



**NeutroMag-D: una solución para minimizar el impacto ambiental ocasionado por derrames líquidos ácidos y/o básicos en su cadena de producción, abastecimiento, transporte y disposición**

**Autor**

**Jairo Roberto Suárez Galíndez**

**Director**

**Jonathan Pelegrín Ramírez, Biólogo Ph.D.**

**Codirector**

**Drochss Valencia Ochoa, Químico, Ph.D.**

**Tesis presentada para obtener el título de Magister en Educación Ambiental y  
Desarrollo Sostenible**

**Universidad Santiago De Cali**

**Facultades De Educación Y Ciencias Básicas**

**Maestría En Educación Ambiental Y Desarrollo Sostenible**

**Grupo De Investigación En Ecología Y Contaminación Acuática (Econacua)**

**Cali**

**2019**



Calle 5a Carrera 62 Campus Pampalinda A.A. 4102 / Teléfono: PBX 5183000  
web: [www.usc.edu.co](http://www.usc.edu.co) / Nit. 890.303.797-1 / Santiago de Cali - Colombia



## Tabla de contenido

1	Introducción .....	6
1.1	Los accidentes en la industria química .....	8
1.2	Clasificación de las sustancias químicas peligrosas .....	10
1.3	Estamentos internacionales reguladores de sustancias peligrosas .....	11
1.4	Normatividad colombiana sobre manejo de sustancias peligrosas .....	12
1.5	El problema de los derrames .....	13
1.6	Clasificación de los derrames .....	15
1.7	Impacto de las sustancias peligrosas en la salud humana y ambiental .....	15
1.8	Importancia del pH en el ecosistema y los organismos vivos .....	18
1.9	Tratamiento de los derrames de sustancias peligrosas .....	20
1.10	Productos para el tratamiento de derrames de sustancias peligrosas .....	23
1.11	La educación ambiental como parte del plan de contingencia contra derrames	28
2	Pregunta de investigación .....	31
3	Objetivos del estudio .....	31
3.1	Objetivo General .....	31
3.1.1	Objetivos Específicos .....	31
4	Metodología .....	32
4.1	Lugar de Estudio .....	32
4.2	Desarrollo metodológico por objetivos .....	34
4.3	Materiales y métodos .....	37
5	Resultados y Discusión .....	42
	Cálculos .....	50
	Cálculos .....	53
6	Conclusiones y recomendaciones .....	72
7	Bibliografía .....	74

### Índice de tablas

Tabla 1. Comparación absorbancia de materiales de diferente naturaleza.....	51
Tabla 2. Eficacia de absorbancia de varios materiales usado en emergencias .....	52
Tabla 3. Absorbancia para paños de tres marcas comerciales.....	54
Tabla 4. Eficacias de absorción para paños de tres marcas comerciales .....	55
Tabla 5. Proveedores de MgSO <sub>4</sub> y MgO a nivel local y nacional .....	57
Tabla 6. Reactivos empleados para desactivación de NaOH y HCl.....	58
Tabla 7. Variación de la concentración de los componentes de NeutroMag-D. ....	58

### Índice de figuras

Figura 1. Gráfico comparativo de ocurrencia en derrames, 2012-2013 .....	18
Figura 2. Instituciones con mayor número de publicaciones en derrames de químicos. ....	26
Figura 3. Autores que más han publicado artículos sobre derrames químicos alcalinos ....	27
Figura 4. Mapa de ubicación de Quimicol S.A .....	32
Figura 5. Planta de Phoenix Products de Colombia .....	33
Figura 6. Oficinas de Phoenix Products de Colombia, Cali (Valle).....	33
Figura 7. Ubicación, oficinas Phoenix Products de Colombia, Cali (Valle).....	34
Figura 8. Equipos y materiales utilizados en pruebas de absorción en laboratorio.....	38
Figura 9. Derrame de HCl, en un tanque de la planta Quimicol S.A. ....	44
Figura 10. Derrame de HCl al 37% en carrotanque. Parqueadero de Quimicol S.A .....	44
Figura 11. Derrame de HCl al 37% en área de almacenamiento de Quimicol S.A.....	45
Figura 12. Derrame de NaOH al 50% en la salida del intercambiador 240 en la planta 1 de Quimicol S.A.....	46
Figura 13. Derrame de 700 litros de NaOH al 50%. Área de almacenamiento.....	46
Figura 14. Derrame líquido de FeCl <sub>3</sub> , área.....	47
Figura 15. Derrame de HCl al 37% de carrotanque en La Felisa-Supia .....	48
Figura 16. Incidente con NaOH al 50% con carrotanque.....	49
Figura 17. Derrame de 10080 kg de solución de hipoclorito de sodio .....	50
Figura 18. Curva de pH mezcla de NaOH al 50% p/p y muestra 1 de NeutroMag-D .....	59
Figura 19. Curva de pH mezcla de NaOH al 50% p/p y muestra 2 de NeutroMag-D.....	62
Figura 20. Curva de pH mezcla de NaOH al 50% p/p y muestra 3 de NeutroMag-D .....	61
Figura 21. Curva de pH mezcla de NaOH al 50% p/p y muestra 4 de NeutroMag-D <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Figura 22. Curva de pH mezcla de NaOH al 50% p/p y muestra 5 de NeutroMag-D <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Figura 23. Curva de pH mezcla de HCl al 32% p/p y muestra 1 de Neutromag..... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Figura 24. Curva de pH mezcla de HCl al 32% p/p y muestra 2 de NeutroMag-D .....	64

Figura 25. Curva de pH mezcla de HCl al 32% p/p y muestra 3 de Neutromag..... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 26. Curva de pH mezcla de HCl al 32% p/p y muestra 4 de NeutroMag-D ..... 66

Figura 27. Curva de pH mezcla de HCl al 32% p/p y muestra 5 de Neutromag..... **¡Error! Marcador no definido.**

**NeutroMag-D: una solución para minimizar el impacto ambiental ocasionado por derrames líquidos ácidos y/o básicos en su cadena de producción, abastecimiento, transporte y disposición**

**Jairo Roberto Suárez Galíndez**

**Maestría en Educación Ambiental y Desarrollo Sostenible**

**Grupo de Investigación en Ecología y Contaminación Acuática (ECONACUA)**

**Facultades de Educación y Ciencias Básicas**

**Universidad Santiago de Cali**

Director

Jonathan Pelegrín Ramírez, Biólogo Ph.D.

Codirector

Drochss Valencia Ochoa, Químico, Ph.D.

### **Línea de investigación**

El presente trabajo se enmarca en la línea de Contaminación ambiental, que tiene entre otros objetivos, realizar estudios orientados hacia la evaluación del impacto ambiental ocasionado por proyectos de transformaciones para el progreso y crear propuestas que permitan dirigir planes de Manejo Ambiental y soluciones a la problemática ocasionada por las industrias del departamento y demás instituciones.

### **Resumen**

El impacto ambiental del sector industrial ocasionado por derrames accidentales de ácidos y de bases genera la necesidad de proponer soluciones químicamente amigables, que permitan mitigar este tipo de percances y contribuyan así a procesos industriales más

sostenibles. En este contexto, se plantea una alternativa de solución a través de la evaluación y estudio de un material absorbente óptimo y el uso de un producto anfótero. Este análisis se realizó en la empresa Quimicol S.A., en la cual se caracterizó la ocurrencia de los derrames de sustancias líquidas peligrosas y la capacidad de sus operarios para su manejo desde un enfoque educativo ambiental y de salud ocupacional. Asimismo, se evaluó la respuesta y capacidad de carga de varios materiales absorbentes de retención. Mediante pruebas en laboratorio, se analizaron los componentes para determinar la concentración más eficaz de la mezcla sólida de Sulfato de Magnesio ( $MgSO_4$ ) y Oxido de Magnesio ( $MgO$ ) para la neutralización de los derrames. Con base en los resultados observados en la capacitación y conocimiento de los trabajadores, se diseñó una guía para fortalecer a los actores sobre afectaciones humanas y ambientales, medidas de precaución y protocolos de actuación frente a esta emergencia y finalmente, un instrumento didáctico con los protocolos y la forma de aplicación del producto cuando ocurra el derrame.

En cuanto a los resultados, las telas absorbentes resultaron ser la mejor opción para presentar la mejor eficiencia y capacidad de propagación en el lugar del derrame mientras se mezcla con una composición del 40% p / p de ( $MnSO_4$ ) y el 60% p / p de ( $MgO$ ) resultó ser el óptimo para desactivar derrames tanto ácidos como alcalinos por regulación del pH. Finalmente, se ha demostrado que la efectividad del producto a escala de laboratorio minimiza el impacto del derrame, esta presenta una eficiencia importante y, debido a sus bajos costos y fácil manejo, puede contribuir en gran medida a un menor impacto ambiental del Industria química. En el futuro, recomienda realizar bioensayos para un análisis detallado de su impacto.

**Palabras Clave:** Neutralización ácido-base, Desactivación, Anfótero, Contaminación química, Plan de emergencia.

### **Summary**

The environmental impact of the industrial sector caused by accidental spills of acids and bases generates the need to generate proposals for chemically friendly solutions that mitigate this type of mishaps and contribute to more sustainable industrial processes. In this context, an alternative solution is proposed through the evaluation and study of an optimal

absorbent material and the use of an amphoteric product. This analysis was carried out in the company Quimicol S.A., which characterized the occurrence of spills of hazardous liquid substances and the ability of their operators to manage them from an environmental educational and occupational health approach. Likewise, the response and load capacity of various retaining absorbent materials were evaluated. Through laboratory tests, the components were analyzed to determine the most effective concentration of the Magnesium Sulphate monohydrate anhydrous solid mixture ( $MgSO_4$ ) and Magnesium Oxide ( $MgO$ ) for the neutralization of the spills. Based on the results observed in the training and knowledge of workers, a guide was designed to strengthen the actors on human and environmental effects, precautionary measures and protocols for action in response to this emergency and finally, a didactic tool with the protocols and the way the product is applied when the spill occurs.

**Keywords:** Acid-base neutralization, Deactivation, Amphoteric, Chemical contamination, Emergency plan.

## 1 Introducción

Los productos químicos empleados hoy en el hogar, la sociedad o la industria pueden afectar a las personas en forma local, vías respiratorias y otros sistemas del organismo e incluso ocasionar la muerte debido a sus propiedades fisicoquímicas, su toxicidad y nivel de concentración, además de perturbar los ecosistemas en forma de accidentes, derrames, fugas, incendios o reacciones violentas (Nicolopoulou-Stamati, Mipas, Kotampasi, Stamatis y Hens, 2016). La contaminación química del ambiente por metales pesados, hidrocarburos aromáticos policíclicos, contaminantes orgánicos persistentes, compuestos perfluorados, productos farmacéuticos y de cuidado personal, elementos radiactivos, residuos electrónicos y plásticos es una de las causas del problema de seguridad alimentaria en el mundo, el crecimiento del cáncer, la infertilidad, las enfermedades congénitas y otros problemas de salud (Thompson y Darwish, 2019).

El desarrollo de nuevos productos empleados como materias primas de otros procesos, se ha incrementado en los últimos años y son transportados a través de distintos medios y almacenados bajo ciertas condiciones dependiendo de sus características tóxicas, corrosivas, inflamables, explosivas, oxidantes, radiactivas o comburentes. Estas sustancias consideradas peligrosas, deben tener un manejo ambientalmente seguro para las personas y el ambiente (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y Consejo Colombiano de Seguridad, 2003).

Actualmente, el planeta experimenta a nivel global las consecuencias del calentamiento global, reducción de la capa de ozono, lluvia ácida, deforestación y pérdida de biodiversidad, mientras que a nivel local se incluye la erosión y contaminación del suelo, el agotamiento de las aguas subterráneas, la contaminación del agua, la contaminación por residuos sólidos y la contaminación por sonido, como resultado de las actividades antrópicas. Por ello, para contribuir con la protección, conservación y administración del medio ambiente, es esencial contar con un sistema de educación ambiental (EA) adecuado (Koner, 2017).

La educación ambiental debe incluir estrategias pedagógicas como la investigación, la cooperación, la orientación y la aplicación del conocimiento y de la información en situaciones prácticas de modo que se contribuya con la mitigación de los impactos negativos mencionados en aras de la salud, la paz, la seguridad, la equidad social, la estabilidad humana y ambiental, como lo afirman Boyce, Mishra, Halverson y Thomas, citados en Feszterova y Jomova (2015). Así mismo, debe involucrar a todos los actores sociales en la relación positiva y el cuidado de la naturaleza. La importancia de la Educación Ambiental radica en capacitar, retroalimentar y formar de manera integral al individuo de forma que aplique sus conocimientos, habilidades y experiencias en el aprendizaje significativo en las cuestiones ambientales de manera que comprenda que la contaminación química ocasionada por la industria exige implementar la ética a la actividad productiva y profesional. En el campo industrial, la educación ambiental debe formar a la persona con actitud crítica y en valores para enfrentar los nuevos desafíos y participar en acciones que permitan alcanzar un desarrollo sostenible haciéndose necesaria la formación y educación científica centrada en el

medio ambiente (Minister of Education. Department of Education and Training Curriculum, 2001)

### **1.1 Los accidentes en la industria química**

El mundo ha registrado durante el último siglo diversos desastres de la industria química, algunos reportados en la literatura son:

La explosión de la planta de BASF en Alemania en 1921, ocasionada por la mezcla de sulfato de amonio y nitrato de amonio que causó 500 muertes, más de 2000 heridos, destruyó el 80% de los edificios de Oppau, y formó un cráter de enormes dimensiones en el sitio del accidente (Scodelaro, 2015).

El desastre de un barco en el puerto de Texas City, Estados Unidos en 1947, originado por la explosión de 2300 toneladas de nitrato de amonio al convertirse en óxido nitroso, que destruyó 1000 edificios y la planta de Monsanto contigua al puerto, causando además 576 muertes (Scodelaro, 2015).

La explosión de la planta Nypro en Inglaterra en 1974, debida a un escape de ciclohexano que causó la muerte de 28 trabajadores e hirió a 86. Los fuegos en la planta se extendieron por 10 días y más de 2000 propiedades aledañas resultaron afectadas (Scodelaro, 2015).

Una explosión menor generó una nube de dioxina tóxica de 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-*p*-dioxina en una planta industrial en Italia en 1976, sin consecuencias desastrosas pero sí traumáticas pues el pánico ocasionó que los ciudadanos huyeran abandonando animales de su propiedad que murieron de hambre, se conocieron 193 casos de un tipo de acné asociado con el contacto de compuestos aromáticos (Scodelaro, 2015).

En 1979, la Subdivisión de Emergencias Medioambientales de Canadá, emprendió un programa para mejorar la respuesta y la tecnología antiderrames desarrollando una lista de 150 productos químicos diferentes del petróleo, que incluía ácido acético y amoniaco, con potencial de derramamiento en ese país (Fingas, 2001). El ingreso de agua a un tanque que contenía gas isocianato de metilo en una planta en India en 1984, provocó una reacción exotérmica al liberarse 30 toneladas de esta sustancia que produjeron tos, irritación,

sofocamiento, 2259 muertes al presentarse la fuga y 8000 decesos en las primeras dos semanas después del suceso (Scodelaro, 2015).

Un incendio en una planta de agroquímicos en Suiza en 1986, fue extinguido con los sistemas existentes en esa planta. Sin embargo, el agua utilizada mezclada con unas 30 toneladas de pesticidas se derramó en el río Rin, causando la muerte de cerca de 500000 peces (Scodelaro, 2015).

En 2001, explotaron 300 toneladas de nitrato de amonio de una planta de fertilizantes en Francia, dejando 29 muertos y más de 2500 heridos, destruyendo la fábrica y dejando un cráter de grandes proporciones en el sitio (Scodelaro, 2015). En este mismo año, un derrame de ácido/xileno en Alaska, permitió desarrollar métodos de respuesta y limpieza, caracterizar el lugar para el muestreo y análisis, y diseñar un plan para evaluar el efecto de la contaminación en suelos congelados (Filler y Barnes, 2003).

En 2005, una explosión por escape de hidrocarburos en la refinería de British Petroleum en Texas City, Estados Unidos, dejó 15 muertos y 200 heridos (Scodelaro, 2015).

Una serie de explosiones en una planta de anilinas en China, en 2005, se presentaron por la presencia de benceno, nitrobenzeno y ácido nítrico, dejando 5 muertos y más de 70 heridos. Un posterior derrame de benceno y nitrobenzeno al río Songhua dejó a millones de personas sin suministro de agua potable durante 10 días (Scodelaro, 2015).

Para el caso de Colombia, varios derrames de sustancias peligrosas se han presentado en diferentes ciudades, sin embargo, su reporte solo se ha limitado a noticias y periódicos, no se ha compilado en información científica. Para el asunto colombiano, algunos relacionados con ácidos y bases son:

Derrame de cinco galones de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) en un local del barrio Alameda en Cali, que obligó a la evacuación de una cuadra. Hecho que se suma a 242 casos de varias sustancias peligrosas ocurridos en 2012 (El País, 2013).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) (2007), presenta un cuadro con el listado de accidentes presentados por derrames de hidrocarburos, donde se menciona el vertido de petróleo en Remedios (Antioquia, Colombia) en 1993, que arrojó 430 víctimas mortales; sin

embargo, no se encontró evidencia del accidente en ningún medio informativo físico o virtual.

Emergencia en un Colegio de Cali por derramamiento de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), que dejó a dos profesores lesionados por la inhalación de grandes cantidades de este producto (El País, 2012).

Siete canecas de un líquido con grado de toxicidad seis, corrosivo, inflamable y tóxico para las personas, cayeron de un camión, uno de los recipientes se abrió y la sustancia se esparció en un tramo de la vía Ibagué – Cajamarca, Colombia, el derrame se cubrió con arena para detenerlo (Noticias RCN, 2016).

La Corporación Autónoma Regional (CAR) del departamento de Cundinamarca, Colombia, emitió alerta ambiental por el vertido de más de once mil galones de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) que transportaba una tractomula en el municipio de Guaduas en fuentes hídricas de la zona, lo que afectó a personas, flora y fauna (RCN Radio, 2017) .

Los derrames ácidos y básicos acuosos se dispersan de forma rápida y son más contaminantes en la columna de un cuerpo de agua que los de petróleo, los cuales se esparcen en la superficie. El efecto del derrame, así como el pH final dependerán de la cantidad (volumen) y concentración del líquido vertido (French-McCay, Whitter y Payne, 2008).

Los derrames de sustancias químicas pueden tener por causas factores humanos, mecánicas, de operación o mantenimiento durante los procesos industriales como daños en válvulas, aberturas en contenedores, impactos o deterioros estructurales que generan goteo o pérdidas de las sustancias (Alcántara-Garduño y Ramírez-Camacho, 2012).

## **1.2 Clasificación de las sustancias químicas peligrosas**

En el sector industrial, son muchos los productos químicos que durante su Cadena de Producción, Abastecimiento, Transporte y Disposición (CaPATD) pueden generar un derrame con sus respectivas afectaciones. Tal es el caso del ácido clorhídrico (HCl) y de la soda cáustica o hidróxido de sodio (NaOH), que serán los compuestos en los cuales se enfoca el presente trabajo.

De acuerdo con la clasificación de productos químicos realizada en la norma NFPA 704 (National Fire Protection Association), entidad internacional creada para promover la protección y prevención contra el fuego, es el código que explica el diamante del fuego, utilizado para comunicar los peligros de los materiales peligrosos. Dentro de esta clasificación, el ácido clorhídrico (HCl) se clasifica con riesgo de peligrosidad cero (0) que indica riesgo por inestabilidad aunque es un material corrosivo que no se quema mientras que el hidróxido de sodio (NaOH) se clasifica con riesgo de peligrosidad tres (3), material que bajo una corta exposición puede causar daños temporales o permanentes (National Fire Protection Association - NFPA, 2012). Las sustancias corrosivas son aquellas sustancias o mezclas que por acción química pueden atacar o destruir los metales (Globally harmonized system of classification and labelling of chemicals (GHS), 2011). Por tanto, estas sustancias requieren de un pronto control anti derrame (Freeman, 1998, p.99 ; Mendoza Belio, 2011, p.69).

El ácido clorhídrico es un líquido incoloro o ligeramente amarillo, peligroso, corrosivo e higroscópico (Merck, 2015). Por su parte, el hidróxido de sodio es un sólido blanco e higroscópico, su disolución en agua genera una base fuerte y calor, la cual reacciona violentamente con ácidos y es corrosiva con metales (Merck, 2017).

### **1.3 Estamentos internacionales reguladores de sustancias peligrosas**

Varios estamentos internacionales buscan prevenir y controlar la contaminación del ambiente o reducir el riesgo de accidentes laborales. Entre ellos pueden mencionarse:

La EPA (Environmental Protection Agency) de los Estados Unidos, es el organismo encargado de controlar la contaminación que afecta a la población por impactos negativos sobre la fauna debido al empleo de pesticidas, sobre cuerpos de agua y suelos por el uso o accidentes de productos y desperdicios químicos peligrosos, por la generación de lluvia ácida, entre otros aspectos (Jiménez, 2013).

Las OHSAS (Occupational Health and Safety Assessment Series), detallan los requerimientos legales que permiten a una organización crear e implementar políticas, metas y procedimientos para reducir los riesgos laborales según las circunstancias geográficas,

culturales y sociales. Sin embargo, considera la seguridad y salud en el trabajo, y no la seguridad de los productos que se manipulan ni los daños a la propiedad o al ambiente (AENOR, 2008).

La CEPE (Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa), facilita la actividad económica entre los países de Europa, así como el resto del mundo mediante acuerdos sobre economía, estadística, medio ambiente, transporte, comercio, energía sostenible, instalaciones humanas, establecimiento de reglamentos y normas, capacitación e intercambio de experiencias y prácticas (Organización de las Naciones Unidas, ONU, 2012).

El Convenio de Estocolmo busca motivar a los gobiernos para adoptar medidas que eliminen o reduzcan la liberación de Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP), los cuales son sustancias tóxicas que pueden perdurar en el medio durante tiempos prolongados y acumularse en tejidos grasos de entidades vivas impactando de forma negativa la salud humana, animal, vegetal y ambiental (Convenio de Estocolmo, 2010).

El Convenio de Rotterdam se enmarca en el sector del comercio internacional de ciertas sustancias peligrosas, particularmente plaguicidas y productos industriales, buscando salvaguardar la salud humana y ambiental a través de su empleo racional. En su decimocuarta reunión de septiembre de 2018, expertos en sustancias químicas recomendaron incluir cuatro sustancias más a la lista, entre ellas al ácido perfluorooctanoico ( $C_8HF_{15}O_2$ ), sus sales y compuestos relacionados (Rotterdam Convention, 2008).

El Convenio de Basilea trata sobre el control de movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación. Entre las muchas clasificaciones listadas, se mencionan desechos que contengan como constituyentes soluciones ácidas o ácidos en forma sólida, soluciones básicas o bases en forma sólida (Basel Convention, 2014).

#### **1.4 Normatividad colombiana sobre manejo de sustancias peligrosas**

En Colombia, existen varias resoluciones, decretos y leyes que regulan el manejo de sustancias químicas y el procedimiento para el manejo de sus derrames. La resolución 4093 de 1991, reglamenta el transporte de sustancias químicas de uso restringido (Ministerio de transporte, 1991); La ley 55 (1993), regula el manejo seguro de sustancias peligrosas; la Ley

430 (1998), dicta normas prohibitivas referentes a los desechos peligrosos originados por derrames; el decreto 321 (1999) adopta el Plan Nacional de Contingencia contra derrames de Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas; el decreto 1609 (2002), reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de sustancias peligrosas por carretera.

Es claro que, la regulación internacional y nacional para el transporte de material peligroso, implica un manejo adecuado de la sustancia en caso de presentarse derrame, lo cual conlleva a la aplicación de un protocolo de tratamiento que retenga y desactive la sustancia, para mitigar su impacto sobre el medio.

### **1.5 El problema de los derrames**

La Asociación Chilena de Seguridad, ACHS, define el derrame químico como “cualquier liberación no prevista de una sustancia química peligrosa... El nivel de riesgos dependerá de las características de cada sustancia y de los procesos que la utilicen” (Asociación Chilena de Seguridad, 2011). Por su parte, una sustancia peligrosa puede ser un elemento, compuesto, mezcla o solución que al ser liberada al ambiente puede generar peligro momentáneo permanente para la salud pública o del ambiente (Meyer, 1999, p.453). Así mismo, el reglamento para el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera en Colombia, dice que las sustancias peligrosas presentan riesgo de derrame durante su fabricación, manejo, transporte, almacenamiento o uso, pudiendo desprender polvos, humos, gases, líquidos, vapores o fibras infecciosas, o ser irritantes, inflamables, explosivas, corrosivas, asfixiantes y tóxicas (Decreto 1609 de 2002).

Los accidentes por derrames químicos pueden provocar situaciones críticas en una población o lugar afectando a la propiedad (aeropuertos, terminales de transporte, túneles para vehículos, muelles, hospitales, hoteles, colegios, industrias y vías), a las personas (trabajadores, visitantes, vecinos, personal de servicios, niños y ancianos) y/o al ambiente (mares, ríos, canales, agua potable, áreas recreativas, reservas naturales, terrenos de cultivo, bosques, flora y fauna). Su impacto puede propiciar la contaminación, incendios y explosiones (Zagal, 1996). En diversas ocasiones, no se tiene conciencia de que pueda ocurrir un derrame o se olvida cuando tiene lugar, no se dispone de información suficiente y

necesaria sobre el producto vertido ni se conocen los recursos con que cuenta una determinada empresa para enfrentar el problema, lo cual agrava los efectos del siniestro (García López, 1999).

La mayor parte de los derrames está asociada con hidrocarburos, amoníaco, ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, hidróxido de sodio y cloro, que han ocasionado muertes, evacuaciones de los afectados, pérdidas de empleo, cambio en los hábitos, daños irreversibles en el tiempo tanto a personas como a los recursos naturales (Sarmiento Ortiz, Ortiz Espinoza y Álvarez Rosas, 2003). Los derrames de sustancias químicas pueden ocurrir, así se cumplan las medidas de seguridad, provocar pérdida de materias primas o productos y requerir la evacuación temporal de un área o empresa. Los tres factores que determinan si un derrame de materiales es peligroso o no, son: la cantidad de la sustancia, las características de la sustancia y su ubicación (American Chemical Society, ACS, 1995). En cuanto a la cantidad de sustancias, se realizó revisión de la literatura científica basada en las instituciones encargadas de establecer los patrones internacionales (NFPA, ASTM, ISO, ACS) y se evidenció que los estándares publicados se enfocan en normalizar la utilización de sustancias químicas para atender los derrames de hidrocarburos o, la atención de un derrame de sustancias químicas peligrosas en un laboratorio académico; la Sociedad Americana de Química (ACS) es la organización que más acerca la literatura hacia la atención de los derrames químicos y su clasificación.

Una situación similar, relativa a la falta de información y registro sistematizado sobre este tipo de accidentes, se repite en diversos países de Latinoamérica. Aunque se han realizado estudios para países como Estados Unidos o Canadá, los resultados no pueden ser aplicados para el caso de Latinoamérica, debido a las diferencias tecnológicas, económicas y reglamentarias existentes (Alcántara-Garduño y Ramírez-Camacho, 2012). Los derrames químicos pueden ocurrir dentro y fuera de las fábricas, en el interior de laboratorios, en camiones cisterna, en tambores, en carreteras y en tuberías. Las estadísticas de derrames de material peligroso se han incrementado en los últimos años (Consejo Colombiano de Seguridad y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2003). Sin embargo, registros nacionales son poco reportados en naciones como Colombia, pero en algunos países latinoamericanos y Estados Unidos, constantemente se realizan reportes de los accidentes

que incluyen derrames de sustancias químicas, biológicas y/o microbiológicas (Disasters: Chemical Accidents and Spills, 2015). En Colombia, de acuerdo con las estadísticas de los centros de información de seguridad del país, los derrames de productos químicos aumentan año tras año, y en gran proporción aquellos ocurridos durante las actividades de almacenamiento y transporte por carretera (Consejo Colombiano de Seguridad, 2017).

## **1.6 Clasificación de los derrames**

No existe literatura científica o normativa nacional e internacional que clasifique los derrames según la cantidad de producto vertido. La ACS, clasifica los derrames como mayores o menores pero enfocada a condiciones de laboratorio, considerando los derrames menores como aquellos en cantidades inferiores a un litro y que no ocasionan incendios inmediatos, ni sensación de inseguridad o peligro para el medio ambiente o la salud humana (American Chemical Society, ACS, 1995). En la misma línea, la Augusta University (2016), enuncia como medida de actuación frente a derrames en sus laboratorios de facultades así: si el derrame es inferior a un litro pero representa un peligro inmediato para la salud, la seguridad o el medio ambiente, se considera importante y deben seguirse procedimientos de respuesta de emergencia para derrames químicos grandes. Se definen como derrames mayores a los derrames superiores a un litro.

De acuerdo al tipo de sustancia, los derrames pueden ser de naturaleza química y de naturaleza biológica o microbiológica (Organización de las Naciones Unidas, ONU, 2011). Dentro de los derrames de naturaleza química, se encuentran los derrames de petróleo y sus derivados (Asociación Española de Operadores de Productos Petrolíferos, 2002). Otros tipos de derrames que pueden presentarse son los de pesticidas, compuestos fenólicos (Grainger Inc., 2015), materias primas empleadas en la elaboración de plásticos, pinturas, tintas, poliéster, productos inorgánicos que incluyen ácidos y bases entre otros (Chemical Safety Board, 2017), sustancias peligrosas que pueden generar efectos adversos para la salud humana o la muerte (Ministerio de Educación Superior, 2015).

## **1.7 Impacto de las sustancias peligrosas en la salud humana y ambiental**

Los ácidos inorgánicos en contacto con la piel pueden generar irritación de los ojos y quemaduras (Cartotto, Peters, Neligan, Douglas y Beeston, 1996) y la inhalación de los gases de hidróxido de sodio (NaOH) puede ocasionar problemas respiratorios, de pulmón y sangrados (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2011). Estos productos pueden causar alteración del sistema nervioso e inclusive la muerte (Dare y Cournoyer, 2002). En el ambiente, estas sustancias pueden ocasionar deterioro de las capas de suelos y afectación de la calidad de fuentes de agua, y del hábitat natural de los ecosistemas (Arcos Serrano e Izcapa Treviño, 2003; Walker, Sibly, Hopkin, y Peakall, 2012, p.225).

La contaminación química originada por sustancias ácidos y álcalis entre otros, cuando son derramados, compromete la biodiversidad y la conservación de las especies en los ecosistemas terrestres y acuáticos, origina muertes, daños reproductivos, descensos poblacionales, alteraciones hormonales, enfermedades hepáticas, daños en el tiroides y poca incubación, malformaciones y feminización (Camargo y Alonso, 2007; Walker et al., 2012). Diversos organismos tienen la capacidad potencial de almacenar ciertos contaminantes del ambiente (bioacumulación) en sus tejidos, lo cual hará que los organismos que se alimenten de ellos consuman dosis altas que los impactan reduciendo la diversidad y abundancia de especies acuáticas en lagos y arroyos (Biomagnificación) (Driscoll, Driscoll, Mitchell, y Raynal, 2003; Walker et al., 2012). La exposición a las sustancias químicas peligrosas puede ocasionar en los ecosistemas, aumento de la respiración de la comunidad biológica, pérdida de nutrientes, disminución del tamaño de los organismos, de las cadenas alimentarias y de los servicios ecosistémicos, así como cambios en la actividad enzimática, mutaciones de ADN, fijación del nitrógeno, tumores, entre otras afectaciones (Peña, Carter, y Ayala-Fierro, 2001 p.102; Walker et al., 2012, p.227).

