

4.2

Acido clorhídrico

- 4.2.1 IDENTIDAD DE LA SUSTANCIA QUÍMICA
 - 4.2.1.1 SINONIMOS
 - 4.2.1.2 DESCRIPCION
 - 4.2.1.3 COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN DE LOS INGREDIENTES
 - 4.2.1.4 PROPIEDADES FÍSICAS
 - 4.2.1.5 PROPIEDADES QUÍMICAS
 - 4.2.1.5.1 Incompatibilidades
- 4.2.2 PRODUCCIÓN, APLICACIONES Y USOS
 - 4.2.2.1 PRODUCCION
 - 4.2.2.1.1 Proceso de Sal y Ácido Sulfúrico
 - 4.2.2.1.2 Proceso de Hargreaves
 - 4.2.2.1.3 Proceso Sintético
 - 4.2.2.1.4 Cloruro de Hidrógeno como Subproducto
 - 4.2.2.2 APLICACIONES Y USOS
- 4.2.3 EFECTOS SOBRE LA SALUD
 - 4.2.3.1 INHALACION
 - 4.2.3.2 CONTACTO CON PIEL / OJOS
 - 4.2.3.3 INGESTION
 - 4.2.3.4 EFECTOS CRÓNICOS
 - 4.2.3.5 EFECTOS SISTÉMICOS
- 4.2.4 INFORMACIÓN TOXICOLOGICA
- 4.2.5 RESPUESTA A ACCIDENTES
 - 4.2.5.1 PRIMEROS AUXILIOS
 - 4.2.5.1.1 Exposición en Ojos
 - 4.2.5.1.2 Exposición en la piel
 - 4.2.5.1.3 Inhalación
 - 4.2.5.1.4 Ingestión
 - 4.2.5.2 INCENDIOS
 - 4.2.5.3 PROCEDIMIENTOS EN CASO DE DERRAMES O FUGAS

4.2.6 NIVELES PERMISIBLES DE EXPOSICIÓN OCUPACIONAL

4.2.7 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

4.2.7.1 PROTECCION RESPIRATORIA

4.2.8 CONDICIONES PARA MANEJO Y ALMACENAMIENTO SEGURO ORIENTADAS A DISMINUIR EL RIESGO A LA SALUD HUMANA

4.2.8.1 FRASES DE SEGURIDAD

4.2.8.2 ALMACENAMIENTO

4.2.9 USOS Y CONTROLES

4.2.10 COMPORTAMIENTO EN EL AMBIENTE

4.2.11 ECOTOXICIDAD

4.2.12 LINEAMIENTOS DE GESTION AMBIENTAL PARA SU DISPOSICION

4.2.13 BIBLIOGRAFÍA



4.2.1 IDENTIDAD DE LA SUSTANCIA QUÍMICA ^(1,6)

Fórmula Molecular: HCl

Fórmula Estructural:

CAS: 7647-01-0

Número UN:

1789 (Solución)

1050 (Anhidro)

2186 (Gas Licuado Refrigerado)

Riesgo Principal UN: 2.3 (Gas Licuado y Anhidro)

Riesgo Secundario UN: 8 (En solución acuosa)

4.2.1.1 SINÓNIMOS

Acido Clorhídrico (solución acuosa), Acido Hidroclórico (solución acuosa), Acido Muriático (solución acuosa), Cloruro de Hidrógeno (gas, Anhidro), Hidrocloruro, Espíritu de la Sal, Hydrogen Chloride, Hydrochloric Acid (Ingles), Chloorwaterstof (Holanda), Chlorwasserstoff (Alemania) ^(3,4).

4.2.1.2 DESCRIPCIÓN

Este compuesto se puede encontrar como gas licuado, donde se conoce como Cloruro de Hidrógeno, o como soluciones acuosas de diferentes concentraciones, que corresponden al ácido propiamente dicho. A temperatura ambiente, el Cloruro de Hidrógeno es un gas incoloro o ligeramente amarillo con olor fuerte. En contacto con el aire, el gas forma vapores densos de color blanco debido a la condensación con la humedad atmosférica. El vapor es corrosivo y, a concentraciones superiores a 5 ppm, puede causar irritación. La forma acuosa, comúnmente conocida como Acido Muriático o Clorhídrico es un líquido sin olor a bajas concentraciones y humeante y de olor fuerte para concentraciones altas ^(1,2,4).

Está disponible comercialmente como un gas Anhidro o en forma de soluciones acuosas (Acido Clorhídrico). El Acido Clorhídrico comercial contiene entre 33% y 37% de Cloruro de Hidrógeno en agua. Las soluciones acuosas son generalmente incoloras pero pueden generar ligero color azul o amarillo a causa de trazas de Hierro, Cloro e impurezas orgánicas. Esta no es una sustancia combustible ^(1,2,4).

