

25
24

300618



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**UNIVERSIDAD LA SALLE
FACULTAD DE QUIMICA**

**"MANEJO ADECUADO DE
RESIDUOS DE CLORURO DE HIDROGENO
EN CILINDROS DE ALTA PRESION, MODELO K"**

TRABAJO ESCRITO VIA DE EDUCACION CONTINUA

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO**

**PRESENTA EL ALUMNO
JORGE RAUL SOSA MORALES**

Asesor: O. Josefina Elizalde Torres



México, D. F.

1993

EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUIMICA



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO

Capítulo	Página
I INTRODUCCION	1
II GENERALIDADES	4
Descripción del Cloruro de Hidrógeno	4
Métodos de Manufactura	5
Grados Comerciales de Pureza disponibles	5
Usos	7
Envasado	9
III REQUERIMIENTOS MINIMOS PARA LA NEUTRALIZACION DE RESIDUOS DE CLORURO DE HIDROGENO LICUADO	12
Artículos opcionales para el Sistema Neutralizador	22
IV NOTAS ADICIONALES PARA LA INSTALACION DEL EQUIPO	26

V	OPERACION DEL EQUIPO	29
	Operación de Neutralización	35
	Operación después de la Neutralización	37
VI	MANTENIMIENTO DEL EQUIPO	39
VII	RESPUESTAS DE EMERGENCIA Y CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD	42
	Efectos Fisiológicos	42
	Procedimientos de Emergencia y Primeros Auxilios	45
	Peligros de fuego y explosión	46
	Datos de Reactividad	48
	Precauciones Especiales	49
VIII	AUTOTRANSPORTE	51
	Legislación Vigente	54
IX	ALMACENAMIENTO	70
	Reglas Generales	70
	Localización de Cilindros	72
	Legislación Vigente	74

X	MANEJO ADECUADO DE CILINDROS	90
	Movimiento Interno	92
	Utilización del Cloruro de Hidrógeno	93
XI	CONCLUSIONES	96
	BIBLIOGRAFIA	100
	APENDICES	104
	Apéndice A: Propiedades Fisicoquímicas del Cloruro de Hidrógeno	104
	Apéndice B: Información General	105
	Apéndice C: Hoja de Datos para la Neutralización del Cloruro de Hidrógeno	109
	Apéndice D: Carta de Compatibilidad de Materiales para construcción del Sistema Neutralizador	113

CAPITULO I

INTRODUCCION

Debido al incremento en el consumo nacional del Cloruro de Hidrógeno para diversas aplicaciones, como lo son: producción de hule, farmacéuticos, sustancias orgánicas (Cloruro de Etilo, clorometanos, etc.) e inorgánicas, refinación de gasolina, procesamiento de metales, reaprovechamiento de la lana, etc. se hace necesario contar con un sistema y una metodología para disponer de sus residuos en una forma segura, es decir sin contaminar el medio ambiente, sin producir efectos nocivos sobre la salud y evitando dañar los bienes materiales.

Por lo anterior este Trabajo Escrito intenta dar solución a esta problemática, aunque sólo toca lo referente a los residuos que fueron generados al utilizar Cloruro de Hidrógeno envasado en cilindros de acero al carbón para altas presiones modelo "K" y en el caso de que sean transportados vía terrestre en camiones de carga.

La razón por la que se genera este residuo se debe a que es imposible demandar la totalidad del producto en el interior del cilindro, ya que se ha visto en la práctica que cuando se llega entre el 10-15% del contenido total, empieza a haber problemas de congelación del Cloruro de Hidrógeno, ya que el flujo que es posible extraer en un cierto tiempo esta en función del calor latente de vaporización, presión de vapor a la temperatura de operación y la masa restante en el interior del contenedor. Si se intentara sacar todo el contenido se tendría que recurrir simultáneamente a una fuente externa de calor y a instalar el cilindro en forma invertida, lo cual representaría una fuente potencial de accidentes, operacionalmente poco práctico y con altos costos de implementación.

El sistema que se propone para la disposición final de los residuos es un lavador de gases que consta de un tambor con una solución de Hidróxido de Sodio al 50%, en donde se llevará a cabo la neutralización del Cloruro de Hidrógeno. Así mismo, se indica como instalarlo, operarlo y mantenerlo en forma adecuada.

Debido a que relacionado con la disposición de los residuos se encuentran, en el mismo plano de importancia, las actividades de almacenamiento, transporte, manejo adecuado

de los cilindros y las medidas de emergencia en caso de que se presente un accidente, estas se han incluido en el alcance de este documento. Al mismo tiempo se ha hecho referencia a la Normatividad vigente en México que regula la forma de manejar los Residuos Industriales Peligrosos.

CAPITULO II

GENERALIDADES

Descripción del Cloruro de Hidrógeno

El Cloruro de Hidrógeno anhidro es un gas incoloro con olor picante y sofocante, en este estado es relativamente inactivo y no corrosivo; pero es rápidamente absorbido por el agua y la humedad presente en el aire para producir Acido Clorhídrico (Muriático) el cual es altamente corrosivo; este último al entrar en contacto con los tejidos del cuerpo puede provocar irritación e inclusive quemaduras químicas severas. Se disuelve fácilmente en alcohol y éter, reacciona vigorosamente (en forma violenta en algunos casos) con muchas sustancias orgánicas a temperaturas elevadas, 1782°C y superiores (Ref. II); esta sustancia tiende a disociarse en sus elementos constituyentes, Hidrógeno y Cloro.

Métodos de Manufactura

El Cloruro de Hidrógeno es obtenido como un subproducto de la clorinación del Benceno y otros hidrocarburos, así como sometiendo a la combustión al Hidrógeno, Metano o vapor de Agua en una atmósfera de Cloro (Ref II).

Grados Comerciales de Pureza disponibles

El Cloruro de Hidrógeno anhidro se encuentra disponible para propósitos comerciales e industriales en un Grado Técnico (pureza mínima de 99.0%). Un análisis típico de esta especificación se muestra a continuación (Ref. II):

-Cloruro de Hidrógeno: (fase líquida)	99.5% en peso
-Hidrocarburos: (Etileno, 1,1 Dicloroetano y Cloruro de Etilo)	0.04%
-Agua:	0.01%
-Dioxido de Carbono:	0.01%
-Materiales inertes:	0.1%

Para aplicaciones en semiconductores, el Cloruro de Hidrógeno anhidro se encuentra disponible en un Grado Electrónico que cubre con las especificaciones requeridas por el organismo internacional S.E.M.I. (Equipos Semiconductores y Materiales Internacionales) con una pureza mínima de 99.9944% con las siguientes especificaciones para las impurezas en la fase gaseosa (Ref. II):

Nitrógeno:	< 16 ppm
Oxígeno:	< 5 ppm
Hidrocarburos (C1 y C2):	< 5 ppm
Agua:	< 10 ppm
Dioxido de Carbono:	< 10 ppm
Hidrógeno:	< 10 ppm
Hierro:	< 50 ppb peso en el líquido

Nota: Las propiedades fisicoquímicas del Cloruro de Hidrógeno anhidro pueden consultarse en el apéndice A.

Usos

El Cloruro de Hidrógeno es un químico industrial importante que es ampliamente utilizado en la producción de hule, farmacéuticos y sustancias orgánicas e inorgánicas, así como en la refinación de gasolina, procesamiento de metales y reaprovechamiento de la lana. El hule hidroclorado, el cual resulta de el tratamiento de hule natural con Cloruro de Hidrógeno, puede ser moldeado en películas las cuales son utilizadas como material de empaque debido a sus características de resistencia al agua y grosor, puede ser utilizado para envolver carnes y otros alimentos, así como productos de papel y textiles.

En la industria química el Cloruro de Hidrógeno es utilizado para producir una gran variedad de derivados clorinados a través de reacciones de adición y sustitución de compuestos orgánicos, algunos ejemplos son:

-Manufactura del Cloruro de Etilo a partir de Etileno para producir plásticos vinílicos,

-Producción de clorometanos y Monoclorobenceno,

-Manufactura de cloruros de alquilo, como el Cloruro de Metilo a partir de Alcohol Metílico.

El Cloruro de Hidrógeno también es utilizado en la industria de la gasolina como un promotor para la catálisis del Cloruro de Aluminio para convertir el n-Butano en Isobutano.

En la industria Metalmeccánica, se utiliza el Cloruro de Hidrógeno gaseoso como una atmósfera para revestir con metal antifricción tiras de acero, en la producción de cojinetes de inserción y para el tratamiento de tiras de acero a temperaturas elevadas para mejorar la adherencia para un posterior galvanizado en caliente.

En la industria Textil el Cloruro de Hidrógeno es utilizado para descomponer las fibras vegetales con las cuales la lana ha sido entretejida, durante el proceso de recuperación de la lana para su reutilización. Las semillas del algodón son también deshilachadas y desinfectadas agitándolas en una atmósfera de Cloruro de Hidrógeno gaseoso.

En la industria Electrónica, el Cloruro de Hidrógeno con un grado de alta pureza es usado como un grabador de agua fuerte para materiales semiconductores.

Envasado

El Cloruro de Hidrógeno anhidro es transportado como un gas licuado comprimido a su presión de vapor (Apéndice A) en cilindros y en camiones con contenedores horizontales a presión o tube trailers (Ref. II).

La densidad de llenado máxima autorizada para el Cloruro de Hidrógeno en cilindros por la DOT¹ (Disposition of Transportation) es 65% de la capacidad de agua en peso (Ref. II). Este valor podría ser adoptado por la Secretaria de Comunicaciones y Transportes como norma para el territorio nacional.

Los cilindros que cumplan con las siguientes

¹ La DOT (Disposition of Transportation) es el organismo regulador de las actividades relacionadas con el transporte de materiales y residuos peligrosos en los Estados Unidos de Norteamérica.

especificaciones TC/DOT¹ son adecuados para el servicio de Cloruro de Hidrógeno: 3A1800, 3AA1800, 3AAX1800, 3E1800 y 3A2015², (los cilindros construidos bajo la especificación obsoleta DOT-3 pueden continuar en servicio, pero no esta autorizada una nueva construcción siguiendo dichas especificaciones).

Los cilindros DOT-3A2015 y los tubos DOT-3T son también regularmente utilizados para el servicio de Cloruro de Hidrógeno anhidro.

La combinación Disco de Ruptura-Tapón Fusible clase CG-4³ es el dispositivo de relevo de presión recomendado para ser utilizado en cilindros con Cloruro de Hidrógeno. Cuando los contenedores son mayores a 65 pulgadas (1.65 m) de longitud, excluyendo el cuello, dicho dispositivo es

1 Esta especificación se basa en una nomenclatura que consta de una secuencia de números y letras, el primer número indica la máxima presión en lb/plg² que puede resistir el cilindro sin que sufran daños considerables sus paredes, las letras siguientes indican el material con que fue construido el contenedor y por último se señala la máxima presión de llenado en lb/plg².

2 Esta especificación DOT (3A2015) es la que pertenece a los cilindros modelo "K", los cuales son tema de este Trabajo Escrito.

3 Se trata de la denominación utilizada por la CGA (Asociación de Gases Comprimidos de los Estados Unidos de Norteamérica) para designar al dispositivo de seguridad de relevo de presión utilizado en contenedores para Cloruro de Hidrógeno.

requerido en la parte superior y en la inferior. Para cilindros más pequeños, este mecanismo sólo es requerido en uno de los lados.

Los cilindros con las especificaciones 3A y 3AA (tanto como la 3) utilizados para el servicio de Cloruro de Hidrógeno deben ser recalificados por medio de la prueba hidrostática cada 5 años bajo las regulaciones vigentes. Para los cilindros con la especificación 3E, no se necesita ninguna prueba de recertificación.

Debido a la tendencia de formación de partículas, las válvulas de los cilindros para este producto son normalmente operadas con la ayuda de una llave para facilitar la aplicación de un torque más grande al que se puede aplicar manualmente por medio de un volante.

La conexión estandarizada para la salida de la válvula en los Estados Unidos de Norteamérica y Canadá para cilindros destinados para contener Cloruro de Hidrógeno es la CGA-330. En México se utiliza la misma especificación por las industrias que venden este producto, aunque no este normalizado por las autoridades correspondientes.