Con la aceptación en la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD), Colombia debe cumplir con diferentes estándares internacionales para la protección del medio ambiente, por presentar variedad de climas y ecosistemas exclusivos. Para evaluar los riesgos por el uso de sustancias peligrosas, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible realiza investigaciones y planes posconsumo para evaluar la toxicidad en suelos

y el Instituto Nacional de Salud realiza pruebas de toxicología y afectaciones de la salud en humanos además de riesgos de epidemiología (Cárdenas, 2018).

Así mismo, en la fisiología de los organismos, la homeostasis es la capacidad para mantener una situación de equilibrio dinámico favorable. En este proceso, tienen gran importancia los sistemas amortiguadores que equilibran la presencia de sustancias ácidas y básicas para mantener el pH dentro de los límites fisiológicos. Resulta útil entonces el conocimiento de conceptos elementales como ácido, base, pH y amortiguador, así como entender la base bioquímica del funcionamiento de los tampones fisiológicos (Harper, y otros, 2016, pág. 6).

De otra parte, la Organización Mundial de la Salud (OMS) calcula que más del 25 % de la morbilidad humana mundial tiene su origen en factores como la exposición a sustancias químicas producidas y manipuladas en el trabajo (Organización Mundial de la Salud, OMS, 2006).

Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la expresión “producto químico” designa los elementos y los compuestos químicos, y sus mezclas, obtenidos a través de los procesos de producción. Se consideran peligrosos y se clasifican en función del tipo y el grado de la afectación física y los riesgos para la salud (Consejo Colombiano de Seguridad, 2016).

En la misma línea, el Consejo Colombiano de Seguridad (CCS) indicó a través de su centro de información química, CISPROQUIM<sup>®</sup>, que en 2012 se registraron “8219 reportes de derrames, fugas, incendios e intoxicaciones...” (Consejo Colombiano de Seguridad, 2016).

Según lo anterior, el Ministerio de Medio Ambiente en Colombia, determinó el perfil nacional de sustancias químicas el cual fue actualizado en 2017, donde estableció los criterios de peligrosidad, cantidades consumidas y corredores en los que aparece el uso de la sustancia (2017). En orden de aparición en el listado, se encuentran plaguicidas, thinner, varsol y disolventes, hidróxido de sodio, ácido sulfúrico y mercurio.

En cuanto a los riesgos físicos y ambientales de las sustancias químicas, reportados en CISPROQUIM<sup>®</sup> se destacan derrames, fugas y atenciones ambientales. Durante el 2013 se reportaron 117 alarmas, presentando los derrames o vaciados un aumento de 58 a 74 casos con

respecto al 2012. De estos, 26 corresponden a derrames pequeños y 19 a derrames mayores (Consejo Colombiano de Seguridad, 2016).

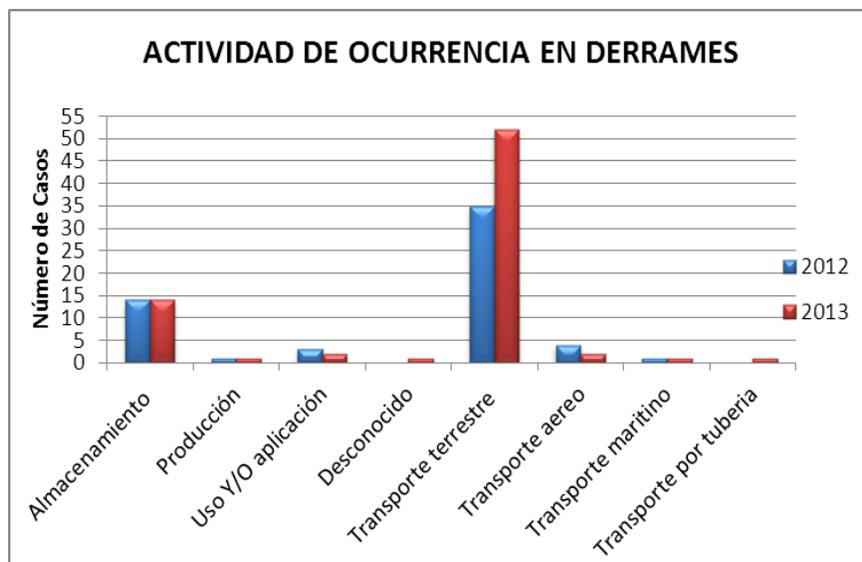


Figura 1. Gráfico comparativo de ocurrencia en derrames, 2012-2013

Fuente: Consejo Colombiano de Seguridad <https://bit.ly/2QKFnxI>

La Figura 1 muestra el número de casos de derrames presentados en Colombia en diferentes actividades en los años 2012 y 2013.

### 1.8 Importancia del pH en el ecosistema y los organismos vivos

Los impactos ambientales generados por efectos naturales o antrópicos como la industrialización, han generado un aumento o disminución del pH en los suelos, el agua y los organismos (Walker et al., 2012). Es aquí donde el proceso de neutralización o desactivación ácido-base resulta importante para mantener el pH en niveles adecuados para asegurar la supervivencia de las especies, contribuyendo así a minimizar los posibles impactos generados a nivel industrial en los ecosistemas. En este contexto es fundamental comprender que la vida se ve impactada por la presencia de sustancias químicas de diversa naturaleza en el ambiente. Un amplio porcentaje de casos, cerca del 80% del cáncer humano, es originado posiblemente por el contacto humano a una gran cantidad de sustancias químicas vertidas sobre el ambiente, las cuales interactúan con el DNA (Harper, y otros, 2016, pág. 724); así mismo, la

vida desarrolla sus mecanismos bioquímicos de manera óptima en medios intra y extracelulares relativamente neutros; por ejemplo, el pH del suelo que asegura la vida humana se encuentra en el rango de 7.35 a 7.45; el pH del suelo donde crecen las plantas puede tener influencia en el contenido mineral de los alimentos debido a que los minerales actúan como amortiguadores para mantener el pH. Así, el pH ideal del suelo para asegurar la disponibilidad de nutrientes esenciales se encuentra en el rango de 6 y 7 (Walker et al., 2012). Los suelos ácidos con pH inferior a 6 pueden disminuir el calcio y el magnesio, y el suelo con un pH superior a 7 puede generar hierro, manganeso, cobre y zinc químicamente no disponibles. Por su parte, el pH del océano ha disminuido en los últimos tiempos, afectando la vida de especies acuáticas. Por ello, adicionar una sustancia de carácter ácido para neutralizar o desactivar el efecto de una sustancia básica o agregar una sustancia básica para neutralizar o desactivar una sustancia ácida pueden contribuir con el restablecimiento del equilibrio ambiental (Schwalfenberg , 2011).

La acidificación o alcalinización de los suelos se origina por la transferencia de iones hidronio o iones hidroxilo, como ocurre cuando se presentan derrames líquidos que involucran la vegetación, el suelo y los minerales presentes en el suelo y resultan ser procesos irreversibles. La literatura científica presenta numerosos artículos sobre acidez y alcalinidad del suelo asociados con problemas de crecimiento de las plantas por valores de pH extremos. Sin embargo, se evidencia la falta la investigación de los procesos o causas responsables de la acidificación o alcalinización de los suelos. La causa última de la acidez del suelo a menudo se atribuye a la presencia de ácidos orgánicos, la captación de cationes o la nitrificación (Breemen, Muder y Driscoll, 1983).

Para el caso del presente trabajo, el uso de sales y óxidos con presencia de Magnesio en NeutroMag-D presenta ventajas desde el punto de vista de la minimización de los impactos ambientales dado que el crecimiento de las plantas está relacionado con las proporciones de cationes de hidrógeno (H), magnesio (Mg), potasio (K), sodio (Na) o calcio (Ca), que son intercambiables y que están presentes en el suelo, siendo el Ca y el Mg los principales cationes intercambiables. Investigaciones reconocen que ciertas plantas de cultivo pueden presentar infertilidad por su baja relación Ca/Mg o baja saturación de Calcio. Por ello, es necesario intercambiar o suministrar alguno de estos minerales para contribuir

con la fertilidad de los terrenos y el crecimiento de las plantas (Walker, Walker, y Ashworth, 1995, p.214; Gransee y Führs, 2013). Históricamente se ha dado poca importancia al Mg como nutriente mineral en los últimos años, pero evidencia reciente parece indicar que su deficiencia se correlaciona con la pérdida del color verde en las plantas (clorosis) y por tanto en capacidad fotosintética, así como efectos en la expresión genética vegetal (Gransee y Führs, 2013; Hermans, Conn, Chen, Xiao, y Verbruggen, 2013). Sin embargo, resultan necesarios nuevos estudios para esclarecer cómo se comportan las plantas por la deficiencia de Mg. La movilidad del magnesio permite que sea intercambiable con cationes como el aluminio, dependiendo del pH de los suelos. Por ello, es necesario reponerlo de acuerdo con los requerimientos del cultivo (Gransee y Führs, 2013). El magnesio es un nutriente necesario en la dieta humana. Su bajo valor (hipomagnesemia) puede ocasionar enfermedades crónicas en las personas como arritmia, muerte súbita cardíaca, disfunción muscular, diabetes tipo 2, estrés inflamatorio y oxidativo, migraña y trastorno de atención. La hipomagnesemia también es un trastorno grave en los rumiantes Dado que la fuente principal de magnesio en la dieta tiene origen vegetal, resulta vital adecuar el contenido nutricional de este mineral en los cultivos de alimentos para evitar las afectaciones humanas por su deficiencia. El incremento de la productividad de los cultivos se logró a través de la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio (N – P – K) la cual resultó nociva para el medio ambiente. La no consideración del magnesio como elemento secundario afectó la producción y la calidad nutricional de los cultivos. Una técnica apropiada para lograr el crecimiento de las plantas y mantener el contenido de magnesio en las partes comestibles de los cultivos es la aplicación de fertilizantes de magnesio, considerando la genética de los cultivos (Hermans y otros, 2013).

### **1.9 Tratamiento de los derrames de sustancias peligrosas**

Los tratamientos para los derrames de sustancias peligrosas deben incluir un plan de emergencia que considere la naturaleza del derrame, los efectos en la salud humana, los daños a la propiedad y el daño ambiental (PNUMA, OIT, OMS, 1998). Un plan de emergencia constituye la organización de medios humanos y materiales disponibles para garantizar la intervención inmediata ante la existencia de una emergencia bajo procedimientos establecidos (Decreto 1609 de 2002). Este trabajo busca motivar sobre la necesidad de

disponer de un plan de emergencia contra derrames de productos líquidos que involucre un documento para el fortalecimiento de los actores involucrados y así mismo establecer un protocolo escrito de seguridad para actuar frente a ellos, que indique qué hacer, cómo hacerlo, con qué hacerlo y quién lo hará, con el objeto de minimizar el impacto de los mismos. (United States Department of Labor, 2015).

Las medidas de seguridad en el trabajo durante las actividades de producción, transporte, abastecimiento, almacenamiento, disposición, análisis e investigación de sustancias líquidas peligrosas, minimizan la ocurrencia de un derrame, sin embargo, existe la posibilidad que se presente. Es por eso que resulta necesario contar con protocolos de respuesta ante esta emergencia que involucren prevención, absorción y mitigación, así como información detallada de las sustancias y sus propiedades que contribuyan con la acción de las brigadas de emergencia (Control de derrames de sustancias peligrosas: protocolo clave para la seguridad industrial, 2014).

Existen diversos planes de contingencia de acuerdo al tipo de derrame. Estas soluciones no siempre son totales y algunas veces resultan ser muy costosas. Lo anterior, plantea la necesidad de desarrollar un producto general que responda de manera eficiente, rápida y económica al manejo de derrames químicos líquidos ácidos y/o básicos.

La desactivación es un “método, técnica o proceso utilizado como pre tratamiento para volver inertes los residuos peligrosos y similares, de manera que puedan transportarse y almacenarse previamente a la incineración o envío al relleno sanitario” (Ministerio de Salud, 2010). Esta definición está enfocada en el contexto de residuos peligrosos hospitalarios, aunque resulta útil para este trabajo dado que se pretende más que llevar el pH a un valor de 7.0 en un derrame, regular su impacto por lo cual se adopta el término ya que en el argot químico no se define.

El proceso de desactivación de los derrames, dependiendo de la naturaleza de la sustancia, se constituye en una técnica de neutralización (USA Patente n° 5.342.543, 1994), precipitación-adsorción (USA Patente n° 4.769.084, 1988), (USA Patente n° 10/675.812, 2004) y/o absorción (USA Patente n° 4.840.734, 1989). La neutralización es la reacción de un ácido con una base en que se forma una sal y agua. Después de reaccionar todo el ácido y

toda la base, el pH de la disolución será 7 (neutro); de ahí el nombre de neutralización para el proceso (Figuroa y Guzmán, 2001).

Por otro lado, siendo la mitigación “aquellas medidas de intervención dirigidas a reducir o minimizar el riesgo o contaminación” (Decreto 1609 de 2002), resulta entonces que la desactivación se constituye en la principal forma de tratamiento de los derrames de sustancias peligrosas.

Diferentes tipos de sustancias son usadas para la desactivación de los derrames, por ejemplo, derrames ácidos son desactivados usualmente con carbonato o bicarbonato de sodio mientras que las bases son desactivadas con ácido cítrico, ácido ascórbico o ácido acético líquido (Grainger Inc., 2015). Otra forma de tratar los derrames ácidos o básicos consiste en utilizar un agente sólido de tal forma que se genere un sólido o pasta fácil de recoger (American Chemical Society, ACS, 1995). Usualmente el material para el tratamiento de los derrames consta de un material absorbente y otro componente que contribuye con la desactivación del producto, generalmente una solución amortiguadora. Una solución amortiguadora es aquella que se contrapone al cambio del potencial de hidrogeno (pH) cuando se agregan ácidos o álcalis y realiza la absorción de hidrogeniones ( $H^+$ ) o de iones hidroxilo ( $OH^-$ ). Comúnmente, está constituida por una mezcla de un ácido débil y una sal del mismo ácido proveniente de una base fuerte o también, una base y una sal de esta base proveniente de un ácido fuerte (Acosta G., Manzano L. y Rendón A., 1992).

Algunas consideraciones para seleccionar el mejor método de desactivación de derrames químicos son la seguridad al aplicarlo, el costo y la conveniencia e incluye muestreo, pruebas de laboratorio, técnicas de tratamiento, dosificación e implementación de la remediación in situ (Grainger Inc., 2015). Un método de tratamiento para derrames incluye la aplicación de Amphomag®, producto anfótero a base de magnesio que desactiva sustancias alcalinas, orgánicas volátiles e inorgánicas peligrosas, retenidas con una barrera absorbente (Lab safety supply, 2009). No obstante, este producto resulta ser costoso para el uso en el país, debido a los costos asociados con su importación y nacionalización.

En el caso particular del ácido nítrico, la exposición a derrames de esta sustancia puede controlarse por el conocimiento de seis factores: la ubicación y la cantidad

de vertido, la forma de ingreso al ambiente y el tiempo de la descarga, la toxicidad, la permanencia en el medio, la propensión a la bioacumulación y el potencial de transporte a larga distancia (Seth y Mackay, 1999).

### **1.10 Productos para el tratamiento de derrames de sustancias peligrosas**

Diferentes patentes hacen referencia a productos para el tratamiento de derrames ácidos y alcalinos constituidos por mezclas de varios componentes. Enseguida, se describen varias de ellas:

Neutralizing absorbent for acids and bases (USA Patente n° 5.342.543, 1994), otorgada por la UPSTO (United States Patents). El producto de esta patente permite neutralizar y limpiar ácidos (orgánicos e inorgánicos) y bases líquidas tales como ácido acético, ácido fórmico, ácido yodhídrico, ácido clorhídrico, ácido nítrico, ácido fosfórico, ácido sulfúrico, ácido benzoico y soluciones de hidróxido de sodio, entre otros, aplicando el superabsorbente DriMop en forma de polvo seco que es capaz de absorber 400 veces su peso en volumen líquido, formando un gel de manera uniforme y segura en el área, neutralizando el derrame cuando cambia el color del indicador al alcanzarse el pH neutro. Cuando se ha logrado la neutralización, se recoge el gel para su eliminación como desecho.

Process for absorbing liquid leaks and spills (USA Patente n° 4.840.734, 1989), otorgada por la UPSTO (United States Patents). Esta invención facilita un producto para absorber goteos y derrames líquidos empleando una celda cerrada con una pared, en forma de cilindro, permeable al líquido, un absorbente granular inerte e inorgánico que incluye arcilla, vermiculita y perlita, diatomita, silicato de aluminio hidratado y carbonato de calcio, el cual se ajusta a la celda para absorber agua, aceite y materiales peligrosos. Se prefiere la vermiculita y carbonato de calcio como absorbente para neutralizar ácidos.

Synthetic chemical adsorbents (USA Patente n° 4.769.084, 1988), otorgada por la UPSTO. Esta invención propone el uso de plásticos de resina fenólica sintética porosa y espumada que tiene un alto grado de durabilidad, para adsorber grasa, sustancias olorosas, bases o ácidos orgánicos o inorgánicos, alcoholes y líquidos radiactivos, la cual opera bajo el principio de adsorción en superficies.

Absorbent pillow (USA Patente nº 4.497.712, 1985), otorgada por la UPSTO. Esta invención presenta una almohada liviana con una capacidad de absorción superior al 500% que puede flotar en los líquidos y consta de una pelota llena de un material granular que se expande al contacto con derrames de hidrocarburos y otros productos químicos que se presentan en pequeños estanques y lagunas, el contenedor es de material de tela de alta permeabilidad recubierto con un surfactante.

Compositions and method for control and clean-up of hazardous acid spills (USA Patente nº 4.865.761, 1989), otorgada por la UPSTO. Esta invención hace referencia a una composición de partículas secas de compuestos alcalinos y materiales de diversos grados de absorción como óxido alcalinotérreo (óxido de magnesio y óxido de calcio), carbonato de potasio o sodio, sílice o arcilla, lubricante hidrofóbico y cemento Portland, que pueden ser utilizados para la neutralización y solidificación de derrames ácidos empleando un extintor como dispositivo para aplicarla.

Filterable composite adsorbents (USA Patente nº 10/675.812, 2004), otorgada por la UPSTO. Esta aplicación hace referencia a compuestos adsorbentes filtrables en forma de macropartículas y los métodos para prepararlos, seleccionados del grupo de la sílice gel, arcillas, zeolita, catalizador sólido, alúmina, polímero adsorbente, entre otros componentes, que tienen una estructura distintiva porosa y flotabilidad adecuada para la filtración. Un adsorbente resulta ser útil cuando presenta un área específica alta con estructura porosa muy pequeña.

Spill control composition and use there of (USA Patente nº 4.105.576, 1978), otorgada por la UPSTO (United States Patents). Esta invención explica cómo un derrame líquido caustico como hidróxido de sodio o hidróxido de potasio que, puede afectar la epidermis de la piel animal y causar quemaduras severas y dolorosas a la piel y a los ojos, se controló y limpió neutralizándolo y absorbiéndolo en una mezcla granular formada con ácido cítrico monohidratado, perlita expandida, harina, sílice, un indicador de pH, sal y agua, en diferente composición.

System and method for controlling the application of acid etchers or cleaners by means of color-changing dye (USA Patente nº 11/888.007, 2009). Esta publicación de

aplicación se refiere a métodos y composiciones de limpiadores que eliminan un elemento de una superficie y presentan cambio en el grabado como por ejemplo los grabadores de ácidos orgánicos o sales inorgánicas empleados previamente en la industria de revestimientos para grabar superficies. Los componentes principales del producto incluyen un indicador de pH ácido y sustratos.

Por otro lado, se evidenció la poca literatura científica publicada sobre derrames de sustancias químicas corrosivas como los ácidos y las bases inorgánicas, el impacto ambiental de dichos derrames y las secuelas que a mediano y largo plazo puedan generar dichos derrames en el aspecto ambiental, social, la salud y la vida. El mayor porcentaje de producción editorial se enfoca al derrame de hidrocarburos (Gil Agudelo, Nieto Bernal, Ibarra Mojica, Guevera Vargas, & Gundlach, 2015). El Índice de Sensibilidad Ambiental se utilizó como herramienta para planear y responder a derrames de hidrocarburos en áreas marinas y costeras de Colombia dependiendo de sus características geofísicas, hidrodinámicas y biológicas con el objeto de prevenir, mitigar y evitar el impacto de estos derrames en los ambientes naturales y los recursos de uso humano en áreas afectadas por estos eventos.

La literatura encontrada sobre atención y prevención de derrames, ha sido publicada por organismos privados cuya razón social está basada en la venta de insumos y productos para el control de accidentes industriales y la prevención de enfermedades ocupacionales en la industria.

Realizando un ejercicio básico de vigilancia tecnológica en la base de datos bibliográfica Scopus, se evidenciaron los siguientes resultados:

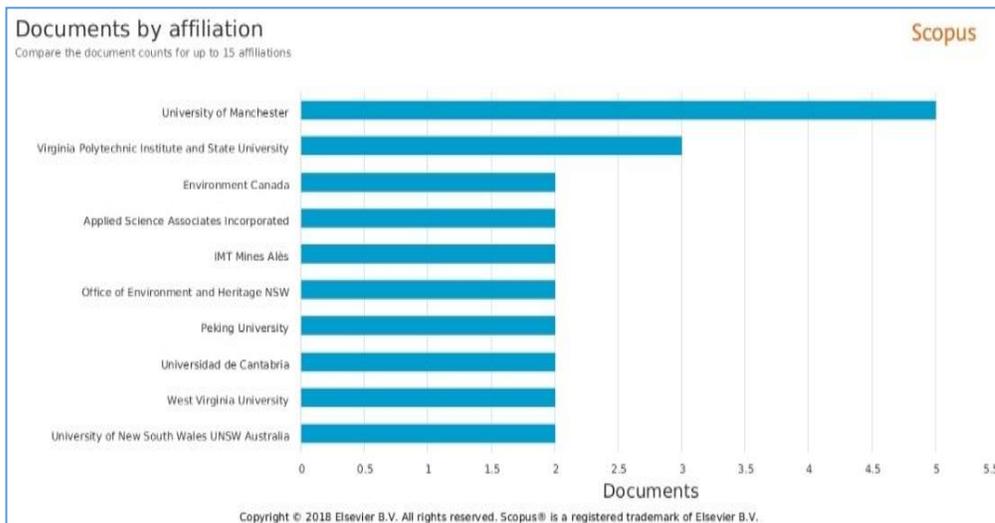


Figura 2. Instituciones con mayor número de publicaciones en derrames de químicos.

**Fuente:** Scopus, 2018

El resultado fue de 56 artículos. El año 2016 fue donde se publicó más artículos con 8; el país que más publicó fue Estados Unidos (28); el investigador con mayor número de publicaciones (5) es Kapias, Theo, de la University of Manchester en el Reino Unido.

De este resultado, solo 2 artículos están directamente relacionados con el tema de estudio los cuales se referencian en esta investigación.

El trabajo Evaluation of the consequences of chemical spills using modeling: Chemicals used in deepwater oil and gas operations de French-McCay, D., Whittier, N., Payne, J.R., hace referencia a un modelo para derrame químico que predice la trayectoria y destino de los productos derramados que flotan o se van al fondo, solubles e insolubles estimando la distribución de masa y concentración en la superficie del agua, en las costas, en la columna de agua y en los sedimentos, el cual se utilizó para evaluar los impactos de los derrames de petróleo y gas.

El trabajo *Development of a chemical spill priority list for environment canada*, Fingas, M., hace referencia a la creación de un programa en Canadá para mejorar la respuesta y la tecnología contra derrames de 150 materiales peligrosos como ácido acético, acetona, acrilonitrilo, amoníaco, alcohol butílico, butileno, caprolactama, negro de humo; y productos químicos de máxima prioridad, por ejemplo, amoníaco, tolueno, fenol, metanol, nafta, distintos al petróleo.

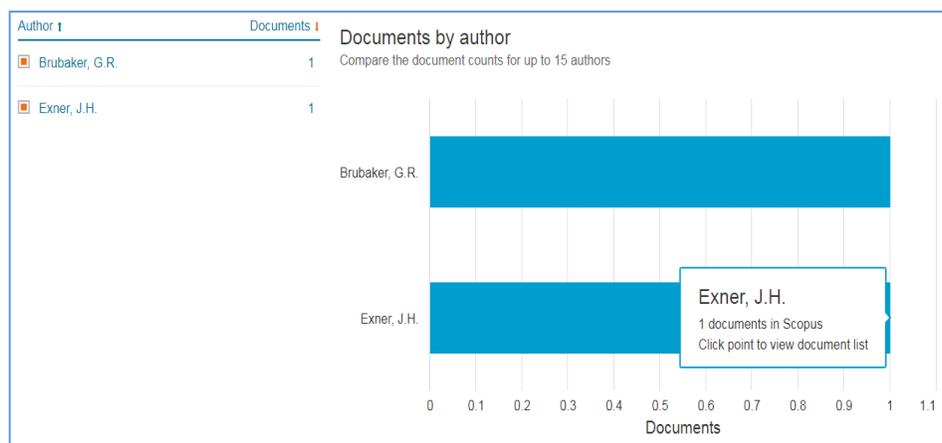


Figura 3. Autores que más han publicado artículos sobre derrames químicos alcalinos

Fuente: Scopus, 2018

Repitiendo este ejercicio básico de vigilancia tecnológica en la base de datos Scopus, para los productos básicos o alcalinos se evidenciaron los siguientes resultados:

El resultado fue de 1 artículo publicado en el año 1988 en Estados Unidos por los investigadores Brubaker, G, y Exner, H, de International Technology Corporation, Edison, New Jersey 08818, no relacionado directamente con el tema de derrames de bases químicas.

Por otra parte, en la literatura consultada sólo se hace referencia a accidentes ocurridos y registrados, excluyendo a aquellos que no cuentan con información suficiente para ser tomados en consideración pero que de igual forma pueden ser representativos para el problema de derrames químicos líquidos. Otro aspecto a mencionar en la consulta de fuentes de información, es que se han excluido accidentes ocurridos internamente en zonas industriales, cuyas afectaciones como derrame, incendio o formación de nube tóxica no afectaron a la población civil ni sus alrededores.

### **1.11 La educación ambiental como parte del plan de contingencia contra derrames**

La educación ambiental ha tenido participación en los sucesos históricos a través del tiempo en el ámbito internacional y nacional. En forma consecutiva, puede mencionarse la revolución industrial, el mercantilismo, la globalización y la revolución verde. Algunas consecuencias de estos eventos son el aumento de la población, el acrecentamiento de desechos, la contaminación, el calentamiento global, el agotamiento de la biodiversidad y de los recursos naturales (Pita-Morales, 2016).

La preocupación por el deterioro de los ecosistemas, se ve reflejado en las diferentes manifestaciones que a nivel internacional congregaron a reuniones para tratar el tema. Tal es el caso de la Reunión del Club de Roma, que reunió a un grupo pequeño de científicos, políticos y personas en 1970, para hablar sobre el impacto que las acciones humanas estaban ejerciendo sobre el planeta (Zabala y García, 2008). En este club, se mencionaron aspectos importantes que más adelante se constituyeron en los objetivos de la educación ambiental; sin embargo, el término de educación ambiental no se aborda directamente sino hasta la Conferencia de Estocolmo en 1972, donde además, la ONU creó el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), que sirvió de base para crear y desarrollar políticas en torno a la mitigación del impacto ambiental entre las naciones, especialmente entre los sectores poblacionales menos favorecidos. Así mismo, la Reunión de Belgrado en 1975 reitera la preocupación de la anterior y considera necesario diseñar instrumentos que conviertan a la educación ambiental en una estrategia para el cuidado de la naturaleza que involucre a los diferentes actores sociales en el uso racional del ambiente. Ya en la Conferencia de Tbilisi en 1997, igualmente se retoma lo establecido en las conferencias anteriores y se estipula insertar la educación ambiental en los planes políticos de las naciones participantes, lo cual permitió que se diseñaran estrategias para mitigar el impacto ambiental en dichos territorios (Zabala y García, 2008).

Resulta necesario en general, evaluar y caracterizar la educación ambiental para determinar cómo se ha llevado, para poder establecer la práctica pedagógica más adecuada dentro de la realidad ambiental. Así mismo, es crucial, relacionar el proceso pedagógico con las áreas básicas y técnicas de modo que se considere la interdisciplinariedad para alcanzar

un aprendizaje significativo a través de la investigación, la exploración, la creatividad y el descubrimiento de nuevos saberes útiles para la toma de decisiones. Y en este sentido, los Congresos subsiguientes reafirman lo establecido hasta el momento y recalcan la importancia de la educación ambiental desde una mirada holística en todos los niveles de la educación (Zabala y García, 2008).

La educación ambiental en Colombia apunta a buscar que los individuos interactúen de forma autónoma con la naturaleza, modificando las costumbres de consumo en el contexto en que se desenvuelven, asimilando los conflictos y definiendo el rol de cada actor de acuerdo a sus habilidades y conocimientos en la solución de problemáticas ambientales (Ortega Mora, 2016).

En este orden de ideas, el sector productivo no es ajeno al compromiso de mitigar el impacto ambiental que allí se produce, por medio de políticas, estrategias y programas educativos que lleven a sensibilizar a su capital humano en la responsabilidad con el planeta. Entonces, un plan de contingencia frente a derrames de sustancias peligrosas en el sector productivo, debe incluir la educación ambiental a través de capacitación, entrenamientos, simulacros, charlas, conferencias que velen por la salud y el bienestar de los actores presentes en un accidente con sustancias químicas peligrosas así como por la productividad de la empresa (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Alcaldía de Medellín, Cornare, Corantioquia, Corpourabá, 2013).

Considerando el desarrollo del producto (NeuroMag-D) y la evaluación de su efectividad en el contexto del presente trabajo, dentro del plan de contingencia para desactivar los derrames líquidos ácidos y básicos se incluye un componente de Educación Ambiental para los actores del problema, el cual se aborda empleando el Modelo Pedagógico de la Formación Profesional Integral (FPI) del SENA como entidad rectora de la educación para el trabajo en Colombia, "...con concepción humanística para responder a realidades como la desigualdad, la pobreza y el deterioro ambiental" (Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, 2012).

La Formación Profesional Integral (FPI) contribuye con la evolución del contexto actual a través del desarrollo integral del individuo, así como con la incubación de nuevos

procesos cognitivos (SENA, 2013). El procedimiento para la ejecución de la FPI en el SENA tiene como propósito proporcionar al sector productivo personas idóneas mediante el desarrollo de competencias dentro del esquema de la globalización, el desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación, el saber y la complejidad para el establecimiento de un proyecto de vida y la resolución de problemas (SENA, 2013). Uno de los documentos que se emplean para ejecutar la FPI, es la guía de aprendizaje que “es un recurso didáctico, consolidado como un texto, que facilita el desarrollo de un aprendizaje activo centrado en el aprendiz. A través de ella, se desarrollan las competencias básicas, específicas y transversales, inherentes a los dominios del aprendizaje...” y que tiene como objetivo implementar el Modelo de la FPI (SENA, 2013). El diseño del documento guía comprende un primer momento relacionado con el antes de aprender, que considera actividades de reflexión inicial y contextualización e identificación de conocimientos necesarios para el aprendizaje; un segundo momento durante el aprendizaje que emplea actividades de apropiación del conocimiento y transferencia del conocimiento, y un tercer momento después de aprender, donde se realiza la evaluación constante durante los diferentes momentos del aprendizaje. Las actividades de reflexión inicial buscan concienciar a quien aprende para que descubra la necesidad de aprender, animan la autoestima, la importancia de la ayuda y el trabajo colaborativo. Las actividades de contextualización e identificación de conocimientos necesarios para el aprendizaje, se centran en el aprendizaje significativo que permite a quien aprende identificar saberes partiendo de experiencias antepuestas que faciliten el autodiagnóstico y la autorregulación del proceso de aprendizaje sobre un tema. Las actividades de apropiación del conocimiento van dirigidas a la construcción integral del saber a través de conceptos, procedimientos y valores. Las actividades de transferencia del conocimiento buscan la aplicación del aprendizaje desarrollado en una situación problémica y por último, la actividad de evaluación se constituye en un proceso de valoración integral que conduce a obtener información para orientar por medio de la retroalimentación de quien enseña hacia el alcance de los resultados de aprendizaje esperados a quien aprende (SENA, 2013).