4.2.1.3 COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN DE LOS INGREDIENTES ⁽¹¹⁾

Acido Clorhídrico Concentrado (Muriático)

Componentes	Contenido	Peligroso
Cloruro de Hidrógeno	37%	Si
Agua	63%	No

4.2.1.4 PROPIEDADES FÍSICAS ^(1,2,4)

Tabla 10. Propiedades físicas para el Acido Clorhídrico

PROPIEDAD	VALOR
Peso Molecular (g/mol)	36,46
Estado físico	Líquido
Punto de Ebullición (°C) (760 mmHg)	-84,9; anhidro 53; solución acuosa 37%
Punto de Fusión (°C)	-114,8; anhidro -74; solución acuosa 37%

Tabla 10. Propiedades físicas para el Acido Clorhídrico (continuación)

PROPIEDAD	VALOR
Presión de Vapor (mmHg)	30780; anhidro 20 °C 19613; anhidro 0 °C 158; solución acuosa 37% 20 °C
Gravedad Específica (Agua = 1)	1,184; solución acuosa 37%
Densidad del Vapor (Aire = 1)	1,257
pH	0,1 (1N); 2,01 (0.01N)
Solubilidad en Agua	67; 20 °C 82; 0 °C
Temperatura de Auto ignición (°C)	No Aplica
Punto de Inflamación (°C)	No Aplica

4.2.1.5 PROPIEDADES QUÍMICAS

El Gas Anhidro no es generalmente activo, pero sus soluciones acuosas son uno de los ácidos más fuertes y activos. Al entrar en contacto con Oxidos Metálicos y con Hidróxidos forma Cloruros. Descompone las zeolitas, escorias y muchos otros materiales silíceos para formar Acido Silícico. Reacciona con los carbonatos básicos liberando Dióxido de Carbono y Agua. Se oxida en presencia de oxígeno y catalizador o por electrólisis o por medio de agentes oxidantes fuertes para producir Cloro^(1,2,5).

4.2.1.5.1 Incompatibilidades

El contacto del Acido Clorhídrico con metales que se encuentran arriba de la posición del Hidrógeno en la serie electromotriz, como el Zinc, genera liberación de Hidrógeno gaseoso. Reacciona con Aminas y Alcalis. Estas reacciones pueden generar suficiente calor para causar fuego en materiales combustibles adyacentes. Ataca también algunos tipos de plásticos, caucho y recubrimientos^(4,6,8).

En general esta sustancia es incompatible con: Acetatos, Anhídrido Acético, Alcoholes mas Cianuro de Hidrógeno, 2-Amino Etanol, Hidróxido de Amonio, Carburo de Calcio, Carburo de Cesio Acetileno, Acido Cloro Sulfónico, 1,1-Difluoroetileno, Etilen Diamina, Etileneimina, Flúor, Sulfato Mercuríco, Oleum, Acido Perclórico, Permanganato de Potasio, Oxido de Propileno, Carburo de Rubidio Acetileno, Perclorato de Plata + Tetracloruro de Carbono, Sodio, Hidróxido de Sodio, Acido Sulfúrico y Acetato de Vinilo⁽⁹⁾.

4.2.2 PRODUCCIÓN, APLICACIONES Y USOS

4.2.2.1 PRODUCCIÓN

El Cloruro de Hidrógeno se produce comercialmente por cualquiera de las siguientes vías:

4.2.2.1.1 Proceso de Sal y Ácido Sulfúrico

Se hace reaccionar Cloruro de Sodio con Acido Sulfúrico para formar Cloruro de Hidrógeno y Carbonato Acido de Sodio (Bicarbonato de Sodio – NaHCO₃) a temperaturas en el nivel de los 150 °C; estos mismos reactivos a temperaturas de 1.000 °C generan Sulfato de Sodio (Na₂SO₄). Las reacciones que implican la producción del Acido son endotérmicas (Esta misma reacción se trabaja en otros procesos pero todos ellos incluyen la administración de temperatura a una masa reactiva y luego una recuperación del Cloruro de Hidrógeno por operaciones de absorción para producir soluciones concentradas de Acido Clorhídrico)^(1,2).

4.2.2.1.2 Proceso Hargreaves

Aunque este proceso esta en desuso, se incluye por su tradición. Su abandono se debe a la dificultad de lograr Acido concentrado a partir de soluciones diluidas de gas y al incremento en la mano de obra. Se hace reaccionar Sal, Dióxido de Azufre, aire y vapor de agua. Se generan los mismos productos que en el proceso anterior. Las reacciones son exotérmicas y a causa de ello se genera suficiente calor para mantener la reacción del proceso una vez los reactivos llegan a la temperatura deseada, la cual puede variar de 420 °C a 540 °C^(1,2).

4.2.2.1.3 Proceso Sintético

El Cloruro de Hidrógeno se puede sintetizar por la combustión de una mezcla controlada de Cloro e Hidrógeno. El producto posee tanto alta concentración como alta pureza; por este procedimiento sin mayor purificación se llega hasta 98% de pureza y luego de los tratamientos de purificación a 99,7%. Las temperaturas de reacción alcanzan los 1.200 °C (2200 °F), siendo una reacción altamente exotérmica^(1,2).

4.2.2.1.4 Cloruro de Hidrógeno como Subproducto

La cloración de muchos químicos orgánicos genera Cloruro de Hidrógeno como subproducto. Como ejemplo se destaca la cloración de Metano y Benceno. El Cloruro de Hidrógeno producido a partir de reacciones de cloración puede estar contaminado con Cloro, aire, productos orgánicos clorados, reactantes en exceso y humedad, dependiendo del proceso individual así que la corriente de productos debe ser purificada en operaciones posteriores^(1,2).

