para contención de posibles fugas.</li> </ul>	
<p>3. Los almacenamientos vigilados permanentemente podrán ubicarse tanto al aire libre como en edificio cerrado. En ambos casos se dispondrá de un equipo o juego de herramientas para la contención de posibles fugas y de una instalación de absorción diseñada de acuerdo con el capítulo V; en el caso de almacenamiento en edificio cerrado se dispondrá, además, de un sistema adecuado de detección de cloro con alarma e indicación externa.</p>	<p style="text-align: center;">6.1.7.10 Almacenamiento</p> <p style="text-align: center;">c) Localización:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>c.4) El sitio de almacenamiento debe ser de acceso restringido y no permitir la entrada de personas no autorizadas.</li> <li>d) Servicios</li> <li>d.6) Debe tener un sitio adecuado para la recolección, tratamiento y eliminación de los residuos de materiales peligrosos y materiales a fines.</li> <li>d.7) Deben disponer de equipos adecuados para la descontaminación de acuerdo al nivel de riesgo.</li> <li>d.9) Contar con detectores de gases o vapores peligrosos con alarma audible.</li> <li>f) Locales</li> </ul> <p>Los lugares destinados al almacenamiento de materiales peligrosos deben ser diseñados o adecuados en forma técnica y funcional de acuerdo a él o los materiales que se vayan a ser almacenados.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>f.6) Para facilitar una buena ventilación se deben instalar extractores de escape o respiraderos.</li> </ul>
<p>4. En caso de que el almacenamiento sea en local cerrado, éste dispondrá, al menos, de dos puertas de acceso señalizadas, situadas en direcciones opuestas y con apertura hacia el exterior.</p>	

<p>5. Los recipientes no podrán estar almacenados en un local construido con materiales combustibles o que contenga materiales inflamables, combustibles, comburentes o explosivos.</p>	<p>6.1.7.10 Almacenamiento f) Locales f.8) Construir las bodegas con materiales con características retardantes al fuego, en especial la estructura que soporta el techo.</p>
<p>6. No se exigirá unidad de absorción de cloro en aquellas instalaciones cuya cantidad total almacenada, incluidos los recipientes conectados al proceso, no supere los 500 kg. En este caso se dispondrá de una ventilación adecuada.</p>	
<p>7. Los recipientes estarán alejados de toda fuente de calor que sea susceptible de provocar aumentos de temperatura de pared superiores a 50 oC o ser causa de incendio.</p>	<p>6.1.7.10 Almacenamiento c) Localización c.2) Las áreas destinadas para almacenamiento deben estar aisladas de fuentes de calor e ignición. f) Locales f.7) Controlar la temperatura en el interior de la bodega la que debe estar acorde a las características del producto almacenado.</p>
<p>8. Las operaciones de traslado y manutención de envases móviles deben efectuarse con utillaje adecuado, cuidando al máximo de evitar golpes y caídas de los envases. Se prohíben los sistemas magnéticos.</p>	<p>6.1.7 Carga y descarga para el transporte 6.1.7.3 La carga debe estar debidamente segregada, acomodada, estibada, apilada sujeta y cubierta de tal forma que no presente peligro para la vida de las personas, instalaciones y el medio ambiente.</p>
<p>9. No está permitido el almacenamiento de cloro en recipientes móviles por debajo del nivel del suelo, ni a nivel de suelo cuando existan a nivel inferior locales de trabajo.</p>	<p>6.1.7.10 h2) Los envases no deben estar colocados directamente en el suelo sino sobre plataformas o paletas</p>
<p>10. El área de almacenamiento al aire libre estará claramente señalizada, ubicada en terreno llano, apartada del tráfico, accesible en dos direcciones, como mínimo, bien iluminada y dispondrá de un cerramiento exterior rodeando la misma.</p>	<p>6.1.7.10 Almacenamiento c) Localización. c.1) Estar situados en un lugar alejado de áreas residenciales, escuelas, hospitales, áreas de comercio, industrias que procesen alimentos para el hombre o los animales, ríos, pozos, canales o lagos. c.3) El almacenamiento debe contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los materiales, en lugares y formas visibles. c.4) El sitio de almacenamiento debe ser de acceso restringido y no permitir la entrada de personas no autorizadas. c.6) Estar en un lugar que sea de fácilmente accesible para todos los vehículos de transporte, especialmente los de bomberos. d) Servicios d.4) Debe tener una cerca o muro en todo su alrededor y no permitir la entrada a personas no autorizadas.</p>

Art. 18: Distancias y protecciones	