## **2 Pregunta de investigación**

El presente trabajo pretendió dar respuesta a la pregunta: ¿el producto NeutroMag-D puede ser una alternativa para minimizar el impacto ambiental ocasionado por derrames líquidos ácidos y/o básicos en su cadena de producción, abastecimiento, transporte y disposición que luego reduzca el efecto adverso mediante el proceso de desactivación ácido-base?

## **3 Objetivos del estudio**

### **3.1 Objetivo General**

Evaluar la eficacia de NeutroMag-D en la desactivación de derrames líquidos ácidos y/o básicos para mitigar el impacto ambiental debido a cierto tipo de contaminación en la industria.

#### **3.1.1 Objetivos Específicos**

- Caracterizar el conocimiento de los impactos ambientales a nivel químico y el manejo relacionado con la incidencia de derrames por parte de los empleados de la empresa Quimicol S.A.
- Evaluar en un contexto químico y ambiental la eficacia de desactivación de NeutroMag-D frente a métodos convencionales empleados industrialmente para la desactivación de derrames ácidos y/o básicos
- Comparar la respuesta de varios materiales absorbentes y establecer la mejor composición de la mezcla para desactivar derrames líquidos ácidos y/o básicos.
- Diseñar una herramienta pedagógica que permita fortalecer a los actores de los derrames ácidos y básicos sobre medidas de precaución, afectaciones al medio ambiente y sus ecosistemas, así como en protocolos de actuación frente a esta emergencia.

## 4 Metodología

### 4.1 Lugar de Estudio

El espacio de estudio de este trabajo lo constituyeron las áreas de producción, transporte y laboratorio de la empresa Quimicol S.A., especializada en la producción de químicos derivados de la sal como Sosa Cáustica, Hipoclorito de Sodio, Ácido Clorhídrico y Cloro gaseoso. La empresa está ubicada en el kilómetro 13 de la autopista Cali-Yumbo, sector Cencar. Así mismo, el contexto espacial de estudio involucró las instalaciones y el laboratorio de la firma Phoenix Products Colombia, ubicada en Santiago de Cali y proveedora de productos y servicios medioambientales para la industria (Figuras 4 a 7).

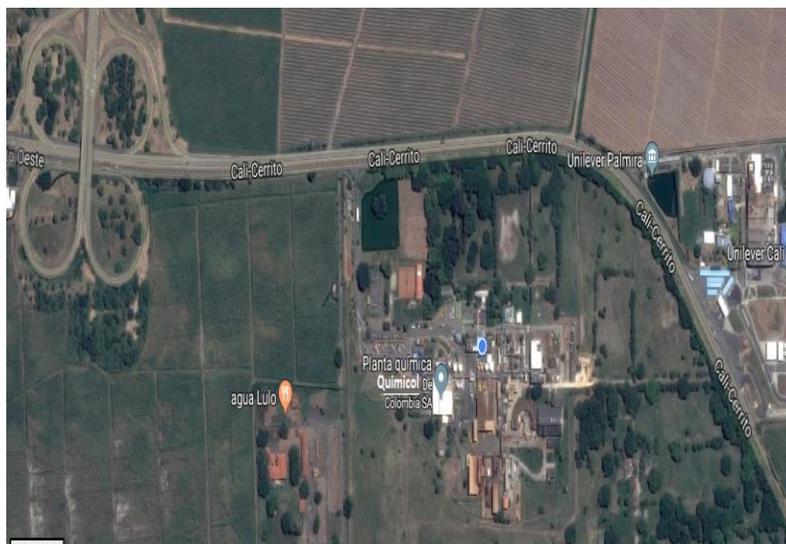


Figura 4. Mapa de ubicación de Quimicol S.A  
Fuente: Quimicol S. A.



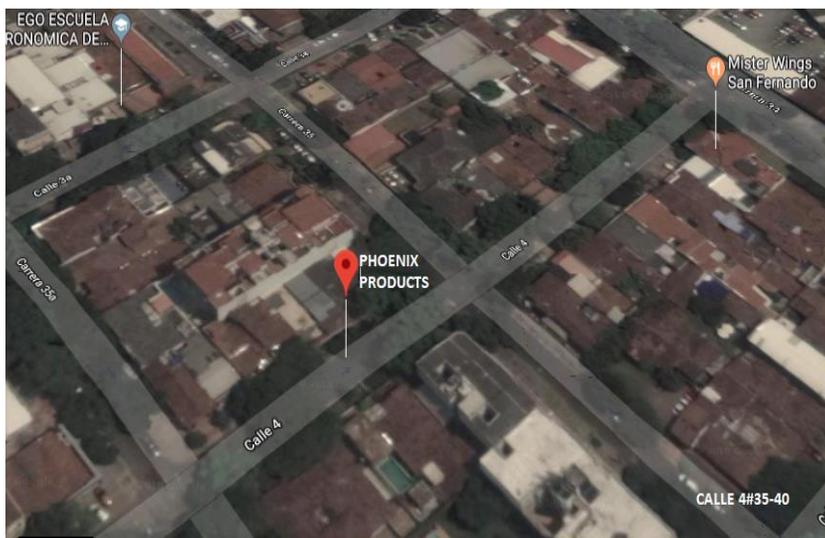
*Figura 5. Planta de Phoenix Products de Colombia*

Fuente: Phoenix Products de Colombia



*Figura 6. Oficinas de Phoenix Products de Colombia, Cali (Valle)*

Fuente: Phoenix Products de Colombia



*Figura 7. Ubicación, oficinas Phoenix Products de Colombia, Cali ( Valle)*

Fuente: Phoenix Products de Colombia

## 4.2 Desarrollo metodológico por objetivos

Quimicol S.A. ha presentado dentro de sus instalaciones tres derrames líquidos ácidos y dos derrames líquidos básicos en su cadena de producción, abastecimiento, transporte y disposición de sus productos, mencionados en las entrevistas realizadas al personal de la empresa para el presente estudio. Para la solución y mitigación de esta problemática, esta firma ha desarrollado planes de contingencia según el tipo de derrame, los cuales espera mejorar con la ayuda de este trabajo.

El enfoque empleado en este trabajo fue de carácter mixto y el tipo de investigación, aplicada. En el análisis cuantitativo se empleó la técnica de observación en los procesos de producción, transporte y análisis de laboratorio de los productos ácidos y básicos dentro de la empresa Quimicol S.A.

Enseguida se plantea una exposición de la metodología para el estudio, de acuerdo a los objetivos específicos con la ejecución de sus respectivas actividades:

**Objetivo específico 1:** caracterizar el conocimiento de los impactos ambientales a nivel químico y el manejo relacionado con la incidencia de derrames por parte de los empleados de la empresa Quimicol S.A.

*Actividad 1: trabajo de campo por medio de la observación directa a las actividades realizadas por el personal de la empresa.* Se empleó la técnica de observación directa a los trabajadores en los procesos de producción, transporte y laboratorio dentro de la empresa Quimicol S.A y se hicieron anotaciones en el diario de campo, con el fin de evidenciar el nivel de riesgo en la operación de la empresa a través de un diagnóstico inicial.

*Actividad 2: entrevista a personal de la empresa Quimicol S.A.* Se aplicó la técnica de la entrevista no estructurada utilizando un formato encuesta el cual se muestra en los anexos, a 6 personas de planta, 4 transportadores y 2 analistas de laboratorio de la compañía, con preguntas sobre casos y tipos de derrame, sustancias derramadas, naturaleza química y condiciones de manipulación de las sustancias, características de los derrames, cantidades derramadas, plan de contingencia aplicado, evidencia fotográfica y acciones de mejora realizadas en la empresa, lo cual permitió caracterizar el conocimiento de los impactos ambientales a nivel químico y el manejo relacionado con la incidencia de derrames.

**Objetivo específico 2:** evaluar en un contexto químico y ambiental, la eficacia de desactivación de NeutroMag-D frente a métodos convencionales empleados industrialmente para la desactivación de derrames ácidos y básicos.

*Actividad 1: comparación de la absorbancia de materiales de diferente naturaleza para seleccionar los de mejor eficacia.* Se emplearon materiales absorbentes como: gránulos de zeolita<sup>1</sup>, aserrín y materiales poliméricos (en forma de bayetas o paños, rollos, almohadas y medias<sup>2</sup>) para seleccionar los de mejor eficacia simulando pequeños derrames con agua tratada (USA Patente n° 4.497.712, 1985). Se definió la carga como la cantidad (volumen) de líquidos acuosos que puede absorberse en un material (USA Patente n° 4.834.735, 1989); se simuló derrames con agua tratada para minimizar los riesgos químicos a que estaba expuesto el equipo investigador, el lugar de trabajo y el ambiente, además que existe una

---

<sup>1</sup> La zeolita es un tipo de arcilla natural de origen volcánico que tiene la propiedad de capturar iones en el suelo, aumentando la productividad del sistema suelo-planta y reduciendo la contaminación de las aguas subterráneas

<sup>2</sup> En la industria química, dichos elementos son llamados materiales naturales o poliméricos

analogía en la presentación comercial que tienen los ácidos y bases que se manipulan y transportan en solución líquida.

*Actividad 2: selección de los materiales más aptos entre los materiales más eficaces para la absorción de los derrames líquidos ácidos y básicos.* Cada uno de los materiales mencionados posibles para retener derrames líquidos de sustancias corrosivas, se sometieron a pequeños derrames de ácido clorhídrico al 32% peso/peso e hidróxido de sodio al 50% peso/peso.

**Objetivo específico 3:** comparar la respuesta de varios materiales absorbentes y establecer la mejor composición de la mezcla para desactivar derrames de ácidos y básicos.

*Actividad 1: determinación de los componentes de la mezcla para la desactivación de derrames ácidos y básicos.* Tomando como base la información consultada en la literatura científica y técnica disponible en el momento, en particular la patente (USA Patente n° 4.865.761, 1989), que relaciona diferentes componentes de una mezcla sólida empleada para neutralizar derrames líquidos ácidos y básicos, así como las condiciones ambientales donde se encuentra la compañía Quimicol S.A y su experiencia industrial en la producción y manejo de sustancias peligrosas, se determinó en conjunto con ella, emplear sulfato de magnesio anhidro ( $MgSO_4$ ) y óxido de magnesio ( $MgO$ ) como componentes de la mezcla sólida.

*Actividad 2: identificación de los proveedores locales y nacionales de las materias primas y de su proveedor idóneo.* Se realizó una consulta de proveedores de las materias primas a nivel local, nacional e internacional para determinar su disponibilidad, precios a 2017, forma de presentación y fichas técnicas de los productos, a través de la red de internet, recibiendo información vía correo electrónico. El análisis de la información permitió definir el proveedor idóneo de estos materiales.

*Actividad 3: establecimiento de variables de experimentación.* Las variables consideradas en el estudio para el desarrollo del producto fueron la concentración en porcentaje de los reactivos, el grado de agitación de los sólidos y el pH de la mezcla, luego de revisar la información de los trabajos encontrados sobre el tema.

*Actividad 4: Realización y prueba de diferentes tipos de mezcla sólida del producto.* Se realizaron 5 mezclas de los componentes del producto NeutroMag-D, variando su concentración en peso y se probaron con muestras alcalinas y ácidas para determinar si lograban desactivar los derrames por la regulación del pH. Así mismo, se construyó un perfil de pH en cada caso y se determinó la cantidad y concentración óptima del producto que logró mitigar el impacto, al comparar el resultado del pH obtenido con el límite permisible establecido en la Resolución 631 de 2015 para Colombia (Resolución 631 de 2015 [Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible]).

**Objetivo específico 4:** fortalecer a los actores de los derrames ácidos y básicos sobre medidas de precaución, afectaciones al medio ambiente y los ecosistemas, así como en protocolos de actuación frente a esta emergencia.

*Actividad 1: diseño de un documento guía con su respectiva lista de chequeo, para la capacitación a los empleados de la empresa Quimicol S.A. y la comunidad en general, el cual se compartirá a la compañía y a los organismos de socorro que pueden ser multiplicadores de la información sobre derrames líquidos ácidos y básicos.* Las actividades consideradas dentro de este documento incluyen reflexión inicial, contextualización e identificación de conocimientos, apropiación del tema, transferencia del conocimiento y evaluación a través de una lista de chequeo.

*Actividad 2: diseño de un documento técnico que contiene el protocolo de actuación frente a los derrames objeto de estudio, el procedimiento para la aplicación in situ del producto NeutroMag-D y la manera de recoger el residuo generado.*

### **4.3 Materiales y métodos**

El proceso de observación se realizó a través de la inspección espontánea y el estudio de las funciones de las áreas de producción, transporte y laboratorio de la empresa Quimicol S.A., mediante el empleo de los sentidos del investigador, sin el uso de instrumentos, incluyendo personal de planta, transportadores y analistas de laboratorio, considerando como criterios el tiempo de servicio, el cargo y la disponibilidad de tiempo, por considerarse éstos la fuente primaria de la información, aplicando un formato de entrevista no estructurada

para caracterizar el conocimiento de los impactos ambientales a nivel químico y el manejo relacionado con la incidencia de derrames por parte de Quimicol S.A. Los registros se realizaron en una matriz para consolidar la información. Se excluyeron en este proceso, al personal administrativo, de seguridad, de servicios y la comunidad aledaña a la compañía. Se tuvo en cuenta el rango de edades de las personas, los protocolos seguidos en cada actividad, las características (cantidad, modelo y capacidad) de la flota de vehículos de la empresa.

Se utilizó un kilo de cada material absorbente para el trabajo de laboratorio. Los materiales poliméricos se cortaron en cuadrados de 5 cm x 5 cm, empleando 2 vasos de precipitado de 500 ml, 1 probeta de 1000 ml, 2 cajas de Petri, 3 muestras de hidróxido de sodio (NaOH) al 50% y 3 muestras de ácido clorhídrico (HCl) al 32% w/w, 1 báscula electrónica marca HANNA Instruments, 1 agitador electromagnético para polvos marca HANNA Instruments, HI302N & HI312N, equipo de seguridad personal, monogafas y guantes de nitrilo.



Figura 8. Equipos y materiales utilizados en pruebas de absorción en laboratorio Quimicol

Elaboración propia

Se realizó la preparación de los materiales de arena y aserrín, se pesaron y se ubicaron en una caja de Petri (A), dado su volumen específico menor. Los materiales poliméricos se ubicaron en un vaso de precipitado (A) y se pesaron.

En otra caja de Petri (B) se ubicaron para la primera experiencia, 10 mililitros de solución de ácido clorhídrico (HCl) al 32% w/w ( $V_1$ ). Paulatinamente se fueron adicionando granos de zeolita desde la caja de Petri (A), la caja Petri (B) se agitó de forma lenta hasta observar que el líquido fuera totalmente absorbido por el material. La misma experiencia se realizó con aserrín y con ambos materiales se repitió la experiencia con soda caustica (NaOH) al 50% w/w. Luego que se observó total absorbancia del material, se registró para cada caso el peso de material resultante en la caja Petri (A).

De forma similar para los materiales poliméricos, en otro vaso de precipitado (B) se agregaron 100 mililitros de solución de ácido clorhídrico (HCl) al 32% w/w ( $V_1$ ). Seguidamente se fueron adicionando trozos de material desde el vaso precipitado (A), el vaso precipitado (B) se agitó lentamente hasta que el líquido fue totalmente absorbido por el material. Se repitió la experiencia para cada uno de los materiales con soda cáustica al 50% w/w. Se registró para cada caso, el peso de material resultante en el vaso de precipitado (A).

Los derrames accidentales o provocados constituyen una preocupación importante para los gobiernos, pues toman como receptores a personas, terrenos, plantas, alimentos marinos y otros organismos presentando afectaciones importantes (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y ONU, 2012). Sobre la base de estos efectos, se han aplicado métodos mecánicos que implican la absorción del material derramado en el agua y en tierra empleando diferentes marcas de productos con la intención de remediar las áreas afectadas. En el mercado colombiano, existen varias firmas especializadas que distribuyen materiales absorbentes para detener vertidos líquidos peligrosos como ácidos, bases, hidrocarburos y disolventes. En este trabajo, se determinó la eficacia para establecer el material ideal, empleando tres materiales de absorción del mismo número de proveedores:

**P<sub>1</sub>** (Proveedor 1)- Chemtex (Suministrado por Phoenix Products-Cali)

**P<sub>2</sub>** (Proveedor 2)- 3M (Suministrado por Hernán Orozco y Cía.-Cali) y

**P<sub>3</sub>** (Proveedor 3)-Oclansorb (Suministrado por ElectroManfer-Bogotá).

Se empleó 1 kilo de paños de material recortado en hojas 5 cm x 5 cm de los proveedores mencionados; 3 beakers de 1000 ml cada uno; 2 muestras de hidróxido de sodio (NaOH) al 50% w/w y ácido clorhídrico (HCl) al 32% w/w y 1 hidrómetro escala 0-2000 gpl (gramos por litro) marca HANNA Instruments.

Para la determinación de la eficacia de recolección del líquido derramado y la selección del material óptimo de retención, se realizó el pesaje de los materiales antes y después del proceso de absorción, para obtener por diferencia de peso la cantidad o volumen retenido por el mismo (Bereiweriso, 2013). La metodología empleada consistió en pequeños balances de masa y se basó en cálculos matemáticos de diferencias y relaciones porcentuales (ASTM International, 2017). Para ello, se siguieron los siguientes pasos:

1- Se tomó para cada experiencia un peso inicial de 3.69 g de hojas de material absorbente de los proveedores P<sub>1</sub> y P<sub>2</sub> (A y B) y Proveedor P<sub>3</sub> (C) y se dejaron caer en los Beakers diferentes de 1000 ml una solución de cada una de las muestras de soda caustica (NaOH) al 50 %w/w y ácido clorhídrico (HCl) al 32% w/w.

2- Se realizó la medición de la densidad (D) con un densímetro digital marca Mettler Toledo a las soluciones de la mezcla de agua tratada y el químico.

3- Se agitó durante 10 minutos el recipiente para un adecuado contacto entre el líquido y los paños. Las láminas absorbentes fueron luego extraídas y colgadas. Después del drenaje durante 10 minutos, se volvieron a pesar las hojas y se determinó la diferencia en el peso para conocer la capacidad de cada absorbente. Se realizaron por triplicado los experimentos para garantizar que los resultados consideraran las posibles incertidumbres de las prácticas.

Como componentes de la mezcla sólida de NeutroMag-D, para la desactivación de derrames ácidos y básicos, se empleó MgSO<sub>4</sub> anhidro y MgO, en lugar de óxido de calcio o cal viva (CaO) – el cual presenta restricción para su transporte y utilización dentro del territorio nacional (Resolución 009 de 2009) -, por presentar su mezcla propiedades anfóteras, ser sustancias de fácil manipulación, estables a las condiciones ambientales, económicas y tener un riesgo químico de nivel bajo. El sulfato de magnesio anhidro presenta

crisales blancos, es poco tóxico, no inflamable, muy soluble en agua y fertilizante. En los Anexos 4 y 5 se presentan las fichas de seguridad del sulfato de magnesio anhidro y del óxido de magnesio.

Se realizaron cinco mezclas de los componentes sulfato de magnesio anhidro y óxido de magnesio, variando su concentración peso a peso en diferentes porcentajes (20-80, 25-75, 30-70, 35-65 y 40-60) y se probaron con muestras de NaOH al 50% y HCl al 32% para determinar si lograban desactivar derrames alcalinos y ácidos por la regulación del pH. Se construyó un perfil de pH en cada caso y se determinó la cantidad y concentración óptima del producto que logró mitigar el impacto.

Se utilizó una balanza analítica marca Mettler Toledo, 1 vaso de 600 ml y un vaso de 400 ml, agitador electromagnético para sólidos marca HANNA Instruments que funcionó a 5 revoluciones por minuto (rpm) y pHmetro digital calibrado, marca JENWAY.

#### ***Proceso de Desactivación de una base fuerte y de un ácido fuerte***

- a) A 5 g de solución de hidróxido de sodio (NaOH) al 50% y a 5 g de solución de ácido clorhídrico (HCl) al 32%, por separado, se agregaron respectivamente 20 ml y 30 ml de la muestra 1 de NeutroMag-D al 1% y se midió el pH inicial de cada mezcla. Luego, se agregaron 5 ml de la muestra a la mezcla de la base y 10 ml de la muestra a la mezcla del ácido, en forma gradual y se midió de nuevo el pH. Posteriormente, se realizaron adiciones de 5 ml hasta completar 545 ml de mezcla con la base y adiciones de 10 ml hasta completar 290 ml de mezcla con el ácido y se determinó el valor de pH en cada caso.
- b) A 5 g de solución de hidróxido de sodio (NaOH) al 50% y a 5 g de solución de ácido clorhídrico (HCl) al 32%, por separado, se agregaron respectivamente 15 ml y 30 ml de la muestra 2 de NeutroMag-D al 1% y se midió el pH inicial de cada mezcla. Luego, se agregaron 5 ml de la muestra a la mezcla de la base y 10 ml de la muestra a la mezcla del ácido, en forma gradual y se midió de nuevo el pH. Posteriormente, se realizaron adiciones de 5 ml hasta completar 445 ml de mezcla con la base y adiciones de 10 ml hasta completar 220 ml de mezcla con el ácido y se determinó el valor de pH en cada escenario.

- c) A 5 g de solución de hidróxido de sodio (NaOH) al 50% y a 5 g de solución de ácido clorhídrico (HCl) al 32%, por separado, se agregaron respectivamente 15 ml y 30 ml de la muestra 3 de NeutroMag-D al 1% y se determinó el pH inicial de cada mezcla. Luego, se agregaron 5 ml de la muestra a la mezcla de la base y 10 ml de la muestra a la mezcla del ácido, en forma gradual y se midió de nuevo el pH. Seguidamente, se realizaron adiciones de 5 ml hasta completar 165 ml de mezcla con la base y adiciones de 10 ml hasta completar 220 ml de mezcla con el ácido y se determinó el valor de pH en cada caso.
- d) A 5 g de solución de hidróxido de sodio (NaOH) al 50% y a 5 g de solución de ácido clorhídrico (HCl) al 32%, por separado, se agregaron respectivamente 20 ml y 30 ml de la muestra 4 de NeutroMag-D al 1% y se determinó el pH inicial de cada mezcla.

Consecutivamente, se agregaron 5 ml de la muestra a la mezcla de la base y 10 ml de la muestra a la mezcla del ácido, en forma gradual y se midió de nuevo el pH. Seguidamente, se realizaron adiciones de 5 ml hasta completar 108 ml de mezcla con la base y adiciones de 10 ml hasta completar 220 ml de mezcla con el ácido y se determinó el valor de pH en cada situación.

- e) A 5 g de solución de hidróxido de sodio (NaOH) al 50% y a 5 g de solución de ácido clorhídrico (HCl) al 32%, por separado, se agregaron respectivamente 20 ml y 30 ml de la muestra 5 de NeutroMag-D al 1% y se determinó el pH inicial de cada mezcla. Paulatinamente, se agregaron 5 ml de la muestra a la mezcla de la base y 10 ml de la muestra a la mezcla del ácido, en forma gradual y se midió de nuevo el pH. Seguidamente, se realizaron adiciones de 5 ml hasta completar 95 ml de mezcla con la base y adiciones de 10 ml hasta completar 220 ml de mezcla con el ácido y se determinó el valor de pH en cada evento.

## **5 Resultados y Discusión**

Los operarios del área de producción de Quimicol S.A realizan actividades normalizadas en tres turnos de trabajo, que evidencian un alto grado de complejidad y de riesgo dada la naturaleza tóxica y agresiva de las sustancias empleadas, las cantidades y los

equipos utilizados. Sin embargo, resulta evidente su vasta experiencia en la manipulación de materias primas y productos, la supervisión y monitoreo permanentes de los procesos e instalaciones a través del empleo del sistema de detección de fallas, la activación de alarmas y sistemas de control de variables de proceso (flujo, temperatura, presión, nivel, pH, composición, señales eléctricas, entre otras). Por su parte, el personal de laboratorio se encuentra calificado y efectúa sus actividades siguiendo protocolos normalizados. Todo esto contribuye con la reducción del riesgo de accidentes, inherente a las sustancias en estudio.

Por otro lado, el personal de transporte de las sustancias peligrosas, con edades entre 19 y 50 años, cuenta con acompañante para realizar relevos durante el viaje al sitio de destino con el objeto de controlar su agotamiento; realiza la recepción y verificación de la carga, de acuerdo a lo establecido en los sistemas de calidad y la normatividad del país. La flota de vehículos de Quimicol S.A. es bastante robusta, compuesta por 35 vehículos sencillos que pueden cargar hasta 10 toneladas, 50 vehículos doble troque que pueden llevar hasta 18 toneladas y 70 vehículos “mulas o tractocamiones” que pueden transportar hasta 25 toneladas, lo cual da cuenta de la cantidad de materias primas y productos que se manipulan en la cadena de producción, abastecimiento, transporte y disposición. Estos vehículos presentan modelos entre 2012-2016, se encuentran en buen estado, tienen carrocería reglamentaria según el peso, tanque recubierto en material de fibra de vidrio o de acero con una de las siguientes capacidades: tanque sencillo de 8 m<sup>3</sup> (1 compartimiento), tanque doble troque de 16 m<sup>3</sup> (2 compartimientos) o tanque mula de 24 m<sup>3</sup> (3 compartimientos) que se traduce en elemento de seguridad y minimización del riesgo por accidentes.

Como resultado del análisis de la información que arrojó las entrevistas aplicadas al personal de planta, laboratorio y transporte, se logró establecer que han ocurrido 6 derrames líquidos al interior de Quimicol S.A., 3 de los cuales corresponden a ácido clorhídrico (HCl) con una concentración en peso del 37%, presentados en un tanque, un carrotanque y en un área de almacenamiento, a temperatura ambiente y humedad relativa del 65%, las causas de los derrames están asociadas a fallas mecánicas en el sensor de nivel de líquido, ausencia de tapa en forma de rosca en la línea del vehículo y desperfectos en la válvula para manipular el producto. Se desconoce las cantidades derramadas mientras que los planes de contingencia seguidos fueron detención del llenado del tanque y cierre de la válvula de drenaje para reducir

su paso puesto que resultaba confuso saber cuándo estaba abierta o cerrada. Estos casos verifican la posibilidad de ocurrencia de accidentes por diferentes causas al manipular sustancias peligrosas. Las Figuras 9, 10 y 11 ilustran los tres derrames de ácido clorhídrico (HCl).



Figura 9. Derrame de HCl, en un tanque de la planta Quimicol S.A.



Figura 10. Derrame de HCl al 37% en carrotanque. Parqueadero de Quimicol S.A



Figura 11. Derrame de HCl al 37% en área de almacenamiento de Quimicol S.A.

De igual forma, se conoció de la existencia de dos derrames de hidróxido de sodio (NaOH), de naturaleza alcalina, con una concentración en peso del 50% dentro de la planta, uno de ellos catalogado como derrame mayor dado su volumen de 700 litros mientras que para el otro caso se desconoce la cantidad derramada; uno de ellos presentado en el intercambiador de calor 240 de la planta 1, mientras que el otro fue en el área de almacenamiento de ósmosis, a temperatura ambiente y humedad relativa del 65%, debido a fallas en el empaque de la línea y el desprendimiento de válvula. Los planes de contingencia seguidos fueron la contención del producto que salió del dique a través de un tubo de evacuación para aguas lluvias (sin válvula), recolección del producto derramado utilizando una bomba, limpieza del área y bloqueo del área aledaña con materiales absorbentes para evitar la llegada del mismo hacia el canal de aguas lluvias. En estos derrames ácidos y básicos presentados, se precisa la necesidad de aplicación de un plan de emergencia rápido, seguro y efectivo que mitigue su impacto ambiental. Las siguientes fotografías ilustran los dos derrames de hidróxido de sodio (NaOH) (Figuras 12 y 13).



*Figura 12. Derrame de NaOH al 50% en la salida del intercambiador 240 en la planta 1 de Quimicol S.A.*



*Figura 13. Derrame de 700 litros de NaOH al 50%. Área de almacenamiento de ósmosis de Quimicol S.A.*

Aunque el sexto derrame líquido ocurrido dentro de la compañía no fue de origen ácido ni básico sino de cloruro férrico ( $\text{FeCl}_3$ ) al 96%, del cual se desconoce la cantidad vertida, se menciona por ser corrosivo para los metales, presentar toxicidad aguda, irritación y sensibilización cutánea, y lesiones oculares graves en humanos (2014). Además, representa pérdida de materias primas, afectación del nombre de la compañía, así como uso de tiempo y de recursos para su recolección. La causa de este derrame está relacionada también con fallas mecánicas por el daño de válvula, los planes de contingencia seguidos fueron traslado

al área de cloruro férrico líquido para aprovechamiento en el proceso, contención de parte del producto en cajas de inspección y desvío del efluente contaminado hacia la laguna de contingencia. La figura 14, ilustra el derrame de cloruro férrico ( $\text{FeCl}_3$ ).



Figura 14. Derrame líquido de  $\text{FeCl}_3$ , área de despacho de Quimicol S.A.

Fuente: Quimicol S.A.

La existencia de tres casos de derrames líquidos externos a Quimicol S.A., permite demostrar que aquellos pueden ocurrir dentro y fuera del sector industrial, en carreteras, tuberías, en poblaciones y en general en diversos lugares. Se menciona un accidente con ácido clorhídrico ( $\text{HCl}$ ), en el sitio La Felisa - Supia, ocurrido a temperatura ambiente y humedad relativa del 65%, que se transportaba en un carrotanque, originado por goteo debido a una abertura en el tanque de almacenamiento del vehículo transportador del producto, el jabón que se había colocado como elemento de contención fue expulsado por la presión del líquido y se inició la fuga del mismo; la cantidad derramada fue de 16900 kg que corresponde a un derrame mayor. Los planes de contingencia seguidos fueron la contención del goteo empleando jabón y posteriormente tierra, aserrín y pija de madera, inmovilización y aislamiento del vehículo, vertimiento del líquido del carro tanque a un tanque de recibido. Este caso evidencia error humano por la forma de tratar el goteo de esta sustancia corrosiva,

empleando jabón sin medir las consecuencias por la vulnerabilidad del uso de esta alternativa rudimentaria. La figura 15, ilustra el derrame de ácido clorhídrico (HCl).



*Figura 15. Derrame de HCl al 37% de carrotanque en La Felisa-Supia*

Fuente. Quimicol S.A.

El segundo incidente relacionado con hidróxido de sodio (NaOH) al 50% en el sitio Jabonerías Hada, Manizales, a condiciones de manipulación y almacenamiento de temperatura ambiente y humedad relativa del 65%, son un ejemplo de las causas por operación en el transporte, debido a la inclinación que experimentó el tanque del vehículo hacia el lado derecho (mirando de frente), al tratar de tomar una curva en la parte baja del barrio Malhabar, sin que se presentara fuga de la sustancia, para lo cual se realizó la inmovilización, soporte del vehículo con tacos de madera y gatos hidráulicos así como trasiego a otro vehículo como alternativa para contrarrestar este caso. El personal de bomberos tomó la decisión de depositar el contenido de dos volquetas con tierra cerca del lugar de los hechos, de manera preventiva para evitar que la sustancia se desplazara y afectara los alrededores donde ocurrió el vertido. En la figura 16, se ilustra el incidente con hidróxido de sodio (NaOH) al 50%.



*Figura 16. Incidente con NaOH al 50% con carrotanque. Jabonerías Hada, Manizales*  
Fuente: Quimicol S.A.