Luego de dejar la planta de generación, el Cloruro de Hidrógeno se trata en varios pasos, que pueden incluir la remoción de sólidos suspendidos, enfriamiento, absorción, desorción o licuefacción. El tratamiento exacto depende de la composición y la temperatura del gas y de la composición y naturaleza del producto. Puede generarse entonces gas licuado, Cloruro de Hidrógeno Anhidro o soluciones en agua para producir Acido Clorhídrico^(1,2).

Este gas se puede generar de manera indeseada por la combustión de muchos plásticos. En la atmósfera y de manera natural se encuentra en erupciones volcánicas y gases de fumarolas. Otra fuente natural de Acido Clorhídrico la representa el estómago de mamíferos en general^(1,2).

4.2.2.2 APLICACIONES Y USOS^(1, 2, 4, 5)

La mayoría del Cloruro de Hidrógeno producido se consume en la industria química pero tiene aplicaciones difundidas en limpieza, desinfección y tratamiento de aguas.

La producción de Cloruro de Vinilo y otros hidrocarburos clorados consume grandes cantidades de Cloruro de Hidrógeno Anhidro. También se consume para la producción de cauchos y polímeros clorados.

En la extracción de petróleo, en forma acuosa, se usa para acidificar los pozos petroleros con el fin de aumentar el flujo del crudo a través de estructuras de roca calcárea.

Se encuentra como aditivo o componente principal de muchos productos de limpieza, desinfección y para evitar la formación de depósitos carbonatados en baños y piscinas.

En la industria de los metales se usa en la refinación de minerales metálicos, en limpieza, desincrustación ácida y en electroplateado.

Se usa en la refinación de grasas, jabones y aceites comestibles, en la curtición del cuero, producción de fertilizantes, colorantes y pigmentos y en el ajuste del pH del agua.

4.2.3 EFECTOS SOBRE LA SALUD

Acido Clorhídrico, Concentración Mayor a 25%^(6, 10)

R34: Provoca quemaduras

R37: Irrita las vías respiratorias

Acido Clorhídrico, Concentración Entre 10% y 25%^(6, 10)

R36/38: Irrita los ojos y la piel

Los efectos principales del Acido Clorhídrico sobre la salud corresponden casi exclusivamente a la irritación del área de contacto. La exposición no implica en general efectos sobre órganos diferentes de aquellos en la superficie de contacto o portal de entrada ⁽⁵⁾.

Esta sustancia es altamente soluble en agua. A niveles bajos, sus efectos agudos se resumen a la percepción por el olfato e irritación del tracto respiratorio superior. A mayores concentraciones puede causar irritación conjuntiva, daño en la superficie de la cornea e inflamación transitoria de la epidermis. En exposiciones cortas, induce obstrucción transitoria del tracto respiratorio, que disminuye con la exposición repetida, lo que sugiere adaptación a la circunstancia de exposición. Trabajadores adaptados a la presencia de Acido Clorhídrico en el ambiente en forma de gases o vapores pueden trabajar sin perturbación alguna con niveles de hasta de 10 ppm, pero la exposición crónica puede afectar los dientes, resultando en erosión de las superficies dentales en los dientes frontales ^(4, 5, 6, 8).

Las mayores fuentes de exposición al Acido Clorhídrico en cualquiera de sus formas y que representan alguna significancia para la salud humana se encuentran en la industria. La exposición se puede dar como resultado de malos procedimientos de manejo y fallas técnicas de planta o a través de derrames accidentales. También se generan riesgos potenciales de exposición durante muestreos del proceso, válvulas dañadas, uniones mal selladas y acoples deficientes en bombas, reactores o compresores ⁽⁵⁾.

Cuando esta sustancia entra en contacto con algunos metales, se genera Hidrógeno gaseoso inflamable, que puede estallar violentamente y con alta liberación de calor si entra en contacto con fuentes de ignición como cigarrillos o cortos en el sistema eléctrico ^(1, 2, 8, 9).

En la dilución de Acido Clorhídrico concentrado en agua se debe tener presente que su adición al agua puede generar ebullición y salpicaduras violentas que pueden ser fuente de exposición a este material. Por tal motivo se recomienda realizar la dilución agregando el ácido al agua ⁽⁹⁾.

4.2.3.1 INHALACIÓN

Esta es una vía importante de exposición al Cloruro de Hidrógeno en forma gaseosa (Anhidro) o a los vapores procedentes del ácido concentrado. Su olor y propiedades altamente irritantes generalmente proveen advertencia adecuada contra exposiciones agudas de alto nivel de concentración. Por lo regular para el 50% de las personas expuestas a concentraciones de Acido Clorhídrico iguales al Límite Permisible de Exposición (PEL) de OSHA (5 ppm) la percepción del olor de la sustancia se hace mínima y por tal razón no es una forma adecuada de identificar su presencia en concentraciones bajas ^(4, 8).

Los vapores de Acido Clorhídrico son mas pesados que el aire y pueden causar peligro de asfixia en lugares cerrados, poco ventilados o áreas de nivel bajo ⁽⁶⁾.

En forma gaseosa, esta sustancia puede alcanzar concentraciones dañinas en el aire muy rápidamente en el caso de escape del contenedor ⁽⁶⁾.