<p style="text-align: center;">1. Almacenamientos al aire libre.</p> <p>a) La distancia del área de almacenamiento a instalaciones que contengan productos inflamables, combustibles, comburentes o explosivos será de 15 metros, como mínimo. Para capacidades totales menores de 1.000 kg o con sistemas de protección adecuados, tales como pantallas para fuego o cortinas de agua, esta distancia podrá reducirse hasta un mínimo de 10 metros.</p>	<p style="text-align: center;">6.1.7.10 Almacenamiento</p> <p>b) Compatibilidad. Durante el almacenamiento y manejo general de materiales peligrosos no se debe mezclar los siguientes materiales:</p> <p style="padding-left: 20px;">b.2) combustibles con comburentes</p> <p style="padding-left: 20px;">b.3) Explosivos con fulminantes o detonadores</p> <p>b.10) Toda persona natural o jurídica que almacene y maneje materiales peligrosos debe contar con los medios de prevención para evitar que se produzcan accidentes y daños que pudieran ocurrir como resultado de la negligencia en el manejo o mezcla de productos incompatibles.</p>
<p style="text-align: center;">1. Almacenamientos al aire libre.</p> <p>b) La distancia del almacenamiento a los límites de la propiedad y vías de comunicación públicas será, como mínimo, de 20 m. Esta distancia se podrá reducir cuando la capacidad global del almacenamiento sea inferior a 1.000 kg o disponga de sistemas de protección adecuados, hasta un mínimo de 10 metros.</p>	<p style="text-align: center;">6.1.7.10 Almacenamiento</p> <p style="text-align: center;">c) Localización.</p> <p>c.1) Estar situados en un lugar alejado de áreas residenciales, escuelas, hospitales, áreas de comercio, industrias que procesen alimentos para el hombre o los animales, ríos, pozos, canales o lagos.</p> <p>c.6) Estar en un lugar que sea de fácilmente accesible para todos los vehículos de transporte, especialmente los de bomberos.</p>
<p style="text-align: center;">2. Almacenamientos en edificios cerrados.</p> <p>a) La distancia del área de almacenamiento a instalaciones que contengan productos inflamables, combustibles, comburentes o explosivos será, como mínimo, 15 m. Esta distancia se podrá reducir para almacenamientos de capacidad inferior a 1.000 kg construidos con una RF-120 y que no dispongan de aberturas hacia este tipo de instalaciones, hasta 8 metros.</p>	
<p style="text-align: center;">2. Almacenamientos en edificios cerrados.</p> <p>b) La distancia de almacenamientos con capacidad superior a 2.000 kg a los límites de la propiedad y vías de comunicación públicas será, como mínimo, de 10 m. Esta distancia podrá reducirse cuando la capacidad global del almacenamiento sea inferior a 1.000 kg y disponga de sistemas de protección adecuados, hasta un mínimo de 5 metros.</p>	

<b>Capítulo V Instalaciones de absorción del cloro</b>	
<b>Art. 19: Generalidades</b>	
<p>Las instalaciones de absorción tienen por objeto neutralizar los desgasos de cloro producidos en las maniobras de trasiego, así como las eventuales fugas que puedan surgir en las instalaciones.</p> <p>La cantidad de agente neutralizante del cloro (hidróxido sódico, sulfito sódico, entre otros) disponible en la instalación debe ser suficiente para tratar todo el volumen del cloro contenido en el recipiente de mayor capacidad existente en el almacenamiento.</p> <p>Entre la instalación de absorción y el colector de disparo de las válvulas de seguridad de los recipientes de almacenamiento se intercalará una capacidad tampón con un volumen equivalente de, al menos, el 10 por 100 del recipiente más grande a proteger.</p> <p>En los almacenamientos en recipientes fijos y semi-móviles se asegurará la marcha en continuo de la unidad de absorción de cloro.</p> <p>Entre las instalaciones de absorción y las de trasiego de cloro se instalarán trampas que detecten la posibilidad de paso de cloro líquido, provistas de alarma de temperatura y/o nivel.</p>	<p>6.1.1.3 Toda empresa que maneje materiales peligrosos debe contar con procedimientos e instrucciones operativas que le permitan manejar en forma segura dichos materiales a lo largo de proceso: f) Manipulación</p>
<b>Art. 20: Almacenamiento en edificios.</b>	
<p>Cuando se trate de almacenamientos en el interior de un edificio cerrado se asegurarán, cuando menos, diez renovaciones por hora del aire interior. La instalación de absorción en este supuesto será capaz de tratar todo el caudal de gases admitiendo un contenido en cloro del 10 por 100. En el caso de almacenamiento en recipientes fijos y semi-móviles se cumplirán, además, los requisitos indicados en el artículo 21 «Almacenamiento al aire libre».</p> <p>En los almacenamientos no vigilados permanentemente que, por la cantidad global de cloro almacenada, requieran instalación de absorción, ésta será comandada automáticamente por el sistema de detección de cloro.</p>	<p>6.1.7.10 b)Compatibilidad b.10) Toda persona natural o jurídica que almacene y maneje materiales peligrosos de contar con los medios de prevención para evitar que se produzcan accidentes y daño que pudieran ocurrir como resultado de la negligencia en el manejo o mezcla de productos incompatibles.</p>
<b>Art. 21: Almacenamiento al aire libre</b>	
En los casos de almacenamiento al aire libre, la instalación de absorción será diseñada para tratar el cloro correspondiente al mayor de los caudales que a continuación se detallan:	