CAPITULO III

REQUERIMIENTOS MINIMOS PARA LA NEUTRALIZACION DE RESIDUOS DE CLORURO DE HIDROGENO LICUADO

Debido a que no es posible demandar la totalidad del Cloruro de Hidrógeno contenido en cualquier tipo de cilindro en condiciones normales de operación, se hace necesario contar con una metodología para tratar los residuos de este producto en forma segura.

El funcionamiento del sistema (figura 1) que va a ser utilizado para el tratamiento de los residuos de Cloruro de Hidrógeno licuado contenidos en cilindros modelo "K"¹ se basa en los principios que rigen el fenómeno de absorción con reacción, el cual se lleva a cabo en una solución de Hidróxido de Sodio en Agua al 50%.

¹ Este tipo de cilindro pertenece a la especificación DOT 3A2015

DIAGRAMA DEL SISTEMA NEUTRALIZADOR PARA RESIDUOS DE CLORURO DE HIDROGENO

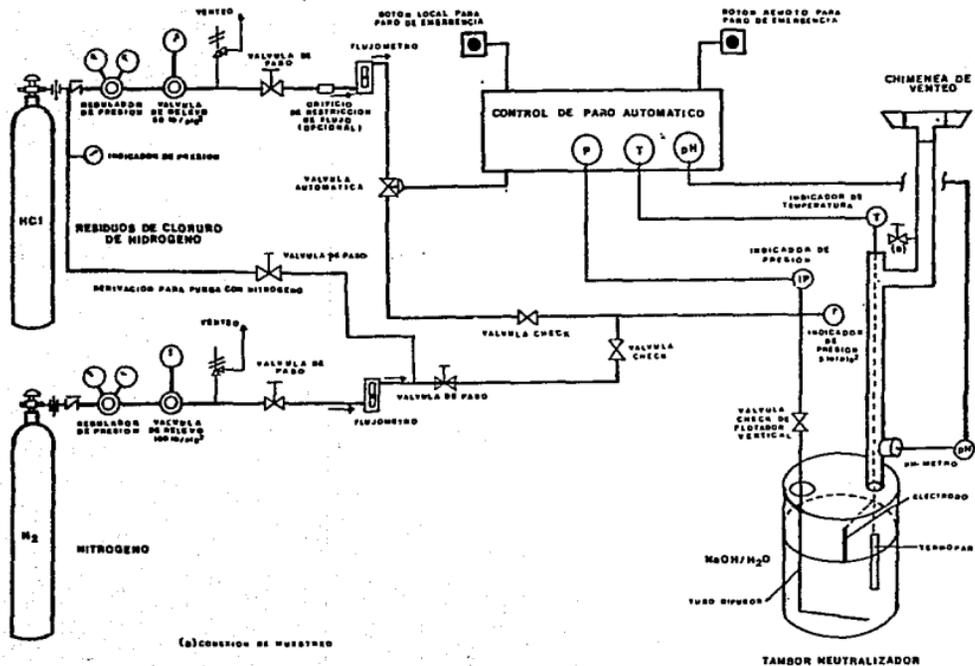


FIGURA 1

Para asegurar que la eficiencia del equipo sea la adecuada se utiliza un tubo difusor que inyecta el Cloruro de Hidrógeno en forma gaseosa dentro de la solución en forma de burbujas pequeñas, con lo cual, al mismo tiempo se aumenta el área de transferencia de masa entre las dos fases y se favorece el proceso de absorción:

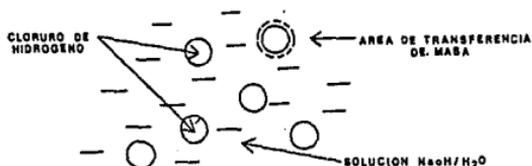
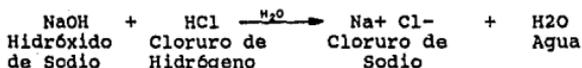


Figura 2 TRANSFERENCIA DE MASA ENTRE EL PRODUCTO Y LA SOLUCION

La reacción que se lleva a cabo durante la neutralización es la siguiente:



Al comenzar la inyección del residuo el pH de la solución neutralizadora se encuentra cercano a 14, lo cual significa que existe sólo la presencia de Hidróxido de Sodio y Agua en el tambor, durante el proceso el pH decrece conforme se alimenta el Cloruro de Hidrógeno hasta llegar a un valor entre 6 y 8, siendo este el intervalo neutro de la solución, lo cual indica que el poder reactivo de la

solución se ha agotado y por lo tanto es necesario sustituir la solución neutralizadora. De continuar inyectando residuo en estas condiciones se provocaría el venteo directo de Cloruro de Hidrógeno a la atmósfera, provocando esto daños en el equipo y en la salud del personal expuesto a estas circunstancias.

Debido a las características de las sustancias involucradas en el proceso de neutralización todo el equipo deberá ser construido con materiales compatibles con esta clase de compuestos, así mismo este deberá estar diseñado para soportar las condiciones de operación con olgura (Apéndice D).

La descripción de cada parte integrante del sistema neutralizador se señala a continuación (Ref XI):

- A) Para neutralizar los residuos de Cloruro de Hidrógeno se deben utilizar tambores de 30 a 55 galones para contener la solución lavadora de Hidróxido de Sodio en Agua al 50%, contruidos de polietileno, polipropileno u otro material compatible. Si el tambor es también utilizado para la transportación de la solución y/o el desperdicio, este debe cubrir con las especificaciones

para poder transportar una sustancia corrosiva¹.

- B) El tubo difusor debe ser construido en forma de "L" con Teflón o Acero Inoxidable 316. Este instrumento debe ser instalado aproximadamente a 3 plg del fondo del barril. Los agujeros múltiples en el tubo difusor promoverán un mejor mezclado, de tal forma que se aumentara la eficiencia del equipo.
- C) Se debe purgar con gas Nitrógeno a través del tubo difusor antes, durante y después de la inyección del producto.

Es necesario utilizar la velocidad de flujo recomendada en la hoja de datos que se muestra en el Apéndice C. Para llevar a cabo lo anterior se puede instalar un flujometro para monitorear el flujo de Nitrógeno de tal forma de mantenerlo en un nivel adecuado. El Nitrógeno ayudará a prevenir el retroceso de la solución neutralizante dentro de las líneas que contienen el Cloruro de Hidrógeno.

¹ Puede consultarse y tomarse como base la especificación DOT para el transporte de sustancias corrosivas, clase B venenosas y inflamables.

- D) Se debe instalar un flujometro y una válvula sobre la línea de inyección del gas para controlar el flujo que entra al tubo difusor, si este fuera excesivo podría llegarse a incrementar la temperatura de la solución, reducir la eficiencia y ocasionar que una fracción del producto quede sin reaccionar, venteándose a la atmósfera.
- E) Es necesario instalar válvulas check en las líneas de producto y de Nitrógeno para prevenir el mezclado de los gases entre si. Estas deben tener una presión de ruptura de 0.5 psi o menos.
- F) Se deben instalar válvulas de alivio entre el regulador de presión y el flujometro para proteger a este último. La presión recomendada a la cual deben abrir estas válvulas para el Cloruro de Hidrógeno es 50 psig y para el Nitrógeno 100 psig.
- G) Instalar manómetros de presión de 0-15 psig en la línea del tubo difusor cerca del tambor. No se deben exceder 5 psig durante la inyección. La mayoría de los tambores que sirven para el transporte no resisten ser presurizados.

H) Toda la ferretería, incluyendo reguladores, válvulas de alivio, válvulas manuales, válvulas check, flujómetros, manómetros de presión y tubería, deben ser construídos de materiales compatibles con el Cloruro de Hidrógeno, (Apéndice D).

I) Si no se utiliza un regulador de presión para la inyección del producto gaseoso, un orificio de restricción de flujo debe ser utilizado para prevenir un exceso de entrada de producto al tambor.

J) Es necesario instalar un termopar revestido con teflón dentro del porrón que contiene la solución neutralizadora, con el objetivo de monitorear la temperatura. La solución no debe exceder los 50°C durante la inyección del producto. Una señal indicadora o una alarma debe ser enviada al operador cuando la temperatura alcance los 50°C, de esta forma podrá ser parada la inyección o llevada a cabo más despacio.

K) La chimenea de venteo debe ser construída con tubo cédula 80 de PVC o CPVC de 2 plg de diámetro o de otro material compatible. La salida debe ser protegida en contra de la lluvia para evitar que entre agua al tambor. Esta debe estar por lo menos a 6 pies por encima

de la estructura más cercana con un margen de 50 pies y por lo menos a 25 pies lejos de la entrada de aire a algún edificio. Esto es para prevenir que gas venteado entre a alguna área donde el personal pueda ser expuesto a este. Si el tambor se encuentra en el interior, el venteo puede ser conducido hacia el exterior por medio de un tubo adecuado como se menciona anteriormente o hacia el interior de un sombrerete de venteo diseñado espesoso.

- L) Proveer un puerto de fácil acceso en el venteo o cerca del tambor neutralizante para realizar chequeos manuales de pH y nivel.

- M) Un sistema de calentamiento para el tambor es requerido si la temperatura del ambiente se sitúa por debajo de los 5°C. El método recomendado es utilizar un calentador para tambor, el cual tiene forma de faja, aislado térmicamente y diseñado para mantener un tambor de 55 galones de líquido a 10°C de temperatura diferencial. A temperaturas por debajo de los -25°C no se puede asegurar el funcionamiento adecuado de este tipo de calentador, se deben tomar precauciones especiales, las cuales podrían ser la adición del calor o suspensión de la inyección hasta que la temperatura

del ambiente sea más alta, se debe checar el sistema antes de empezar a inyectar producto nuevamente para prevenir posibles daños.

El termostato del calentador es adecuado siempre y cuando el sitio donde se sitúe el sistema neutralizante no represente ningún peligro, lo cual se dará si dicho equipo es diseñado conforme a los parámetros indicados en este trabajo, además se tiene que localizar en un lugar exterior bien ventilado sin condiciones peligrosas cerca de él. Si el calentador del tambor es utilizado en una área donde se requieran interruptores eléctricos estos deberán ser diseñados en contra de explosión.

- N) Se debe instalar una válvula check de flotador directamente sobre el tubo difusor en posición vertical. El Cloruro de Hidrógeno fluirá en la dirección de paso libre. Esta válvula tiene un flotador de polipropileno hueco (figura 3) que sellara cuando la solución neutralizadora intente regresar hacia la válvula, de esta forma se previene el retorno de líquido hacia el interior de la línea del producto gaseoso.

- 0) Es necesario instalar un sistema de derivación como el que se muestra en la figura 1 para poder inyectar Nitrógeno de purga al cilindro con trazas de residuos de Cloruro de Hidrógeno a una presión de 75 psia.

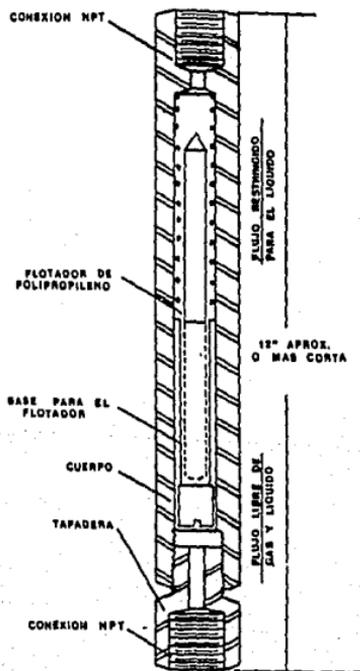


Figura 3

VALVULA DE FLOTADOR VERTICAL

Artículos opcionales para el Sistema Neutralizador

Estos equipos (Ref. XI) deben ser considerados por las plantas que utilicen el Cloruro de Hidrógeno licuado o estén por utilizarlo (No se especifica ningún proveedor en este documento).

- A) Cuando se neutraliza Cloruro de Hidrógeno, la solución se encuentra agotada cuando el pH de la solución neutralizadora se encuentra cerca del intervalo 6-8.

Un pH-metro puede ser instalado con un lector remoto localizado en la estación de control de inyección. Un operador puede entonces monitorear el pH durante la inyección y pararla cuando este se encuentre en el intervalo antes mencionado. Esto incrementara la eficiencia de esta operación, sin embargo, esto agregara un equipo más para ser mantenido en buen estado.