La inhalación de altas concentraciones del gas o vapores del ácido concentrado pueden causar neumonitis y edema pulmonar, dando lugar al Síndrome de Disfunción Reactiva de Vías Respiratorias (RADS por las siglas en ingles), un tipo de asma inducido por la acción de químicos o de agentes irritantes. Los efectos pueden ser retardados y por tanto se requiere observación médica inmediata ^(4, 6).

El Acido Clorhídrico en cualquiera de sus formas (Gas Anhidro o vapores) es extremadamente irritante para las membranas mucosas de la nariz, garganta y tracto respiratorio. Exposición corta a niveles de 35 ppm causa irritación de garganta y niveles de 50 a 100 ppm son apenas tolerables por una hora. El mayor impacto es en el tracto respiratorio superior; las exposiciones a mayores concentraciones pueden llevar rápidamente a hinchazón y espasmo de la

garganta y, en últimas, a sofocación. Aquellas personas más seriamente expuestas tienen ataques inmediatos de respiración rápida, tonalidad azul en la piel y estrechamiento bronquial. Pacientes que poseen exposición masiva pueden desarrollar acumulación de fluido en los pulmones ^(1, 2, 4, 8).

Los niños pueden ser mas vulnerables a los agentes corrosivos que los adultos a causa de los diámetros de vías de aire relativamente menores. Pueden también ser más vulnerables a gases o vapores a causa de su mayor frecuencia respiratoria y por la dificultad en la evacuación rápida de áreas de derrame ⁽⁴⁾.

Niños expuestos a iguales niveles de Acido Clorhídrico que adultos pueden absorber mayores dosis debido a que ellos poseen relaciones de área superficial pulmonar a peso corporal mayores. Además, pueden estar expuestos a mayores niveles que los adultos en la misma ubicación a causa de su baja estatura y mayores niveles de Cloruro de Hidrógeno (como vapores o gas) que se encuentran en alturas cercanas al piso ^(4, 5).

4.2.3.2 CONTACTO PIEL / OJOS

Quemaduras profundas en la piel y en membranas mucosas son causadas por el contacto con Acido Clorhídrico concentrado o gaseoso, a causa de lo cual se pueden generar cicatrices deformantes. El contacto con Acido Clorhídrico, vapores o nieblas menos concentrados puede causar enrojecimiento e irritación leve de la piel afectada.

La exposición de los ojos a vapores o soluciones de Acido Clorhídrico concentrado pueden causar muerte de las células corneas, cataratas y glaucoma. La exposición a soluciones diluidas puede producir dolor punzante y heridas como úlceras de la superficie del ojo.

Los niños son más susceptibles a los agentes tóxicos como este que afectan la piel a causa de su relación de área superficial a peso corporal relativamente más alta ^(4, 5).

4.2.3.3 INGESTIÓN

La ingestión de Acido Clorhídrico concentrado puede causar dolor, dificultad al tragar, náusea y vómito. En forma concentrada, puede causar heridas corrosivas severas en la boca, garganta, esófago y estomago, con sangrado, perforación y formación de cicatrices como secuelas potenciales ^(1, 2, 4, 8).

4.2.3.4 EFECTOS CRÓNICOS

La exposición crónica o prolongada a Cloruro de Hidrógeno como gas o en nieblas (Acido Clorhídrico) ha sido asociada con cambios en el funcionamiento pulmonar, inflamación crónica de los bronquios, ulceración nasal y síntomas parecidos a aquellos que se presentan para una infección viral aguda del tracto respiratorio superior, así como también inflamación de la piel, decoloración y erosión dental e inflamación de la membrana ocular ^(4, 5, 8).

Los pacientes que hayan ingerido Acido Clorhídrico pueden experimentar formación de costras o peladuras en el esófago o estomago, lo que puede causar estrechez, dificultad de tragar u obstrucción de salidas gástricas ⁽⁴⁾.

4.2.3.5 EFECTOS SISTÉMICOS

4.2.3.5.1 Efectos Cardiovasculares⁽⁴⁾

La ingestión de Acido Clorhídrico concentrado o la exposición cutánea masiva ya sea al ácido o al gas puede causar baja en la presión arterial como resultado de sangrado gastrointestinal o desplazamiento de fluido. Luego de una exposición aguda, el funcionamiento pulmonar generalmente retorna a la normalidad en un lapso de 7 a 14 días.

4.2.3.5.2 Efectos Hematológicos

Una rara e inusual complicación de la ingestión de altos niveles de Cloruro de Hidrógeno es un incremento en la concentración de iones Cloruro en la sangre, causando un desbalance ácido – base conocido como acidosis ⁽⁴⁾.

HCl

Acido clorhídrico

4.2.3.5.3 Efectos Musculares

No hay evidencia que permita concluir que el Acido Clorhídrico cause efectos adversos en los músculos tanto en forma crónica como en forma aguda para exposiciones en la piel, por ingestión o inhalación.

4.2.3.5.4 Efectos Hepáticos

No hay evidencia que permita concluir que el Acido Clorhídrico cause efectos adversos en el hígado tanto en forma crónica como en forma aguda para exposiciones en la piel, por ingestión o inhalación.

4.2.3.5.5 Efectos Renales

No se encontraron estudios referidos a los efectos renales de la exposición, ingestión o contacto con Acido Clorhídrico.

4.2.3.5.6 Efectos Endocrinos

No se encontraron estudios referidos a los efectos endocrinos de la exposición, ingestión o contacto con Acido Clorhídrico.