1. Caudal de desgasos de las instalaciones.	
2. Caudal evacuado en caso de descarga de un elemento de seguridad.	
3. Caudal de desgasos necesario en el caso de tener que proceder a un trasiego de cloro de un recipiente defectuoso al de seguridad que señala el artículo 12.	

<p>4. En el caso de que la instalación no disponga de recipiente de seguridad, la cantidad de agente neutralizante disponible deberá ser suficiente para tratar todo el cloro contenido en el recipiente de mayor capacidad.</p> <p>La absorción a que se refieren los artículos 20 y 21 podrá ser efectuada en la instalación de uso normal del cloro o en una instalación de absorción de socorro.</p>	
<b>Capítulo VII Medidas de seguridad</b>	
<b>Art. 25: Instalaciones de seguridad</b>	
<p>1. Señalización. En el almacenamiento y, sobre todo, en áreas de manipulación se colocarán, bien visibles, señales normalizadas, según establece el Real Decreto 485/1997, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo que indiquen claramente la presencia de cloro, además de los que pudieran existir por otro tipo de riesgo.</p>	<p>6. Requisitos. 6.1.1.2 Todas las personas naturales o jurídicas que almacenen, manejen y transporten materiales peligrosos deben garantizar que cuando se necesite cargar o descargar la totalidad o parte de su contenido, el transportista y el Usuario deben instalar señalización por vallas reflectivas de alta intensidad o grado diamante con la identificación de material peligroso, que aislen la operación, con todas las medidas de seguridad necesarias.</p>
<p>2. Prevención de fugas. Las instalaciones de almacenamiento y utilización de cloro al aire libre estarán provistas de cortinas de agua fijas o móviles, en perfecto estado de utilización, al objeto de impedir la propagación de una eventual fuga de cloro. Se evitará en lo posible la proyección de agua sobre el cloro líquido.</p> <p>Si los almacenamientos están equipados con cubetos de retención, se tomarán las medidas oportunas para reducir la evaporación del cloro líquido retenido en el mismo, caso de haberse producido una fuga de cloro (por ejemplo, espumas base proteínicas).</p>	<p>6.1.7.10 d)Servicios</p> <p>d.6) Debe tener un sitio adecuado para la recolección, tratamiento y eliminación de los materiales peligrosos y materiales afines.</p> <p>d.7) Deben disponer de equipos adecuados para la descontaminación de acuerdo al nivel de riesgo.</p> <p>d.9) Contar con detectores de gases o vapores peligrosos con alarma audible cuando se manejen materiales volátiles.</p>
<p>3. Iluminación. El almacenamiento estará convenientemente iluminado.</p>	<p>6.1.7.10 d)Servicios</p> <p>d.8) deben estar cubiertas y protegidas de la intemperie y en su caso contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión.</p>
<p>4. Duchas y lavaojos. Se instalarán duchas y lavaojos en las inmediaciones de los lugares de trabajo, fundamentalmente en áreas de carga y descarga y bombas.</p> <p>Las duchas y lavaojos no distarán más de 10 metros de los puestos de trabajo indicados y estarán libres de obstáculos y debidamente señalizados.</p>	<p>6.1.7.10 f) Locales</p> <p>f.17) Disponer de una ducha de agua de emergencia y fuente lavaojos.</p>
<p>5. Dirección del viento. Será instalado un indicador de la dirección del viento, visible desde cualquier punto del área, al objeto de orientar al personal sobre el sentido de propagación de la fuga en caso de siniestro.</p>	
<b>Art. 26: Equipo de protección personal.</b>	
<p>Estarán disponibles equipos de protección respiratoria en las proximidades de las instalaciones de almacenamiento de cloro. El equipo de protección respiratoria debe ser un aparato autónomo de presión positiva con visor que cubra toda la cara, de acuerdo con la norma UNE-EN 145-2.</p>	<p>6.1.1.5 Contar con los equipos de seguridad adecuados y en buen estado, de acuerdo a lo establecido en la hoja de seguridad de materiales.</p>

<b>Art. 27: Plan de emergencia.</b>	