- B) Un interruptor de presión para indicar si se encuentra esta variable en niveles por encima de los permisibles, puede ser instalado sobre la línea que conduce al producto cerca del tambor neutralizador. Una luz y/o una alarma audible debe ser instalada en la estación de

control de inyección, de esta manera el operador podrá darse cuenta del problema. El interruptor de presión deberá ser calibrado ligeramente más alto que la presión de operación normal con un máximo de 5 psig. Este equipo proporciona soporte a la medición de la presión. Debe ser revisado y darsele mantenimiento periódicamente.

- C) Un orificio de restricción de flujo puede ser instalado a la línea de producto. El propósito de este es prevenir el flujo excesivo del Cloruro de Hidrógeno al tambor neutralizador causado por presiones altas o por abertura excesiva de la válvula del producto. Este debe ser instalado corriente abajo de el regulador y la válvula de alivio y corriente arriba del flujometro. El orificio debe ser etiquetado para identificar su localización y tamaño. Esto también ayudara a prevenir su remoción accidental o remplazo. El orificio deberá ser medido para proporcionar la velocidad de flujo recomendada a la presión de operación normal de 2.5 psig, siendo la calibración de la válvula de relevo recomendable de 50 psig.

El tamaño del orificio deberá ser determinado experimentalmente, sin embargo, la siguiente formula puede ser utilizada para estimar su tamaño. La formula

esta basada en el flujo crítico a través del orificio (p. ej. la presión corriente arriba absoluta es más del doble que la presión corriente abajo absoluta):

$$d = \frac{K \cdot F}{P}$$

donde:

d = diámetro del orificio (pulgadas)

F = velocidad de flujo (SCFM)

P = presión corriente arriba del orificio (psia)

K = 0.29, constante para Cloruro de Hidrógeno

(Ref. XII)

Nota: SCFM = 28.3 SLPM

- D) Un método para determinar la efectividad del sistema neutralizador es muestrear el gas de venteo, para determinar si el producto está escapando a la atmósfera por arriba del TLV-TWA¹; para este fin puede ser construido un puerto de muestreo sobre la línea de venteo.

¹ El TLV-TWA es el Valor Límite de Exposición a la que cualquier persona puede estar expuesta durante 8 hr/día o 40 hr por semana sin sufrir daños a la salud. En el caso del Cloruro de Hidrógeno el TLV-TWA es de 5ppm.

Un sistema detector de gases puede ser utilizado para muestrear el gas de venteo. Se deben seguir las instrucciones suministradas con el equipo; así como, tener cuidado para asegurar que la persona que tome la muestra no se encuentre expuesta al gas que se este venteando.

Por otro lado la muestra de venteo puede ser utilizada como un medio secundario para determinar si la solución neutralizadora esta agotada, lo anterior no debe reemplazar el registro que se lleve de la cantidad de producto nautralizado o el récord de pH.

- E) Si el proceso de neutralización va a ser desatendido por periodos largos de tiempo, un sistema de paro automático debe ser instalado (véase figura 2).

Un sistema de control puede ser instalado, el cual hará sonar una alarma y parará la inyección de producto cuando se presente una temperatura o presión por encima de lo permisible, así como cuando el pH de la solución sea inapropiado. Botones de paro de emergencia pueden ser instalados en un lugar estratégico para efectuar el paro manual durante una situación de emergencia.

CAPITULO IV

NOTAS ADICIONALES PARA LA INSTALACION DEL EQUIPO

Las regulaciones en contra de la contaminación del agua exigen todos los medios apropiados que deben ser tomados en cuenta para prevenir la descarga de contaminantes a las aguas superficiales. Por lo tanto, se debe contar con medios de retención para la solución neutralizadora en caso de que se presentara ruptura de alguno de los tambores, se puede recurrir a alguno de los siguientes métodos para llevar a cabo lo anterior (Ref XI):

- A) Si se utilizan diques o fosos de cemento para la retención, el volumen de estos debe ser de por lo menos 110% equivalente al volumen del contenedor individual más grande o al menos 10% del volumen de todos los contenedores.

- B) Pueden ser utilizados contenedores de retención (sobrepacques) de polipropileno u otro material compatible

con el químico a retener en caso de contingencia; generalmente son utilizados para tambores de 55 gal.

Se deben tomar en cuenta la compatibilidad de los materiales; por lo tanto, ácidos y bases no deben almacenarse en la misma área de retención. En este caso se pueden utilizarse diques adicionales, separadores, sobreempaques u otros medios apropiados.

Se debe instalar el equipo necesario para remover el agua de lluvia del área de retención. Se deben establecer procedimientos para examinar e inspeccionar el líquido antes de removerlo para asegurar que no existen contaminantes en el agua. Si existiesen válvulas en la base del área de retención, estas no pueden ser dejadas abiertas para que el líquido fluya hacia el drenaje. Debe existir un procedimiento o un sistema automático para cerrar las válvulas.

Cuando se planea la instalación para el sistema neutralizador, se deben considerar locaciones que no permitan que derrames no intencionales fluyan hacia el sistema de alcantarillas, aguas superficiales o se filtren fácilmente hacia mantos acuíferos subterráneos.

Los tambores con solución neutralizadora deben ser localizados de tal manera que el acceso sea fácil y seguro para inspecciones, cambio y mantenimiento. El tambor neutralizador puede ser montado sobre un gato rodante para moverlo fácilmente. La línea de venteo, la conexión del tubo difusor e instrumentos deben ser conectados y desconectados rápidamente.

Toda la instalación eléctrica debe apearse a la Normatividad Eléctrica Nacional¹.

La chimenea de venteo debe ser instalada de acuerdo a lo establecido en el apéndice C.

¹ Se puede recurrir a las Normas Oficiales Mexicanas relativas a esta materia.

CAPITULO V

OPERACION DEL EQUIPO PROPUESTO

Se deben tener por escrito los procedimientos estandarizados de operación para cada instalación del sistema neutralizador que se este utilizando (Ref. XI).

Antes de iniciar con la neutralización del Cloruro de Hidrógeno se debe hacer una inspección siguiendo los pasos dados a continuación:

- A) Se deben calcular el número de kilogramos de Cloruro de Hidrógeno residual que van a ser neutralizados, aplicando la siguiente formula:

$$M_{\text{RESIDUOS HCl}} = F_R(M_2 - M_1)$$

Donde:

M_2 : es el peso del cilindro (contenedor y residuos) antes de empezar con la operación de neutralización;

este puede evaluarse por medio de una bascula apropiada para este fin.

M_1 : es el peso tara del cilindro, el cual viene gravado en la parte superior del cilindro (hombro). Si esté no se llegara a localizar se puede utilizar el peso tara promedio; el cual es 60.34 kg para cilindros tipo "K".

F_R : es un factor de seguridad, el cual puede fluctuar entre 15 y 30%, tiene como finalidad asegurar que se neutralizará todo el residuo contenido en el cilindro.

B) Determinar el volumen necesario de solución de Hidróxido de Sodio para neutralizar los residuos de Cloruro de Hidrógeno (calculados en el inciso anterior) por medio de la siguiente formula:

$$V_{\text{NaOH/H}_2\text{O}} = \frac{M_{\text{HCl}}}{D_s} \frac{PM_{\text{NaOH}}}{PM_{\text{HCl}}}$$

Donde:

M_{HCl} : es el peso (kg) de los residuos de Cloruro de Hidrógeno que deben ser neutralizados.

PM_{NaOH} : es el peso molecular del Hidróxido de Sodio
40 kg/kg-mol.

PM_{HCl} : es el peso molecular del Cloruro de Hidrógeno
36.5 kg/kg-mol.

D_B : es la densidad de la solución al 50% del Hidróxido
de Sodio en Agua @ 25°C, 5.678 kg/gal.

- C) Determinar si va a ser necesario reemplazar la solución de Hidróxido de Sodio antes de que se termine de neutralizar por completo el Cloruro de Hidrógeno residual calculado anteriormente; se puede utilizar el criterio detallado a continuación:

Efectuar la siguiente operación:

30 gal - Volumen de solución utilizado la
última vez del tambor "X"

Si el resultado de esta diferencia es mayor que el volumen necesario de solución calculado anteriormente (V_{NaOH/H_2O}) significa que el tambor "X" será suficiente para efectuar por completo la neutralización del Cloruro de Hidrógeno contenido en el cilindro en turno; si fuera menor al primero, será necesario contar con un nuevo

tambor "X+1" con la cantidad suficiente de solución para terminar con el proceso de neutralización. El cambio de un tambor por otro se controla por medio de la medición del pH, es decir cuando este se sitúa en el intervalo de 6-8, es tiempo de sustituir la solución neutralizadora.

D) Verificar que el nivel de la solución neutralizadora sea el adecuado. Se recomienda trabajar a un 55% de la capacidad del tambor, lo cual equivale aproximadamente a 30 gal de solución neutralizadora en un tambor de 55 gal (Ref. V).

E) Examinar la línea de venteo del tambor neutralizador para asegurarse de que no exista taponamiento debido a la formación de sales cerca de la conexión del porrón. Si esto ocurre ver si es necesario la reposición parcial o total del equipo.

F) Revisar la temperatura de la solución. No se debe operar el sistema neutralizador si la solución se encuentra por debajo de los 5°C es preferible usarla a 10°C cuando se utilice Hidróxido de Sodio. Se puede instalar un calentador si es necesario.

La solubilidad del Hidróxido de Sodio decrece fuertemente por debajo de los 10°C . Véase la gráfica que se muestra a continuación:

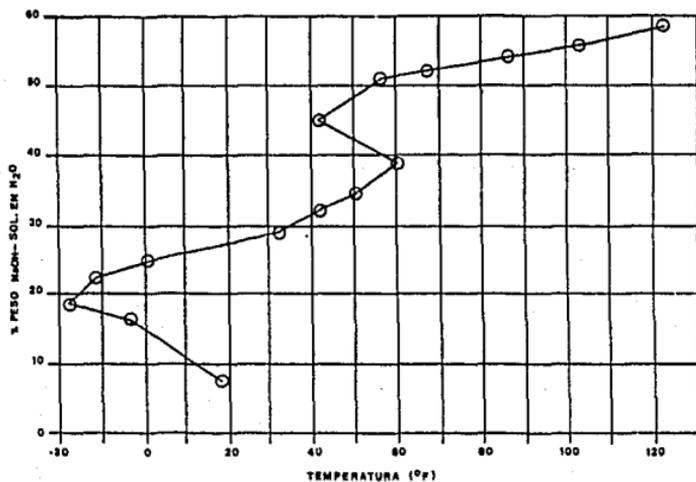


Figura 4
SOLUBILIDAD DEL HIDROXIDO DE SODIO EN AGUA
EN FUNCION DE LA TEMPERATURA EN °F

A 5°C(41°F) la solubilidad del Hidróxido de Sodio es de 32% en peso. Si se opera el sistema neutralizador, a una temperatura entre 5°C(41°F) y 10°C(50°F), la capacidad del tambor neutralizador se vera reducida alrededor de un 36%. Una vez que el Hidróxido de Sodio se precipita no regresa fácilmente a la solución. Si la temperatura de la solución alguna vez se sitúa abajo de los 5°C(41°F), no debe ser utilizada hasta que sea calentada y mezclada utilizando Nitrógeno, burbujeandolo a través del tubo difusor.

G) Inspeccionar como se encuentra la solución neutralizante para determinar si debe ser cambiada, por medio de la medición del pH. Mantener un registro del Cloruro de Hidrógeno que ha sido neutralizado. Se debe tener en cuenta que la máxima cantidad recomendable de Cloruro de Hidrógeno neutralizable en un tambor de 55 galones es 77.7kg1.

H) Examinar el dispositivo de retención de líquidos o sobre-empaque para determinar si existe la presencia de

¹ Este valor equivale al número de kilogramos teniendo en cuenta la estequiometría de la reacción (1:1), la proporción en peso de la solución (50%) y a que solo se debe llenar un tambor con 30 gal de solución neutralizante.

algún residuo. Si hay líquido presente, se debe revisar el pH para determinar si es agua o solución neutralizante.

Estos líquidos se deben drenar adecuadamente y desecharlos prontamente.

I) Examinar la presencia de fugas en todas las conexiones que hayan sido instaladas en forma reciente.

J) Inducir el flujo de la purga de Nitrógeno. Se deben purgar las líneas por un mínimo de 15 minutos antes de que la inyección de producto comience.