4.2.3.5.7 Efectos Inmunológicos

No se encontraron estudios referidos a los efectos inmunológicos de la exposición, ingestión o contacto con Acido Clorhídrico.

4.2.3.5.8 Efectos Neurológicos

No se encontraron estudios referidos a los efectos neurológicos de la exposición, ingestión o contacto con Acido Clorhídrico.

4.2.4 INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

CL₅₀ (inhalación, ratas): 3.124 ppm/1 hora⁽¹¹⁾

DL₅₀ (oral, conejos): 900mg/kg⁽¹¹⁾

La exposición de conejos y conejillos de indias a 4.290 ppm por 30 minutos causa la muerte, en muchos casos de espasmo laríngeo, edema laríngeo o edema pulmonar. La exposición de tres especies de animales a 300 ppm por seis horas causa irritación de la córnea y las vías respiratorias superiores. En humanos, la exposición al gas o vapores inmediatamente causa irritación del tracto respiratorio superior dando lugar a tos, quemadura de la garganta y sensación de sofoco; los efectos son usualmente ulceración de la nariz, garganta y laringe; si se inhala profundamente puede ocurrir edema pulmonar. En trabajadores, la exposición a 50 a 100 ppm por 1 hora es apenas tolerable; la exposición de corto tiempo a 35 ppm causa irritación de la garganta y se considera 10 ppm la máxima concentración permitida para exposiciones prolongadas. Altas concentraciones del gas causan irritación de los ojos y puede causar daño visual permanente o prolongado, incluyendo pérdida total de la visión^(3, 4, 5, 8).

No se han reportado efectos mutagénicos, teratogénicos o carcinogénicos en seres humanos por causa del contacto con Acido Clorhídrico en cualquiera de sus formas^(3, 4, 5, 8).

4.2.5 RESPUESTA A ACCIDENTES

Toda persona que entre en contacto con un material químico peligroso no solo debe estar atento a realizar medidas preventivas sino también debe conocer acerca de procedimientos de emergencia, que pueden ayudar a evitar que un incidente menor se transforme en una catástrofe.

4.2.5.1 PRIMEROS AUXILIOS^(4, 6, 8, 9)

En el evento de emergencia, se deben suministrar procedimientos de primeros auxilios y remitir a la víctima para asistencia médica.

4.2.5.1.1 Exposición en Ojos

Si soluciones de Acido Clorhídrico en cualquier concentración entran en contacto con los ojos, ellos se deben lavar

inmediatamente con grandes cantidades de agua, levantando el párpado superior e inferior ocasionalmente para retirar el material que se haya podido haber acumulado en estas regiones. Los lentes de contacto no se deben usar cuando se este trabajando con esta sustancia. Si existen objetos extraños en los ojos, como lentes de contacto, éstos se deben retirar primero antes de efectuar cualquier procedimiento. La víctima siempre debe recibir atención médica.

4.2.5.1.2 Exposición en la Piel

Si soluciones de Acido Clorhídrico en cualquier concentración entran en contacto con la piel, se debe irrigar el área afectada con abundante agua. Si entran a través de la ropa, ésta se debe remover inmediatamente y se debe lavar la piel afectada con agua. Se debe recibir atención medica lo más pronto posible.

4.2.5.1.3 Inhalación

Si una persona aspira en grandes cantidades Acido Clorhídrico anhidro o en forma de vapores procedentes de una solución acuosa, se debe ubicar la persona expuesta en un área de aire fresco en el menor tiempo posible. Si la respiración se ha detenido, se deben administrar técnicas de respiración artificial. En el caso de respiración dificultosa y si en las instalaciones existe equipo de respiración auxiliar con oxígeno, este procedimiento se debe administrar hasta la llegada de personal de atención de emergencias calificado. La persona afectada se debe mantener caliente y en reposo y debe recibir atención médica inmediata.

4.2.5.1.4 Ingestión

Si una persona ha ingerido soluciones concentradas de Acido Clorhídrico y ella está aun consiente, suministrar grandes cantidades de agua para diluir los contenidos estomacales. Si se dispone de leche, se le debe hacer ingerir dos vasos de ella. No se debe intentar provocar el vomito en la persona, ya que se pueden producir quemaduras adicionales en el tracto digestivo superior. La víctima debe recibir atención médica inmediata.

4.2.5.1.5 Rescate

La persona afectada se debe retirar del lugar de exposición. Para mejor desempeño en momentos de emergencia, se deben aprender los procedimientos de emergencia de la instalación y conocer la ubicación del equipo de rescate antes que se presente la necesidad.

En caso de emergencias con Cloruro de Hidrógeno gaseoso o como Acido Clorhídrico concentrado, se debe usar equipos de respiración de presión positiva y ropa impermeable protectora contra químicos.

Las víctimas que se pueden administrar a si mismas procedimientos de emergencia relacionados con descontaminación se deben remover la ropa contaminada mientras se mantienen en un chorro de agua durante unos 5 minutos para remover el Acido Clorhídrico de las zonas expuestas.

4.2.5.2 INCENDIOS ^(6,8)

Esta sustancia no es combustible. En caso de la existencia de un incendio en los alrededores del área de almacenamiento, todos los agentes extintores están permitidos. Si el contenedor de la sustancia, como gas o en solución concentrada, se encuentra en medio del fuego, se debe mantener el contenedor fresco por medio de la aplicación de chorros de agua.