De manera similar a lo expuesto en los derrames internos, aunque el tercer caso de accidente externo a Quimicol S.A no está asociado con un derrame ácido o básico sino con hipoclorito de sodio al 13%, por la fuga originada por el rompimiento de la tubería y desprendimiento de las válvulas de descargue del carrotanque que lo transportaba mientras parqueaba, en la vereda de Piles, Palmira, a condiciones de temperatura ambiente y humedad relativa del 65%, resulta importante mencionarlo debido a que es una sustancia corrosiva que puede causar quemaduras en la piel y en los ojos e irritación respiratoria en las personas (2018), así como por la cantidad apreciable derramada de 10080 kg, para lo cual fue necesario la construcción de un par de pijas para disminuir la presión del producto, canalización de la sustancia derramada hacía un aljibe, para luego extraerla con una bomba hacia recipientes apropiados como medida de contingencia. La figura 17, ilustra el derrame de hipoclorito de sodio al 13%, en la vereda de Piles, Palmira.



Figura 17. Derrame de 10080 kg de solución de hipoclorito de sodio  
Fuente: Quimicol S.A.

A continuación, se presentan los cálculos de eficacia y los cálculos relacionados con la realización de las mezclas del producto NeutroMag-D, así como los resultados obtenidos en las actividades propuestas metodológicamente, para dar respuesta a los objetivos específicos 2 y 3.

Evaluar en un contexto químico y ambiental, la eficacia de desactivación de NeutroMag-D frente a métodos convencionales empleados industrialmente para la desactivación de derrames ácidos y básicos.

*Actividad 1: comparación de la absorbancia de materiales de diferente naturaleza para seleccionar los de mejor eficacia.*

### **Cálculos**

Para efectos de comparación entre los diversos tipos de materiales absorbentes, se definió el indicador eficacia,  $E_f$ , como el volumen absorbido del líquido en cada escenario (ácido/básico), por kilogramo requerido del material, es decir:

$$E_f = \text{Resultado alcanzado} / \text{Resultado esperado}$$

Para extrapolar los resultados desde el nivel de laboratorio hacia el indicador requerido, se utilizó la fórmula  $Ef = [V_1/(W_i - W_f)] * 1000$  Donde:

**V<sub>1</sub>**: Volumen (ml) absorbido de la sustancia en laboratorio

**W<sub>i</sub>**: Peso inicial en recipiente que contenía el material absorbente (A), caja de Petri o vaso de precipitado.

**W<sub>r</sub>**: Peso final en recipiente que contenía el material absorbente (A), caja de Petri

Con respecto a la eficacia en la absorción de los materiales para los derrames, se realizó una comparación descriptiva entre los materiales absorbentes naturales y poliméricos utilizados en la simulación de pequeños derrames líquidos, donde se obtuvo los siguientes resultados:

*Tabla 1. Comparación absorbancia de materiales de diferente naturaleza*

<b>Material absorbente</b> <sup>3</sup>	<b>W<sub>i</sub> (g)</b>	<b>W<sub>r</sub> (g)</b>	<b>V<sub>1</sub> (ml)</b>	<b>W<sub>rara</sub> (g)</b>	<b>W<sub>rarb</sub> (g)</b>
Zeolita	25.4	10.6	10	14.8	15.3
Aserrín	6.7	2.2	10	4.5	4.3
Polímeros en forma de: paños	12.4	4.5	100	7.9	8.2
Rollos	12.4	4.5	100	7.9	8.2
Almohadas	5.2	3.9	100	1.3	1.5
Medias	18.5	3.8	100	14.7	14.7

Elaboración propia

En la Tabla 1, se observa que el peso inicial del material absorbente Zeolita fue de 25.4 g, al agregarse un peso de este material para retener el volumen de 10 ml de solución de ácido clorhídrico (HCl), el peso sobrante de este material fue de 10.6 g por lo que el peso utilizado en la retención del volumen de este ácido se obtuvo por diferencia de peso, es decir,  $(25.4 - 10.6) \text{ g} = 14.8 \text{ g}$ . En forma análoga, el peso de Zeolita para retener los 10 ml de solución de hidróxido de sodio (NaOH) fue de 15.3 g. Para el resto de materiales, se realiza un análisis similar. Con esta práctica, se evidenció que la Zeolita requirió más material absorbente,

<sup>3</sup> W<sub>i</sub> (g): Peso inicial del absorbente; W<sub>r</sub> (g): Peso sobrante del absorbente; V<sub>1</sub> (ml): Volumen medido de sustancia; W<sub>rara</sub> (g): Peso requerido del absorbente para retener el HCl al 32% ; W<sub>rarb</sub> (g): Peso requerido del absorbente para retener el NaOH al 50% .

mientras que, en caso de las almohadas, se demandó de menos material absorbente, seguido por los paños y los rollos.

Tabla 2. Eficacia de absorbanza de varios materiales usado en emergencias

Material absorbente	Eficacia: Cantidad de carga retenida (ml por kg de material)	
	Derrame de HCl (32%)	Derrame de NaOH (50%)
Gránulos de zeolita (1 kg)	675	655
Aserrín (1kg)	2200	2350
Materiales absorbentes poliméricos (polipropileno, celulosa) en forma de:		
Bayetas o paños <sup>4</sup>	12700	12200
Rollos <sup>5</sup>	12700	12200
Almohadas <sup>6</sup>	75000	65600
Medias <sup>7</sup>	6800	6800

Elaboración propia

En la Tabla 2, se realizó una comparación descriptiva para analizar los materiales absorbentes naturales y poliméricos de fácil consecución en el mercado, se encontró que los gránulos de zeolita y el aserrín presentaron los valores más bajos de eficacia (675 y 2200 para el caso de los ácidos y 665 y 2350 para las bases), en ese orden, para la retención de líquidos en comparación con los otros materiales absorbentes poliméricos. Además, estos primeros materiales generan mayor cantidad de residuos resultantes para su disposición cuando se presenta una emergencia.

Por su parte, se estableció que los rollos y paños presentaron la misma capacidad de absorción y se diferencian básicamente por la presentación comercial de empaque (3M España, 2001). Los paños se comercializan por unidades en paquetes de 100 piezas mientras que los rollos tienen una presentación por unidad de hasta 300 metros, aunque ambos materiales poseen las mismas dimensiones.

<sup>4</sup> Bayetas o paños 10"x14" (1 pieza equivalente a 0,004 kg es decir 250 piezas corresponden a 1 kg).

<sup>5</sup> Rollos 10"x14" de 300 metros (1 pieza equivalente a 0,004 kg es decir 250 piezas corresponden a 1 kg).

<sup>6</sup> Almohadas 18"x18" (1 pieza equivalente a 0,1 kg es decir 10 piezas corresponden a 1 kg).

<sup>7</sup> Medias 3"x12' (1 pieza equivalente a 0,2 kg es decir 5 piezas corresponden a 1 kg).

Se halló que los materiales poliméricos en forma de almohadas presentan la mejor capacidad de absorbanza; sin embargo, su uso se enfoca como retenedor en fugas puntuales debido al poco alcance de área por su disposición física. Caso diferente presentan los paños/rollos que pueden extenderse en el área afectada. El material polimérico en forma de media presenta una eficacia menor que el material polimérico en forma de paño ( $6800 < 12700$ ).

De este análisis, se determinó que los paños absorbentes resultan ser la mejor opción por presentar la mejor eficacia y capacidad de extensión en el sitio del derrame, están elaborados con fibras sintéticas inertes que reducen la generación de residuos y presentan manipulación sencilla al momento de su disposición final para eliminarse una vez empleados, por su tamaño y su facilidad de adquisición a través de diferentes marcas comerciales (3M España, 2001; Absorbentes industriales, 2014; Díaz-Díaz, Rivas-Trasancos, León-Barrios y Acosta-Sánchez, 2018).

*Actividad 2: selección de los materiales más aptos entre los materiales más eficaces para la absorción de los derrames líquidos ácidos y básicos.*

Para el caso de la soda caustica (NaOH) la densidad obtenida fue de 1.5 gramos por mililitro mientras que para el ácido clorhídrico (HCl) fue de 1.16 gramos por mililitro.

### **Cálculos**

Para la selección de los materiales más aptos entre los materiales más eficaces para la absorción de los derrames líquidos ácidos y básicos se definió el término “*eficacia*” para el presente estudio, como el volumen en mililitros que puede absorberse en un kilo de material. Así, cada uno de los resultados de los pesos finales  $W_2$ , fueron restados de los iniciales ( $W_1$ ) y posteriormente llevados a volumen por división entre la densidad. Para el cálculo referido, primero de debe calcularse el volumen ( $V$ ) de producto químico absorbido por un material de peso inicial  $W_1$ . Para ello se utilizó la fórmula<sup>8</sup>:

---

<sup>8</sup> Esta fórmula, fue definida por el grupo de trabajo del laboratorio y planta, de la empresa Quimicol S.A. con base en USA Patente n° 4.834.735, 1989.

$$V = \frac{(W_2 - W_1)}{D}$$

mientras que la eficacia, Ef, viene dada por<sup>9</sup>

$$Ef = V/(W_1/1000)$$

Donde:

**V:** Volumen de químico absorbido

**W<sub>1</sub>:** peso inicial (3690 gramos), común a todos los experimentos

**W<sub>2</sub>:** Peso final después de un día de secado

**D:** Densidad en gramos por mililitro

Como ejemplo de cálculo para la primera fila de la tabla 4, en el caso de hidróxido de sodio al 50% absorbido con producto 3M (P<sub>2</sub>), se tiene:

$$W_1 = 3690 \text{ gramos de material absorbente y } W_2 = 3715.9 \text{ gramos}$$

La diferencia  $W_2 - W_1 = 25.9$  gramos dividida entre la densidad  $D = 1,5$  gramos por mililitro arrojan un volumen  $V = 17.26$  mililitros.

$$\text{Por otro lado, la eficacia será, } Ef = 17.26 / (3690/1000) = 4.68$$

De forma similar, se repite el mismo cálculo para el resto de valores de la tabla. Los resultados de los cálculos se muestran en la tabla 3, para las experiencias con sosa caustica (NaOH) y ácido clorhídrico (HCl).

Tabla 3. Absorbancia para paños de tres marcas comerciales

Marca de producto	Tipo paños	w <sub>1</sub> (g) <sup>10</sup>	w <sub>NaOH</sub> (g) <sup>11</sup>			pp <sub>NaOH</sub> (g) <sup>12</sup>	w <sub>HCl</sub> (g) <sup>13</sup>			pp <sub>HCl</sub> (g) <sup>14</sup>
			25,9	26,3	25,5	25.9+/- 0.4	31,6	30,9	32,1	31,5+/- 0.6
3M (P <sub>2</sub> )	A	3690	25,9	26,3	25,5	25.9+/- 0.4	31,6	30,9	32,1	31,5+/- 0.6
Chemtex (P <sub>1</sub> )	B	3690	32,7	33,0	32,4	32.7+/- 0.3	39,1	38,6	39,9	39,2+/- 0.6
Oclansorb (P <sub>3</sub> )	C	3690	24,8	24,6	24,7	24.7+/- 0.1	29,5	29,1	29,9	29,5+/- 0.4

Elaboración propia.

<sup>9</sup> Ibid

<sup>10</sup> w<sub>1</sub> (g): Peso inicial de cada tipo de paño

<sup>11</sup> w<sub>NaOH</sub> (g): Peso de Hidróxido de sodio al 50% w/w

<sup>12</sup> pp<sub>NaOH</sub> (g): Peso promedio de Hidróxido de sodio 50% w/w

<sup>13</sup> w<sub>HCl</sub> (g): Peso de Ácido clorhídrico al 32% w/w

<sup>14</sup> pp<sub>HCl</sub> (g): Peso promedio de Ácido clorhídrico al 32% w/w

En la Tabla 4, se muestra el mismo peso inicial (3690 g) de paños de tres marcas comerciales (3M, Chemtex y Oclansorb) utilizado para retener pesos diferentes de tres soluciones tanto de hidróxido de sodio (NaOH) como de tres pesos de soluciones de ácido clorhídrico (HCl). Se muestran dos columnas con el peso promedio de las tres muestras de ácido y base utilizadas.

Tabla 4. Eficacias de absorción para paños de tres marcas comerciales

Marca de producto	Tipo paños	W <sub>1</sub> (g) <sup>15</sup>	W <sub>2b</sub> (g) <sup>16</sup>	V <sub>rNaOH</sub> (ml) <sup>17</sup>	Ef <sub>NaOH</sub> <sup>18</sup>	W <sub>2a</sub> (g) <sup>19</sup>	V <sub>rHCl</sub> (ml) <sup>20</sup>	Ef <sub>HCl</sub> <sup>21</sup>
3M (P <sub>2</sub> )	A	3690	3715.9	17.26	4.68	3721.5	27.16	7.36
Chemtex (P <sub>1</sub> )	B	3690	3722.7	21.8	5.91	3729.2	33.79	9.16
Oclansorb (P <sub>3</sub> )	C	3690	3714.7	16.47	4.46	3719.5	25.43	6.89

Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados de las pruebas para seleccionar los materiales más aptos entre los materiales más eficaces para la absorción de los derrames líquidos ácidos y básicos, se encontró que la hoja de paño de la marca Chemtex (Hoja B) fue mejor que las hojas de las marcas 3M y Oclansorb; y que la hoja A (marca 3M) es mejor que la hoja C (marca Oclansorb). Esto debido a que la eficacia del material del proveedor P1 (Chemtex) fue la más alta con un valor de 9.16 ml de líquido/kg de absorbente para ácido clorhídrico (HCl) y de 5.91 ml de líquido/kg de absorbente para hidróxido de sodio (NaOH). Estos valores son menores con respecto a los obtenidos en la tabla 2, para el ítem paños (12700 ml de líquido/kg para ácido clorhídrico y 12200 ml de líquido/kg de absorbente para hidróxido de sodio) debido a que en la parte 1 la medición del peso del material húmedo fue tomada como peso húmedo adicionado hasta observar total absorbancia del líquido. En tanto que en la parte 2,

<sup>15</sup> W<sub>1</sub> (g): Peso inicial de cada tipo de paño

<sup>16</sup> W<sub>2b</sub> (g): Peso final de cada tipo de paño con Hidróxido de sodio

<sup>17</sup> V<sub>rNaOH</sub> (ml): Volumen retenido de Hidróxido de sodio

<sup>18</sup> Ef<sub>NaOH</sub>: Eficacia con Hidróxido de sodio

<sup>19</sup> W<sub>2a</sub> (g): Peso final de cada tipo de paño con Ácido clorhídrico

<sup>20</sup> V<sub>rHCl</sub> (ml): Volumen retenido de Ácido clorhídrico

<sup>21</sup> Ef<sub>HCl</sub>: Eficacia con Ácido clorhídrico

el material húmedo se dejó reposar 10 minutos antes de tomar su peso. No obstante, los resultados tienen un rango de medición aproximado (en miles de mililitros por kg).

Las condiciones ambientales donde se encuentra la compañía Quimicol S.A., son rango de temperatura de 15 a 33° C y humedad relativa entre 70 – 75% para las cuales permanecieron estables las cinco mezclas del producto.

La Tabla 5 muestra algunos proveedores locales, nacionales y un proveedor internacional de las materias primas que luego se mezclan en las concentraciones en peso antes mencionadas, para la elaboración del producto NeutroMag-D.

De acuerdo con el análisis de la información de disponibilidad y costos de las materias primas para la elaboración del producto NeutroMag-D mostrada en la Tabla 5, se encontró que el proveedor idóneo resultó ser Atequímicos ubicado en la ciudad de Santiago de Cali, por presentar el menor precio de \$1100/kg para sulfato de magnesio anhidro ( $MgSO_4$ ) y de \$1550/kg para el óxido de magnesio ( $MgO$ ) y por tener disponibilidad para la adquisición de estas materias primas. Resulta importante evaluar a los proveedores de las materias primas para la elaboración del producto pues esto hace del mismo una buena alternativa económica para la empresa productora. Por otro lado, los costos de los insumos son relativamente bajos comparados con el beneficio que traen para tratar de forma rápida y efectiva los derrames. Así mismo, puede disponerse de ellos al momento de elaborar el producto en grandes cantidades. Otro elemento considerado fue el alto grado de pureza de los reactivos que corresponden a un grado comercial, los cuales contribuyen con la eficacia de la mezcla del producto.

Tabla 5. Proveedores de  $MgSO_4$  y  $MgO$  a nivel local y nacional

Disponibilidad		Presentación		Precio + IVA		Proveedor
$MgSO_4$	$MgO$	$MgSO_4$	$MgO$	$MgSO_4$	$MgO$	Dirección
Si	Si	Grado reactivo: Merck	Grado técnico	\$149600/500g	\$398000/500 g	(+572) 664 4320 Ext.: 103 – 104 – 105 -106 -110 – 117 – 119; Acopi, Yumbo, Valle del Cauca. Ventas – Profinas SAS. Yumbo, Valle
Si	No	Saco por 25 kilos	N/A	\$2600/kg	N/A	Carrera 13A No. 12-50 local 3, San Victorino Bogotá, 3112603252 - 3143996925, info@qumicoselalquimista.com
Si	No	Saco x 25 kg	N/A	\$1000/kg	N/A	Cali, calle 10 con carrera 10
Si	No	Saco por 25 kilos	N/A	\$1950/kg	N/A	Salamina Medellín, 4480133, <a href="http://www.antioquenadequimicos.com/index.html">http://www.antioquenadequimicos.com/index.html</a>
Si	Si	Saco x 25 kg	Saco x 25 kg	\$1100/kg	\$1550/kg	Carrera 3 N 40-06 Cali, Colombia, <a href="http://www.atequimicos.com">www.atequimicos.com</a> Tel: (57) (2) 4487108
Si	No	(a) Saco x 25 kg y (b) grado medicinal	N/A	(a) \$2900/Kg y (b) \$40550	N/A	Calle 15 No. 17-05 - Cali, Colombia. Tel: (57) (2) 8850758, <a href="http://www.dequimicosltda.com">www.dequimicosltda.com</a>
Si	No	Grado medicinal	N/A	\$2000/kg	N/A	Carrera 15 No. 30-03 - Cali, Colombia. Tel: (57) (2) 4425002 <a href="http://www.dimarquim.com">www.dimarquim.com</a>
Si	No	(a) Saco x 25 kg y (b) grado medicinal (USP)	N/A	(a) \$2800/Kg y (b) \$35000	N/A	Calle 18 No. 5-56. Cali, Colombia Tel: (57) (2) 8895424, <a href="http://www.agenquimicos.com">www.agenquimicos.com</a>
Si	No	(a) Saco x 25 kg y (b) grado medicinal (USP)	N/A	(a) \$3000/Kg y (b) \$50000	N/A	Calle Las Avellanas E2-25 y El Juncal, Guayaquil Ecuador, Bodega 33 y 34. Parque Los Recuerdos. Tel: 023463016 , <a href="http://www.provequimca.com">http://www.provequimca.com</a>
Si	Si	Saco por 25 kilos	Saco x 25 kg	\$1700/kg	\$1550/kg	PBX: 448.7108 Fax: 410.0287 Carrera 3 Norte No. 40-06 Cali info@atequimicos.com <a href="http://www.atequimicos.com">www.atequimicos.com</a>
Si	Si	Saco por 25 kilos	Saco x 25 kg	\$2300/kg	\$1950/kg	Bogotá:(571) 545 87 88 - 540 34 18, <a href="http://www.bioquigen.com/">http://www.bioquigen.com/</a>
Si	No	Saco por 25 kilos	N/A	\$2050/kg	N/A	Carrera 52 No.7 – 96 Sur Tel:(574) 4 44 66 56 3 75 50 00 <a href="http://www.gmp.com.co">www.gmp.com.co</a> Medellín-Colombia

Elaboración propia. Los precios son a septiembre de 2017

La Tabla 6, evidencia los componentes de la mezcla NeutroMag-D así como la concentración de hidróxido de sodio (NaOH) y de ácido clorhídrico (HCl), empleados en las pruebas de laboratorio.

Tabla 6. Reactivos empleados para desactivación de NaOH y HCl

Reactivo	Concentración/grado
NaOH	50%
HCl	32%
MgSO <sub>4</sub> anhidro	Grado comercial
MgO	Grado comercial
Agua destilada	-

Elaboración propia

De acuerdo con la información de la Tabla 6, se observa que la empresa Quimicol S.A. produce, manipula, transporta y comercializa ácidos y bases con una concentración relativamente alta la cual constituye un riesgo para la salud humana y ambiental. En cuanto al grado de pureza comercial de las materias primas para elaborar el producto NeutroMag-D, corresponde a una pureza alta del 98% para el MgSO<sub>4</sub> y, del 90% para el MgO.<sup>22</sup>

La Tabla 7 muestra la concentración peso a peso de los componentes sulfato de magnesio y óxido de magnesio, en cada una de las cinco mezclas del producto NeutroMag-D. De la muestra 1 a la 5, la concentración de sulfato de magnesio se incrementa mientras que la concentración de óxido de magnesio se disminuye.

Tabla 7. Variación de la concentración de los componentes de NeutroMag-D.

Muestra de producto	MgSO <sub>4</sub> % w/w	MgO, % w/w
NeutroMag-D1	20	80
NeutroMag-D2	25	75
NeutroMag-D3	30	70
NeutroMag-D4	35	65
NeutroMag-D5	40	60

Elaboración propia

El porcentaje de los componentes de la mezcla es tomado en función del producto comercial. La aplicación de las mezclas del producto NeutroMag-D a pequeños derrames líquidos de una base fuerte agresiva y de un ácido fuerte agresivo arrojó los siguientes resultados, respectivamente.

---

<sup>22</sup> Grados establecidos en las hojas de seguridad de la empresa colombiana Atequímicos SAS.

### Proceso de desactivación de una base fuerte agresiva:

La figura 18 muestra el perfil de pH para una mezcla de solución de hidróxido de sodio (NaOH) al 50% y la muestra 1 de NeutroMag-D al 1%.

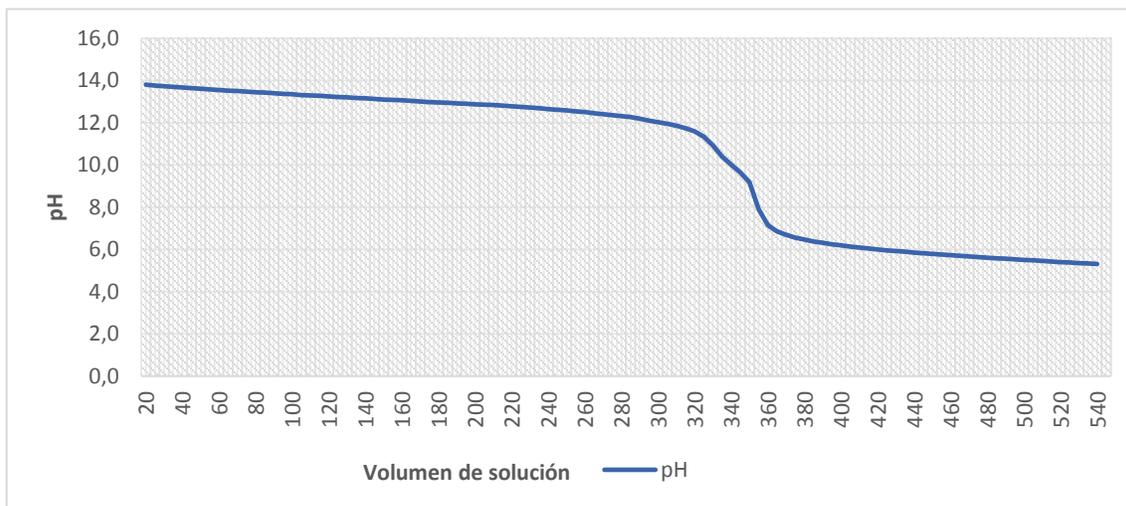


Figura 18. Curva de pH mezcla de NaOH al 50% p/p y muestra 1 de NeutroMag-D

Fuente: Quimicol S.A.

El valor inicial del pH de la mezcla de 5g de solución de hidróxido de sodio (NaOH) al 50% y un volumen inicial de 20 ml de la muestra 1 de NeutroMag-D arrojó un valor de 13.47. Para un volumen de mezcla de 360 ml, el pH se acercó a 7 (7.89) y para un volumen de 425 ml de mezcla, el pH llegó a ser ligeramente ácido (6.0). El comportamiento de la curva muestra el descenso y estabilización del pH de 13.47 a 6.00 para la mezcla en estudio, indicando la factibilidad de neutralización a escala de laboratorio de este derrame básico.

De este análisis, puede extractarse que se logró desactivar 1 g de solución de hidróxido de sodio (NaOH) al 50% utilizando una proporción entre 72 a 85 ml de la mezcla 1 de NeutroMag-D.

En la figura 19 se observa la distribución de pH para una mezcla de solución de hidróxido de sodio (NaOH) al 50% y la muestra 2 de NeutroMag-D al 1%.

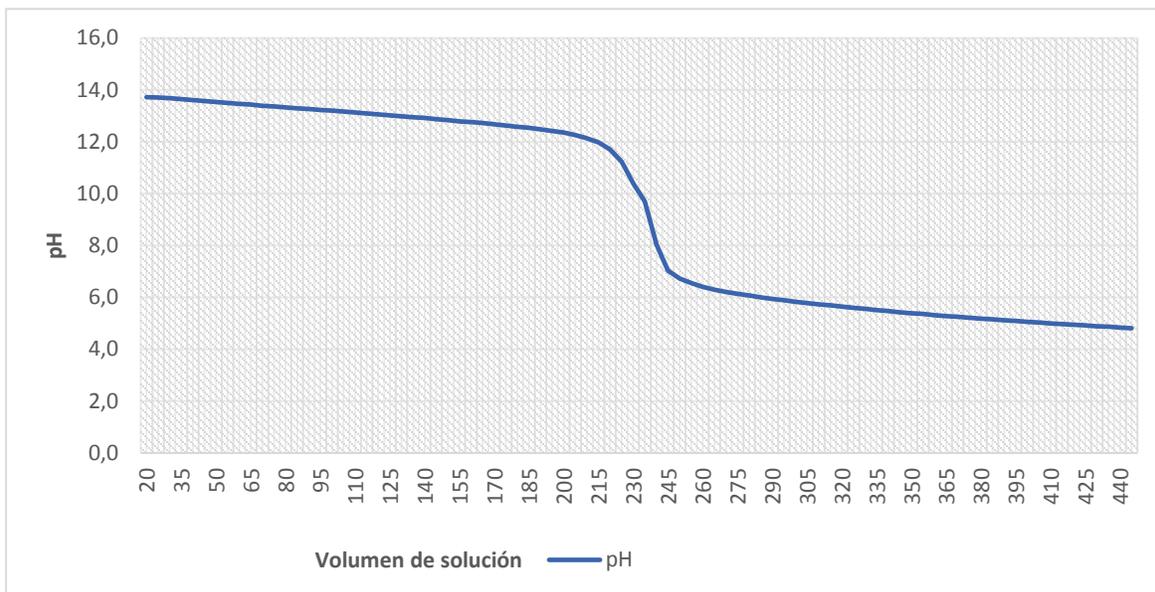


Figura 19. Curva de pH mezcla de NaOH al 50% p/p y muestra 2 de NeutroMag-D

Fuente: Quimicol S.A.

En esta prueba, el valor de pH de la mezcla de 5 g de solución de hidróxido de sodio al 50% y un volumen inicial de 15 ml de la muestra 2 de NeutroMag-D, fue de 13.76. Posteriormente, para un volumen de mezcla de 240 ml, el pH se acercó a 8 (8.04) y para un volumen de 285 ml de mezcla, el pH llegó a ser ligeramente ácido (6.00).

En la segunda experiencia, se logró desactivar 1 g de solución de hidróxido de sodio al 50% con una proporción entre 48 a 57 ml de la mezcla 2 de NeutroMag-D.

La figura 19 muestra cómo el pH desciende de 13.76 a varios valores menores hasta estabilizarse en 6.00 para la mezcla en estudio, mostrando que es igualmente probable neutralizar este derrame alcalino a escala de laboratorio.

El comportamiento de la curva de la figura 20 ilustra el cambio de pH de una mezcla de solución de NaOH al 50% y la muestra 3 de NeutroMag-D al 1%.

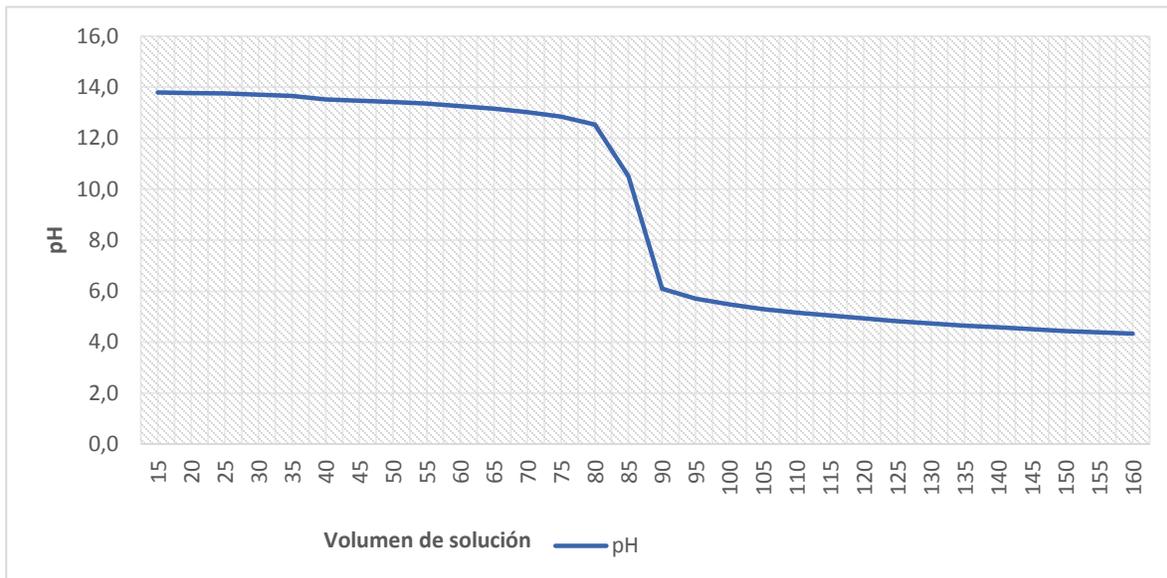


Figura 20. Curva de pH mezcla de NaOH al 50% p/p y muestra 3 de NeutroMag-D  
Fuente: Quimicol S.A

Al mezclar 5 g de solución de hidróxido de sodio NaOH al 50% con un volumen inicial de 15 ml de la muestra 3 de NeutroMag-D, el valor de pH obtenido fue de 13.85 mientras que para un volumen de mezcla de 95 ml, este parámetro se acercó a 6 (6.09).

Este tercer análisis indica que es factible desactivar 1 g de solución de hidróxido de sodio al 50% con una proporción de 95 ml de la mezcla 3 de NeutroMag-D, menor que las de las dos pruebas anteriores. La figura 20 muestra cómo cae el pH de 13.85 hasta estabilizarse en 6.09 para la mezcla en análisis, dando a entender la desactivación de este derrame básico.

La variación del pH de la figura 21 muestra que al realizar la mezcla de la misma cantidad de NaOH al 50% empleada en las pruebas anteriores con un volumen inicial de 15 ml de la muestra 4 de NeutroMag-D el pH medido fue 13.75.