K) Revisar la presión de la línea de inyección. Si la presión se encuentra por encima de las 5 psig, detenga la purga de Nitrógeno e inspeccione que el tubo difusor no se encuentre bloqueado.

Operación de Neutralización

A) Después de la inyección inicial y antes de que empiece la inyección del producto se debe fijar la velocidad de

flujo como se recomienda en el apéndice c; así mismo se debe corregir la lectura del flujometro por densidad del gas y presión.

- B) Monitorear el flujo de producto durante la operación de neutralización, para asegurarse que esté no exceda la velocidad de flujo recomendado.

- C) Tomar la temperatura de la solución neutralizante. Si esta excede los 50°C, se debe detener o reducir la inyección del producto; sin embargo, la purga de Nitrógeno debe mantenerse. Se recomienda mantener la temperatura de la solución abajo de los 50°C.

- D) Se debe monitorear la presión de la línea de inyección, así mismo registrar la presión normal de operación y usarla como referencia. La presión nunca debe exceder las 5 psig durante la alimentación del producto. Las presiones más altas a la normal indican un exceso de flujo y/o un taponamiento en la línea de inyección.

Si el flujo es normal y la presión se mantiene alta, se debe parar la inyección de producto y purgar con Nitrógeno por espacio de 30 minutos. Parar el flujo de

Nitrógeno y revisar que el tubo difusor no se encuentre bloqueado por la formación de sales.

E) Periódicamente se debe inspeccionar el pH y/o tomar una muestra del venteo para obtener los niveles de emisión del Cloruro de Hidrógeno. No se debe abrir el tambor neutralizador para revisar el pH mientras el producto esta siendo alimentado. Se notara que el pH permanece constante por un largo intervalo de tiempo, entonces decrecera muy rápidamente hasta llegar al intervalo de neutralización y probablemente lo sobrepase. La solución se debe considerar agotada cuando su pH se encuentre entre 6-8.

F) Es muy recomendable llevar un libro de registro para anotar la cantidad de Cloruro de Hidrógeno que ha sido neutralizado, de esta forma se puede mantener un total acumulativo.

G) Se debe presurizar con Nitrógeno el cilindro que contenía los residuos de Cloruro de Hidrógeno utilizando el sistema de Derivación a 75 psia, de 3 a 5 veces durante 15 minutos cada ocasión; para posteriormente mandar posteriormente la mezcla de productos al tambor de Neutralización.

Operación después de la Neutralización

- A) Se debe mantener la purga de Nitrógeno por un mínimo de 30 minutos.

- B) Utilizando equipo de seguridad adecuado como el que se indica en el epéndice c, se desconectan los instrumentos, la línea de venteo y de producto. Se remueve el tubo de inyección permitiendo que la solución fluya al tambor neutralizador.

- C) Se debe colocar una cinta de teflón sobre el tapón del tambor y después atornillarlo.

- D) Etiquetar el tambor adecuadamente tomando en cuenta la normatividad vigente¹.

- E) Transportar el tambor a una área de almacenamiento de desechos utilizando medios de manejo seguros, por ejemplo se puede emplear un arreo especialmente diseñado para levantarlos en forma segura.

- F) Disponer de la solución de desperdicio en forma adecuada.

¹ Se considera como un residuo peligroso según la normatividad vigente en México.

CAPITULO VI

MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

Antes de que algún mantenimiento sea llevado a cabo, se debe cerrar la válvula de abastecimiento del Cloruro de Hidrógeno y colocarle un marbete de tal forma que nadie lleve a abrirla. Es necesario notificar a un supervisor de producción de que se están llevando a cabo labores de mantenimiento. Así mismo se debe purgar con Nitrógeno por un mínimo de media hora y detener el proceso durante el mantenimiento.

Asegurarse de que se de mantenimiento periódico al equipo, o establecer un mínimo necesario; se deben efectuar las siguientes actividades después de cada cambio de solución neutralizante (Ref. XI):

- A) Examinar la línea de venteo completamente, para asegurarse de que no este obstruida; llevar a cabo una inspección visual, hacer uso de varillas para la

limpieza, purgar con aire o Nitrógeno a través del venteo y si es necesario limpiar la tubería.

- B) Inspeccionar y probar las válvulas check y de relevo, los medidores de presión, el indicador de temperatura, el interruptor de presión y el pH-metro sólo si son utilizados. Purgar completamente las líneas de producto con Nitrógeno antes de cambiar alguna conexión.
- C) Verificar que no se presenten fugas en las conexiones de las líneas que conducen Cloruro de Hidrógeno y Nitrógeno, presurizando el sistema a un mínimo de 50 psig utilizando este último. Si se presentase algún escape de gas inerte, será necesario llevar a cabo su reparación.
- D) Inspeccionar el tubo de inyección para asegurarse que no exista obstrucción en el mismo. Limpiarlo o reemplazarlo si es necesario.
- E) Examinar la válvula check de flotador. Reemplazar la rondana del flotador si es necesario, al mismo tiempo se debe revisar que el asiento de la rondana se encuentre limpio.

F) Limpiar el orificio de restricción de flujo si es que es utilizado.

CAPITULO VII

RESPUESTAS DE EMERGENCIA Y CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD

Efectos Fisiológicos

Se ha adoptado un Valor Límite de Exposición (TLV-TWA, ACGIH 1990-1991) de 5 ppm instantáneo ($7\text{mg}/\text{m}^3$) para el Cloruro de Hidrógeno (Ref. VI), el cual es el límite de exposición máxima durante 8 hr/día (40 hr/semana) al cual puede estar expuesto cualquier persona sin sufrir daños en su salud, este valor ha sido aprobado por la Secretaria de Seguridad e Higiene en el Trabajo y por la Secretaria de Desarrollo Social.

Ingestión: Altamente tóxico. Puede causar quemaduras químicas en la boca, garganta, esófago y estómago, con severo dolor abdominal, náusea, diarrea, vómito, vértigo, debilidad y colapso.

Absorción por la piel: El contacto prolongado o amplio, puede provocar la absorción de cantidades peligrosas del material.

Inhalación: La sobre-exposición a concentraciones de vapor moderadamente superiores al TLV de 5 ppm son irritantes al sistema respiratorio superior, concentraciones en el intervalo de 50-100 ppm son intolerables. La inhalación de concentraciones altas, mayores de 50 ppm, provocan sofocamiento, tos, quemaduras de la garganta e irritación severa del sistema respiratorio; adicionalmente existe la posibilidad de ulceración de la nariz, garganta y laringe, espasmo laríngeo, edema pulmonar y lesión general del pulmón. La exposición a concentraciones de 1500 a 2000 ppm es atentar contra la vida. Han sido reportadas lesiones al hígado y al riñón después de la exposición a los vapores.

Contacto con la piel: El Cloruro de Hidrógeno gaseoso puede causar irritación severa, quemaduras químicas con ulceración y desgarramiento de la piel. La exposición repetida de la piel a los vapores puede provocar dermatitis.

Contacto con los ojos: La exposición a los ojos causa irritación y dolor inmediato con exceso de lagrimeo y párpados cerrados. La severidad de la lesión depende de la concentración y duración del contacto y puede ir desde la irritación de la conjuntiva hasta el opacamiento total de la córnea y ceguera.

Efectos de sobre-exposición repetida (crónica): La exposición repetida o prolongada al vapor puede provocar la decoloración o erosión de los dientes, sangrado de nariz y encías y ulceraciones de la mucosa nasal.

No se conocen otros efectos de la sobre-exposición.

Condiciones médicas agravadas por la sobre-exposición: la respiración de vapores puede agravar el asma y las enfermedades pulmonares ya sean inflamatorias o fibróticas. Los efectos irritantes en la piel pueden agravar una dermatitis ya existente.

Procedimientos de Emergencia y Primeros Auxilios

Ingestión: Enjuagar la boca con agua. Tomar dos vasos con agua. No inducir al vómito. Llamar al médico.

Contacto con la piel: Lave la piel con cantidades abundantes de agua, mientras se quita los zapatos y la ropa. Desechar los zapatos y la ropa.

Inhalación: Traslade a la víctima al aire fresco. Si no respira dele respiración artificial. Administre oxígeno si respira con dificultad. Mantenga caliente a la víctima. Busque atención médica inmediatamente.

Contacto con los ojos: Lave los ojos vigorosamente con agua, mínimo durante 15 minutos. Mantener los párpados abiertos para asegurarse que toda la superficie haya sido lavada. Obtener atención médica inmediatamente, de preferencia un oftalmólogo.

Notas para el médico: Las víctimas de la sobre-exposición deben mantenerse bajo observancia médica de 24 a 48 hr. La peligrosidad de este material se debe principalmente a sus propiedades severamente irritantes y corrosivas sobre la superficie de la piel y las mucosas. No existe el antídoto específico, el tratamiento deberá dirigirse hacia el control de síntomas y de la condición clínica.

Peligros de fuego y explosión

Punto de ignición (Método de prueba): No aplica

Temperatura de autoignición: No aplica

Límites de inflamabilidad en aire:

Inferior: No aplica

Superior: No aplica

Métodos de extinción: El Cloruro de Hidrógeno no puede inflamarse. Use las técnicas apropiadas para fuegos circundantes, las cuales se enuncian a continuación. Se debe tener en cuenta la incompatibilidad entre productos.

Procedimientos especiales en caso de incendio: Evacúe a todo el personal del área de peligro. No se acerque al área sin un equipo de respiración autónoma y ropa protectora. Enfríe los recipientes inmediatamente con agua atomizada a la máxima distancia posible. Una vez enfriados, aleje los recipientes del área de fuego, si no hay riesgo.

Si los recipientes están fugando, reduzca los vapores con niebla de agua. Cancele la fuga si no hay riesgo.

Peligros inusuales de fuego y explosión: El recipiente puede romperse debido al calor del fuego. Los vapores son extremadamente irritantes; su contacto puede causar quemaduras en ojos y piel. Ninguna parte del recipiente debe exponerse a temperaturas mayores de 52°C. El contacto con la mayoría de los metales, en presencia de humedad, produce Hidrógeno inflamable. Un retroceso de flujo al cilindro puede provocar su ruptura.

Datos de Reactividad

Estabilidad: Estable

Condiciones a evitar: Contacto con la humedad, con los metales más comunes y sus aleaciones ya que se podría liberar Hidrógeno inflamable.

Incompatibilidad: Con bases, compuestos orgánicos no saturados, la mayoría de los metales comunes y sus aleaciones, Flúor, carburos metálicos, acetiluros metálicos, Permanganato de Potasio, Acido Sulfúrico.

Productos de descomposición peligrosos: La descomposición puede producir Hidrógeno y Cloro o cloruros.

Riesgos de polimerización: No ocurre.

Precauciones Especiales

Es un gas licuado bajo presión, tóxico y corrosivo. No se debe respirar el gas. Deben estar disponibles inmediatamente lavajos y regaderas de emergencia. Se deben usar tuberías y equipo adecuado para resistir las presiones. Almacénese y úsese siempre con ventilación adecuada. Se debe utilizar solamente en sistemas cerrados, contruidos de materiales resistentes a la corrosión.

La válvula del cilindro cuando no este en operación debe permanecer cerrada, de igual manera cuando se encuentre "vacío".

Un retroceso de flujo hacia el cilindro puede causar su ruptura. Se debe utilizar una válvula check o algún otro dispositivo de protección en cualquier línea o tubería conectada al cilindro para prevenir un retroceso de flujo, véase la figura 2.

Cuando dos o más gases o gases licuados se mezclan, sus propiedades peligrosas pueden combinarse para crear un riesgo adicional inesperado. Es necesario obtener y evaluar la información de seguridad de cada componente antes de

producir la mezcla. Consultar a un experto en seguridad u otra persona entrenada cuando haga su evaluación de seguridad del producto final.

Nunca se deben efectuar reparaciones sobre un sistema presurizado. Si hay fuga, es necesario cerrar la válvula del cilindro, desfogar el sistema venteándolo a un lavador de gases y después reparar la fuga.