4.2.5.3 PROCEDIMIENTOS EN CASO DE DERRAMES O FUGAS ⁽⁸⁾

Si ocurren fugas accidentales de Acido Clorhídrico gaseoso se deben realizar los siguientes procedimientos:

- Ventilar del área de fuga para dispersar el gas.
- Detener el flujo del gas. Si la fuente es un cilindro y la fuga no se puede detener en el lugar, remover el cilindro de la fuga a un lugar seguro en el aire abierto.

HCl

Acido clorhídrico

Si se derraman soluciones de Acido Clorhídrico, se deben efectuar los procedimientos siguientes:

- Recolectar o confinar del material derramado en la manera mas conveniente y segura, por ejemplo mediante el empleo de cordones de aislamiento absorbentes.
 - Si es posible, recuperar del material derramado.
- Dilución y/o neutralización y disposición en un relleno sanitario de seguridad.

Personas que no tengan puesto equipo y ropa protectores se deben retirar de las áreas de fugas hasta que la limpieza se haya completado.

4.2.6 NIVELES PERMISIBLES DE EXPOSICIÓN OCUPACIONAL

TLV (ACGIH): 5 ppm, 7 mg/m³ como valor máximo (1999) ^(6, 7)

PEL (OSHA para la Industria en General): 5 ppm, 7 mg/m³ (Fecha de estudio no reportada) ⁽⁷⁾

PEL (OSHA para la Industria de la Construcción): 5 ppm, 7 mg/m³ (Fecha de estudio no reportada) ⁽⁷⁾

IDLH (NIOSH): 50 ppm, 70 mg/m³ (Fecha de estudio no reportada) ⁽⁴⁾

TLV: Threshold Limit Value (Valor Límite Umbral).

PEL: Permissible Exposure Limit (Límite Permisible de Exposición).

IDLH: Immediately Dangerous to Life and Health (Peligroso Inmediatamente para la vida y la Salud).

4.2.7 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL ⁽⁸⁾

- Los empleados deben estar provistos y obligados a usar ropas impermeables, guantes, caretas (mínimo de ocho pulgadas) y otros tipos de ropas protectoras necesarias para prevenir cualquier contacto con la piel de nieblas o soluciones de Cloruro de Hidrógeno que posean un pH menor de 3,0. Se debe proceder de manera similar para el caso de exposiciones repetidas o prolongadas a nieblas o soluciones de Cloruro de Hidrógeno que posean un pH igual o mayor que 3,0.
- Donde exista alguna posibilidad de exposición del cuerpo de un empleado a soluciones de Acido Clorhídrico que posean pH menor de 3,0, se deben proveer instalaciones para el rápido lavado del cuerpo en el área inmediata de trabajo para uso en emergencias.
- La ropa no impermeable que se contamine con soluciones de Acido Clorhídrico con un pH menor de 3.0 se deben remover inmediatamente y no se deben usar hasta que el Cloruro de Hidrógeno sea removido por completo.
- La ropa no impermeable que se contamine con soluciones de Acido Clorhídrico con un pH igual o mayor a 3.0 se deben ser remover prontamente y no se deben usar hasta que el Acido Clorhídrico sea removido por completo.
- Los empleados deben estar provistos y obligados a usar gafas de seguridad a prueba de salpicaduras donde exista alguna posibilidad que nieblas o soluciones de Acido Clorhídrico entren en contacto con los ojos.
- Donde exista alguna posibilidad que nieblas o soluciones de Acido Clorhídrico con un pH menor que 3.0 entren en contacto con los ojos de los trabajadores, se debe proveer una ducha lava ojos en las cercanías inmediatas al área de trabajo.

4.2.7.1 PROTECCIÓN RESPIRATORIA

Se debe usar equipo de protección respiratoria (máscaras de respiración) cuando las prácticas de control de ingeniería y de operación no son técnicamente alcanzables, cuando tales controles están en proceso de instalación o cuando fallan y necesitan ser reemplazados. Los equipos de respiración pueden ser también usados para operaciones donde se requiere ingresar en tanques o recipientes cerrados y en situaciones de emergencia. En adición al uso de respiradores y equipos de respiración, debe ser instituido un programa completo de seguridad respiratoria que debe incluir entrenamiento, mantenimiento, inspección, limpieza y evaluación.

Tabla 11. Protección respiratoria mínima para Acido Clorhídrico en el aire

Condición	Protección Respiratoria Mínima Arriba de 5 ppm (OSHA)
Concentración de gas de hasta 50 ppm	Cualquier respirador de cartucho químico con cartucho para gases ácidos. Cualquier respirador con suministro de aire proveído externamente.
Concentración de gas de hasta 100 ppm	Cualquier aparato de respiración. Cualquier respirador químico con pieza facial completa y cartucho para gases ácidos. Una máscara de gases de tipo mentón o un cilindro de para gases ácidos frontal o trasero. Cualquier respirador de suministro de aire con pieza facial completa, yelmo o capucha. Cualquier aparato de respiración autocontenido con pieza facial completa.
Concentración de gas mayor de 100 ppm o concentraciones desconocidas	Aparato de respiración autocontenido con careta completa operado en modo de demanda de presión o algún otro modo de presión positiva. Una combinación de respirador que incluya respirador con pieza facial completa operado en modo de demanda de presión o algún otro modo de presión positiva o de flujo continuo y un aparato auxiliar de respiración autocontenido operado en modo de demanda de presión u otro modo de presión positiva.
En caso de lucha contra fuego	Aparato de respiración autocontenido con pieza facial completa operado en modo de demanda de presión u otro modo de presión positiva.
Evacuación	Cualquier máscara de gases que provea protección contra gases ácidos. Cualquier aparato de respiración autocontenido para evacuación.