<p>Todo almacenamiento de cloro tendrá su plan de emergencia interior. El plan considerará las emergencias que puedan producirse, la forma precisa de controlarlas por el personal del almacenamiento y la posible actuación de servicios externos.</p> <p>Cuando proceda se tendrá en cuenta la aplicación del Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.</p> <p>El personal conocerá el plan de emergencia y realizará periódicamente ejercicios prácticos de simulación de siniestros, como mínimo una vez al año, debiendo dejar constancia de su realización.</p>	<p>6.1.7.12 Prevención y planes de emergencia.</p>
<b>Art. 28: Formación del personal.</b>	
<p>El personal del almacenamiento, en su plan de formación, recibirá instrucciones específicas del titular del almacenamiento sobre:</p>	
<p>1. Propiedades del cloro.</p>	<p>6.1.1.6 Instrucción y entrenamiento específicos documentados registrados y evaluados de acuerdo a un programa, a fin de asegurar que posean los conocimientos y la habilidades básicas para minimizar la probabilidad de ocurrencia de accidentes y enfermedades ocupacionales.</p> <p>a) Reconocimiento e identificación de materiales peligrosos. b) Clasificación de materiales peligrosos.</p> <p>d) Información sobre los peligros que implica la exposición a estos materiales. f) Planes de respuestas a emergencias 6.1.7.10 Almacenamiento d) Servicios</p>
<p>2. Función y uso correcto de los elementos e instalaciones de seguridad y del equipo de protección personal.</p>	<p>d.3) Se deben dictar periódicamente cursos de adiestramiento al personal en procedimientos apropiados de prestación de primeros auxilios y de salvamentos.</p>
<p>3. Consecuencias de un incorrecto funcionamiento o uso de los elementos e instalaciones de seguridad y del equipo de protección personal.</p>	
<p>4. Peligro que pueda derivarse de un derrame o fuga del cloro almacenado.</p>	
<p>5. Acciones que deban adoptarse en casos de derrame o fuga de cloro.</p>	

<b>Art. 29: Plan de revisiones de las instalaciones de seguridad.</b>	
<p>Cada almacenamiento tendrá un plan de revisiones propias para comprobar la disponibilidad y buen estado de los elementos e instalaciones de seguridad y equipo de protección personal. Se mantendrá un registro de las revisiones realizadas. El plan comprenderá la revisión periódica de:</p>	
<p>1. Duchas y lavaojos. Las duchas y lavaojos deberán ser probados, como mínimo, una vez a la semana, como parte de la rutina operatoria del almacenamiento. Se harán constar todas las deficiencias al titular de la instalación y éste proveerá su inmediata reparación.</p>	<p>La Norma INEN 2 266 no especifica procedimiento para revisión de instalaciones, equipos o EPPS</p>
<p>2. Equipos de protección personal. Los equipos de protección personal se revisarán periódicamente siguiendo las instrucciones de sus fabricantes/suministradores.</p>	
<p>3. Equipos y sistemas de prevención de fugas (cortinas de agua).</p>	
<b>Construcción, mantenimiento, revisiones e inspecciones de las instalaciones</b>	
<b>Art. 30: Generalidades.</b>	
<p>Las inspecciones y controles que se disponen en el presente capítulo serán realizadas por el Órgano competente de la Comunidad Autónoma donde esté situado el almacenamiento o, en su caso, por un organismo de control facultado para la aplicación del Reglamento de almacenamiento de productos químicos.</p>	
<p>1. Control de materiales. Las características de las chapas y tubos especificados deberán ser íntegramente verificados mediante la realización de los ensayos oportunos y siguiendo las recomendaciones de normas nacionales e internacionales, tales como EURONORM 21-62, ISO R 404 1964 o similares, en tanto éstas no contradigan las primeras. Las características de los materiales en que se ejecuten las bridas, tapas ciegas, pernos, tornillos y soldaduras serán verificadas, según especificaciones homogéneas, con las prescripciones precedentes.</p>	