CAPITULO VIII

AUTOTRANSPORTE

Dentro de las operaciones que intervienen en el manejo de los residuos de Cloruro de Hidrógeno contenidos en cilindros modelo "K", la transportación vía terrestre es una acción importante, y al mismo tiempo de alto riesgo. Importante porque en la mayoría de los casos los generadores no cuentan en su planta con las instalaciones adecuadas para darle tratamiento a sus residuos, haciéndose por lo tanto necesario su traslado a alguna planta especializada en su tratamiento, y de alto riesgo debido a que si se presenta alguna fuga durante el trayecto a esta última, el nivel de respuesta para contrarrestar los efectos producidos en el ambiente por el Cloruro de Hidrógeno no es el adecuado; pudiendo empeorar la situación si la contingencia ocurre cerca de algún centro de población (casas habitación, hospitales, escuelas, etc.), los cuales tendrán que ser evacuados inmediatamente, manteniendo a la gente en dirección contraria al viento.

De acuerdo a lo señalado anteriormente es necesario tener en cuenta todas las previsiones que se mencionan a continuación para disminuir al máximo la posibilidad de que se presente algún accidente en donde se encuentren inmiscuidos residuos de Cloruro de Hidrógeno:

- A) Verificar que las condiciones de funcionamiento de la unidad de transporte sean correctas antes de salir de la planta del generador.
- B) Inspeccionar que las paredes y las válvulas de los cilindros no fugen; así como que cada contenedor cuente con su capuchón bien roscado.
- C) Sujetar los cilindros por medio de cinturones de seguridad a los barandales que se encuentran soldados a la caja trasera del camión, semejantes a los de la figura 5 de tal forma que no se caigan durante el trayecto.
- D) LLamar a la planta donde se efectuará el tratamiento para indicar la hora de salida de la planta del generador, así como la hora aproximada de llegada.

E) Verificar cada 2 hr, durante el trayecto, la condición de los cilindros y la existencia de fugas por medio de un detector automático para Cloruro de Hidrógeno, si se presentase esta situación el operador de la unidad deberá avisar inmediatamente al responsable de atacar la contingencia más cercano al lugar, es importante destacar que el operador deberá contar con los conocimientos suficientes para intentar controlar la fuga.

Los camiones comúnmente utilizados para transportar esta clase de residuos son los siguientes:

<u>Nombre común</u>	<u>Capacidad (No. cilindros)</u>
Camiones 3 $\frac{1}{2}$ Ton	40
Rabones (camión de redilas)	80
Torton	220

Estas unidades cuentan con una estructura especial para sujetar los cilindros y de una rampa automática que sube y baja los cilindros al camión, evitando de esta forma que se manejen de una forma insegura.

Legislación Vigente

El transporte de Residuos Industriales Peligrosos deberá realizarse conforme a lo dispuesto en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos (Ref. XVI), así como en función de lo que dicten las Normas Técnicas Ecológicas correspondientes y en los vehículos que determine la Secretaría de Comunicaciones y Transportes¹.

El generador deberá envasar sus Residuos Peligrosos conforme a su estado físico, a sus características de peligrosidad, y tomando en consideración su incompatibilidad con otros residuos, en envases:

- A) Cuyas dimensiones, forma y materiales reúnan las condiciones de seguridad previstas en la Normas Técnicas Ecológicas correspondientes, necesarias para evitar que durante las operaciones de carga, descarga y transporte,

¹ Aun no se cuenta en México con leyes que regulen en forma integral el transporte de materiales y residuos peligrosos.

no sufran ninguna pérdida o escape y eviten la exposición de los operadores al residuo, y

- B) Identificados, en los términos de las Normas Técnicas Ecológicas correspondientes, con el nombre y características del producto.

Para transportar los residuos de Cloruro de Hidrógeno a cualquiera de las instalaciones de tratamiento, el generador deberá adquirir de la SEDESOL, previo el pago de los derechos que correspondan por ese concepto, los formatos de manifiesto que requiera para el transporte de sus residuos.

Por cada volumen de transporte, el generador deberá entregar al transportista un manifiesto en original, debidamente firmado, y dos copias del mismo. El transportista conservará una de las copias que le entregue el generador, para su archivo, y firmará el original del manifiesto, mismo que entregará al destinatario, junto con una copia de éste, en el momento en que le entregue los residuos peligrosos para su tratamiento.

El destinatario de los residuos peligrosos conservará la copia del manifiesto que le entregue el transportista, para

su archivo, y firmará el original, mismo que deberá remitir de inmediato al generador.

El original del manifiesto y las copias del mismo, deberán ser conservadas por el generador, por el transportista y por el destinatario de los residuos peligrosos, respectivamente, conforme a lo siguiente:

- Durante diez años en el caso del generador, contados a partir del momento en el que el destinatario entregue al primero el original del manifiesto;
- Durante cinco años en el caso del transportista, contados a partir de la fecha en que hubiere entregado los residuos peligrosos al destinatario, y
- Durante diez años en el caso del destinatario, contados a partir de la fecha en que hubiere recibido los residuos peligrosos para su tratamiento, a la finalización de este periodo, el destinatario deberá remitir a la SEDESOL la documentación, en la forma en que ésta determine.

El generador debe conservar los registros de los resultados de cualquier prueba, análisis u otras determinaciones de residuos peligrosos durante diez años, contados a partir de

la fecha en que hubiere enviado los residuos al sitio de tratamiento.

Si transcurrido un plazo de 30 días naturales contados a partir de la fecha en que la empresa de servicios de manejo correspondiente reciba los residuos peligrosos para su transporte, el generador no recibe copia del manifiesto debidamente firmado por el destinatario de los mismos, el generador deberá informar a la SEDESOL de este hecho, para que dicha dependencia determine las medidas que procedan.

El transportista de los residuos peligrosos deberá entregar a la SEDESOL, en el formato que ésta determine, un informe semestral sobre los residuos que hubiesen recibido durante dicho periodo para su transporte.

Cuando para el transporte de residuos peligrosos, el generador contrate a una empresa de servicios de manejo, el transportista contratado estará obligado a:

- A) Contar con autorización de la SEDESOL;
- B) Solicitar al generador el original del manifiesto correspondiente al volumen de residuos peligrosos que vayan a transportarse;

- C) Firmar el original del manifiesto que le entregue el generador, y recibir de este último las dos copias del manifiesto que correspondan;

- D) Verificar que los residuos peligrosos que le entregue el generador, se encuentren correctamente envasados e identificados en los términos de las Normas Técnicas Ecológicas correspondientes;

- E) Sujetarse a las disposiciones sobre seguridad e higiene en el trabajo que correspondan, así como a las que resulten aplicables en materia de tránsito y de comunicaciones y transportes, y

- F) Remitir a la SEDESOL un informe semestral sobre los residuos peligrosos recibidos para transporte durante dicho período.

Sin perjuicio de las autorizaciones que corresponda otorgar a otras autoridades competentes, los vehículos destinados al transporte de residuos peligrosos deberán contar con registro de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y reunir los requisitos que para este tipo de vehículos

determine dicha dependencia¹.

Una vez registrados los vehículos destinados al transporte de residuos peligrosos ante la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, éstos sólo podrán usarse para dicho fin, con excepción de barcos y de vehículos terrestres, como tractocamiones, que no entren en contacto directo con los residuos peligrosos, por tener como única función la de arrastrar contenedores².

Quiénes transporten residuos peligrosos, sin perjuicio del cumplimiento de las disposiciones legales y reglamentarias en materia de tránsito, salud, comunicaciones y transportes, están obligados a lo siguiente:

- A) Observar los programas de mantenimiento del equipo, y
- B) Contar con el equipo de protección personal para los operarios de los vehículos, de acuerdo al tipo de residuos que se transporten.

¹ Hasta la fecha la Secretaría de Comunicaciones y Transportes no ha publicado ninguna norma referente a las características que deben tener los vehículos destinados a transportar Residuos Industriales.

² Este es el caso para los residuos de Cloruro de Hidrógeno líquido contenido en cilindros tipo "K".

En lo que respecta a la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, está ha determinado que las empresas que transporten materiales y residuos peligrosos deben cumplir con los siguientes lineamientos (Ref. XVIII, XIX, XX, XXI):

- A) Todo poseedor de unidades que transporte materiales y residuos peligrosos deberá contar con su Registro Nacional de Transportistas.

- B) Los operadores de las unidades deberán contar con la Licencia Federal para Transportar Materiales y Residuos Peligrosos.

- C) Identificar los vehículos que transporten materiales y residuos peligrosos en caminos de jurisdicción federal con un letrero en la parte posterior con la leyenda "Material Peligroso", en fondo blanco y letras rojas, las letras serán como mínimo de 17 cm de alto por 8 cm de ancho.

Además en el caso de residuos de Cloruro de Hidrógeno los camiones deberán portar en la parte media superior de las vistas laterales y posterior el siguiente cartel en fondo blanco y en color negro los símbolos y las letras.

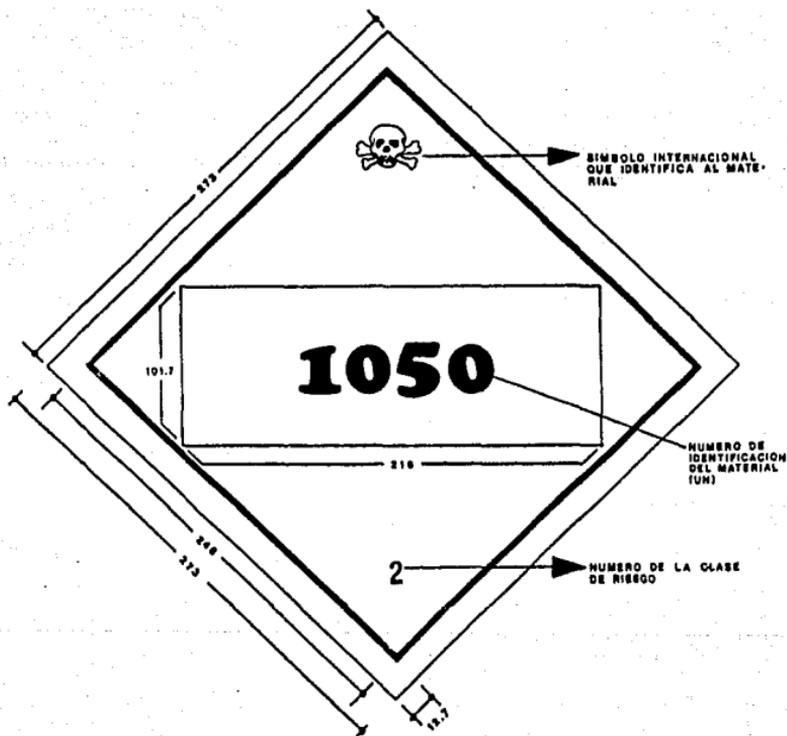


Figura 6
 CAJEL DE IDENTIFICACION PARA
 TRANSPORTAR CLORURO DE HIDROGENO

El número 1050 es el Número de Identificación para el Cloruro de Hidrógeno anhidro de las Naciones Unidas; el número 2 en el vértice inferior del cartel indica en este caso que se trata de gases comprimidos, refrigerados, licuados o disueltos a presión, los cuales son sustancias que:

- 1) A 50°C tienen una presión de vapor mayor a 300 kpa.
- 2) Es completamente gaseosa a 20°C @ presión normal (101.3 kpa).

Por otro lado, la calavera y las tibias cruzadas indican el riesgo principal del producto, el cual en el caso de Cloruro de Hidrógeno anhidro es el de ser un gas tóxico, nocivo a los seres vivos por inhalación, ingestión o al contacto con la piel (División 2.3).

Este cartel deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

- 1) Debe ser de un material resistente a la intemperie para evitar que se deteriore la información contenida en el mismo.

- 2) Podrá ser de tipo móvil, fijo, sobre puesto o de hojas múltiples de acuerdo al uso.
- 3) Deben ser cuadrados en forma de rombos de 273 x 273 mm., por lado, debiendo llevar una línea del mismo color del símbolo trazada a 12.7 mm. del borde exterior y paralelo a este.
- 4) Las letras deben ser del tipo Franklin Gótico Condensado.
- 5) El número de las Naciones Unidas deberá ser de un mínimo de 101.1 mm. x 54 mm. cada dígito.

Es importante mencionar que se encuentra en proyecto de ley la forma de señalar los riesgos secundarios de las sustancias, que en el caso del Cloruro de Hidrógeno es el de poder llegar a ser corrosivo si es absorbido en agua, para formar Acido Clorhídrico. De igual forma se estudia la información que deberá ir incluida en la etiqueta de envase/embalaje, la cual deberá ir adherida a las paredes de los contenedores.