Tomado de "OSHA: Occupational Health Guideline for Hydrogen Chloride"⁽⁸⁾

4.2.8 CONDICIONES PARA MANEJO Y ALMACENAMIENTO SEGURO ORIENTADAS A DISMINUIR EL RIESGO A LA SALUD HUMANA

Antes de trabajar con Acido Clorhídrico, el personal se debe entrenar en su manejo y almacenamiento. Además deben estar entrenados en el uso del equipo de protección personal.

Debido a la posibilidad de generación de Hidrógeno inflamable y combustible por el contacto del Acido Clorhídrico con algunos metales, se debe prohibir fumar en zonas de almacenamiento, manejo o procesamiento de esta sustancia. En las mismas zonas, se deben revisar las líneas de conducción eléctrica para garantizar ausencia de cortos que puedan ocasionar chispas y posteriores explosiones e incendios si esta presente Hidrógeno proveniente de la reacción del ácido con algunos metales con los que entre en contacto ⁽⁹⁾.

Cuando se destapen contenedores con este material no se deben usar herramientas que produzcan chispas debido a la posibilidad de existencia de Hidrógeno gaseoso. Los contenedores de este material pueden ser peligrosos debido a que retienen residuos de producto (vapores, líquido) ⁽⁹⁾.

4.2.8.1 FRASES DE SEGURIDAD ^(6,10)

S1/2: Consérvese bajo llave y manténgase fuera del alcance de los niños

S2: Manténgase fuera del alcance de los niños

S9: Consérvese el recipiente en un lugar bien ventilado

S26: En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico

S45: En caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico (si es posible muéstrela la etiqueta)

S36/37/39: Usese indumentaria y guantes adecuados y protección para los ojos / la cara

4.2.8.2 ALMACENAMIENTO

Se debe almacenar separadamente de sustancias combustibles y reductoras, oxidantes fuertes, bases fuertes y metales. Mantener en un lugar bien ventilado, fresco y seco. Los contenedores deben permanecer siempre bien cerrados, ajustados y protegidos de cambios extremos de temperatura y de daños físicos. El Acido Clorhídrico es considerado un agente oxidante fuerte y se deben tener en cuenta disposiciones que eviten su contacto con materiales como Cobre, Bronce, hierro galvanizado, Zinc, Estaño, Agentes Oxidantes, Materiales Combustibles ^(1, 2, 6, 10).

4.2.9 USOS, GENERACION Y CONTROLES ⁽⁸⁾

Tabla 12. Usos, generación y control de emisiones de Acido Clorhídrico

Uso / Generación	Control
Uso en la limpieza de metales incluyendo Acero Inoxidable, Hierro, Níquel y Monel.	Ventilación local; ventilación general mecánica; equipo de protección.
Uso como catalizador o agente de cloración en síntesis química; uso durante el tratamiento de metales y operaciones de fabricación en electroplateado, inmersión ácida, electrobrillado, grabado, soldadura y cortado de metales recubiertos con pinturas o limpiados con hidrocarburos clorados.	Ventilación local; ventilación general mecánica; equipo de protección.
Usado en el proceso de oxihidrocloración en la producción de hidrocarburos clorados.	Ventilación local; ventilación general mecánica; equipo de protección.
Usado en el procesamiento y manufactura de alimentos incluyendo refinación de la caña de azúcar, glucosa y azúcar de maíz.	Ventilación local; ventilación general mecánica; equipo de protección.
Usado en operaciones de limpieza química industrial; usado en la producción de plásticos y resinas.	Ventilación local; ventilación general mecánica; equipo de protección.
Usado en la manufactura del caucho incluyendo síntesis de cloropreno; usado como agente de cloración y coagulación del látex.	Ventilación local; ventilación general mecánica; equipo de protección.
Liberación durante la síntesis de otros químicos orgánicos; usado en procesamiento de extracción y reducción de minerales metálicos.	Ventilación local; ventilación general mecánica; equipo de protección.
Usado como delineador de pieles en la manufactura del cuero.	Ventilación local; ventilación general mecánica; equipo de protección.
Usado en la activación de posos petroleros; usado en operaciones de tratamiento de desechos para la neutralización de corrientes alcalinas; usado en la producción del Cloro.	Ventilación local; ventilación general mecánica; equipo de protección.

4.2.10 COMPORTAMIENTO EN EL AMBIENTE ^(1,2,5)

Aunque no existen fuentes naturales de Acido Clorhídrico, existe en la naturaleza en concentraciones que pueden ser medidas. La radiación ultravioleta del sol puede reaccionar con aerosoles de Cloruro de sodio en el aire encontrados sobre los océanos para formar cloro libre en aerosol. Los volcanes son fuente del Acido Clorhídrico atmosférico y se ha reportado ampliamente su contribución a los niveles atmosféricos. Reacciones químicas en la atmósfera también pueden contribuir en los niveles del Acido Clorhídrico en el aire, pero, gracias a que los otros componentes reactivos son producto de transformaciones hechas por el hombre, el Acido Clorhídrico formado no debe ser considerado como de origen de fuentes naturales.