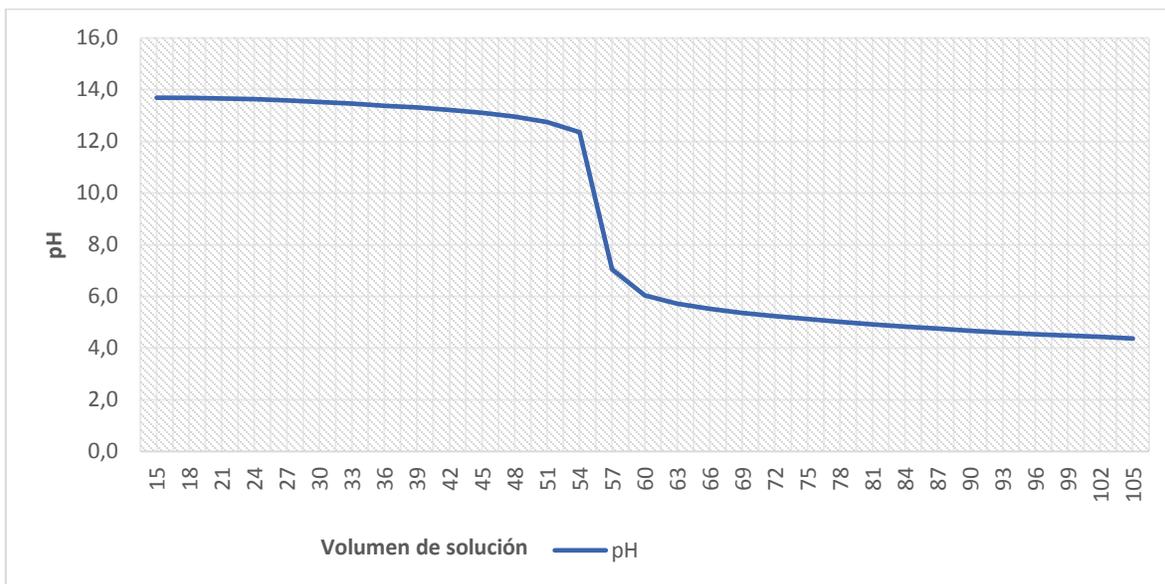


Figura 21. Curva de pH mezcla de NaOH al 50% p/p y muestra 4 de NeutroMag-D  
Fuente: Quimicol S.A

Para un volumen de mezcla de 60 ml el resultado cayó drásticamente a 7.05 y para un volumen de mezcla de 63 ml el pH se atenuó a un valor de 6.04 el cual es ligeramente ácido. Por tanto, con la cuarta prueba, se logró desactivar 1 g de solución de NaOH al 50% utilizando una proporción de 12 ml de la mezcla 4 de NeutroMag-D mucho menor que las obtenidas en los análisis anteriores.

Por último, la figura 22 describe con su trayectoria que, para la misma cantidad de solución de hidróxido de sodio al 50% empleada en las cuatro pruebas anteriores y un volumen inicial de 15 ml de la muestra 5 de NeutroMag-D el valor del potencial de hidrógeno fue de 13.75.

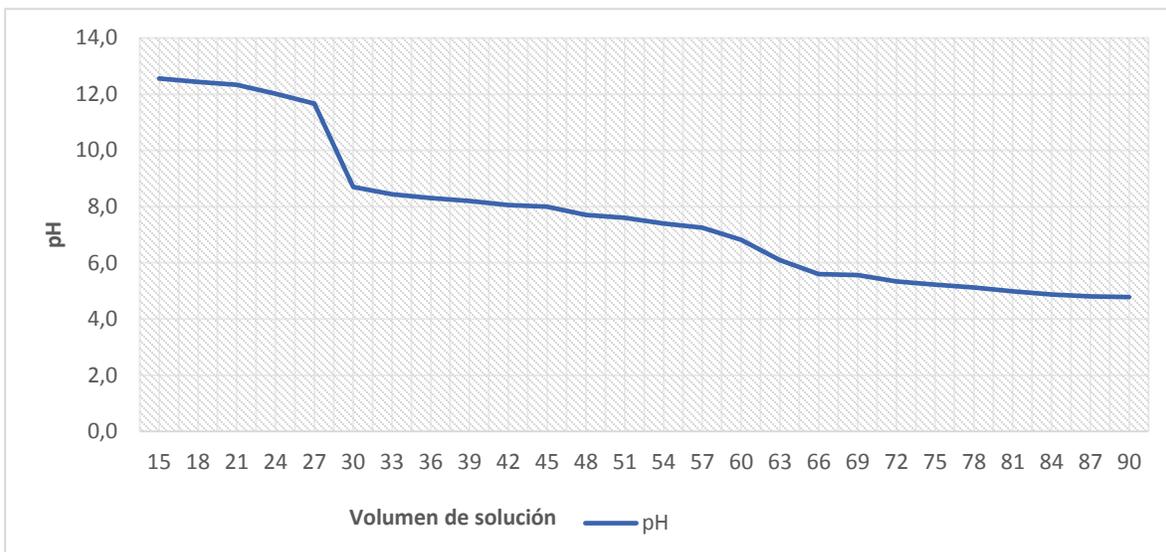


Figura 22. Curva de pH mezcla de NaOH al 50% p/p y muestra 5 de NeutroMag-D  
Fuente: Quimicol S.A.

Nótese que para un volumen de mezcla de 33 ml (cada vez menor que el empleado en las cuatro experiencias anteriores para tratar de desactivar este derrame alcalino) el pH fue de 8.70 y para un volumen de mezcla de solo 69 ml el pH obtenido fue ligeramente ácido con un valor de 5.60, indicando que para desactivar 1 g de solución de hidróxido de sodio al 50% solo es necesaria una proporción de 7 a 10 ml de la mezcla 5 de NeutroMag-D.

### **Proceso de Desactivación de un ácido fuerte agresivo**

Un estudio similar al anterior, se realizó para desactivar 5 g de solución de HCl al 32% p/p con un volumen inicial de 30 ml de las cinco muestras de NeutroMag-D.

En la figura 23 se observa que el valor inicial del pH de la mezcla fue de 3.30 que corresponde a la muestra 1 del producto.

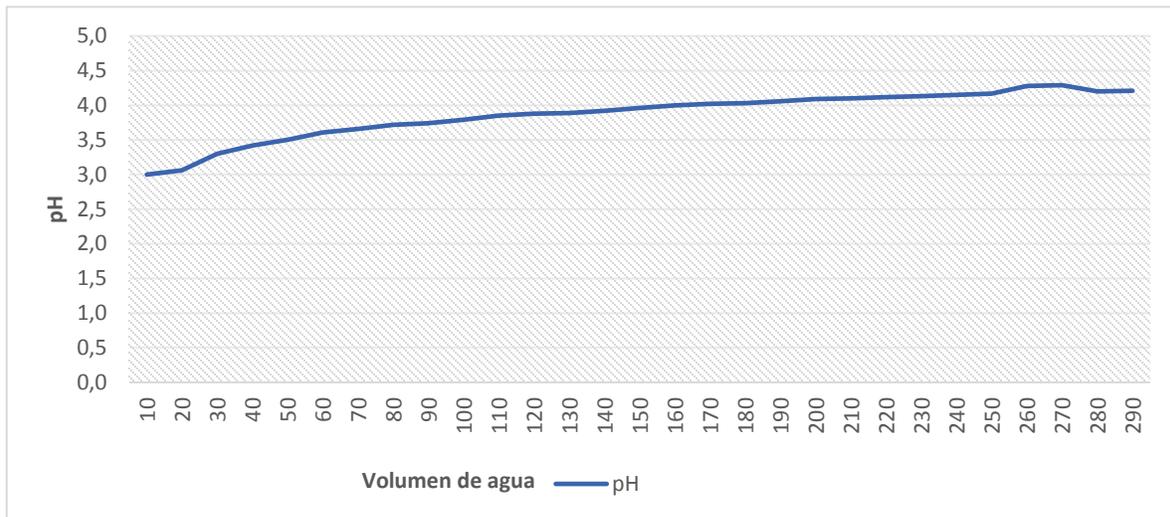


Figura 23. Curva de pH mezcla de HCl al 32% p/p y muestra 1 de NeutroMag-D

Fuente: Quimicol S.A.

Posteriormente, para un volumen de mezcla de 290 ml el pH se incrementó a 4.21 manteniéndose relativamente constante a lo largo del experimento. Por tanto, se infiere que con la primera prueba experimental, no hubo éxito significativo en el proceso de neutralización del ácido utilizando la mezcla 1 de NeutroMag-D.

Se alcanzó una baja factibilidad de neutralización con una proporción 58:1 a escala de laboratorio para este derrame ácido.

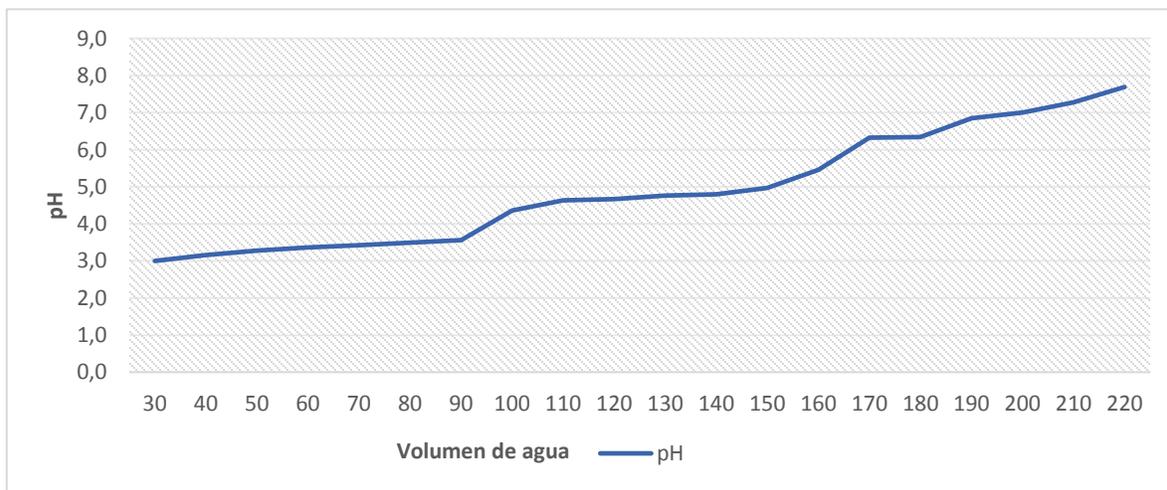


Figura 24. Curva de pH mezcla de HCl al 32% p/p y muestra 2 de NeutroMag-D

Fuente: Quimicol S.A.

La figura 24 presenta un valor inicial de pH de la mezcla de 3.30 que corresponde a la muestra 2 del producto, resultado similar al obtenido en la primera experiencia de desactivación del ácido.

Sin embargo, para un volumen de mezcla de 170 ml el pH fue de 6.32 y para un volumen de mezcla de 220 ml, el pH fue ligeramente básico arrojando un valor de 7.69.

Con la segunda prueba experimental, se logró desactivar 5 g de solución de ácido clorhídrico (HCl) al 32% utilizando una proporción entre 34 a 44 ml de la mezcla 2 de NeutroMag-D. La figura 24 muestra el ascenso y estabilización del pH de 3.00 a 7.69 para la mezcla en estudio, indicando la factibilidad de neutralización a escala de laboratorio de este derrame ácido.

La figura 25 indica de nuevo un pH inicial de la mezcla de 3.00 involucrando la muestra 3 del producto.

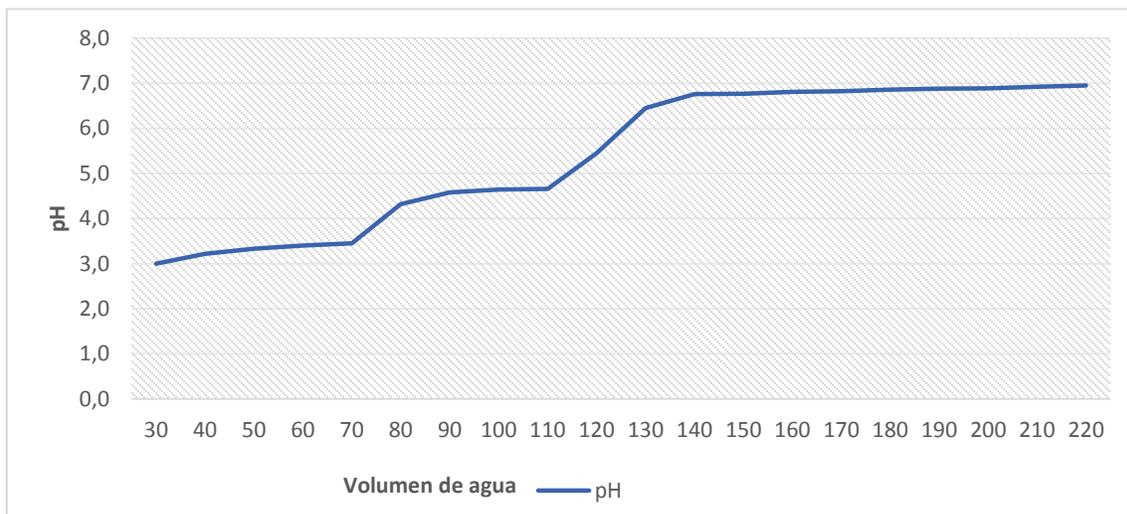


Figura 26. Curva de pH mezcla de HCl al 32% p/p y muestra 3 de NeutroMag-D

Fuente: Quimicol S.A.

Al alcanzar un volumen de mezcla de 130 ml el pH fue de 6.45 y para un volumen de mezcla de 220 ml, el pH fue ligeramente básico arrojando un valor de 6.95. La tercera prueba experimental, indica que es posible desactivar 5 g de solución de ácido clorhídrico al 32% utilizando una proporción entre 26 a 44 ml de la mezcla 3 de NeutroMag-D.

El perfil de pH mostrado en la figura 26 indica una vez más, un pH inicial de la mezcla de 3.00 incluyendo la muestra 4 de NeutroMag-D.

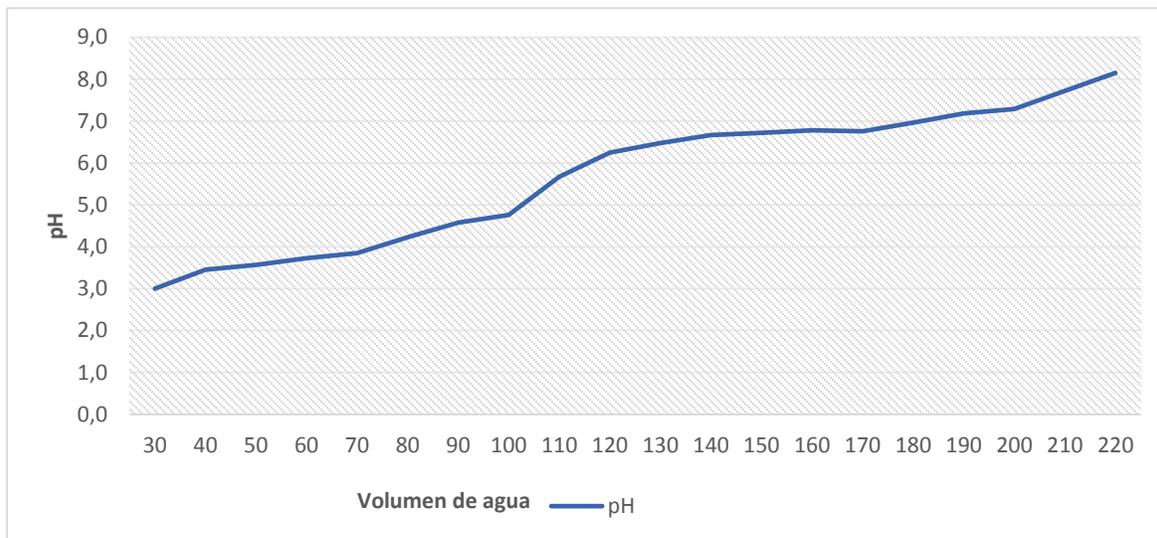


Figura 27. Curva de pH mezcla de HCl al 32% p/p y muestra 4 de NeutroMag-D

Fuente: Quimicol S.A.

Por su parte, un volumen de mezcla de 120 ml arrojó un pH de 6.25 mientras que un volumen de mezcla de 220 ml mostró un pH fue ligeramente básico con un valor de 8.15.

Con la cuarta prueba experimental, se logró desactivar 5 g de solución de ácido clorhídrico al 32% utilizando una proporción entre 24 a 44 ml de la mezcla 4 de NeutroMag-D. La figura 26 muestra el ascenso y estabilización del pH de 3.00 a 6.25 para la mezcla en estudio, indicando la factibilidad de neutralización a escala de laboratorio de este derrame ácido.

Por último, la distribución de pH de la figura 27 enseña por tercera vez, un pH inicial de la mezcla de 3.00 con la muestra 5 de NeutroMag-D.

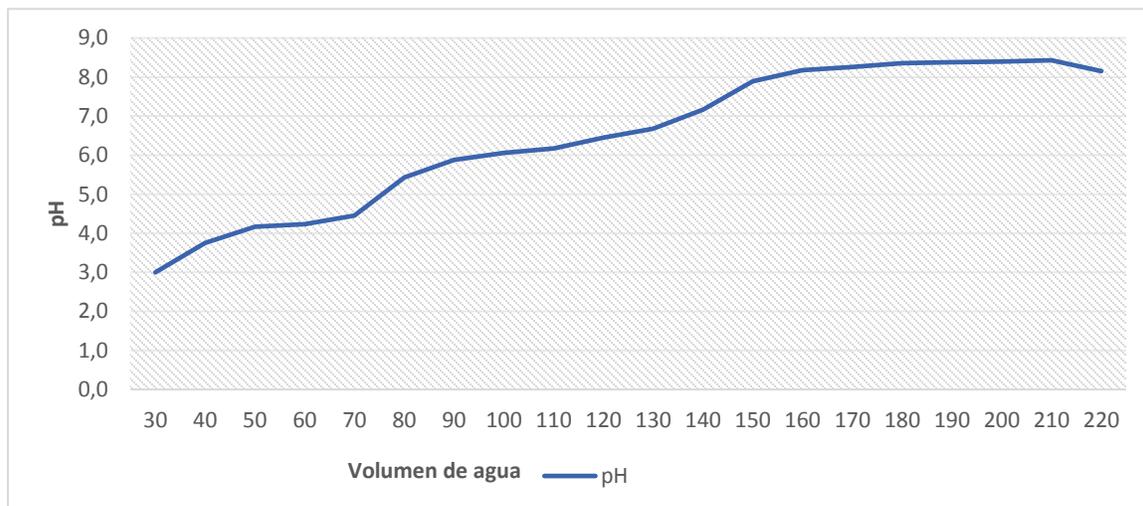


Figura 28. Curva de pH mezcla de HCl al 32% p/p y muestra 5 de NeutroMag-D

Fuente: Quimicol S.A.

Con un volumen de mezcla de 100 ml el pH fue de 6.06 y con un volumen de mezcla de 220 ml, el pH fue ligeramente básico con valor de 8.15.

Con la quinta prueba experimental, se logró desactivar 5 g de solución de HCl al 32% utilizando una proporción entre 20 a 44 ml de la mezcla 5 de NeutroMag-D. Con la figura 27 se detalla el ascenso y estabilización del pH de 3.00 a 8.15 para la mezcla en estudio. La desactivación a escala de laboratorio de este derrame ácido resulta entonces también factible.

De acuerdo con los resultados de las pruebas de laboratorio, se encontró que la mezcla 5 es la óptima para desactivar derrames alcalinos de soluciones de hidróxido de sodio (NaOH) puesto que se logró desactivar 1 g de solución de NaOH al 50% utilizando solo de 7 a 10 ml de la mezcla 5 de NeutroMag-D la cual cumple con el límite permisible de pH establecido en la Resolución 631 de 2015, para aguas residuales domesticas (ARD) y aguas residuales de los prestadores de servicio público de alcantarillado a cuerpos de agua superficiales, con una carga menor o igual a 625,00 kg/DIA DBO5, dado que el valor de pH de 5.60 alcanzado, se encuentra cercano a 6,00 como lo establece esta norma.

De forma similar, se encontró que la mezcla 5 es la óptima para desactivar derrames ácidos de soluciones de ácido clorhídrico (HCl), puesto que se logró desactivar 5 g de solución de HCl al 32%, utilizando solo de 20 a 44 ml de NeutroMag-D 5, la cual cumple

con el límite permisible de pH establecido en la misma resolución, dado que el valor de pH de 8.15 obtenido, se encuentra cercano a 9,00 como lo establece esta norma.

Por último, el error relativo se define como la diferencia entre el valor real y el valor observado dividida entre el valor real.

El porcentaje de error en la regulación del pH para la desactivación del derrame alcalino fue  $\% \text{ error} = (6,00 - 5,60) / 6,00 * 100 = 6.67\%$

El porcentaje de error en la regulación del pH para la desactivación del derrame ácido fue  $\% \text{ error} = (9,00 - 8,15) / 9,00 * 100 = 9,44\%$

Estos dos errores porcentuales relativamente bajos, dan cuenta de la efectividad del producto NeutroMag-D como una alternativa rápida y económica para el tratamiento de derrames líquidos.

Los componentes de la mezcla de NeutroMag-D y la mezcla misma no resultan ser nocivos para el ambiente de acuerdo con la información de sus fichas técnicas. El producto NeutroMag-D tiene propiedades anfóteras que permiten regular el pH cuando ocurren derrames accidentales líquidos ácidos y/o básicos como lo demuestran los resultados a escala de laboratorio obtenidos en este trabajo.

Es claro que los derrames líquidos de sustancias peligrosas pueden ocurrir en cualquier sitio así se tenga el conocimiento, la experiencia para manejarlos y aun siguiendo los protocolos de seguridad establecidos. Como parte del plan de acción antiderrame, se propone en este trabajo, la aplicación del modelo pedagógico basado en la formación profesional integral para realizar el fortalecimiento de los actores involucrados en este tipo de accidentes, que busca aprovechar sus conocimientos previos sobre el tema, su experiencia en el desempeño de sus labores en el sector productivo, de transporte, de laboratorio o como ciudadano, integrando el conocimiento de las sustancias peligrosas estudiadas para motivar una cultura de autocuidado, de cuidado del medio y de los ecosistemas, promocionando la investigación con el objeto de contribuir con una solución a la problemática de los vertidos líquidos y mitigación de su impacto en las comunidades aledañas al siniestro.

El documento guía para el fortalecimiento de los actores de los derrames ácidos y básicos sobre medidas de precaución, afectaciones al medio ambiente y los ecosistemas, así como el documento técnico que contiene los protocolos de actuación frente a esta emergencia serán compartidos como resultado de este trabajo *a la compañía Quimicol S.A. y a los organismos de socorro, quienes pueden ser multiplicadores de la información.*

Dichos documentos serán un insumo para la educación ambiental de los actores involucrados en los derrames y quien sea el capacitador, la forma de aplicación y los resultados de esta práctica deben ser medidos y consolidados por la empresa interesada para determinar sus logros en el futuro. El modelo de formación profesional integral abordado, permitirá la participación activa, la cooperación, el intercambio y retroalimentación de saberes, el trabajo en equipo y la aplicación del conocimiento, para mitigar el impacto ambiental por derrames líquidos de sustancias corrosivas.

El enfoque mixto empleado en este trabajo permitió desarrollar un protocolo investigativo para desarrollar un producto con sentido ético orientado más que a la producción a la búsqueda de una alternativa técnica que se convierta en una solución responsable, práctica, de respeto por la vida y con participación activa de los involucrados en un accidente químico que además no afecte la productividad ni el empleo (2008).

El individuo así formado, puede construir nuevos conocimientos a través de su diario vivir, en lo que observa, escucha, lee o experimenta; es sensible frente a lo que sucede en su entorno, puede ser tolerante y respetuoso de las ideas de los otros, buscando el bien común (Martinez Barrera, 2009). El proceso de aprendizaje y de fortalecimiento de los actores para controlar el problema de los derrames ácidos y básicos, se centra en el desarrollo de un pensamiento y una actitud crítica que se convierta en un estilo de vida en las relaciones socioambientales de cara a aplicar alternativas de solución que representen un mayor beneficio socioeconómico y menor costo ambiental.

De acuerdo con la información de la entrevista al personal de Quimicol S.A, puede notarse que los transportadores son diestros en su actividad y recursivos al tratar de contrarrestar fugas en las tuberías de los vehículos, sin embargo debido a su nivel académico (primaria o bachillerato) desconoce la fundamentación técnica sobre sustancias corrosivas

que podrían colocar en riesgo su seguridad, la de las personas que se encuentren a su alrededor y la de los propios vehículos. El personal de planta y laboratorio, por el contrario conoce y aplica los conceptos, fichas de seguridad, protocolos de seguridad frente a derrames líquidos. De acuerdo con estos hechos, resulta factible la aplicación del modelo educativo de la formación profesional integral donde los diferentes actores pueden interactuar con los otros, compartir conocimientos, experiencias y fortalecer sus habilidades empleando como insumo el documento guía elaborado en este trabajo que involucra los conceptos básicos de derrame, neutralización, desactivación y plan de contingencia para abordar el problema de contaminación y afectación por derrames líquidos ácidos y básicos con resultados amigables para el ambiente y las personas involucradas con ellos, buscando fortalecer, confrontar y capacitar a los actores sobre afectaciones humanas y ambientales, medidas de precaución y protocolos de actuación frente a esta emergencia. Por otro lado, quien esté a cargo de la educación ambiental tanto dentro como fuera de la empresa, podrá medir o evaluar el avance de quien aprende o profundiza, a través del cuestionario diseñado con preguntas sobre contaminación ambiental, causas de los derrames líquidos, clasificación de sustancias peligrosas, conceptos sobre derrames de sustancias peligrosas, impactos negativos de los vertidos sobre los recursos naturales, los ecosistemas, la desactivación como método de tratamiento de estos accidentes químicos, forma de regular el pH de una sustancia para mitigar sus efectos, elementos a considerar en un plan de emergencia, estrategias posibles a seguir dentro de la educación ambiental para contribuir con la solución de este problema, así como de identificación de los pasos fundamentales dentro del protocolo anti derrame de sustancias líquidas. Así mismo, la *lista de chequeo de desempeño* contiene criterios para evaluar la aplicación de conceptos de neutralización ácido base, la caracterización de los derrames, la gestión y aprovechamiento de la información suministrada en las hojas de seguridad de reactivos y productos, la aplicación de procedimientos operativos normalizados para la mitigar el impacto de los derrames líquidos, la medición de parámetros ambientales como el Ph, la temperatura, la humedad relativa, que permitan realizar controles y mitigar impactos negativos. La aplicación del conocimiento y la actitud crítica, activa y respetuosa por el cuidado de la salud humana y ambiental; el liderazgo, la responsabilidad y el interés por el estudio del medio ambiente frente a la problemática de los derrames son ingredientes

de la educación ambiental en procesos industriales donde se presenta el contacto con múltiples ambientes (vehículos, zonas de almacenamiento, áreas de producción, laboratorios, carreteras, tuberías, válvulas), el uso de productos y equipos dentro del plan de emergencia anti derrames. Por su parte, la *lista de chequeo de producto* escrito contiene directrices para valorar el manejo y la gestión de la información por parte de quien se capacita en este tema a través de normas (APA e ICONTEC), el seguimiento de la normatividad ambiental y sanitaria vigente, el cumplimiento de acuerdos, la presentación de informes y el empleo de convenciones y fuentes bibliográficas del área ambiental dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje. Con esta metodología habrá lugar al uso de técnicas activas como la participación, el trabajo en equipo, el desarrollo de actividades, el esclarecimiento de dudas, la aplicación del conocimiento, la evaluación permanente y la realimentación. Así mismo, esta metodología permite a quien enseña poner en práctica su rol de facilitador del aprendizaje, haciendo que quien aprende profundice sus conocimientos y construya otros nuevos.

El registro fotográfico facilitado por Quimicol S.A., permitió evidenciar la existencia de los derrames estudiados y examinar de alguna forma, el impacto ambiental que pueden tener las sustancias producidas, transportadas y manipuladas por esta empresa, cuando ocurren derrames siendo a la vez un recurso educativo que puede contribuir con la toma de conciencia y de decisión sobre el cuidado y protección del medio ambiente y los ecosistemas.

Por último, el documento técnico que contiene el protocolo de actuación frente a los derrames objeto de estudio, es coherente con los documentos técnicos manejados en la industria, permite la atención rápida y fácil de derrames ácidos y/o básicos, establece los actores de los derrames que pueden aplicar el procedimiento, la utilización de conceptos químicos para contextualizar sobre los tipos de derrame según la cantidad o volumen derramado, la aplicación de los conocimientos y experiencias técnicas según la actividades de aprendizaje presentadas en el documento guía, como lo evidencia la lista de chequeo para revisión y aprobación del Procedimiento para Atención de Derrames ácidos y básicos (PAD) validada por el personal técnico de Quimicol S.A.

## 6 Conclusiones y recomendaciones

Los paños absorbentes resultan ser la mejor opción para retener los derrames líquidos ácidos y básicos, por presentar la mejor eficacia y capacidad de extensión en el sitio del derrame.

El absorbente más eficaz recomendado para retener derrames líquidos ácidos y básicos, de acuerdo con los resultados de este trabajo, corresponde al proveedor Chemtex, información que puede ser útil a la compañía Quimicol S.A. para sus procesos de adquisición de materiales absorbentes y a la compañía Phoenix Products Colombia, como estrategia comercial para el mercadeo de su línea de productos.

Los resultados de este estudio permiten concluir que es factible emplear con buenos resultados a escala de laboratorio alternativas económicas, con materiales disponibles en el país y amigables con el medio para la desactivación de derrames ácidos y básicos originados en procesos de producción, abastecimiento, transporte y disposición en donde los errores en la regulación del pH de derrames alcalinos del 6.67 % y del 9.44 % para derrames ácidos resultan ser relativamente bajos.

Es de recalcar, que el presente estudio se limitó a realizar pruebas controladas en laboratorio, que no representaran un peligro al entorno ni generaran impactos negativos a la empresa. Realizar ensayos provocando un derrame real –pero controlado- implicaría una logística empresarial y gubernamental, que se sale de lo contemplado en el presente estudio. Esto hace, que el tema de educación ambiental sea más complejo ampliarlo en el trabajo. Así mismo, las empresas son las responsables en desarrollar el trabajo de educación ambiental con sus propios empleados, ya que no todos los empleados, son los responsables de aplicar el producto para minimizar el impacto. Esto es responsabilidad de los grupos especializados como Brigadas de emergencia y cuerpos de bomberos.

Se recomienda efectuar a futuro, como complemento de este trabajo, bioensayos de toxicidad que permitan evaluar el grado agudo o crónico de afectación de los derrames ácidos y básicos en organismos vivos como plantas y analizar cómo puede la concentración de Magnesio afectar las propiedades del suelo y su actividad.

Se sugiere la continuación de este estudio o el inicio de nuevos trabajos sobre este tema, así como la validación industrial de esta propuesta.

La necesidad de una educación ambiental surgió debido a la crisis ambiental que ha venido presentando el mundo a lo largo de su historia, como estrategia pedagógica para mejorar la calidad del entorno a través de la toma de conciencia sobre la responsabilidad del género humano para tratar de asegurar la continuidad de las distintas formas de vida. Trata de entender, explicar y presentar formas para actuar a través de conductas, actitudes, valores y creencias frente a los problemas ambientales (Calixto Flores, 2012). Quien educa en lo ambiental, debe brindar elementos a las personas para que puedan asumir los retos de los cambios emergentes y sean capaces de responder a las necesidades sociales, culturales, naturales y de perfeccionamiento de la calidad de vida propio y el de su entorno a través del desarrollo de potencialidades y la autonomía en su aprendizaje de la familia, la sociedad y las instituciones educativas, integrando el desarrollo de las competencias, la información y la aplicación de procedimientos, para crear nuevas formas de ser y de actuar (Martínez Barrera, 2009).

El impacto de la investigación en el ámbito de la educación ambiental se ve reflejado en la realimentación de los actores involucrados en los derrames líquidos a través de la capacitación en las empresas, que toma como premisa conocimientos previos y experiencias de su cotidianidad laboral para volver significativo y esencial el cuidado de la salud humana y ambiental, empleando como pretexto un documento guía que se constituye en una propuesta metodológica basada en la búsqueda del aprendizaje autónomo, colaborativo, significativo y holístico que le pueden brindar herramientas para un efectivo desempeño en su área laboral y social a través de momentos de reflexión, conceptualización, apropiación y aplicación del conocimiento, la información y el desarrollo de habilidades como “ciudadano del mundo” para de esta manera, contribuir con la mitigación de problemáticas ambientales que en casos de derrames, afectan la conservación de la vida misma.