- D) El operador del transporte deberá contar con la "Hoja de Emergencia en Transportación" que contiene las acciones

inmediatas a aplicarse en caso de accidente (fugas, derrame, fuego, etc.).

E) Todo vehículo deberá contar con los documentos donde se especifiquen los volúmenes parciales y totales de los materiales o residuos que se transportan, y las hojas de seguridad de los productos.

F) Las unidades deberán circular a una velocidad no mayor a 80 km/hr en carreteras de jurisdicción federal y de 50 km/hr en zonas urbanas.

G) El tránsito de las unidades vehiculares deberá efectuarse con luz diurna, debiendo circular en todo momento con los faros encendidos.

H) La instalación eléctrica de los camiones y de las unidades de arrastre deberá estar protegida en su totalidad, solidamente fija y colocada en forma tal, que no se provoque en condiciones normales de operación corto circuito o inflamación a causa de impacto de objetos, exceso de calor generado por los gases de combustión conducidos por el escape, el motor mismo o por los materiales o residuos que se transportan.

- I) Las instalaciones eléctricas deberán estar protegidas contra eventuales sobrecargas de corriente.

- J) Los conductos del sistema eléctrico deberán ser de una sola pieza sin contar con añadidos entre terminales, las líneas de derivación deberán de extenderse partiendo de una caja de registro que se considere terminal.

- K) Todas las Unidades deberán contar con tres triángulos de seguridad reflejantes para señalar peligro en la carretera, mismos que deberán cumplir con lo establecido en la norma NOM-D-139 vigente.

- L) La unidad deberá contar con dos extintores portátiles de los tipos ABC de 9.1 kg de capacidad, los agentes de extinción deberán ser los adecuados para el tipo de material o residuo que se transporta y serán colocados en lugares de fácil acceso, tanto para el conductor como para los acompañantes.

- M) Los operadores de las unidades deberán estar capacitados para actuar en casos de emergencia; y contar con el equipo de protección personal que se especifica en la hoja de emergencia, de acuerdo al tipo de material o residuo que se transporta.

- N) El depósito de combustible estará colocado en un emplazamiento aislado del motor, de las conducciones eléctricas y de las tuberías del sistema de escape, de tal manera que en caso de fugas, el derrame ocurra directamente al suelo y no exista posibilidad de alcance al material o residuo que se transporta.
- O) El sistema de escape deberá estar colocado de tal manera que al existir exceso de carbonización en el tubo de escape al desalojar gases de combustión, no produzcan inflamación los materiales o residuos que se transportan o pueda dañar los sistemas de frenos o eléctricos.
- P) Las unidades deberán contar con un dispositivo que permita liberar la energía estática producida por la fricción de la mercancía en las operaciones de carga y descarga.
- Q) Las unidades deberán portar caja de herramienta y todos los accesorios necesarios para efectuar las reparaciones ocasionales al vehículo.
- R) Las unidades deberán estar libres de material punzocortante que pueda deteriorar los envases de la carga.

- S) Las unidades deberán traer sujetadores, tales como cuerdas, soportes, entre otros, de acuerdo al envase que se transporte.
- T) Verificar que los materiales o residuos que se trasladan se encuentren correctamente envasados e identificados, cubriendo los requisitos de la normatividad vigente en México en la materia.
- U) Además de las disposiciones anteriores, deberán cumplirse las contenidas en el reglamento de tránsito en carreteras federales, así como la reglamentación de cada entidad federativa por donde transite.
- V) No se deberá fumar cerca de la unidad una vez cargada, debiendo para ello alejarse por lo menos 10 m.
- W) Disposiciones de operación:
- 1) Se deberá evitar realizar paradas innecesarias, circular por áreas centrales de ciudades y poblados, para lo cual deberán utilizar los libramientos periféricos cuando estos existan.

- 2) En caso de que otros vehículos sufran un accidente en la carretera, los operadores que transporten materiales o residuos peligrosos, deberán evitar aproximarse al lugar del accidente, alejándose o en su defecto usar rutas alternas.

- 3) En caso de ocurrir un congestionamiento vehicular provocado por un siniestro, el transportista deberá solicitar al personal encargado de la vigilancia de los caminos, prioridad para continuar su viaje, e indicar el riesgo sobre los materiales o residuos que se transportan, a fin de adoptar las precauciones del caso.

- 4) Cuando la unidad tenga que circular por pasos superiores e inferiores de vías férreas deberá evitarse el cruce en el mismo instante que pase el ferrocarril, debiendo esperar que este se haya alejado por lo menos 300 m. de igual forma deberá procederse con respecto a las embarcaciones al pasar puentes sobre ríos y canales.

- 5) Se deberá evitar su tránsito cuando se presenten condiciones climatológicas desfavorables como son: niebla, nevada o lluvia intensa; procurando

estacionar la unidad en un lugar adecuado que no represente peligro para la circulación de otros usuarios del camino, y no signifique riesgo para los pobladores del lugar.

- 6) Las unidades vehiculares que transporten materiales o residuos peligrosos no podrán circular en convoy.
- 7) Las unidades vehiculares que transporten materiales o residuos peligrosos por ningún motivo podrán ser estacionadas cerca de un fuego abierto, debiendo como mínimo ser estacionadas a 100 m. del lugar.
- 8) En las operaciones de carga y descarga, así como el abastecimiento de combustible el motor de la unidad no deberá permanecer encendido.

CAPITULO IX

ALMACENAMIENTO

Reglas Generales

- A) Los cilindros deben almacenarse en áreas cubiertas, en posición vertical y de una forma compacta, de tal manera de evitar el movimiento entre ellos, de lo contrario el riesgo de que se derriben todos con un sólo que se caiga es alto, debido al efecto de domino.
- B) Es recomendable la utilización de barandales con cadenas, como el arreglo que se muestra a continuación:

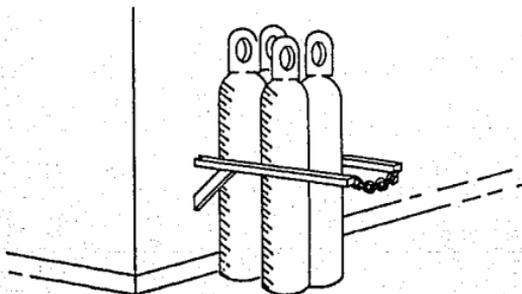


Figura 5
ARREGLO DE BARANDALES PARA CILINDROS

C) Las vías de salida (pasillos) deben mantenerse siempre libres.

D) Por ser el Cloruro de Hidrógeno más pesado que el aire (gravedad específica = 1.266), éste tenderá a acumularse en las partes más bajas del lugar donde justamente están las personas; por lo tanto una buena ventilación en las áreas de almacenamiento de cilindros es esencial, esta puede ser natural a través de puertas o forzada a través de extractores; así mismo es importante que las salidas de extracción no se coloquen cerca de los lugares físicos de trabajo.

E) Es más conveniente un almacén exterior techado, con piso y sin paredes.

F) Durante el almacenamiento, los cilindros no deben colocarse en ninguna de las siguientes situaciones:

1) En contacto con circuitos eléctricos,

2) En una posición tal, que exista la posibilidad de que les caiga aceite u otro lubricante,

- 3) Cercanos a fuentes de calor radiante o flamas abiertas,
 - 4) No someter los cilindros a temperaturas mayores de 52°C, y
 - 5) Cercanos a fuentes de corrosión (fugas de agua salada, ácidos, etc.).
- G) Los cilindros llenos y vacíos, no deben almacenarse juntos; esta práctica evita confusiones, accidentes y hasta lesiones.

Localización de cilindros

Existen dos maneras para instalar los cilindros (Ref. XII); la primera y la más recomendable es colocarlos en la parte exterior del edificio o local con piso y cobertura adecuada, si es posible con puerta de malla que impida el acceso a personal ajeno al manejo de los cilindros. Si se van a almacenar un conjunto de cilindros, éstos deberán estar sujetos con cadenas a un muro, en donde se debe

instalar el equipo para la neutralización de los residuos de Cloruro de Hidrógeno.

Para una mayor seguridad, el orificio en la pared, por donde la línea o las líneas de gas deban pasar, debe de estar cementado.

En el caso en el que sea imprescindible instalar el cilindro con el residuo dentro de un local cerrado, se sugieren las siguientes medidas:

Colocar los cilindros en una posición, tal que:

- A) Se sitúen lejos de calentadores de cualquier tipo, fuentes de ignición o de alta tensión, tuberías de vapor y equipos de seguridad, con el fin de no dificultar el acceso a ellos en el caso de una emergencia.

- B) Se sitúen fuera de los corredores de mayor circulación y lejos de las puertas de salida del local; se recomienda colocar la capucha sobre el cilindro, en el caso de que su tamaño lo permita.

C) Los cilindros deben mantenerse en posición vertical y encadenados, aún cuando no se este neutralizando su contenido.

D) Mantener una buena ventilación.

Legislación Vigente

Para los efectos del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos (Ref. XVI), el almacenamiento entra dentro del conjunto de operaciones que requieren autorización por parte de la Secretaría de Desarrollo Social (anteriormente Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología), para poder llevarlas a cabo, sin perjuicio de otras autorizaciones que corresponda otorgar a otras autoridades en materia de salud y de seguridad e higiene en el trabajo. Para efecto de aprobar la construcción de un almacén "temporal" de residuos de Cloruro de Hidrógeno, no es necesario presentar a evaluación el impacto ambiental que dicha instalación pudiera originar.

El generador¹ de residuos industriales peligrosos deberá almacenar éstos en condiciones de seguridad y en áreas que reúnan como mínimo las siguientes condiciones:

- A) Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados.
- B) Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones.
- C) Contar con muros de contención y fosas de retención para la captación de los residuos o de los lixiviados.
- D) Los pisos deberán contar con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención, con capacidad para contener una quinta parte de lo almacenado.

¹ El generador es toda persona física o moral que como resultado de sus actividades produzcan residuos peligrosos.

- E) Contar con pasillos lo suficientemente amplios, que permitan el tránsito de montacargas mecánicas, electrónicas o manuales, así como el movimiento de los grupos de seguridad y bomberos en casos de emergencia.

- F) Contar con sistemas de extensión contra incendios en el caso de hidrantes, éstos deberán mantener una presión mínima de 6 kg/cm² durante 15 minutos.

- G) Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los mismos, en lugares y formas visibles.

Así mismo el generador deberá informar a la Secretaría de Desarrollo Social semestralmente sobre los movimientos que hubiere efectuado con sus residuos industriales peligrosos durante dicho período.

Por otro lado el envasado de dichos desechos deberá efectuarse de acuerdo con su estado físico, sus características de peligrosidad, y tomando en cuenta su incompatibilidad con otras sustancias o residuos en su caso; las características de los contenedores deberán seguir los siguientes lineamientos:

- A) Sus dimensiones, formas y materiales deberán reunir las condiciones de seguridad necesarias para evitar que se presenten pérdidas o escapes y de esta forma proteger a los operadores en contra de una exposición.
- B) Estar identificados con el nombre y características del residuo.

Almacenes Cerrados

Estos almacenes deberán cumplir con las siguientes condiciones:

- A) No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudiera permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida.
- B) Las paredes deben estar construidas con materiales no inflamables.
- C) Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora.

- D) 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.

Areas Abiertas

Además de lo dispuesto anteriormente los almacenes abiertos deberán cumplir con las siguientes especificaciones:

- A) No estar localizadas en sitios por debajo del nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona, más un factor de seguridad de 1.5.
- B) Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados.
- C) Contar con pararrayos.
- D) Tener detectores de gases o vapores peligrosos con alarma audible, cuando se almacenen residuos volátiles.

E) En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados.

Queda prohibido almacenar residuos peligrosos en los casos siguientes:

A) Sean incompatibles

B) Sus cantidades rebasen la capacidad instalada de almacenamiento.

C) Cuando las áreas destinadas para tal efecto no cumplan con las especificaciones antes mencionadas.

Los movimientos de entrada y salida de residuos peligrosos del área de almacenamiento deberán quedar registrados en una bitácora, en ésta se debe indicar fecha del movimiento, origen y destino del residuo peligroso.