La actividad biológica del Acido Clorhídrico esta asociada con su alta solubilidad en agua. La reacción clásica del Acido Clorhídrico con agua se reporta como:



El Acido Clorhídrico en agua se disocia casi completamente, con el ion de Hidrógeno capturado por las moléculas agua para generar el ion hidronio. El ion hidronio se convierte en donador de un protón, que posee propiedades catalíticas y por tal razón es capaz de reaccionar con moléculas orgánicas. Esto puede explicar la capacidad del Cloruro de Hidrógeno para inducir lesiones celulares y necrosis.

Por sus características físicas y de constitución molecular, este material no se biodegrada al liberarse en el suelo y puede filtrarse en el agua subterránea.

4.2.11 ECOTOXICIDAD ⁽¹¹⁾

Toxicidad para Peces

Pez Mosquito CL₅₀, 96 horas: 282 ppm

Es mortal en concentraciones superiores a 25 mg/l. El principal efecto en el medio acuático es la alteración del pH, el cual dependerá de la concentración del ácido. Este ácido se caracteriza por disociarse totalmente; por lo tanto puede afectar significativamente las condiciones normales del medio acuático.

4.2.12 LINEAMIENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA SU DISPOSICION

Cuando sea posible, se deben realizar procedimientos de reciclaje. Consultar al productor acerca de opciones de reciclaje. Los desechos que contengan este material se deben tratar y neutralizar en una planta de tratamiento de residuos. Como disposición final, esta sustancia se puede enterrar en un relleno de seguridad autorizado. Los contenedores vacíos se deben descontaminar con una lechada de cal. En lo posible, los contenedores vacíos se deben retornar al proveedor o se deben enterrar en un relleno de seguridad autorizado. Cuando no se pueda recuperar o reciclar se debe tratar como un desecho peligroso y se debe enviar a instalaciones aprobadas para disposición ^(1,5,9).

La dilución del Acido Clorhídrico en agua hasta un 5% en volumen o menor y posterior neutralización con NaHCO₃ hasta pH neutro genera una solución que no es corrosiva y puede ser dispuesta por el drenaje previa verificación de otros parámetros de control ambiental pertinentes ⁽⁹⁾.

4.2.13 BIBLIOGRAFÍA

1. Kirck & Othmer; *Enciclopedia of Chemical Technology; Volumen 11, Hexanes to Ion Exchange; Interscience Publishers; Jhon Wiley & Sons, Inc.; New York, U.S.A.; 1966*
2. Editores: Elvers B, Hawkins S y otros; *Ullman's Encyclopedia of Industrial Chemistry; Volumen 13; Quinta edición completamente revisada; Editorial VCH; New York, U.S.A.; 1989*

HCl

Acido clorhídrico

3. *Environmental Protection Agency (EPA). List of IRIS substances, Hydrogen Chloride [en línea]. Enero de 1989, revisado enero de 1995 [citado abril 3 de 2003]. Disponible en <http://www.epa.gov/iris/subst/0396.htm>*
4. *Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Managing Hazardous Material Incidents, Hydrogen Chloride [en línea]. Fecha de publicación desconocida, actualizado marzo de 2003 [citado abril 3 de 2003]. Disponible en <http://www.atsdr.cdc.gov/MHMI/mmg173.pdf>*
5. *Organización Mundial de la Salud (OMS). Environmental Health Criteria 21, Chlorine and Hydrogen Chloride [en línea]. 1982 [citado Abril 4 de 2003]. Disponible en <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc21.htm>*
6. *Organización Mundial de la Salud (OMS). International Chemical Safety Cards, Hydrogen Chloride [en línea]. abril de 2000 [citado abril 4 de 2003]. Disponible en http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cis/products/icsc/dtasht/_icsc01/icsc0163.htm*
7. *Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Chemical Sampling Information, Safety and Health Topics: Hydrogen Chloride [en línea]. Fecha de publicación desconocida, revisado Mayo de 2003 [citado abril 4 de 2003]. Disponible en http://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_246300.html*
8. *Occupational Safety & Health Administration (OSHA). Occupational Health Guideline for Hydrogen Chloride [en línea]. Septiembre de 1978, revisado agosto de 1998 [citado abril 4 de 2003]. Disponible en <http://www.cdc.gov/niosh/pdfs/0332.pdf>*
9. *Baker JT. MSDS for Hydrochloric Acid; 33-40% [en línea]. Agosto de 1996 [citado abril 22 de 2003]. Disponible en <http://164.107.52.42/MSDS/IM/muriatic%20acid.pdf>*
10. *Organización Internacional del Trabajo (OIT). Chemical Safety Training Modules, Annex 4. List of Classified Chemicals [en línea]. Fecha de publicación desconocida, actualizado septiembre de 1999 [citado abril de 2003]. Disponible en <http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cis/products/safetytm/clasann4.htm>*
11. *Consejo Colombiano de Seguridad (CCS). Software Dataquim. Hoja de Datos de Seguridad, Acido Clorhídrico. Última actualización 2003. Bogotá, Colombia.*

Acido clorhídrico