<p>2. Controles durante la construcción. Los controles se realizarán siguiendo las normas técnicas que se hayan especificado y consistirán, como mínimo, en los puntos siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Radiografiado del 100 por 100 de las soldaduras.</li> <li>b) Ensayos de rotura a la tracción, resiliencia y doblado sobre probetas del material base y soldadas.</li> <li>c) Control de espesores y detección de fisuras y defectos por ultrasonidos.</li> <li>d) Los procedimientos deberán ser homologados y los soldadores cualificados para dichos procedimientos, según UNE-EN 287 (partes 1 y 2) y UNE-EN 288 (partes 1 a 4), o según otras normas de reconocido prestigio. Cuando se trate de fabricación nacional, ello se realizará a través Comité Técnico de Certificación CTC 084 «Soldadura y técnicas afines» de AENOR o por un organismo de control. Cuando se trate de recipientes procedentes de los Estados miembro de la CE o de países terceros con los que exista un convenio de reciprocidad, la homologación de los procedimientos de soldadura y cualificación de soldadores podrá realizarse por un organismo de control o laboratorio de ensayo oficialmente reconocidos a tal efecto en algún estado de la CE, siempre que ofrezcan garantías técnicas, profesionales y de independencia equivalentes a las exigidas por la legislación española.</li> <li>e) Prueba de presión interna, a una presión de 1,5 veces la presión de cálculo. Estos controles se llevarán a efecto, al menos, en todos los recipientes y tuberías de cloro líquido.</li> </ul>	
<b>Art. 32: Revisiones antes de la puesta en servicio</b>	
<p>1. Secado. Toda la instalación, equipos auxiliares incluidos, deben estar desprovistos de grasa, limpios, secos y exentos de óxidos.</p> <p>El secado debe ser realizado con gas seco e inerte al cloro y se dará por finalizado cuando a la salida de los equipos el gas de secado mantenga un punto de rocío de 40 oC bajo cero. Para aquellos equipos que precisen ser engrasados se utilizará una grasa compatible con el cloro, tal como grasa clorofluorada y similares.</p>	
<p>2. Prueba de estanquidad. Todas las válvulas, equipos y accesorios sufrirán un control de estanquidad. La prueba de estanquidad se podrá realizar conforme a alguno de los métodos que se indican:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Presión de aire a 50 por 100 de la presión máxima de servicio y detección de fugas con solución jabonosa.</li> <li>b) Presión de una mezcla de helio y aire seco a 2 bar manométricos en atmósfera calma. La estanquidad se controlará mediante un detector.</li> </ul> <p>Además, se efectuará un control final mediante una mezcla de aire y cloro gas seco al 2 por 100 (aproximadamente) a 2 bar manométricos. Las fugas se controlarán mediante solución amoniacal durante una hora, como mínimo.</p>	



<b>Art. 33: Inspecciones periódicas.</b>	
<p>Los recipientes fijos serán inspeccionados cada cinco años. Los puntos a vigilar son fundamentalmente:</p> <p>1. Examen visual de las superficies interiores y, particularmente, las soldaduras.</p>	<p>6.1.7.11 Envases</p> <p>k) Todo envase, antes de ser llenado y entregado para su manejo debe ser inspeccionado por el fabricante, el importador y el comercializador para asegurarse que no presenten corrosión, contaminación y otros deterioros. Si se comprobare alguna anomalía en estos envases se debe dejar de utilizarlos.</p> <p>q) Los envases recipientes deben someterse a inspección interna, externa y ensayos periódicos de acuerdo a normas nacionales o internacionales vigentes o según lo que establezca la autoridad competente.</p>
<p>2. Control de espesor de las paredes, bridas y tubuladuras.</p>	
<p>3. Control aleatorio del estado de la superficie exterior del recipiente que se encuentra bajo el calorifugado, en el caso de que éste exista.</p>	
<p>Los recipientes móviles y semi-móviles se inspeccionarán de acuerdo con sus respectivas legislaciones. De estas inspecciones se levantará la correspondiente acta, quedando un ejemplar en poder del titular del almacenamiento, otro en poder del órgano competente de la Comunidad Autónoma correspondiente y un tercero en el del organismo de control, en su caso.</p>	
<b>Art. 34: Revisiones periódicas.</b>	
<p>Todos los restantes equipos, tuberías y accesorios serán revisados cada dos años. Como regla general, todo equipo será reemplazado sistemáticamente antes de llegar al límite de su vida técnica. Las pruebas hidráulicas periódicas no serán obligatorias por los riesgos de corrosión que las mismas implican.</p> <p>Las revisiones serán realizadas por inspector propio u organismo de control y de su resultado se emitirá el certificado correspondiente.</p>	