Quando por cualquier causa se produzcan derrames, infiltraciones, descargas o vertidos de residuos peligrosos, durante cualesquiera de las operaciones que comprende su manejo, el generador y, en su caso, la empresa que preste el servicio, deberá dar aviso inmediato de los

acontecimientos a la Secretaría; aviso que deberá ser ratificado por escrito dentro de los tres días siguientes al día en que ocurran los hechos, para que dicha dependencia esté en posibilidad de dictar o en su caso promover ante las autoridades competentes, la aplicación de las medidas de seguridad que procedan, sin perjuicio de las medidas que las mismas autoridades apliquen en el ámbito de su competencia.

El aviso por escrito a que se refiere el párrafo anterior deberá comprender:

- A) Identificación, domicilio y teléfono de los propietarios tenedores, administradores o encargados de los residuos peligrosos de que se trate.
- B) Localización y características del sitio donde ocurrió el accidente.
- C) Causas que motivaron el derrame, infiltración, descarga o vertido.
- D) Descripción precisa de las características

fisicoquímicas y toxicológicas, así como cantidad de los residuos peligrosos derramados, infiltrados, descargados o vertidos.

E) Acciones realizadas para la atención de accidentes.

F) Medidas adoptadas para la limpieza y restauración de la zona afectada.

G) Posibles daños causados a los ecosistemas.

Incompatibilidad

Se dice que dos o más residuos son incompatibles cuando al mezclarlos entre si reaccionan violentamente, pudiendo originar daños en el equilibrio ecológico y el ambiente.

Para determinar la incompatibilidad de dos o más residuos es necesario referirse al procedimiento dictado por la Norma Técnica Ecológica NTE-CRP-003/88 (Ref. XVII). Tomando esto como referencia los residuos del Cloruro de Hidrógeno se pueden clasificar dentro de los siguientes dos grupos reactivos, a los que dicho criterio hace mención:

A) Grupo Número 1: Ácidos minerales no oxidantes (cuando se encuentra en solución acuosa)

B) Grupo Número 107: Sustancias reactivas al agua (en estado anhidro)

En función de lo anterior y utilizando la tabla de incompatibilidades entre grupos reactivos, así como el código de reactividades se tiene que el Cloruro de Hidrógeno no debe ser mezclado con:

<u>Grupo Reactivo</u>	<u>Consecuencias de la Reacción</u>
Alcoholes y Glicoles	Genera calor por reacción química
Aldehidos	Genera calor por reacción química Produce polimerización violenta, generando calor extremo y gases tóxicos e inflamables
Amidas	Genera calor por reacción química
Aminas Alifáticas y Aromáticas	Genera calor por reacción química

<u>Grupo Reactivo</u>	<u>Consecuencias de la Reacción</u>
Azo y Diazo-compuestos e Hidracinas	Genera calor por reacción química Genera gases en grandes cantidades y puede producir presión y ruptura de los recipientes cerrados
Carbamatos	Genera calor por reacción química Genera gases en grandes cantidades y puede producir presión y ruptura de los recipientes cerrados
Cáusticos	Genera calor por reacción química Produce fuego por reacción exotérmicas violentas y por ignición de mezclas o productos de la reacción
Cianuros	Genera gases tóxicos Genera gases inflamables

<u>Grupo Reactivo</u>	<u>Consecuencias de la Reacción</u>
Ditiocarbamatos	<p>Genera calor por reacción química</p> <p>Genera gases inflamables</p> <p>Produce fuego por reacciones exotérmicas violentas y por ignición de mezclas o productos de la reacción</p>
Esteres	Genera calor por reacción química
Eteres	Genera calor por reacción química
Fluoruros Inorgánicos	<p>Genera gases en grandes cantidades y puede producir presión y ruptura de los recipientes cerrados</p>
Compuestos Orgánicos Halogenados	<p>Genera calor por reacción química</p> <p>Genera gases tóxicos</p>

Grupo ReactivoConsecuencias de la Reacción

Isocianatos	Genera calor por reacción química Genera gases en grandes cantidades y puede producir presión y ruptura de los recipientes cerrados
Cetonas	Genera calor por reacción química
Mercaptanos, Sulfuros Orgánicos	Genera gases tóxicos Genera gases inflamables
Metales alcalinos y alcalinoterreos elementales y aleaciones	Genera gases inflamables Genera calor por reacción química Produce fuego por reacciones exotérmicas violentas y por ignición de mezclas o productos de la reacción

<u>Grupo Reactivo</u>	<u>Consecuencias de la Reacción</u>
Metales y Aleaciones en forma de talco, vapores y partículas laminas, varillas y soldaduras	Genera gases inflamables Genera calor por reacción química Produce fuego por reacciones exotérmicas violentas y por ignición de mezclas o productos de la reacción
Metales y compuestos metálicos tóxicos	Solubilización de metales y compuestos metálicos tóxicos
Nitruros	Genera gases tóxicos Genera calor por reacción química Produce fuego por reacciones exotérmicas violentas y por ignición de mezclas o productos de la reacción
Nitrilos	Genera calor por reacción química Genera gases tóxicos Genera gases inflamables
Hidrocarburos Alifáticos no saturados	Genera calor por reacción química

<u>Grupo Reactivo</u>	<u>Consecuencias de la Reacción</u>
Peróxidos e Hidroperóxidos	Genera calor por reacción química Genera gases en grandes cantidades y puede producir presión y ruptura de los recipientes cerrados
Fenoles y Cresoles	Genera calor por reacción química
Organofosfatos Fosfotioatos y Fosfoditioatos	Genera calor por reacción química Genera gases inflamables
Sulfuros Inorgánicos	Genera gases tóxicos Genera gases inflamables
Epóxidos	Genera calor por reacción química Produce polimerización violenta, generando calor extremo y gases tóxicos e inflamables

<u>Grupo Reactivo</u>	<u>Consecuencias de la Reacción</u>
Metales combustibles e inflamables	Genera calor por reacción química Genera gases en grandes cantidades y puede producir presión y ruptura de los recipientes cerrados
Explosivos	Genera calor por reacción química Produce explosión debido a reacciones extremadamente vigorosas o suficientemente exotérmicas para detonar compuestos inestables o productos de reacción
Compuestos polimerizables	Produce polimerización violenta, generando calor extremo y gases tóxicos e inflamables Genera calor por reacción química
Agentes Oxidantes fuertes	Genera calor por reacción química Genera gases tóxicos

<u>Grupo Reactivo</u>	<u>Consecuencias de la Reacción</u>
Agentes Reductores fuertes	Genera calor por reacción química Genera gases tóxicos
Agua y mezclas conteniendo agua	Genera calor por reacción química

CAPITULO X

MANEJO ADECUADO DE CILINDROS

Cuando se manejen cilindros con residuos de Cloruro de Hidrógeno Licuado se debe utilizar el siguiente equipo de seguridad como mínimo (Ref. XII):

- Casco
- Lentes de seguridad
- Guantes
- Zapato con casquillo de acero

El cilindro nunca debe utilizarse como rodillo o como soporte, o con cualquier otro propósito que no sea para utilizar el gas.

No debe permitirse que se caiga un cilindro o que se golpee con violencia. Tampoco golpear un cilindro contra otro. Cuando se tenga la necesidad de mover un cilindro a otro lugar en donde el piso sea más bajo, se debe colocar una protección para amortiguar el golpe.

No se debe intentar detener un cilindro cuando éste caiga; mejor apártese para protegerse de un golpe o de un machucón causado por el propio cilindro (un cilindro pesa aproximadamente 60 kg).

Es muy importante mantener bien enroscado el capuchón del cilindro, cuando éste no se use.

Nunca debe suspenderse un cilindro del capuchón, o por medio de ganchos magnéticos.

Al levantar un cilindro que se encuentre en posición horizontal, asegúrese antes que el capuchón está bien enroscado al cilindro.

Al efectuar la maniobra de descarga de un camión, se debe tener cuidado de no provocar la caída de varios contenedores al mismo tiempo. En el caso de haber movimiento de cilindros, apártese hasta un lugar donde no sea alcanzado por ningún cilindro.

Movimiento Interno

Antes de mover cualquier cilindro, se debe verificar que el capuchón este bien sujeto al cilindro.

La manera más segura de mover un cilindro, es un carrito de mano (diablo), apropiado, cinchandolo o amarrandolo.

Cuando mueva cilindros a distancias cortas, lo puede hacer rolándolo, esto es, casi en posición vertical, ligeramente inclinado, siempre y cuando el piso esté en buenas condiciones (uniforme). Es mucho más seguro mover un sólo cilindro cuando utilice este método.

Los contenedores nunca deben rodarse en posición horizontal.

Utilización del Cloruro de Hidrógeno

Identificación

- A) Al recibir un cilindro verifique las etiquetas y demás marcas de identificación.
- B) Si tiene dudas de que el contenido del cilindro sea Cloruro de Hidrógeno pregunte a su proveedor.

Prueba de fugas

- A) Debe efectuarse una verificación completa de fugas. Para esto se pueden utilizar soluciones de detergentes o de agua con alcohol o detectores de fugas específicos.

Puntos de prueba:

- Salida de la válvula
- Dispositivo de seguridad
- Collarín
- Estopero

No intente eliminar una fuga, sobre todo si esta en el dispositivo de seguridad.

No debe confiar en los sentidos para detectar las fugas de Cloruro de Hidrógeno por las siguientes razones:

- No tiene color

- Las fugas muy pequeñas, son inaudibles.

- Tiene un olor picante, sin embargo es altamente tóxico y podría llegar a disminuir el sentido del olfato.

Acoplamiento de los cilindros

- A) Verificar si el equipo a utilizar es compatible con el gas, en términos de presión de trabajo, material de construcción y características deseadas para la descarga.

- B) Inspeccionar el estado de las roscas de la válvula del cilindro y de la conexión del reductor.

- C) El apriete de las roscas debe realizarse suavemente, las conexiones deben ajustar perfectamente.

- D) El apriete debe ser el mínimo necesario para la eliminación de fugas; las cintas de teflón auxilian en

el sello, pero su función primordial es actuar como lubricante.

No apriete las conexiones en exceso, ya que al hacerlo no elimina las fugas y además es peligroso sobre todo si el sistema está presurizado.

CAPITULO XI

Conclusiones

Se espera que este Trabajo Escrito pueda ser utilizado como un procedimiento ya establecido para manejar en forma segura los residuos de Cloruro de Hidrógeno anhidro generados cuando se trabaja con cilindros modelo "K" para altas presiones; y aun un poco más, que sea utilizado como punto de partida cuando este producto haya sido envasado en contenedores similares y como referencia cuando se trabaje con contenedores más grandes o con características diferentes a los primeros.

De igual manera se pretende que pueda ser utilizado como un auxiliar para implementar los procedimientos análogos a los descritos en el presente trabajo, cuando se manejen residuos con características similares a las del Cloruro de Hidrógeno, es decir cuando se trate de residuos tóxicos y/o corrosivos en estado gaseoso, como por ejemplo Fluoruro de Hidrógeno, Sulfuro de Hidrógeno, Oxidos de Nitrógeno, Dióxido de Azufre, etc., en este caso, se tendría

probablemente que recurrir a otro Sistema de Neutralización, a medidas complementarias de seguridad, etc., pero podrían seguirse los mismos lineamientos generales descritos en el presente.

Debido a que la Normatividad vigente en México en materia de Residuos Industriales Peligrosos aun no cuenta con los procedimientos adecuados para efectuar el tratamiento de esta clase de sustancias, tóxicas y/o corrosivas en estado gaseoso, este documento podría ser utilizado como punto de partida, en combinación con otros, para estructurar las Normas que regulen las actividades relacionadas con el manejo adecuado de este tipo de residuos, es decir su tratamiento, almacenamiento, transporte, etc.

Al mismo tiempo, por tener básicamente las mismas propiedades el Cloruro de Hidrógeno anhidro como materia prima y como residuo, los procedimientos descritos en el presente documento pueden ser utilizados en ambos casos, aunque se deben tener en cuenta otros aspectos cuando se trabaje con la materia prima, debido principalmente a la cantidad de producto contenida en el cilindro.