Se recomienda a la empresa Quimicol S.A., evaluar la efectividad de la propuesta educativa con los trabajadores y comunidad aledaña en general.

## 7 Bibliografía

- 3M España. (2001). *Absorbentes industriales*. Obtenido de <http://multimedia.3m.com/mws/media/330853O/sorbents-product-catalogue.pdf>
- Absorbentes industriales. (2014). *Paños absorbentes*. Obtenido de <http://www.absorbentesindustriales.cl/productos/panos-absorbentes/>
- Acosta G., C. A., Manzano L., C. H., & Rendón A., A. M. (1992). Estudio comparativo del pH y la capacidad amortiguadora de la saliva en clases socio- económicas alta y baja. *Revista CES Odontología*, 5(2).
- AENOR. (2008). *OHSAS 18002:2008. Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo: directrices para la implementación*. Obtenido de Universidad Nacional de Tucumán: <https://www.facet.unt.edu.ar/syso/wp-content/uploads/sites/36/2016/03/NormaOHSAS18002-2008-1.pdf>
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (2011). *Pautas de gestión médica para el hidróxido de sodio (NaOH): CAS 1310-73-2; UN 1823 (solid); UN 1824 (solution)*. Obtenido de Agency for Toxic Substances and Disease Registry: <https://www.atsdr.cdc.gov/MHMI/mmg178.pdf>
- Alcántara-Garduño, M. E., & Ramírez-Camacho, J. G. (2012). *Causas y consecuencias de accidentes químicos ocurridos entre la población civil. Caso: Ciudad de Tapachula, Chiapas, México (2002-2010)*. Obtenido de ResearchGate: [https://www.researchgate.net/publication/234126085\\_Causas\\_y\\_consecuencias\\_de\\_accidentes\\_quimicos\\_ocurridos\\_entre\\_la\\_poblacion\\_civil\\_Caso\\_Ciudad\\_de\\_Tapachula\\_Chiapas\\_Mexico\\_2002-2010](https://www.researchgate.net/publication/234126085_Causas_y_consecuencias_de_accidentes_quimicos_ocurridos_entre_la_poblacion_civil_Caso_Ciudad_de_Tapachula_Chiapas_Mexico_2002-2010)
- Aleman, M., & Berg, C. J. (1989). *USA Patente n° 4.834.735*.
- American Chemical Society, ACS. (15 de 08 de 1995). *Guide for chemical spill response planning in laboratories*. Obtenido de American Chemical Society:

<https://www.acs.org/content/acs/en/about/governance/committees/chemicalsafety/publications/guide-for-chemical-spill-response.html>

Arcos Serrano, M. E., & Izcapa Treviño, C. (2003). *Identificación de peligros por almacenamiento de sustancias químicas en industrias de alto riesgo en México*. Obtenido de Centro Nacional de Prevención de Desastres:  
[http://centro.paot.org.mx/documentos/cenapred/sustancias\\_quimicas.pdf](http://centro.paot.org.mx/documentos/cenapred/sustancias_quimicas.pdf)

Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Alcaldía de Medellín, Cornare, Corantioquia, Corpourabá. (2013). *Términos de referencia para la elaboración del plan de contingencia para el manejo y transporte de hidrocarburos, derivados y sustancias nocivas*. Obtenido de Cornare: [https://www.cornare.gov.co/Tramites-Ambientales/Planes/Plan-de-contingencia/derrames/Lineamientos\\_PDC\\_Vf.pdf](https://www.cornare.gov.co/Tramites-Ambientales/Planes/Plan-de-contingencia/derrames/Lineamientos_PDC_Vf.pdf)

Asociación Chilena de Seguridad. (2011). *Documento 02. Fugas y derrames, evacuación*. Obtenido de Asociación Chilena de Seguridad:  
<https://www.achs.cl/portal/Empresas/fichas/Paginas/fichas.aspx>

Asociación Española de Operadores de Productos Petrolíferos. (2002). *Contenidos sobre el petróleo*. Obtenido de Revista VirtualPro:  
<http://www.revistavirtualpro.com.bdigital.sena.edu.co/biblioteca/contenidos-sobre-el-petroleo>

ASTM International. (september de 2017). *ASTM Volume 11.04: Waste Management*. Obtenido de ASTM International:  
[https://www.astm.org/BOOKSTORE/BOS/TOCS\\_2018/11.04.html](https://www.astm.org/BOOKSTORE/BOS/TOCS_2018/11.04.html)

Augusta University. (2016). *Chemical Spills Procedures*. Obtenido de Augusta University:  
<https://www.augusta.edu/services/ehs/chemsafe/splprc.php>

Basel Convention. (2014). *Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación. Protocolo sobre responsabilidad e indemnización por daños resultantes de los movimientos fronterizos de desechos peligrosos y su eliminac*. Obtenido de Basel Convention:

<http://www.basel.int/portals/4/basel%20convention/docs/text/baselconventiontext-s.pdf>

Bereiweriso, M. O. (2013). Sorbents Performance Efficiency Test. *Universal Journal of Environmental Research and Technology*, 3(3). Obtenido de <http://www.environmentaljournal.org/3-3/ujert-3-3-3.pdf>

Breemen, N., Muder, J., & Driscoll, C. (1983). Acidification and alkalization of soils. *Plant and Soil*, 75(3), 283-308. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02369968>

Calixto Flores, R. (2012). Investigación en educación ambiental. *Revista mexicana de investigación educativa*, 17(55), 1019-1033. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-66662012000400002&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662012000400002&lng=es&nrm=iso)

Camargo, J. A., & Alonso, A. (may de 2007). Contaminación por nitrógeno inorgánico en los ecosistemas acuáticos: problemas medioambientales, criterios de calidad del agua, e implicaciones del cambio climático. *Ecosistemas. Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente*, 16(2), 98-110. Obtenido de Ecosistemas. Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente: [http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=486&Id\\_Categoria=1&tipo=portada](http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=486&Id_Categoria=1&tipo=portada)

Cárdenas, H. (2018). *Genocidio silencioso: desechos, químicos peligrosos y pesticidas prohibidos en Colombia y el mundo*. Bogotá: Colombia: Editorial Universidad del Rosario. Obtenido de <https://ebookcentral-proquest-com.bdigital.sena.edu.co>

Cartotto, R. C., Peters, W. J., Neligan, P. C., Douglas, L. G., & Beeston, J. (1996). Chemical burns. *Canadian Journal of Surgery*, 39(3). Obtenido de Cartotto RC, Peters WJ, Neligan PC, Douglas LG, Beeston J. Chemical burns. *Can J Surg* 1996; 39:205–11.: <https://canjsurg.ca/wp-content/uploads/2014/03/39-3-205.pdf>

Chemical Safety Board. (2017). *Impact report 2017*. Obtenido de U.S. Chemical safety and hazard investigation board:

[https://www.csb.gov/assets/1/6/csb\\_impact\\_report\\_2017.pdf](https://www.csb.gov/assets/1/6/csb_impact_report_2017.pdf)

Consejo Colombiano de Seguridad. (2016). *Intoxicaciones entre los trabajadores colombianos por manejo de químicos*. Obtenido de Consejo Colombiano de Seguridad:

[https://ccs.org.co/salaprensa/index.php?option=com\\_content&view=article&id=412:diamundial&catid=261&Itemid=792](https://ccs.org.co/salaprensa/index.php?option=com_content&view=article&id=412:diamundial&catid=261&Itemid=792)

Consejo Colombiano de Seguridad. (2017). *Noticias: En elaboración manual de normas mínimas para la gestión de riesgos frente a accidentes químicos*. Obtenido de Consejo Colombiano de Seguridad:

[https://ccs.org.co/salaprensa/index.php?option=com\\_content&view=article&id=520:normasminimasderrames&catid=297:noticias-febrero-2015&Itemid=836](https://ccs.org.co/salaprensa/index.php?option=com_content&view=article&id=520:normasminimasderrames&catid=297:noticias-febrero-2015&Itemid=836)

Consejo Colombiano de Seguridad y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2003). *Guías ambientales de almacenamiento y transporte por carretera de sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos*. Obtenido de Ministerio del medio ambiente:

[http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias\\_qu%C3%ADmicas\\_y\\_residuos\\_peligrosos/guias\\_ambientales\\_almacenamiento\\_transp\\_x\\_carretera\\_sust\\_quim\\_res\\_pelig.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias_qu%C3%ADmicas_y_residuos_peligrosos/guias_ambientales_almacenamiento_transp_x_carretera_sust_quim_res_pelig.pdf)

*Control de derrames de sustancias peligrosas: protocolo clave para la seguridad industrial*. (2014). Obtenido de HSEC Magazine:

<http://www.emb.cl/hsec/articulo.mvc?xid=563>

*Convenio de Estocolmo*. (11 de 01 de 2010). Obtenido de ExCOPs simultáneas de los convenios de Basilea, Rotterdam y Estocolmo:

[http://excops.unep.ch/index.php?option=com\\_content&view=article&id=73%3Athe-stockholm-convention&catid=42%3Athe-conventions&Itemid=27&lang=es](http://excops.unep.ch/index.php?option=com_content&view=article&id=73%3Athe-stockholm-convention&catid=42%3Athe-conventions&Itemid=27&lang=es)

Cowling, A. R. (1985). *USA Patente n° 4.497.712*.

- D'Amicantonio, M. (June de 2015). Hazardous spill protection: this environmental lab's project focus requires keen safety awareness. *Lab Manager*, 10(5), 40-43. Obtenido de [https://www.labmanager.com/media/PDFs/LM\\_June15-Digital.pdf](https://www.labmanager.com/media/PDFs/LM_June15-Digital.pdf)
- Dare, J. H., & Cournoyer, M. E. (2002). WM'02 Conference. *Waste issues associated with the safe movement of hazardous chemicals*, (pág. 7). Tucson, AZ. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/255275657\\_Waste\\_Issues\\_Associated\\_with\\_the\\_Safe\\_Movement\\_of\\_Hazardous\\_Chemicals](https://www.researchgate.net/publication/255275657_Waste_Issues_Associated_with_the_Safe_Movement_of_Hazardous_Chemicals)
- Decreto 1609 de 2002. (31 de julio de 2002). *Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera*. Bogotá, Colombia: D.O. 44892. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=6101>
- Decreto 321 de 1999. (17 de febrero de 1999). *Por el cual se adopta el Plan Nacional de Contingencia contra derrames de Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas*. Bogotá, Colombia. Obtenido de Ministerio del Medio ambiente: [http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/25-dec\\_0321\\_1999.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/25-dec_0321_1999.pdf)
- Decreto Ley 1295 de 1994. (22 de junio de 1994). *Por el cual se determina la organización y administración del Sistema General de Riesgos Profesionales*. Bogotá, Colombia: Diario Oficial 41.405. Obtenido de [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/decreto\\_1295\\_1994.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/decreto_1295_1994.html)
- Díaz-Díaz, M. Á., Rivas-Trasancos, L., León-Barrios, M., & Acosta-Sánchez, J. (2018). Material absorbente para recogida de hidrocarburos en derrames en aguas y suelos. *Revista cubana de química*, 30(2). Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2224-54212018000200010](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212018000200010)
- Disasters: Chemical Accidents and Spills*. (2015). Obtenido de Pollution issues: <http://www.pollutionissues.com/Co-Ea/Disasters-Chemical-Accidents-and-Spills.html>

- Driscoll, C. T., Driscoll, K., Mitchell, M. J., & Raynal, D. J. (2003). Effects of acidic deposition on forest and aquatic ecosystems in New York State. *Environmental Pollution*(123), 327-336. doi:doi:10.1016/S0269-7491(03)00019-8
- El País. (28 de 03 de 2012). Emergencia en un colegio de Cali por derrame de ácido sulfúrico. *El País*. Obtenido de <https://www.elpais.com.co/cal/emergencia-en-un-colegio-de-por-derrame-de-acido-sulfurico.html>
- El País. (18 de 01 de 2013). Van once accidentes con sustancias peligrosas en Cali este 2013. *El País*. Obtenido de <https://www.elpais.com.co/cal/van-once-accidentes-con-sustancias-peligrosas-en-este-2013.html>
- Feszterova, M., & Jomova, K. (05 de feb de 2015). Character of Innovations in Environmental Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 197, 1697-1702. doi:doi: 10.1016/j.sbspro.2015.07.222
- Ficha de datos de seguridad: Hipoclorito de sodio al 13%*. (2018). Obtenido de Brinsa: <http://www.brinsaquimica.com.co/wp-content/uploads/2018/07/6.Ficha-de-Seguridad-Hipoclorito-de-Sodio.pdf>
- Figuroa, M., & Guzmán, R. (2001). *Química*. Firms Press. Obtenido de ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral-proquest-com.bdigital.sena.edu.co/lib/senavirtualsp/detail.action?docID=3186869>.
- Filler, D., & Barnes, D. L. (2003). Technical Procedures for Recovery and Evaluation of Chemical Spills on Tundra. *Cold Regions Science and Technology*, 37(2), 121-135. doi:DOI: 10.1016/S0165-232X(03)00003-X
- Fingas, M. (2001). Development of a chemical spill priority list for environment Canada. *Spill Technology Newsletter*(26), 1-12.
- Freeman, H. M. (1998). *Manual de prevención de la contaminación industrial*. New York: McGraw Hill.
- French-McCay, D., Whittier, N., & Payne, J. (2008). Evaluating chemical spill risks to aquatic biota using Modeling. *Proceedings of the 31st AMOP Technical Seminar on Environmental Contamination and Response*, (págs. 243-272). Calgary: Canadá.

- García López, J. L. (1999). *Plan de emergencia contra derrames y fugas de productos químicos peligrosos*. Obtenido de MAPFRE Seguridad:  
[http://www.ecosmep.com/adr/partesaccidentes/Plan\\_de\\_emergencias\\_contra\\_derrames\\_y\\_fugas\\_de\\_productos\\_quimicos\\_peligrosos.pdf](http://www.ecosmep.com/adr/partesaccidentes/Plan_de_emergencias_contra_derrames_y_fugas_de_productos_quimicos_peligrosos.pdf)
- Gil Agudelo, D., Nieto Bernal, R., Ibarra Mojica, D., Guevera Vargas, A. M., & Gundlach, E. (2015). Environmental sensitivity index for oil spills in marine and coastal areas in Colombia. *CT&F - Ciencia, Tecnología y Futuro*, 1(6), 17-28. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-53832015000100002&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-53832015000100002&lng=en&tlng=en).
- Globally harmonized system of classification and labelling of chemicals (GHS)*. (2011). Obtenido de United Nations Economic Commission for Europe:  
[https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/ghs/ghs\\_rev04/English/S-T-SG-AC10-30-Rev4e.pdf](https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/ghs/ghs_rev04/English/S-T-SG-AC10-30-Rev4e.pdf)
- Grainger Inc. (2015). *Neutralizing Acids and Bases: quick tips # 148*. Obtenido de Grainger. Quick tips: <https://www.grainger.com/content/qt-148-acids-bases>
- Granse, A., & Führs, H. (jul de 2013). Magnesium mobility in soils as a challenge for soil and plant analysis, magnesium fertilization and root uptake under adverse growth conditions. *Plant and soil*, 368(1-2), 5-21. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s11104-012-1567-y>
- Gubela, H.-E. (1988). *USA Patente n° 4.769.084*.
- Harper, H., Gross, P. L., Jacob, M., Mayes, P. A., Murray, R. K., & Varghese, J. (2016). *Harper: bioquímica ilustrada (30 ed.)*. México: Mc Graw-Hill Interamericana. Obtenido de Mc Graw-Hill: <https://www.uco.es/dptos/bioquimica-biol-mol/pdfs/06%20pH%20AMORTIGUADORES.pdf>
- Hermans, C., Conn, S., Chen, J., Xiao, Q., & Verbruggen, N. (2013). An update on magnesium homeostasis mechanisms. *Metallomics: integrated biometal science in plants*, 5, 1170-1183. doi:DOI: 10.1039/c3mt20223b

- Hoja de datos de seguridad: cloruro férrico 96%*. (2014). Obtenido de GTM. Grupo Transmerquim:  
<http://www.gtm.net/images/industrial/c/CLORURO%20FERRICO.pdf>
- Ize Lema, I. (2003). La evaluación de riesgo por sustancias tóxicas. *Gaceta ecológica*(69), 45-56. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/539/53906903.pdf>
- Jiménez, J. (20 de 02 de 2013). *¿Cuál es la misión de la EPA? [Blog]*. Obtenido de The EPA Blog: <https://blog.epa.gov/2013/02/20/cual-es-la-mision-de-la-epa/>
- Johnson, E. R. (1989). *USA Patente n° 4.840.734*.
- Koner, S. (2017). Need For And Importance Of Environmental Education. *International Journal Of Applied Research & Studies*, 2(2), 198-199. Obtenido de <https://zenodo.org/record/1039817#.XJ95fVUzaUk>
- La formación profesional y la productividad*. (2008). Obtenido de OIT/Cintefor:  
[https://www.oitcinterfor.org/sites/default/files/file\\_publicacion/product.pdf](https://www.oitcinterfor.org/sites/default/files/file_publicacion/product.pdf)
- Lab safety supply. (2009). *How to Neutralize Chemical Spills*. Obtenido de Lab Manager:  
<https://www.labmanager.com/lab-health-and-safety/2009/04/how-to-neutralize-chemical-spills#.W9o5WNVKiUk>
- Ley 430 de 1998. (16 de Enero de 1998). *Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones*. Bogotá, Colombia. Obtenido de [http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0430\\_1998.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0430_1998.html)
- Ley 55 de 1993. (02 de julio de 1993). *Por medio de la cual se aprueba el "Convenio número 170 y la Recomendación número 177 sobre la Seguridad en la Utilización de los Productos Químicos en el Trabajo", adoptados por la 77a. Reunión de la Conferencia General de la OIT, Ginebra*. Bogotá, Colombia: Diario Oficial 40.936. Obtenido de [http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0055\\_1993.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0055_1993.html)
- Li, J., & Tarng, M.-R. (2009). *USA Patente n° 11/888.007*.

- Mandel, F. S., Engman, J. A., Whiting, W. R., & Nicol, J. (1989). *USA Patente n° 4.865.761*.
- Martinez Barrera, F. (2009). Formación integral: compromiso de todo proceso educativo. *Revista Docencia Universitaria*, 10(1), 123-135. Obtenido de <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistadocencia/article/view/1393>
- Mendoza Belio, M. (2011). Prevención de riesgos en el manejo de sustancias químicas. *Técnica industrial*(296), 62-70. Obtenido de <https://www.revistavirtualpro.com/revista/manejo-de-materiales-y-sustancias-peligrosas/16#560>
- Merck. (14 de ago de 2015). *Ácido clorhídrico SDS: ficha de datos de seguridad de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006*. Obtenido de Merckmillipore: [http://www.merckmillipore.com/Web-CO-Site/es\\_ES/-/COP/ProcessMSDS-Start?PlainSKU=MDA\\_CHEM-113136&Origin=SERP](http://www.merckmillipore.com/Web-CO-Site/es_ES/-/COP/ProcessMSDS-Start?PlainSKU=MDA_CHEM-113136&Origin=SERP)
- Merck. (31 de jul de 2017). *Sodio hidróxido en lentejas SDS: ficha de datos de seguridad de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006*. Obtenido de Merckmillipore: [http://www.merckmillipore.com/Web-CO-Site/es\\_ES/-/COP/ProcessMSDS-Start?PlainSKU=MDA\\_CHEM-106482&Origin=PDP](http://www.merckmillipore.com/Web-CO-Site/es_ES/-/COP/ProcessMSDS-Start?PlainSKU=MDA_CHEM-106482&Origin=PDP)
- Meyer, E. (1999). *Chemistry of Hazardous Materials*. New York: Prentice Hall.
- Minister of Education. Department of Education and Training Curriculum. (2001). *Environmental Education Policy for Schools*. Obtenido de NSW Government: <https://education.nsw.gov.au/policy-library/associated-documents/environmental-education-policy-for-schools-guidelines.pdf>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y ONU. (2012). *Perfil nacional de sustancias químicas en Colombia*. Obtenido de Ministerio de ambiente: [http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias\\_qu%C3%ADmicas\\_y\\_residuos\\_peligrosos/Perfil\\_Nacional\\_de\\_Sustancias\\_Quimicas\\_en\\_Colombia\\_2012.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias_qu%C3%ADmicas_y_residuos_peligrosos/Perfil_Nacional_de_Sustancias_Quimicas_en_Colombia_2012.pdf)

- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y Consejo Colombiano de Seguridad. (2003). *Guías ambientales de almacenamiento y transporte por carretera de sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos*. Obtenido de Minambiente:  
[http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias\\_qu%C3%ADmicas\\_y\\_residuos\\_peligrosos/guias\\_ambientales\\_almacenamiento\\_transp\\_x\\_carretera\\_sust\\_quim\\_res\\_pelig.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias_qu%C3%ADmicas_y_residuos_peligrosos/guias_ambientales_almacenamiento_transp_x_carretera_sust_quim_res_pelig.pdf)
- Ministerio de Educación Superior. (2015). *Sustancias químicas y peligrosas*. La Habana: Editorial Universitaria Felix Varela. Obtenido de <https://ebookcentral-proquest-com.bdigital.sena.edu.co/lib/senavirtualsp/detail.action?docID=3229390&query=clasificacion+sustancias+quimicas+peligrosas>
- Ministerio de Salud. (2010). *Manual de Gestión integral de residuos*. Obtenido de Ministerio de Salud:  
<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/IA/INS/manual-gestion-integral-residuos.pdf>
- Ministerio de transporte. (1991). *Documentos: Planilla para el Transporte de Sustancias Químicas de Uso Restringido*. Obtenido de Ministerio de Transporte:  
<https://www.mintransporte.gov.co/descargar.php?id=2512>
- Morris, C. H., & Cook, J. K. (1994). *USA Patente n° 5.342.543*.
- National Fire Protection Association - NFPA. (2012). *NFPA 704: Standard System for the Identification of the Hazards of Materials for Emergency Response*. Quincy, Massachusetts, USA: NFPA.
- Nicolopoulou-Stamati, P., Mipas, S., Kotampasi, C., Stamatis, P., & Hens, L. (18 de julio de 2016). Chemical Pesticides and Human Health: The Urgent Need for a New Concept in Agriculture. *Frontiers in Public Health*, 4, 1-8.  
doi:<https://doi.org/10.3389/fpubh.2016.00148>
- Noticias RCN. (31 de 01 de 2016). Derrame de químico mantiene cerrado un tramo de la vía Ibagué - Cajamarca. Ibagué, Tolima, Colombia. Obtenido de

<https://noticias.canalrcn.com/nacional-regiones-centro/derrame-quimico-mantiene-cerrado-un-tramo-ibague-cajamarca>

Organización de las Naciones Unidas, ONU. (2011). *Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals, GHS*. Obtenido de Unece: [https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/ghs/ghs\\_rev04/English/S-T-SG-AC10-30-](https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/ghs/ghs_rev04/English/S-T-SG-AC10-30-)

Organización de las Naciones Unidas, ONU. (2012). *Foro mundial para la armonización de la reglamentación sobre vehículos (WP.29). funcionamiento, participación*. Obtenido de United Nations Economic Commission for Europe: [https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29pub/WP29\\_Blue\\_Book\\_2012-1s\\_01.pdf](https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29pub/WP29_Blue_Book_2012-1s_01.pdf)

Organización Mundial de la Salud, OMS. (16 de 06 de 2006). *La exposición a riesgos ambientales provoca casi una cuarta parte de las enfermedades*. Obtenido de OMS. Centro de Prensa: <https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2006/pr32/es/>

Ortega Mora, A. R. (2016). *Evolución de la educación ambiental como fundamento de la política nacional de educación ambiental, desde la gestión territorial, en instituciones educativas públicas en Soledad, Atlántico, Colombia [Tesis de maestría]*. Manizales: Universidad de Manizales. Obtenido de <http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/2852/Evoluci%C3%B3n%20de%20la%20educaci%C3%B3n%20ambiental.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Palm, S. K., Smith, T. R., Shiu, J. C., & Roulston, J. S. (2004). *USA Patente n° 10/675.812*.

Peña, C. E., Carter, D. E., & Ayala-Fierro, F. (2001). *Toxicología ambiental: evaluación de riesgos y restauración ambiental*. Arizona: Universidad de Arizona. Obtenido de <http://www.ingenieroambiental.com/informes2/toxamb.pdf>

*Perfil nacional de sustancias químicas en Colombia*. (2017). Obtenido de Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible:

[http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias\\_qu%C3%ADmicas\\_y\\_residuos\\_peligrosos/Perfil\\_Nacional\\_de\\_Sustancias\\_Quimicas\\_en\\_Colombia\\_Vol\\_II\\_-2017.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias_qu%C3%ADmicas_y_residuos_peligrosos/Perfil_Nacional_de_Sustancias_Quimicas_en_Colombia_Vol_II_-2017.pdf)

Pita-Morales, L. A. (2016). Línea de tiempo: educación ambiental en Colombia. *Revista Práxis*, 12(Ene-Dic.), 118-125. doi:<http://dx.doi.org/10.21676/23897856.1853>

PNUMA, OIT, OMS. (1998). *Accidentes químicos: aspectos relativos a la salud. Guía para la preparación y respuesta*. Washington: OPS. Obtenido de [http://www.saludydesastres.info/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=292&Itemid=](http://www.saludydesastres.info/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=292&Itemid=)

RCN Radio. (27 de 01 de 2017). Emergencia ambiental en Guaduas por derrame de Ácido Nítrico. Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://www.rcnradio.com/colombia/region-central/emergencia-ambiental-guaduas-derrame-acido-nitrico>

Resolución 009 del 24 de junio de 2009. Por medio de la cual se subroga la Resolución número 019 de 30 de octubre de 2008. (2009). Obtenido de <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Resolucion/30034018>

Resolución 631 de 2015 [Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible]. (17 de marzo de 2015). *Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Obtenido de [https://docs.supersalud.gov.co/PortalWeb/Juridica/OtraNormativa/R\\_MADS\\_0631\\_2015.pdf](https://docs.supersalud.gov.co/PortalWeb/Juridica/OtraNormativa/R_MADS_0631_2015.pdf)

Rotterdam Convention. (2008). *Overview: panorama general del Convenio de Rotterdam*. Obtenido de Rotterdam Convention: [http://www.pic.int/Portals/5/ResourceKit/A\\_General%20information/b.Overview/OVERVIEW\\_Sp09.pdf](http://www.pic.int/Portals/5/ResourceKit/A_General%20information/b.Overview/OVERVIEW_Sp09.pdf)

- Sarmiento Ortíz, M. R., Ortíz Espinoza, E., & Álvarez Rosas, J. (2003). Emergencias ambientales asociadas a sustancias químicas en México. *Gaceta ecológica, enero-mar(66)*, 54-63. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53906605>
- Schwalfenberg, G. K. (2011). The Alkaline Diet: Is There Evidence That an Alkaline pH Diet Benefits Health? *Journal of environmental and public health*, 2012(727630). doi:doi:10.1155/2012/727630
- Scodelaro, F. (05 de 01 de 2015). *Los 9 peores desastres de la industria química*. Obtenido de Ingeniería química: <http://www.ingenieriaquimica.org/articulos/peores-desastres-industria-quimica>
- Seidenberger, J. W. (1978). *USA Patente n° 4.105.576*.
- SENA. (2013). *Base teórica conceptual para la elaboración de la planeación pedagógica*. Obtenido de [http://rvcmar.org/otros/guias\\_aprendizaje/3\\_BASE\\_TEORICONCEP\\_PLANEA\\_PEDAGOGICA.pdf](http://rvcmar.org/otros/guias_aprendizaje/3_BASE_TEORICONCEP_PLANEA_PEDAGOGICA.pdf)
- SENA. (marzo de 2013). Orientaciones para la elaboración de guías de aprendizaje de los proyectos formativos. Bogotá, Colombia: SENA.
- SENA. (2013). Procedimiento para la ejecución de la formación profesional integral en el SENA. Bogotá, Colombia: SENA. Obtenido de SENA.
- Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA. (2012). *Modelo pedagógico de la Formación Profesional Integral*. Obtenido de [http://rvcmar.org/edt\\_modelo\\_pedag\\_sena/modelo%20pedag%20de%20la%20fpi%20sena.pdf](http://rvcmar.org/edt_modelo_pedag_sena/modelo%20pedag%20de%20la%20fpi%20sena.pdf)
- Seth, R., & Mackay, D. (1999). Do toxic chemical spills contribute significantly to human and environmental exposure in Canada? *Spill Technology Newsletter*, 24(1-2), 1-9.
- Sivaprakash, P., Joseph, S., & Karthikeyan, L. M. (2014). A Study on Handling of Hazardous Chemicals in Engineering Industries. *APCBEE Procedia*(9), 187-191. doi:doi:10.1016/j.apcbee.2014.01.033

- Thompson, L. A., & Darwish, W. S. (2019). Environmental Chemical Contaminants in Food: Review of a Global Problem. *Journal of Toxicology*, 2019, 1-14.  
doi:<https://doi.org/10.1155/2019/2345283>
- United States Department of Labor. (2015). *Recommended Practices for Safety and Health Programs*. Obtenido de United States Department of Labor. Occupational Safety and Health Administration: <https://www.osha.gov/shpguidelines/>
- Walker, C., Sibly, R., Hopkin, S., & Peakall, D. (2012). *Principles of Ecotoxicology*. CRC Press.
- Walker, R. B., Walker, H. M., & Ashworth, P. (1995). Calcium-Magnesium nutrition with special reference to serpentine soils. *Plant physiology*, 30(3), 214-221. doi:DOI: <https://doi.org/10.1104/pp.30.3.214>
- World health Organization. (2007). *World health report, 2007*. Obtenido de OMS: [http://www.who.int/whr/2007/media\\_centre/07\\_chap2\\_fig04\\_es.pdf](http://www.who.int/whr/2007/media_centre/07_chap2_fig04_es.pdf)
- Zabala G., I., & García, M. (ene de 2008). Historia de la Educación Ambiental desde su discusión y análisis en los congresos internacionales. *Revista de Investigación*, 32(63), 201-218. Obtenido de [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1010-29142008000100011](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142008000100011)
- Zagal, J. (1996). Método de evaluación de riesgos en accidentes químicos. *Memoria del simposio regional sobre preparativos para emergencias y desastres químicos: Un reto para el siglo XXI*. México: Cepis-OPS. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/tutorial/fulltex/evalua.html>

## Anexos

Anexo 1: Ficha de seguridad HCl

Anexo 2: Ficha de seguridad NaOH

Anexo 3: Ficha de seguridad MgSO<sub>4</sub>

Anexo 4: Ficha de seguridad MgO

Anexo 5: Ficha de seguridad FeCl<sub>3</sub>

Anexo 6: Ficha de seguridad NaClO

Anexo 7: Formato entrevista

Anexo 8: Documento guía

Anexo 9: Cuestionario de derrames

Anexo 10: Lista de chequeo para documento guía

Anexo 11: Procedimiento antiderrames

Anexo 12: Lista de chequeo Procedimiento antiderrames

**FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD**  
de acuerdo el Reglamento (CE) No. 1907/2006

Fecha de revisión 14.08.2015

Versión 1.2

**SECCIÓN 1. Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa****1.1 Identificador del producto**

Artículo número	113136
Denominación	Ácido clorhídrico c(HCl) = 0.357 mol/l (1/2.8 N) Titripur®
Número de registro REACH	Este producto es una mezcla. Número de registro REACH véase sección 3.

**1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados**

Usos identificados	Análisis químico Para informaciones adicionales a usos refiérase al portal Merck Chemicals ( <a href="http://www.merckgroup.com">www.merckgroup.com</a> ; for USA/Canada <a href="http://www.emdgroup.com">www.emdgroup.com</a> ).
--------------------	---

**1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad**

Compañía	Merck KGaA * 64271 Darmstadt * Alemania * Tel: +49 6151 72-0
Departamento Responsable	manuel.caceres@merckgroup.com; Tel: 4254770 Ext. 5301
Representante regional	Merck S.A. Calle 10 No. 65-28 Bogotá D.C. Colombia
	Tel: 4254747 Fax: 4255407

<b>1.4 Teléfono de emergencia</b>	Línea Salvavidas SISTEMA-SURA 018000941414 018000511414 4055911
-----------------------------------	--

**SECCIÓN 2. Identificación de los peligros****2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla****Clasificación (REGLAMENTO (CE) No 1272/2008)**

Corrosivos para los metales, Categoría 1, H290

Para el texto integro de las Declaraciones-H mencionadas en esta sección, véase la Sección 16.

**Clasificación (67/548/CEE o 1999/45/CE)** Conforme a las directrices de la CE o las leyes nacionales respectivas, el producto no necesita ser ni clasificado, ni etiquetado.**2.2 Elementos de la etiqueta****Etiquetado (REGLAMENTO (CE) No 1272/2008)***Pictogramas de peligro*

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD  
de acuerdo el Reglamento (CE) No. 1907/2006

Artículo número 113136  
Denominación Ácido clorhídrico c(HCl) = 0.357 mol/l (1/2.8 N) Titripur®

---

*Palabra de advertencia*  
Atención

*Indicaciones de peligro*  
H290 Puede ser corrosivo para los metales.

**2.3 Otros peligros**  
Ninguno conocido.

---

**SECCIÓN 3. Composición/información sobre los componentes**

Naturaleza química Solución acuosa

**3.1 Sustancia**  
No aplicable

**3.2 Mezcla**

**Componentes peligrosos (REGLAMENTO (CE) No 1272/2008)**

*Nombre químico (Concentración)*

No. CAS Número de registro Clasificación

Ácido clorhídrico ( $\geq 1\%$  -  $< 5\%$ )

*La sustancia no cumple los criterios de PBT o mPmB según el Reglamento (CE) núm. 1907/2006, anexo XIII.*

7647-01-0 \*)

Corrosivos para los metales, Categoría 1, H290  
Corrosión cutáneas, Categoría 1B, H314  
Toxicidad específica en determinados órganos - exposición  
única, Categoría 3, H335

\*) No hay disponible un número de registro para esta sustancia, ya que la sustancia o su uso están exentos del registro; según el artículo 2 del Reglamento REACH (CE) núm. 1097/2006, el tonelaje anual no requiere registro o dicho registro está previsto para una fecha posterior.

Para el texto íntegro de las Declaraciones-H mencionadas en esta sección, véase la Sección 16.

**Componentes peligrosos (1999/45/CE)**

*Nombre químico (Concentración)*

No. CAS Clasificación

Ácido clorhídrico ( $\geq 1\%$  -  $< 5\%$ )

7647-01-0 C, Corrosivo; R34  
Xi, Irritante; R37

El texto completo de las frases R mencionadas en esta sección, se indica en la Sección 16.

---

**SECCIÓN 4. Primeros auxilios**

**4.1 Descripción de los primeros auxilios**

Tras inhalación: aire fresco.

En caso de contacto con la piel: Quitar inmediatamente todas las prendas contaminadas.  
Aclararse la piel con agua/ducharse.

Tras contacto con los ojos: aclarar con abundante agua. Consultar al oftalmólogo.

Tras ingestión: hacer beber agua (máximo 2 vasos), en caso de malestar consultar al médico.

**4.2 Principales síntomas y efectos, agudos y retardados**

---

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD  
de acuerdo el Reglamento (CE) No. 1907/2006

Artículo número	113136
Denominación	Ácido clorhídrico c(HCl) = 0.357 mol/l (1/2.8 N) Titripur®

---

efectos irritantes

**4.3 Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente**

No hay información disponible.

---

**SECCIÓN 5. Medidas de lucha contra incendios**

**5.1 Medios de extinción**

*Medios de extinción apropiados*

Usar medidas de extinción que sean apropiadas a las circunstancias del local y a sus alrededores.

*Medios de extinción no apropiados*

No existen limitaciones de agentes extinguidores para esta sustancia/mezcla.

**5.2 Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla**

No combustible.

Posibilidad de formación de vapores peligrosos por incendio en el entorno.

El fuego puede provocar emanaciones de:

Gas cloruro de hidrógeno

**5.3 Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios**

*Equipo de protección especial para el personal de lucha contra incendios*

Permanencia en el área de riesgo sólo con sistemas de respiración artificiales e independientes del ambiente. Protección de la piel mediante observación de una distancia de seguridad y uso de ropa protectora adecuada.

*Otros datos*

Reprimir los gases/vapores/neblinas con agua pulverizada. Impedir la contaminación de las aguas superficiales o subterráneas por el agua que ha servido a la extinción de incendios.

---

**SECCIÓN 6. Medidas en caso de vertido accidental**

**6.1 Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia**

Indicaciones para el personal que no forma parte de los servicios de emergencia: Evitar el contacto con la sustancia. No respirar los vapores, aerosoles. Evacúe el área de peligro, respete los procedimientos de emergencia, consulte con expertos.

Consejos para el personal de emergencia: Equipo protector véase sección 8.

**6.2 Precauciones relativas al medio ambiente**

No tirar los residuos por el desagüe.

**6.3 Métodos y material de contención y de limpieza**

Cubra las alcantarillas. Recoja, una y aspire los derrames.

Observe posibles restricciones de materiales (véanse indicaciones en las secciones 7 o 10).

Recoger con material absorbente de líquidos y neutralizante, p. ej. con Chemizorb® H<sup>+</sup> (art. Merck 101595). Proceder a la eliminación de los residuos. Aclarar.

**6.4 Referencia a otras secciones**

Para indicaciones sobre el tratamiento de residuos, véase sección 13.

---

**SECCIÓN 7. Manipulación y almacenamiento**

**7.1 Precauciones para una manipulación segura**

---

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD  
de acuerdo el Reglamento (CE) No. 1907/2006

Artículo número 113136  
Denominación Ácido clorhídrico c(HCl) = 0.357 mol/l (1/2.8 N) Titripur®

---

*Consejos para una manipulación segura*

Observar las indicaciones de la etiqueta.

No almacenable ilimitadamente.

*Medidas de higiene*

Sustituir la ropa contaminada. Es recomendable una protección preventiva de la piel. Lavar las manos al término del trabajo.

**7.2 Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades**

*Exigencias técnicas para almacenes y recipientes*

No usar recipientes metálicos.

*Condiciones de almacenamiento*

Bien cerrado.

Temperatura de almacenaje recomendada indicada en la etiqueta del producto.

**7.3 Usos específicos finales**

Fuera de los usos indicados en la sección 1.2 no se previenen aplicaciones finales adicionales.

---

**SECCIÓN 8. Controles de exposición/protección individual**

**8.1 Parámetros de control**

*Ácido clorhídrico (7647-01-0)*

CO OEL Valor techo 2 ppm

**8.2 Controles de la exposición**

**Disposiciones de ingeniería**

Medidas técnicas y observación de métodos adecuados de trabajo tienen prioridad ante el uso de equipos de protección personal.

Véase sección 7.1.

**Medidas de protección individual**

Los tipos de auxiliares para protección del cuerpo deben elegirse específicamente según el puesto de trabajo en función de la concentración y cantidad de la sustancia peligrosa. Debería aclararse con el suministrador la estabilidad de los medios protectores frente a los productos químicos.

*Protección de los ojos / la cara*

Gafas de seguridad

*Protección de las manos*

Sumerción:

Material del guante:	Caucho nitrilo
Espesor del guante:	0,11 mm
tiempo de penetración:	> 480 min

Salpicaduras:

Material del guante:	Caucho nitrilo
Espesor del guante:	0,11 mm
tiempo de penetración:	> 480 min

Los guantes de protección indicados deben cumplir con las especificaciones de la Directiva 89/686/EEC y con su norma resultante EN374, por ejemplo KCL 741 Dermatrill® L (Sumerción), KCL 741 Dermatrill® L (Salpicaduras).

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD  
de acuerdo el Reglamento (CE) No. 1907/2006

Artículo número 113136  
Denominación Ácido clorhídrico c(HCl) = 0.357 mol/l (1/2.8 N) Titripur®

---

Los tiempos de ruptura mencionados anteriormente han sido determinados con muestras de material de los tipos de guantes recomendados en mediciones de laboratorio de KCL según EN374.

Esta recomendación solo es válida para el producto mencionado en la ficha de datos de seguridad, suministrado por nosotros y para el fin indicado. Al disolver o mezclar en otras sustancias y cuando las condiciones difieran de las indicadas en EN374, debe dirigirse al suministrador de guantes con distintivo CE (por ejem. KCL GmbH, D-36124 Eichenzell, Internet: [www.kcl.de](http://www.kcl.de))

*Otras medidas de protección*  
prendas de protección

*Protección respiratoria*

necesaria en presencia de vapores/aerosoles.

Tipo de Filtro recomendado: Filtro E-(P2)

El empresario debe garantizar que el mantenimiento, la limpieza y la prueba técnica de los protectores respiratorios se hagan según las instrucciones del productor de las mismas. Estas medidas deben ser documentadas debidamente.

**Controles de exposición medioambiental**

No tirar los residuos por el desagüe.

---

**SECCIÓN 9. Propiedades físicas y químicas**

**9.1 Información sobre propiedades físicas y químicas básicas**

Forma	líquido
Color	incolore
Olor	inodoro
Umbral olfativo	No hay información disponible.
pH	aprox. 1,2 a 20 °C
Punto de fusión	No hay información disponible.
Punto de ebullición	No hay información disponible.
Punto de inflamación	No hay información disponible.
Tasa de evaporación	No hay información disponible.
Inflamabilidad (sólido, gas)	No hay información disponible.
Límite de explosión, inferior	No hay información disponible.
Límite de explosión, superior	No hay información disponible.
Presión de vapor	No hay información disponible.
Densidad relativa del vapor	No hay información disponible.

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD  
de acuerdo el Reglamento (CE) No. 1907/2006

Artículo número 113136  
Denominación Ácido clorhídrico c(HCl) = 0.357 mol/l (1/2.8 N) Titripur®

---

Densidad	aprox.1,01 g/cm <sup>3</sup> a 20 °C
Densidad relativa	No hay información disponible.
Solubilidad en agua	a 20 °C soluble
Coefficiente de reparto n- octanol/agua	No hay información disponible.
Temperatura de auto- inflamación	No hay información disponible.
Temperatura de descomposición	No hay información disponible.
Viscosidad, dinámica	No hay información disponible.
Propiedades explosivas	No clasificado/a como explosivo/a.
Propiedades comburentes	ningún
<b>9.2 Otros datos</b>	
Temperatura de ignición	No aplicable
Corrosión	Puede ser corrosivo para los metales.

---

## SECCIÓN 10. Estabilidad y reactividad

### 10.1 Reactividad

Véase sección 10.3

### 10.2 Estabilidad química

El producto es químicamente estable bajo condiciones normales (a temperatura ambiental).

### 10.3 Posibilidad de reacciones peligrosas

Desprendimiento de gases o vapores peligrosos con:

Metales

Posibles reacciones violentas con:

Los reaccionantes con agua habituales.

### 10.4 Condiciones que deben evitarse

información no disponible

### 10.5 Materiales incompatibles

Metales, aleaciones metálicas

### 10.6 Productos de descomposición peligrosos

en caso de incendio: véase sección 5.

---

## SECCIÓN 11. Información toxicológica

### 11.1 Información sobre los efectos toxicológicos

Mezcla

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD  
de acuerdo el Reglamento (CE) No. 1907/2006

Artículo número 113136  
Denominación Ácido clorhídrico c(HCl) = 0.357 mol/l (1/2.8 N) Titripur®

---

*Toxicidad oral aguda*

Esta información no está disponible.

*Toxicidad aguda por inhalación*

Esta información no está disponible.

*Toxicidad cutánea aguda*

Esta información no está disponible.

*Irritación de la piel*

Consecuencias posibles: ligera irritación

*Irritación ocular*

Consecuencias posibles: ligera irritación

*Sensibilización*

Esta información no está disponible.

*Mutagenicidad en células germinales*

Esta información no está disponible.

*Carcinogenicidad*

Esta información no está disponible.

*Toxicidad para la reproducción*

Esta información no está disponible.

*Teratogenicidad*

Esta información no está disponible.

*Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única*

La sustancia o mezcla no se clasifica como tóxica específica de órganos diana, exposición única.

*Toxicidad específica en determinados órganos - exposiciones repetidas*

La sustancia o mezcla no se clasifica como tóxica específica de órganos diana, exposición repetida.

*Peligro de aspiración*

Los datos disponibles no permiten efectuar una clasificación.

## 11.2 Otros datos

Los riesgos son improbables con manejo adecuado.

Manipular con las precauciones de higiene industrial adecuadas, y respetar las prácticas de seguridad.

## Componentes

### *Ácido clorhídrico*

*Irritación de la piel*

Conejo

Resultado: Corrosivo

Directrices de ensayo 404 del OECD

*Irritación ocular*

Conejo

Resultado: Efectos irreversibles en los ojos

Directrices de ensayo 405 del OECD

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD  
de acuerdo el Reglamento (CE) No. 1907/2006

Artículo número 113136  
Denominación Ácido clorhídrico c(HCl) = 0.357 mol/l (1/2.8 N) Titripur®

---

*Sensibilización*

Prueba de Maximización (GPMT) Conejillo de indias

Resultado: No provoca sensibilización a la piel.

Método: Directrices de ensayo 406 del OECD

---

**SECCIÓN 12. Información ecológica**

**Mezcla**

**12.1 Toxicidad**

No hay información disponible.

**12.2 Persistencia y degradabilidad**

No hay información disponible.

**12.3 Potencial de bioacumulación**

No hay información disponible.

**12.4 Movilidad en el suelo**

No hay información disponible.

**12.5 Resultados de la valoración PBT y mPmB**

La(s) sustancia(s) en la mezcla no cumplen los criterios de PBT o mPmB según el Reglamento (CE) núm. 1907/2006, anexo XIII.

**12.6 Otros efectos adversos**

*Información ecológica complementaria*

Manteniendo las condiciones adecuadas de manejo no deben esperarse problemas ecológicos.

**Componentes**

*Ácido clorhídrico*

La sustancia no cumple los criterios de PBT o mPmB según el Reglamento (CE) núm. 1907/2006, anexo XIII.

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD  
de acuerdo el Reglamento (CE) No. 1907/2006

Artículo número 113136  
Denominación Ácido clorhídrico c(HCl) = 0.357 mol/l (1/2.8 N) Titripur®

---

---

**SECCIÓN 13. Consideraciones relativas a la eliminación**

*Métodos para el tratamiento de residuos*

Los residuos deben eliminarse de acuerdo con normativas locales o nacionales. Deje los productos químicos en sus recipientes originales. No los mezcle con otros residuos. Maneje los recipientes sucios como el propio producto.

Consulte en [www.retrologistik.com](http://www.retrologistik.com) sobre procesos relativos a la devolución de productos químicos o recipientes, o contáctenos si tiene más preguntas.

---

**SECCIÓN 14. Información relativa al transporte**

**Transporte por carretera (ADR/RID)**

14.1 Número ONU	UN 1789
14.2 Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas	Ácido clorhídrico
14.3 Clase	8
14.4 Grupo de embalaje	III
14.5 Peligrosas ambientalmente	--
14.6 Precauciones particulares para los usuarios	si
Código de restricciones en túneles	E

**Transporte fluvial (ADN)**

No relevante

**Transporte aéreo (IATA)**

14.1 Número ONU	UN 1789
14.2 Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas	HYDROCHLORIC ACID
14.3 Clase	8
14.4 Grupo de embalaje	III
14.5 Peligrosas ambientalmente	--
14.6 Precauciones particulares para los usuarios	no

**Transporte marítimo (IMDG)**

14.1 Número ONU	UN 1789
14.2 Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas	HYDROCHLORIC ACID
14.3 Clase	8
14.4 Grupo de embalaje	III
14.5 Peligrosas ambientalmente	--
14.6 Precauciones particulares para los usuarios	si
EmS	F-A S-B

---

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD  
de acuerdo el Reglamento (CE) No. 1907/2006

Artículo número 113136  
Denominación Ácido clorhídrico c(HCl) = 0.357 mol/l (1/2.8 N) Titripur®

---

**14.7 Transporte a granel con arreglo al anexo II del Convenio Marpol 73/78 y del Código IBC**  
No relevante

---

**SECCIÓN 15. Información reglamentaria**

**15.1 Reglamentación y legislación en materia de seguridad, salud y medio ambiente específicas para la sustancia o la mezcla**

*Disposiciones legales de la CE*

Restricciones profesionales Tomar nota de la Directiva 94/33/CEE sobre la protección laboral de los jóvenes.

*Legislación nacional*

Clase de almacenamiento 8B

**15.2 Evaluación de la seguridad química**

Para éste producto no se realizo una valoración de la seguridad química.

---

**SECCIÓN 16. Otra información**

**Texto íntegro de las Declaraciones-H referidas en las secciones 2 y 3.**

H290 Puede ser corrosivo para los metales.  
H314 Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.  
H335 Puede irritar las vías respiratorias.

**El texto completo de las frases-R referidas en las secciones 2 y 3**

R34 Provoca quemaduras.  
R37 Irrita las vías respiratorias.

**Consejos relativos a la formación**

Debe disponer a los trabajadores la información y la formación práctica suficientes.

**Etiquetado**

*Pictogramas de peligro*



*Palabra de advertencia*

Atención

*Indicaciones de peligro*

H290 Puede ser corrosivo para los metales.

**Etiquetado (67/548/CEE o 1999/45/CE)**

El producto no necesita ser etiquetado de acuerdo con las directivas de la Comunidad Europea ó las respectivas leyes nacionales.

**Una explicación de las abreviaturas y los acrónimos utilizados en la ficha de datos de seguridad**

---

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD  
de acuerdo el Reglamento (CE) No. 1907/2006

Artículo número	113136
Denominación	Ácido clorhídrico c(HCl) = 0.357 mol/l (1/2.8 N) Titripur®

---

Puede consultar las abreviaturas y acrónimos utilizados en [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org).

---

*Los datos suministrados en ésta ficha de seguridad se basan a nuestro actual conocimiento. Describen tan sólo las medidas de seguridad en el manejo de éste producto y no representan una garantía sobre las propiedades descritas del mismo.*

## FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

Fecha de revisión 31.07.2017

Versión 2.6

---

### SECCIÓN 1. Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

#### 1.1 Identificador del producto

Artículo número	106482
Denominación	Sodio hidróxido en lentejas EMPROVE® ESSENTIAL Ph Eur,BP,FCC,JP,NF,E 524
Número de registro REACH	No hay disponible un número de registro para esta sustancia, ya que la sustancia o su uso están exentos del registro; según el artículo 2 del Reglamento REACH (CE) núm. 1097/2006, el tonelaje anual no requiere registro o dicho registro está previsto para una fecha posterior.
No. CAS	1310-73-2

#### 1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Usos identificados	Materia prima para cosméticos, Aditivo para alimentación, Industria farmacéutica y alimenticia Para informaciones adicionales a usos refiérase al portal Merck Chemicals ( <a href="http://www.merckgroup.com">www.merckgroup.com</a> ; for USA/Canada <a href="http://www.emdgroup.com">www.emdgroup.com</a> ).
--------------------	---

#### 1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Compañía	Merck KGaA * 64271 Darmstadt * Alemania * Tel: +49 6151 72-0
Departamento Responsable	manuel.caceres@merckgroup.com; Tel: 4254770 Ext. 5301
Representante regional	Merck S.A. Calle 10 No. 65-28 Bogotá D.C. Colombia  Telf: 4254747

# FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

Artículo número 106482  
Nombre del producto Sodio hidróxido en lentejas EMPROVE® ESSENTIAL Ph  
Eur,BP,FCC,JP,NF,E 524

---

Fax: 4255407

**1.4 Teléfono de emergencia** Línea Salvavidas CISTEMA-SURA  
018000941414  
018000511414  
4055911

---

## SECCIÓN 2. Identificación de los peligros

### 2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

#### Clasificación (REGLAMENTO (CE) No 1272/2008)

Corrosivos para los metales, Categoría 1, H290

Corrosión cutáneas, Categoría 1A, H314

Para el texto integro de las Declaraciones-H mencionadas en esta sección, véase la Sección 16.

### 2.2 Elementos de la etiqueta

#### Etiquetado (REGLAMENTO (CE) No 1272/2008)

##### *Pictogramas de peligro*



##### *Palabra de advertencia*

Peligro

##### *Indicaciones de peligro*

H290 Puede ser corrosivo para los metales.

H314 Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.

##### *Consejos de prudencia*

Prevención

# FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

Artículo número	106482
Nombre del producto	Sodio hidróxido en lentes EMPROVE® ESSENTIAL Ph Eur,BP,FCC,JP,NF,E 524

---

P280 Llevar guantes/ prendas/ gafas/ máscara de protección.

Intervención

P301 + P330 + P331 EN CASO DE INGESTIÓN: Enjuagarse la boca. NO provocar el vómito.

P305 + P351 + P338 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando.

P308 + P310 EN CASO DE exposición manifiesta o presunta: Llamar inmediatamente a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA o a un médico.

**Etiquetado reducido (≤125 ml)**

*Pictogramas de peligro*



*Palabra de advertencia*

Peligro

*Indicaciones de peligro*

H314 Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.

*Consejos de prudencia*

P280 Llevar guantes/ prendas/ gafas/ máscara de protección.

P301 + P330 + P331 EN CASO DE INGESTIÓN: Enjuagarse la boca. NO provocar el vómito.

P305 + P351 + P338 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando.

P308 + P310 EN CASO DE exposición manifiesta o presunta: Llamar inmediatamente a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA o a un médico.

Contiene: Sodio hidróxido

No. CAS 1310-73-2

## 2.3 Otros peligros

Ninguno conocido.

---

## SECCIÓN 3. Composición/información sobre los componentes

### 3.1 Sustancia

# FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

Artículo número	106482
Nombre del producto	Sodio hidróxido en lentejas EMPROVE® ESSENTIAL Ph Eur,BP,FCC,JP,NF,E 524

---

Formula	NaOH	HNaO (Hill)
No. CE	215-185-5	
Masa molar	40,00 g/mol	

## Componentes peligrosos (REGLAMENTO (CE) No 1272/2008)

*Nombre químico (Concentración)*

No. CAS	Número de registro	Clasificación
---------	--------------------	---------------

Sodio hidróxido (<= 100 % )

*PBT/vPvB: No aplicable para sustancias inorgánicas*

1310-73-2 \*)

Corrosivos para los metales, Categoría 1, H290

Corrosión cutáneas, Categoría 1A, H314

\*) No hay disponible un número de registro para esta sustancia, ya que la sustancia o su uso están exentos del registro; según el artículo 2 del Reglamento REACH (CE) núm. 1097/2006, el tonelaje anual no requiere registro o dicho registro está previsto para una fecha posterior.

Para el texto integro de las Declaraciones-H mencionadas en esta sección, véase la Sección 16.

### 3.2 Mezcla

No aplicable

---

## SECCIÓN 4. Primeros auxilios

### 4.1 Descripción de los primeros auxilios

*Recomendaciones generales*

El socorrista necesita protegerse a si mismo.

Tras inhalación: aire fresco. Llamar al médico.

En caso de contacto con la piel: Quitar inmediatamente todas las prendas contaminadas.

Aclararse la piel con agua/ducharse. Llame inmediatamente al médico.

Tras contacto con los ojos: aclarar con abundante agua. Llamar inmediatamente al oftalmólogo.

Retirar las lentillas.

# FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

Artículo número	106482
Nombre del producto	Sodio hidróxido en lentejas EMPROVE® ESSENTIAL Ph Eur,BP,FCC,JP,NF,E 524

---

Tras ingestión: hacer beber agua (máximo 2 vasos), evitar el vómito (¡peligro de perforación!).  
Llame inmediatamente al médico. No proceder a pruebas de neutralización.

## 4.2 Principales síntomas y efectos, agudos y retardados

¡Riesgo de ceguera!

Irritación y corrosión, Tos, Insuficiencia respiratoria, colapso, muerte

## 4.3 Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente

No hay información disponible.

---

## SECCIÓN 5. Medidas de lucha contra incendios

### 5.1 Medios de extinción

*Medios de extinción apropiados*

Usar medidas de extinción que sean apropiadas a las circunstancias del local y a sus alrededores.

*Medios de extinción no apropiados*

No existen limitaciones de agentes extinguidores para esta sustancia/mezcla.

### 5.2 Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla

No combustible.

Posibilidad de formación de vapores peligrosos por incendio en el entorno.

### 5.3 Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios

*Equipo de protección especial para el personal de lucha contra incendios*

Permanencia en el área de riesgo sólo con sistemas de respiración artificiales e independientes del ambiente. Protección de la piel mediante observación de una distancia de seguridad y uso de ropa protectora adecuada .

*Otros datos*

Reprimir los gases/vapores/neblinas con agua pulverizada. Impedir la contaminación de las aguas superficiales o subterráneas por el agua que ha servido a la extinción de incendios.

# FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

Artículo número	106482
Nombre del producto	Sodio hidróxido en lentejas EMPROVE® ESSENTIAL Ph Eur,BP,FCC,JP,NF,E 524

---

---

## SECCIÓN 6. Medidas en caso de vertido accidental

### 6.1 Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia

Indicaciones para el personal que no forma parte de los servicios de emergencia: Evitar la inhalación de polvo. Evitar el contacto con la sustancia. Asegúrese una ventilación apropiada. Evacúe el área de peligro, respete los procedimientos de emergencia, consulte con expertos.

Consejos para el personal de emergencia:

Equipo protector véase sección 8.

### 6.2 Precauciones relativas al medio ambiente

No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado.

### 6.3 Métodos y material de contención y de limpieza

Cubra las alcantarillas. Recoja, una y aspire los derrames. Observe posibles restricciones de materiales (véanse indicaciones en las secciones 7 o 10). Recoger en seco y proceder a la eliminación de residuos. Aclarar. Evitar la formación de polvo.

### 6.4 Referencia a otras secciones

Para indicaciones sobre el tratamiento de residuos, véase sección 13.

---

## SECCIÓN 7. Manipulación y almacenamiento

### 7.1 Precauciones para una manipulación segura

*Consejos para una manipulación segura*

Observar las indicaciones de la etiqueta.

*Medidas de higiene*

Sustituir inmediatamente la ropa contaminada. Protección preventiva de la piel. Lavar cara y manos al término del trabajo.

### 7.2 Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades

*Exigencias técnicas para almacenes y recipientes*

No almacenar en recipientes de aluminio, estaño o cinc.

# FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

Artículo número 106482  
Nombre del producto Sodio hidróxido en lentejas EMPROVE® ESSENTIAL Ph  
Eur,BP,FCC,JP,NF,E 524

---

No usar recipientes metálicos.

### *Condiciones de almacenamiento*

Bien cerrado. Seco.

Temperatura de almacenaje recomendada indicada en la etiqueta del producto.

## 7.3 Usos específicos finales

Fuera de los usos indicados en la sección 1.2 no se previenen aplicaciones finales adicionales.

---

## SECCIÓN 8. Controles de exposición/protección individual

### 8.1 Parámetros de control

#### *Sodio hidróxido (1310-73-2)*

CO OEL      Valor techo      2 mg/m<sup>3</sup>

### 8.2 Controles de la exposición

#### **Medidas de ingeniería**

Medidas técnicas y observación de métodos adecuados de trabajo tienen prioridad ante el uso de equipos de protección personal.

Véase sección 7.1.

#### **Medidas de protección individual**

Los tipos de auxiliares para protección del cuerpo deben elegirse específicamente según el puesto de trabajo en función de la concentración y cantidad de la sustancia peligrosa. Debería aclararse con el suministrador la estabilidad de los medios protectores frente a los productos químicos.

#### *Protección de los ojos / la cara*

Gafas de seguridad ajustadas al contorno del rostro

#### *Protección de las manos*

Sumerción:

Material del guante:      Caucho nitrilo

---

# FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

Artículo número	106482
Nombre del producto	Sodio hidróxido en lentejas EMPROVE® ESSENTIAL Ph Eur,BP,FCC,JP,NF,E 524

---

Espesor del guante:	0,11 mm
tiempo de penetración:	> 480 min

Salpicaduras:

Material del guante:	Caucho nitrílo
Espesor del guante:	0,11 mm
tiempo de penetración:	> 480 min

Los guantes de protección indicados deben cumplir con las especificaciones de la Directiva 89/686/EEC y con su norma resultante EN374, por ejemplo KCL 741 Dermatril® L (Sumerción), KCL 741 Dermatril® L (Salpicaduras).

Los tiempos de ruptura mencionados anteriormente han sido determinados con muestras de material de los tipos de guantes recomendados en mediciones de laboratorio de KCL según EN374.

Esta recomendación solo es válida para el producto mencionado en la ficha de datos de seguridad, suministrado por nosotros y para el fin indicado. Al disolver o mezclar en otras sustancias y cuando las condiciones difieran de las indicadas en EN374, debe dirigirse al suministrador de guantes con distintivo CE (por ejem. KCL GmbH, D-36124 Eichenzell, Internet: [www.kcl.de](http://www.kcl.de))

### *Otras medidas de protección*

prendas de protección

### *Protección respiratoria*

necesaria en presencia de polvo.

Tipo de Filtro recomendado: Filtro P 2

El empresario debe garantizar que el mantenimiento, la limpieza y la prueba técnica de los protectores respiratorios se hagan según las instrucciones del productor de las mismas. Éstas medidas deben ser documentadas debidamente.

### **Controles de exposición medioambiental**

No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado.

---

## **SECCIÓN 9. Propiedades físicas y químicas**

### **9.1 Información sobre propiedades físicas y químicas básicas**

# FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

Artículo número 106482  
Nombre del producto Sodio hidróxido en lentejas EMPROVE® ESSENTIAL Ph  
Eur,BP,FCC,JP,NF,E 524

---

Forma	sólido
Color	blanco
Olor	inodoro
Umbral olfativo	No aplicable
pH	aprox. > 14 a 100 g/l 20 °C
Punto/intervalo de fusión	319 - 322 °C
Punto /intervalo de ebullición	1.390 °C a 1.013 hPa
Punto de inflamación	No aplicable
Tasa de evaporación	No hay información disponible.
Inflamabilidad (sólido, gas)	El producto no es inflamable.
Límite de explosión, inferior	No aplicable
Límite superior de explosividad	No aplicable
Presión de vapor	a 20 °C No aplicable
Densidad relativa del vapor	No hay información disponible.
Densidad	2,13 g/cm <sup>3</sup> a 20 °C

# FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

Artículo número	106482
Nombre del producto	Sodio hidróxido en lentejas EMPROVE® ESSENTIAL Ph Eur,BP,FCC,JP,NF,E 524

---

Densidad relativa No hay información disponible.

Solubilidad en agua 1.090 g/l  
a 20 °C

Coefficiente de reparto n-  
octanol/agua No hay información disponible.

Temperatura de auto-  
inflamación No hay información disponible.

Temperatura de descomposición No hay información disponible.

Viscosidad, dinámica No hay información disponible.

Propiedades explosivas No clasificado/a como explosivo/a.

Propiedades comburentes ningún

## 9.2 Otros datos

Temperatura de ignición No aplicable

Corrosión Puede ser corrosivo para los metales.