En base a que la mayoría de los documentos que fueron consultados para redactar este Trabajo Escrito son fuentes

primarias de información, conlleva a que el carácter práctico de los procedimientos aquí descritos sea de gran valor y utilidad, y al mismo tiempo a afirmar que actualmente este documento sea uno de los pocos medios de consulta pública en México que trate este tipo de cuestiones en la profundidad con que este las describe. De igual manera, existen aspectos que fueron proporcionados por terceros con muchos años de experiencia trabajando con este tipo de sustancias y con algunas experiencias propias; con lo cual se resalta aun más el valor práctico de este documento.

Una limitante importante del presente es que no toca lo referente a los procedimientos que permitirían actuar en caso de que se presentase fuga de producto en cualquier parte del cilindro, ya sea durante su estancia en la planta del generador o de tratamiento, o durante su transportación; pero se intenta dar las normas para que esta clase de contingencias no sucedan durante cualquiera de las etapas que comprenden el manejo de esta clase de residuos.

Por lo anterior, aunado con las características de riesgo que tienen las actividades relacionadas con el tratamiento de esta clase de residuos, descritas durante la presente

exposición, es necesario contar en todos los casos con la colaboración de un experto en seguridad industrial, de un médico, de una brigada de primeros auxilios entrenada en el manejo de esta clase de sustancias, así como contar con las medidas pertinentes para evacuar rápidamente las áreas afectadas y tener los medios de comunicación adecuados con los vecinos; tratase de industrias, centros de población, escuelas, etc. para evitar que sufran daños personales y en los bienes materiales; del mismo modo es necesario informar a las autoridades correspondientes de las actividades que se están llevando a cabo y de los riesgos que estas conllevan.

BIBLIOGRAFIA

- I Atherley, G. R. C., Roberts, E. L. M.; Manual de Seguridad Industrial; Universidad de Aston; Birmingham; 1984.
- II Barker, William, Mossman, Allen L.; Matheson Gas Data Book; 6th Edition; Matheson Gas Products; 1980.
- III Condensed Safety Information Compressed Gases and Cryogenic Liquids; Union Carbide Industrial Gases, Linde Division; 1989.
- IV Holmer, A. E.; Product Neutralization Questions for the Oevel Plant (Belgium); Union Carbide Industrial Gases Inc.; 1989.
- V Jackson, P. J., Burton, J. S., Jhonsson, R.; Code of Practice for de Disposal of Gases; IGC Document 30/84/E; Industrial Gases Committee; 1984.
- VI Material Safety Data Sheet of Hydrogen Chloride; Union Carbide, Linde Division; 1985.

- VII Material Safety Data Sheet of Nitrogen; Union Carbide, Linde Division; 1985.
- VIII Material Safety Data Sheet of Sodium Hydroxide; Hazardous Chemicals Data; 49-249; 1984.
- IX Perry, Robert H., Chilton, Cecil H.; Manual del Ingeniero Químico; Mc Graw Hill; 5^o Edición; 1986.
- X Procedimiento para la Operación de Destrabe para Contenedores con Cloruro de Hidrógeno Licuado; Ciba Geigy; 1990.
- XI Russo, W. C., Cole, H. E., Johnson, R. D.; Installation and Safety Standards for 30 and 55 Gallon Drum Scrubbers; DSCR 263-PT; Union Carbide Industrial Gases, Linde Division; 1988.
- XII Vaggione, N.; Manual de Procedimientos de Emergencia; Linde de México, División Gases Especiales; 1988.

- XIII Viera, G. A.; CEFIC Guide to Safe Warehousing for the European Chemical Industry; Engineering, Manufacturing and Technology Services; Manufacturing Technical Center of Union Carbide Industrial Gases; 1987.
- XIV Catálogo de Gases Especiales y Equipo; Union Carbide Industrial Gases, Linde Division; Volumen 25; 1990.
- XV Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente; Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología; 28 de Enero de 1988
- XVI Reglamento de la ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos; Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología; 25 de Noviembre de 1988.
- XVII Norma Técnica Ecológica NTE-003-88; Procedimiento para determinar la Incompatibilidad entre dos o más Residuos; Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología; 14 de Diciembre de 1988.

XVIII Proyecto de Reglamento para el Transporte de Materiales y Residuos Peligrosos; Secretaria de Comunicaciones y Transportes; Sin fecha de Expedición.

XIX Proyecto de Norma para la Identificación de Materiales y Residuos Peligrosos; Secretaria de Comunicaciones y Transportes.

XX Aviso a los Autotransportistas del Servicio Público Federal y Empresas Privadas que transporten Materiales y Residuos Peligrosos en caminos de Jurisdicción Federal acerca de los requerimientos mínimos que deben cumplir para poder llevar a cabo dicha actividad; Secretaria de Comunicaciones y Transportes; 6 de Junio de 1992.

XXI Disposiciones de Seguridad y Operación para obtener la Autorización Provisional para el transporte de Materiales y Residuos Peligrosos; Secretaria de Comunicaciones y Transportes; 5 de Junio de 1992.

APENDICE A

Propiedades Fisicoquímicas
del Cloruro de Hidrógeno (Ref. VI)

<u>Propiedad</u>	<u>Unidades U.S.</u>	<u>Unidades S.I.</u>
Fórmula Química	HCl	HCl
Peso Molecular	36.465	36.465
Presión de Vapor:		
@70°F(21.1°C)	613 psig	4227 kpa
@77°F(25°C)	676 psig	4661 kpa
@105°F(40.6°C)	950 psig	6550 kpa
@115°F(46.1°C)	1075 psig	7412 kpa
@124.5°F(51.4°C)	1185 psig	8170 kpa
Densidad del gas:		
(1 atm)		
@-50°F(-45.6°C)	0.7320 lb/ft ³	11.81 kg/m ³
@32°F(0°C)	0.102 lb/ft ³	1.634 kg/m ³
@70°F(21.1°C)	0.0950 lb/ft ³	1.522 kg/m ³

Propiedad	Unidades U.S.	Unidades S.I.
Densidad del liq.:		
@-121°F (-85°C)	74.3 lb/ft ³	1190 kg/m ³
@-50°F (-45.6°C)	67.8 lb/ft ³	1086 kg/m ³
@2°F (-16.7°C)	62.9 lb/ft ³	1005 kg/m ³
@70°F (21.1°C)	52.7 lb/ft ³	842 kg/m ³
@105°F (40.6°C)	43.8 lb/ft ³	700 kg/m ³
@115°F (46.1°C)	39.7 lb/ft ³	634 kg/m ³
@124.5°F (51.4°C)	26.2 lb/ft ³	420 kg/m ³
Gravedad Especifica: 1.266 del gas (Aire=1) @32°F (0°C) y 1 atm		1.266
Gravedad Especifica: 1.187 del líquido (Agua=1)		1.187
Volumen Especifico: 10.6 ft ³ /lb del gas @70°F (21.1°C) y 1 atm		0.6617 m ³ /kg
Punto de Ebullición: -121°F @1 atm		-85°C

<u>Propiedad</u>	<u>Unidades U.S.</u>	<u>Unidades S.I.</u>
Punto de Fusión: @1 atm	-173.6°F	-114.2°C
Temperatura Crítica:	124.5°F	51.4°C
Presión Crítica:	1198 psia	8260 kpa abs
Densidad Crítica:	26.2 lb/ft ³	420 kg/m ³
Punto Triple: @2.61 psia (18 kpa abs)	-167.8°F	-111°C
Calor latente de Vap.: @Punto de Ebullición	190.5 Btu/lb	443.1 kj/kg
Calor latente de Fus.: @Punto de Fusión	23.49 Btu/lb	54.64 kj/kg
Calor Especifico del gas: @312.8°F(156°C) y 1 atm		
Cp	0.1939 Btu/lb°F	0.8118 kj/kg°C
Cv	0.1375 Btu/lb°F	0.5757 kj/kg°C

<u>Propiedad</u>	<u>Unidades U.S.</u>	<u>Unidades S.I.</u>
Relación de Calores: Específicos (Cp/Cv)	1.41	1.41
Solubilidad en Agua: Peso/Peso de Agua @32°F(0°C)	0.823	0.823
Peso del líquido: @2°F(-16.7°C)	8.346 lb/gal	1 kg/l
Porcentaje de Material: Volatil en Volumen	100%	100%
Coefficiente de Evap.: (Acetato de Butilo=1)	Alto	Alto

APENDICE B

Información General (Ref. VI)

Símbolo Químico:	HCl
Sinónimos:	Acido Hidroclorico (Anhidro)
Número de Registro CAS:	7647-01-0
Clasificación DOT:	Gas No-Flamable
Etiquetado DOT:	Gas No-Flamable
Clasificación de Transporte: Canadiense	2.4
Número de las Naciones Unidas:	UN 1050 Gas Comprimido UN 2186 Líq. Refrigerado
Familia Química:	Acido

APENDICE C

Hoja de Datos para la Neutralización
del Cloruro de Hidrógeno (Ref. XI)

Límite de Exposición TLV-TWA:	5 ppm Límite Máximo (IDLH: 100 ppm)
Solución Neutralizadora:	50% Hidróxido de Sodio en
Concentración/Mezcla de Producto	Agua (Es recomendable comprar la solución pre-mezclada)
Reacción Química:	$\text{NaOH} + \text{HCl} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
Cantidad máxima de Producto: Neutralizado en un Tambor de 55 gal de Solución	77.7 kg
Determinación del Replazo: de la Solución Neutralizadora	-Cantidad de producto Neutralizado -Monitoreo del Venteo (Se debe parar la inyección cuando la

concentración del HCl
excede 100 ppm).

-Monitorear el pH de la
Solución

(Se debe parar la
inyección cuando el pH
se encuentre entre 6-8)

Método de Desecho de la Solución: Confinamiento
Inyección Profunda

Especificaciones para la inyección
del producto:

-Presión Máxima en el Tubo de Inyección:	5 psi
-Presión en la línea de Cloruro de Hidrógeno:	2.5 psi
-Presión en la línea de Nitrógeno:	5-7 psi
-Velocidad de flujo de Inyección de producto recomendada	28 SLPM (1SCFM)
-Velocidad de flujo de Purga de Nitrógeno	56 SLPM (2SCFM) Antes, durante y después de la Inyección
Tamaño del Tambor para la Neutralización	30-55 gal

Presión para la purga de las trazas de Cloruro de Hidrógeno:	75 psig
Material de construcción del: Tambor	Poliétileno o Polipropileno
Especificaciones para el Tubo Difusor:	
-Forma:	"L"
-Diámetro Interno:	1/2" o 3/4"
-Localización:	A 1-3" del fondo del Tambor Neutralizador
-Material de Construcción:	Teflón Acero Inoxidable Cédula 316
Especificaciones para la línea de venteo:	
-Diámetro Mínimo:	2"
-Altura del Cañón:	6 pies arriba de la estructura más cercana con 50 pies
Equipo de Seguridad:	
-Flujometro para el Cloruro de Hidrógeno y el Nitrógeno	

- Válvula Check de flotador para prevenir el retroceso de la Solución Neutralizadora a las líneas de Inyección
- Válvula Check en la línea del Cloruro de Hidrógeno y Nitrógeno
- Termocople cubierto con Teflón para el tambor, con envío de señal al operador cuando la temperatura alcance 50°C de esta manera la inyección del producto puede ser detenida o reducida
- Barómetro para medir la presión sobre la línea de inyección (0-15 psig)
- Válvula de Relevo sobre la línea de Inyección calibrada a 50 psi
- Protección en contra del congelamiento cuando sea requerida (calentador para tambor)

Instrucción Especial:

Esta reacción de neutralización genera calor. Se debe observar la temperatura del tambor y la velocidad de flujo de inyección de producto.

APENDICE D

Carta de Compatibilidad de Materiales para construcción del Sistema Neutralizador (Ref. XIV)

Metales:

Bronce:	Insuficiente
Acero Inoxidable 303:	Suficiente
Acero Inoxidable 316:	Suficiente
Aluminio:	Datos Insuficientes
Zinc:	Insuficiente
Cobre:	Insuficiente
Acero Monel:	Suficiente

Plásticos:

Kel-f:	Suficiente
Teflón:	Suficiente
Tefzel:	Suficiente
Kynar:	Suficiente
PVC:	Suficiente
Policarbonato:	Insuficiente

Elastomeros:

Kalrez:	Suficiente
Viton:	Suficiente
Buna-N:	Insuficiente
Neopreno:	Insuficiente
Poliuretano:	Insuficiente