---

## SECCIÓN 10. Estabilidad y reactividad

### 10.1 Reactividad

Véase sección 10.3

### 10.2 Estabilidad química

higroscópico

### 10.3 Posibilidad de reacciones peligrosas

Posibles reacciones violentas con:

# FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

Artículo número	106482
Nombre del producto	Sodio hidróxido en lentejas EMPROVE® ESSENTIAL Ph Eur,BP,FCC,JP,NF,E 524

---

Acetona, Cloro, Óxido de etileno, Flúor, Haluros de hidrógeno, Hidrato de hidrazina, hidroxilamina, Anhídridos de ácido, acroleína, Cloruros de ácido, Ácidos, Ácido sulfúrico, Cloroformo, Agua, peróxido de hidrógeno/agua oxigenada, anhídridos, Epiclorhidrina, fosfuros, halogenuros de halógeno, tricloroetileno, Alcohol alílico

Puede descomponerse violentamente en contacto con:

Sustancias Orgánicas, hidrógeno sulfuro

Peligro de ignición o de formación de gases o vapores combustibles con:

aluminio en polvo, Sales amónicas, persulfatos, sodio borohidruro, fósforo, Oxidos de fósforo, Hidrocarburo halogenado, Metales ligeros, Metales

Riesgo de explosión/reacción exotérmica con:

Bromo, Calcio, pulvulento, Alcohol furfurílico, Nitrometano, Peróxidos, nitrocompuestos orgánicos, Nitrilos, Monómeros acrílicos, Nitratos de plata

Cloroformo, con, Acetona

Nitrobenceno, con, Metanol

Nitrobenceno, con, sales

magnesio, Cinc, y, Estaño, (en presencia de oxígeno del aire y/o humedad)

## 10.4 Condiciones que deben evitarse

Humedad.

## 10.5 Materiales incompatibles

Aluminio, latón, Metales, aleaciones metálicas, Cinc, Estaño

## 10.6 Productos de descomposición peligrosos

en caso de incendio: véase sección 5.

# FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

Artículo número	106482
Nombre del producto	Sodio hidróxido en lentejas EMPROVE® ESSENTIAL Ph Eur,BP,FCC,JP,NF,E 524

---

## SECCIÓN 11. Información toxicológica

### 11.1 Información sobre los efectos toxicológicos

#### *Toxicidad oral aguda*

Síntomas: Si es ingerido, provoca quemaduras severas de la boca y la garganta, así como peligro de perforación del esófago y del estómago.

#### *Toxicidad aguda por inhalación*

Síntomas: quemaduras de las mucosas, Tos, Insuficiencia respiratoria, Consecuencias posibles:, perjudica las vías respiratorias

#### *Toxicidad cutánea aguda*

Esta información no está disponible.

#### *Irritación de la piel*

Conejo

Resultado: Provoca quemaduras.

(Ficha de datos de Seguridad externa)

Provoca quemaduras graves.

#### *Irritación ocular*

Conejo

Resultado: Efectos irreversibles en los ojos

(ECHA)

Provoca lesiones oculares graves.

¡Riesgo de ceguera!

#### *Sensibilización*

Test de parches: hombre

Resultado: negativo

(ECHA)

#### *Mutagenicidad en células germinales*

# FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

Artículo número	106482
Nombre del producto	Sodio hidróxido en lentejas EMPROVE® ESSENTIAL Ph Eur,BP,FCC,JP,NF,E 524

---

## *Genotoxicidad in vitro*

Mutagenicidad (ensayo de células de mamífero): test micronucleus.

Resultado: negativo

(Literatura)

Prueba de Ames

Resultado: negativo

(IUCLID)

## *Carcinogenicidad*

Esta información no está disponible.

## *Toxicidad para la reproducción*

Esta información no está disponible.

## *Teratogenicidad*

Esta información no está disponible.

## *Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única*

Esta información no está disponible.

## *Toxicidad específica en determinados órganos - exposiciones repetidas*

Esta información no está disponible.

## *Peligro de aspiración*

Esta información no está disponible.

## **11.2 Otros datos**

Efectos sistémicos:

colapso, muerte

Las otras propiedades peligrosas no pueden ser excluidas.

Manipular con las precauciones de higiene industrial adecuadas, y respetar las prácticas de seguridad.

---

## **SECCIÓN 12. Información ecológica**

### **12.1 Toxicidad**

# FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

Artículo número	106482
Nombre del producto	Sodio hidróxido en lentejas EMPROVE® ESSENTIAL Ph Eur,BP,FCC,JP,NF,E 524

---

## *Toxicidad para los peces*

CL50 *Gambusia affinis* (Pez mosquito): 125 mg/l; 96 h  
(Ficha de datos de Seguridad externa)

## *Toxicidad para las dafnias y otros invertebrados acuáticos*

CE50 *Ceriodaphnia* (pulga de agua): 40,4 mg/l; 48 h  
(ECHA)

## *Toxicidad para las bacterias*

CE50 *Photobacterium phosphoreum*: 22 mg/l; 15 min  
(Ficha de datos de Seguridad externa)

## **12.2 Persistencia y degradabilidad**

### *Biodegradabilidad*

Los métodos para la determinación de la degradabilidad biológica no son aplicables para las sustancias inorgánicas.

## **12.3 Potencial de bioacumulación**

No hay información disponible.

## **12.4 Movilidad en el suelo**

No hay información disponible.

## **12.5 Resultados de la valoración PBT y mPmB**

PBT/vPvB: No aplicable para sustancias inorgánicas

## **12.6 Otros efectos adversos**

### *Información ecológica complementaria*

Efecto perjudicial por desviación del pH.

A pesar de la dilución forma todavía mezclas cáusticas con agua.

Posible neutralización en depuradoras.

La descarga en el ambiente debe ser evitada.

# FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

Artículo número	106482
Nombre del producto	Sodio hidróxido en lentejas EMPROVE® ESSENTIAL Ph Eur,BP,FCC,JP,NF,E 524

---

## SECCIÓN 13. Consideraciones relativas a la eliminación

### *Métodos para el tratamiento de residuos*

Los residuos deben eliminarse de acuerdo con normativas locales y nacionales. Deje los productos químicos en sus recipientes originales. No los mezcle con otros residuos. Maneje los recipientes sucios como el propio producto.

Consulte en [www.retrologistik.com](http://www.retrologistik.com) sobre procesos relativos a la devolución de productos químicos o recipientes, o contáctenos si tiene más preguntas.

---

## SECCIÓN 14. Información relativa al transporte

### Transporte por carretera (ADR/RID)

14.1 Número ONU	UN 1823
14.2 Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas	Hidróxido sódico sólido
14.3 Clase	8
14.4 Grupo de embalaje	II
14.5 Peligrosas ambientalmente	--
14.6 Precauciones particulares para los usuarios	si
Código de restricciones en túneles	E

### Transporte fluvial (ADN)

No relevante

### Transporte aéreo (IATA)

# FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

Artículo número	106482
Nombre del producto	Sodio hidróxido en lentejas EMPROVE® ESSENTIAL Ph Eur,BP,FCC,JP,NF,E 524

---

<b>14.1 Número ONU</b>	UN 1823
<b>14.2 Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas</b>	SODIUM HYDROXIDE, SOLID
<b>14.3 Clase</b>	8
<b>14.4 Grupo de embalaje</b>	II
<b>14.5 Peligrosas ambientalmente</b>	--
<b>14.6 Precauciones particulares para los usuarios</b>	no

#### Transporte marítimo (IMDG)

<b>14.1 Número ONU</b>	UN 1823
<b>14.2 Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas</b>	SODIUM HYDROXIDE, SOLID
<b>14.3 Clase</b>	8
<b>14.4 Grupo de embalaje</b>	II
<b>14.5 Peligrosas ambientalmente</b>	--
<b>14.6 Precauciones particulares para los usuarios</b>	si

EmS F-A S-B

**14.7 Transporte a granel con arreglo al anexo II del Convenio Marpol 73/78 y del Código IBC**  
No relevante

---

## SECCIÓN 15. Información reglamentaria

**15.1 Reglamentación y legislación en materia de seguridad, salud y medio ambiente específicas para la sustancia o la mezcla**

### *Legislación nacional*

Clase de almacenamiento 8B

**15.2 Evaluación de la seguridad química**

# FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

Artículo número	106482
Nombre del producto	Sodio hidróxido en lentes EMPROVE® ESSENTIAL Ph Eur,BP,FCC,JP,NF,E 524

---

Para éste producto no se realizo una valoración de la seguridad química.

---

## SECCIÓN 16. Otra información

### Texto íntegro de las Declaraciones-H referidas en las secciones 2 y 3.

H290	Puede ser corrosivo para los metales.
H314	Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.

### Consejos relativos a la formación

Debe disponer a los trabajadores la información y la formación práctica suficientes.

### Etiquetado

*Pictogramas de peligro*



*Palabra de advertencia*

Peligro

*Indicaciones de peligro*

H290 Puede ser corrosivo para los metales.  
H314 Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.

*Consejos de prudencia*

Prevención

P280 Llevar guantes/ prendas/ gafas/ máscara de protección.

Intervención

P301 + P330 + P331 EN CASO DE INGESTIÓN: Enjuagarse la boca. NO provocar el vómito.

P305 + P351 + P338 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando.

P308 + P310 EN CASO DE exposición manifiesta o presunta: Llamar inmediatamente a un CENTRO

# FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

Artículo número	106482
Nombre del producto	Sodio hidróxido en lentes EMPROVE® ESSENTIAL Ph Eur,BP,FCC,JP,NF,E 524

---

DE TOXICOLOGÍA o a un médico.

Contiene: Sodio hidróxido

## **Una explicación de las abreviaturas y los acrónimos utilizados en la ficha de datos de seguridad**

Puede consultar las abreviaturas y acrónimos utilizados en [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org).

---

*Los datos suministrados en ésta ficha de seguridad se basan a nuestro actual conocimiento. Describen tan sólo las medidas de seguridad en el manejo de éste producto y no representan una garantía sobre las propiedades descritas del mismo.*



## HOJA DE SEGURIDAD (Material Safety Data Sheet)

### I. IDENTIFICACION DE LA SUBSTANCIA

Nombre químico: Sulfato de Magnesio Anhidro  
Sinónimos: Sal de Epsom  
Formula química:  $MgSO_4$   
No. CAS: 7487-88-9  
Proveedor: ATEQUIMICOS SAS  
Teléfono: +57 2 448.7108  
Fax: +57 2 410.0287

### 2. COMPOSICION/INFORMACION DE LOS INGREDIENTES

Nombre químico:	MgSO4%	EC-No
Sulfato de Magnesio Anhidro:	98	N/D

### 3. IDENTIFICACION DE RIESGO

Riesgo físico / químico: Bajo  
Riesgo ambiental: No contiene sustancias conocidas como peligrosas al ambiente o no degradables en plantas de tratamiento de aguas.  
Riesgo a la salud humana: Bajo

### 4. PRIMEROS AUXILIOS

#### Efectos y síntomas

Ingestión: Actúa como un laxante. Ingestión de cantidades suficiente cantidad puede causar cambios en el corazón, parálisis flácida y cianosis.  
Inhalación: No aplica  
Contacto con la piel: No hay efectos significativos.  
Contacto con los ojos: Puede ocasionar irritación leve.

#### Primeros Auxilios

Ingestión: Enjuague la boca con abundante agua. Tome abundante agua. Consulte al médico.  
Inhalación: No aplicable.



Contacto con la piel:	Lave inmediatamente con abundante agua y jabón.
Contacto con los ojos:	Enjuague con abundante agua, incluyendo párpados. Consulte al médico.

## 5. MEDIDAS PARA COMBATIR INCENDIOS

Inflamabilidad:	No es inflamable.
Medios de extinción adecuados:	Agua, polvo seco, espuma, dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ).
Medios de extinción inadecuados:	N/D
Productos de combustión peligrosos:	El calentamiento excesivo producirá vapores tóxicos. Óxidos de Azufre.
Equipo de protección especial:	Como en todo incendio use un equipo respiratorio autónomo.

## 6. MEDIDAS DE LIBERACION ACCIDENTAL

Precauciones personales:	Evite respirar el polvo. Guantes de caucho.
Precauciones ambientales:	Ninguna precaución especial.
Método de contención:	Use un aspirador adecuado. Lave el área con abundante agua.

## 7. MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Manejo / Almacenamiento	Evite el contacto con el aire. Almacene en un lugar seco.
Material de Empaque:	Bolsa de polipropileno / polietileno, bolsa de papel.

## 8. CONTROL DE EXPOSICION / PROTECCION PERSONAL

Valores límite de exposición:	No aplicable.
Protección respiratoria:	Macarilla
Protección para la piel:	Ropa de manga larga
Protección para las manos:	Guantes de caucho
Protección para los ojos:	Gafas de seguridad

## 9. PROPIEDAS FISICAS Y QUIMICAS

Aspecto:	Polvo o cristalino
Color:	Blanco
Olor:	Inodoro



pH:	aprox. 9, 25 °C, Solución acuosa
Punto/intervalo de fusión:	1.130 °C
Punto /intervalo de ebullición:	No aplicable.
Punto de inflamación:	No aplicable.
Inflamabilidad (sólido, gas):	El producto no es inflamable.
Límite inferior de explosividad:	No aplicable
Límite superior de explosividad:	No aplicable
Presión de vapor:	No aplicable
Densidad:	2,7 g/cm <sup>3</sup> , 20 °C
Solubilidad en agua:	342 g/l, 20 °C
Temperatura de auto-inflamación:	No aplicable
Temperatura de ignición:	No aplicable
Descomposición térmica:	> 700 °C
Propiedades explosivas:	No aplicable
Propiedades comburentes:	No aplicable
Densidad aparente:	aprox. 1.300 kg/m <sup>3</sup>

## 10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Reactividad:	Estable
Estabilidad química:	No se descompone si se almacena y aplica como se indica.
Reacciones peligrosas:	Reacciona violentamente con el agua.
Condiciones a evitar:	Ninguna conocida.
Materias que deben evitarse:	Aire húmedo y agua
Productos de descomposición:	El calentamiento o el fuego puede despedir gases tóxicos (óxidos de azufre).

## 11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Toxicidad oral aguda:	DL50: > 2.000 mg/kg, rata, OECD 425*
Toxicidad aguda por inhalación:	sin datos disponibles
Toxicidad cutánea aguda:	> 2.000 mg/kg, rata, OECD TG 402*
Corrosión o irritación cutáneas:	Resultado: No irrita la piel, EU Method B.46*.
Lesiones o irritación ocular:	Conejo, Resultado: No irrita los ojos, OECD TG 405*
Sensibilización cutánea:	Ratón, Resultado: No provoca sensibilización a la piel. OECD Guideline 429, Sustancia anhidra
Genotoxicidad in vitro:	Resultado: negativo, OECD 476, Sustancia anhidra.



Genotoxicidad in vivo:	Sin datos disponibles
Carcinogenicidad:	Esta información no está disponible. No es de esperar de acuerdo con la experiencia
Toxicidad para la reproducción:	Rata, NOAEL: $\geq$ 1.500 mg/kg, OECD Guideline 422*. Valoración: Los ensayos con animales no mostraron ningún efecto sobre la fertilidad.
Teratogenicidad:	Rata, NOAEL: $\geq$ 1.500 mg/kg, OECD Guideline 422*. Valoración: No presenta efectos mutagénicos o teratogénicos en los animales experimentados.

## 12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

Toxicidad para los peces:	CL50: 680 mg/l, 96 h, Pimephales promelas (Piscardo de cabeza gorda)*
Toxicidad para las dafnias:	CL50: 720 mg/l, 48 h*
Toxicidad para las algas:	CE50: 2.700 mg/l, 18 d, Chlorella vulgaris (alga en agua dulce)*
Toxicidad para las bacterias:	CE50: 84 mg/l, 0,5 h, Photobacterium phosphoreum
Biodegradabilidad:	No aplicable
Potencial de bioacumulación:	No aplicable
Eliminación fisicoquímica:	No aplicable

## 13. CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACIÓN

Tratamiento de residuos:	Ensayar la utilización en agricultura.
Envases contaminados:	Embalajes contaminados deben ser vaciados de forma óptima, tras un lavado correspondiente pueden reutilizarse.

## 14. INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE

Transporte por carretera ADR:	No es una sustancia peligrosa
Restricción en túneles:	No relevante
Transporte marítimo IMDG:	Producto no peligroso.
Transporte aéreo IATA-DGR:	Producto no peligroso.

## 15. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

Estatuto de notificación REACH:	Esta sustancia está exenta del registro según la Regulación de la (CE) No.
---------------------------------	--



Evaluación de seguridad química: I907/2006 (REACH).  
No se requiere.

## 16. OTRA INFORMACIÓN

La información proporcionada en esta Hoja de Seguridad, es la más correcta de que disponemos a la fecha de su publicación. La información suministrada, está concebida solamente como una guía para la seguridad en el manejo, uso, procesado, almacenamiento, transporte, eliminación y descarga, y no debe ser considerada como una garantía o especificación de calidad. La información se refiere únicamente al material especificado, y no puede ser válida para dicho material, usado en combinación con otros materiales o en cualquier proceso, a menos que sea indicado en el texto.

Fecha de Revisión: enero de 2012

\*Información basada sobre los datos obtenidos con sustancias similares.



### **CERTIFICADO DE ANALISIS**

Producto: **Oxido de Magnesio 90%**  
Lote No. X170202  
Fecha de Fabricación: 08-02-17  
Fecha de Vencimiento: 08-02-19  
Presentación: Sacos de 25 kg  
Origen: China

<b>PARAMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>RESULTADO</b>
MgO	%	90
Mg	%	54,3
Ca	%	2,4
Fe	%	0,2
Al	%	0,1
Tamaño Partícula		Malla 200
<b>PARAMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>RESULTADO</b>
As	ppm	1,8
Pb	ppm	3,5
Hg	ppm	<0,02
Cd	ppm	<1,0
Ni	ppm	1,1
Cu	ppm	<1,0
Mo	ppm	1,5
Se	ppm	3,7
Zn	ppm	7,9

---

Diana Patricia Quintero

**ATEQUIMICOS SAS, GARANTIZA QUE ES FIEL COPIA DEL CERTIFICADO ORIGINAL DEL PROVEEDOR.**

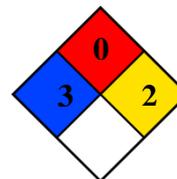
## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

Nombre del Producto: **CLORURO FERRICO 96%**

Fecha de Revisión: Agosto 2014. Revisión N°3



ONU.  
UN:3268



NFPA

### SECCION 1 : IDENTIFICACION DEL PRODUCTO Y DE LA COMPAÑÍA

#### PRODUCTO

**Nombre Químico:** CLORURO FERRICO 96% - FeCl<sub>3</sub>

**Número CAS:** 7705-08-0

**Sinónimos:** Cloruro férrico anhidro, cloruro de hierro, tricloruro de hierro

**COMPAÑÍA:** GTM

#### Teléfonos de Emergencia

México : +55 5831 7905 – SETIQ 01 800 00 214 00

Guatemala: +502 66285858

El Salvador: +503 22517700

Honduras: +504 2540 2520

Nicaragua: +505 2269 0361 – Toxicología MINSAs: +505 22897395

Costa Rica: +506 25370010 – Emergencias 9-1-1. Centro Intoxicaciones +506 2223-1028

Panamá: +507 5126182 – Emergencias 9-1-1

Colombia: +018000 916012 Cisproquim / (571) 2 88 60 12 (Bogotá)

Perú: +511614 65 00

Ecuador: +593 2382 6250 – Emergencias (ECU) 9-1-1

Argentina +54 115031 1774

### SECCION 2 : COMPOSICION / INFORMACION SOBRE LOS INGREDIENTES

**CLORURO FERRICO 96%**

**CAS: 7705-08-0**

**96-100%**

### SECCION 3 : IDENTIFICACION DE PELIGROS

**Clasificación ONU:** Clase 8 Corrosivo

**Clasificación NFPA:** Salud: 3

Inflamabilidad: 0

Reactividad: 2

**Descripción general de emergencia:** ¡Peligro! Corrosivo. Causa quemaduras en cualquier zona de contacto. Nocivo por ingestión o inhalación. Afecta el hígado.

**EFFECTOS ADVERSOS POTENCIALES PARA LA SALUD:**

- Inhalación:** Extremadamente destructivo para los tejidos de las membranas mucosas y tracto respiratorio superior. Los síntomas pueden incluir sensación de quemazón, tos, sibilancia, laringitis, respiración entrecortada, dolor de cabeza, náuseas y vómitos.
- Ingestión:** Corrosivo. La ingestión puede causar quemaduras severas de la boca, la garganta y estómago. Puede causar dolor de garganta, vómitos, diarrea. Baja toxicidad en pequeñas cantidades, pero grandes dosis (30 mg / kg) puede causar náuseas, vómitos y diarrea. Pink decoloración de la orina es un fuerte indicador de la intoxicación por hierro. Daño al hígado, coma y la muerte pueden seguir, a veces se retrasa hasta tres días.
- Contacto con la piel:** Corrosivo. Produce enrojecimiento, dolor, y quemaduras graves.
- Contacto con los ojos:** Corrosivo. El contacto puede causar visión borrosa, enrojecimiento, dolor y quemaduras severas de tejidos.
- La exposición crónica:** La ingestión repetida puede causar daño hepático. La exposición prolongada de los ojos puede causar decoloración.

**SECCION 4: MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS**

- Inhalación:** Sacar a la víctima al aire fresco. Si no respira, dar respiración artificial. Si la respiración es difícil, dar oxígeno. Obtener atención médica inmediatamente.
- Ingestión:** Si se ingiere, NO inducir el vómito. Dé grandes cantidades de agua. No dar nada por la boca a una persona inconsciente. Obtener atención médica inmediatamente.
- Contacto con la piel:** Lavar la piel inmediatamente con abundante agua durante al menos 15 minutos mientras se quita la ropa y zapatos contaminados. Obtener atención médica inmediatamente. Lave la ropa antes de usarla nuevamente. Limpie completamente los zapatos antes de volver a usarlos.
- Contacto con los ojos:** Lavar los ojos inmediatamente con abundante agua durante al menos 15 minutos, elevando los párpados superior e inferior ocasionalmente para asegurar la remoción del químico. Obtener atención médica inmediatamente.

## SECCION 5: MEDIDAS PARA EXTINCION DE INCENDIOS

**Fuego:** No se considera un riesgo de incendio. Vapores irritantes el cloruro de hidrógeno se pueden formar en el fuego.

**Explosión:** No se considera un riesgo de explosión.

**Medios de extinción de incendios:** Agua, polvo químico seco, espuma o bióxido de carbono. No permitir el escurrimiento de agua hacia las alcantarillas o cursos de agua.

**Información Especial:** En el caso de un fuego, use vestidos protectores completos y aprobados por NIOSH y equipo autónomo de respiración con mascarilla completa operando en la demanda de presión u otro modo de presión positiva.

## SECCION 6: MEDIDAS PARA FUGAS ACCIDENTALES

**Derrame pequeño:** Utilice las herramientas adecuadas para poner el sólido derramado en un recipiente de eliminación de residuos. Si es necesario: Neutralizar el residuo con una solución diluida de carbonato de sodio.

**Derrame grande:** Corrosivo sólido. Detener la fuga si no hay riesgo. No introducir agua en los contenedores. No toque el material derramado. Utilice pulverización de agua para reducir los vapores. Evite la entrada en alcantarillas, sótanos o áreas cerradas; si es necesario. Neutralizar el residuo con una solución diluida de carbonato de sodio. Tenga cuidado de que el producto no este presente en una concentración por encima de TLV.

## SECCION 7: MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Mantener en un recipiente cerrado herméticamente, almacene en un lugar fresco, seco y ventilado. Proteger contra daño físico. Aislar de sustancias incompatibles. Los contenedores de este material pueden ser peligrosos cuando están vacíos ya que retienen residuos del producto (polvo, sólidos); observar todas las advertencias y precauciones indicadas para el producto.

## SECCION 8: CONTROLES DE EXPOSICION Y PROTECCION PERSONAL

### Límites de Exposición:

ACGIH Threshold Limit Value (TLV): 1 mg/m<sup>3</sup> (TWA) de sal de hierro soluble en Fe

**Sistema de Ventilación:** Un sistema de ventilación local y/o general es recomendado para las exposiciones de empleados por debajo de los Límites de Exposición Aérea. La extracción local es generalmente preferida porque se pueden controlar las emisiones del contaminante en su fuente, impidiendo la dispersión del mismo en el área de trabajo general.

**Respiradores Personales (Aprobados por NIOSH):** Si el límite de exposición es excedido y los controles de ingeniería no son factibles, un respirador de partículas de media máscara (NIOSH tipo

N95 o mejores filtros) deberá ser usado hasta por diez veces el límite de exposición o la concentración máxima de uso especificada por la agencia reguladora apropiada o el proveedor del respirador, lo que sea más bajo. Un respirador de máscara completa con filtro para polvo/niebla (filtros de NIOSH tipo N100) puede usarse hasta 50 veces el límite de exposición o la concentración máxima de uso especificada por la agencia reguladora apropiada o el proveedor del respirador, lo que sea más bajo. Si las partículas de aceite (por ejemplo, lubricantes, los fluidos de corte, glicerina, etc.) están presentes, use un NIOSH tipo R o un filtro P. Para emergencias o casos donde los niveles de exposición no son conocidos, use un respirador que cubra toda la cara, de presión positiva y abastecido por aire. **ADVERTENCIA:** Los respiradores purificadores de aire no protegen a los trabajadores en atmósferas deficientes de oxígeno.

**Protección de la piel:** Usar guantes de protección y ropa limpia que cubra el cuerpo.

**Protección de los ojos:** Mantenga una fuente de lavado de ojos y regaderas de emergencia en el área de trabajo. Utilice gafas protectoras contra productos químicos y/o careta completa donde el polvo o salpicaduras de soluciones es posible.

## SECCION 9: PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

**Aspecto:** Amarillo cristales delicuescentes de color marrón.

**Olor:** Ligero olor a ácido clorhídrico.

**Solubilidad:** Soluble en agua.

**Densidad:** 2,90 @ 25C/4C

**pH:** No se encontró información.

**% De Volátiles por Volumen @ 21C (70F):** 0

**Punto de ebullición:** No se encontró información.

**Punto de fusión:** 37 ° C (99F)

**Densidad de vapor (Aire = 1):** No se encontró información.

**Presión de Vapor (mm Hg):** 1.1 @ 194C (381F)

**Tasa de evaporación (BuAc = 1):** No se encontró información.

## SECCION 10: ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

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

**Productos de descomposición peligrosos:** Emite gases tóxicos de cloruro cuando se calienta hasta la descomposición.

**Polimerización peligrosa:** Esta sustancia no polimeriza.

**Incompatibilidades:** Metales, cloruro de alilo, sodio, potasio. Va a reaccionar con el agua para producir humos tóxicos y corrosivos.

**Condiciones a evitar:** Incompatibles.

### SECCION 11: INFORMACION TOXICOLOGICA

DL50 oral en ratas: 316 mg / kg (anhidro); investigado como mutagénico, causante de efectos reproductivos.

### SECCION 12: INFORMACION ECOLOGICA

**Destino ambiental:** No se encontró información.

**Toxicidad Ambiental:** 24 Hr bajo CL50 rayado (alevines): 6 mg/L (estático); 24 Hr bajo CL50 rayas (larvas): 4 mg / L (estático).

### SECCION 13 :CONSIDERACIONES SOBRE DISPOSICION

**Tratamientos de residuos:**

Tratar según legislación vigente

**Eliminación de envases:**

Lavar y descartar según legislación vigente

### SECCION 14 :INFORMACION SOBRE TRANSPORTE

Nombre de embarque apropiado: SÓLIDO CORROSIVO, ácido, inorgánico, NEP (CLORURO FÉRRICO, 6-hidrato)

Clase de riesgo: 8

UN / NA: UN3260

Grupo de embalaje: III

### SECCION 15 :INFORMACION REGLAMENTARIA

Esta hoja de seguridad cumple con la normativa legal de:

México: NOM-018-ST5-2000

Guatemala: Código de Trabajo, decreto 1441

Honduras: Acuerdo Ejecutivo No. STSS-053-04

Costa Rica: Decreto Nº 28113-S

Panamá: Resolución #124, 20 de marzo de 2001

Colombia: NTC 445 22 de Julio de 1998

Ecuador: NTE INEN 2 266:200

### SECCION 16 :INFORMACION ADICIONAL

La información indicada en ésta Hoja de Seguridad fue recopilada y respaldada con la información suministrada en las Hojas de Seguridad de los proveedores. La información relacionada con este producto puede ser no válida si éste es usado en combinación con otros materiales o en otros procesos. Es responsabilidad del usuario la interpretación y aplicación de esta información para su uso particular. La información contenida aquí se ofrece solamente como guía para la manipulación de este material específico y ha sido elaborada de buena fe por personal técnico. Esta no es intencionada como completa, incluso la manera y condiciones de uso y de manipulación pueden implicar otras consideraciones adicionales.

### CONTROL DE REVISIONES Y CAMBIOS DE VERSIÓN:

Agosto 2014. Se actualizan las secciones 1, 15 y 16.

CÓDIGO: PD-SQ-H-01  
VERSIÓN: 1  
FECHA: 15/05/2018

FICHA DE DATOS DE  
SEGURIDAD  
**HIPOCLORITO DEL SODIO AL  
13%**

**Brinsa**  
.....

**SECCIÓN 1  
PRODUCTO QUIMICO E IDENTIFICACIÓN DE LA COMPAÑÍA**

Nombre del Producto: Hipoclorito de Sodio al 13 % mín  
Sinónimos: Blanqueador, agua de Javel, Hiposodio  
Fórmula Química: NaOCl  
Número Naciones Unidas: UN 1791  
Número CAS: 7681 – 52 – 9  
Uso del producto: Blanqueador, desinfectante, tratamiento de aguas, sanitización en diferentes industrias.

CENTRO DE TRABAJO	PLANTA BETANIA	OFICINAS MEDELLIN
DIRECCIÓN	Km. 6 Vía Cajicá – Zipaquirá Cajicá, Cundinamarca, Colombia	Carrera 33 # 7 – 41 Piso 2 y 3 Medellín, Colombia
TELÉFONO	(1) 4846000	(4) 335 50 60



**SECCIÓN 2  
IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS**

Etiquetado de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008



Palabra de advertencia: Peligro

**INDICACIÓN(ES) DE PELIGRO:**

H314 Provoca graves quemaduras en la piel y lesiones oculares graves  
H400 Muy tóxico para los organismos acuáticos

**Consejo(s) de prudencia:**

P273 Evitar su liberación al medio ambiente.  
P280 Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección.  
P305 + P351 + P338 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando.

<p>CÓDIGO: PD-SQ-H-01          VERSIÓN: 1          FECHA: 15/05/2018</p>	<p>FICHA DE DATOS DE          SEGURIDAD  <b>HIPOCLORITO DEL SODIO AL          13%</b></p>	
--	---	---

P310 EN CASO DE exposición manifiesta o presunta: Llamar inmediatamente a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA o a un médico. (Ver capítulo de Primeros Auxilios)

**Consejos Adicionales:**

- No manipular antes de haber leído y comprendido todas las precauciones de Seguridad
- Manipular el producto con Guantes de caucho y lentes de seguridad. Dependiendo de la tarea, condiciones y exposición concreta use protección corporal resistente a químicos y mascarilla con filtros para gases ácidos
- No reemplace los envases vacíos para almacenar alimentos. Enjuague y Destruya.
- **NO MEZCLAR CON PRODUCTOS ÁCIDOS O AMONIACALES. ¡GENERA GASES TÓXICOS!**
- Almacenar y manipular en lugar con buena ventilación, fresco y protegido del sol y alejado de alimentos, radicación solar y fuentes generadoras de calor.
- Mantenga fuera del alcance de los niños y alejado de animales domésticos

**VISION GENERAL SOBRE LAS EMERGENCIAS**

**¡CORROSIVO!** El contacto con productos ácidos o amoniacaes libera gas de cloro tóxico. Causa quemaduras en la piel, ojos, tracto respiratorio y membranas mucosas. Dañino o fatal si se ingiere. Puede provocar sensibilización por contacto con la piel. Tóxico para organismos acuáticos. Para una información con mayor detalle lea toda la Hoja de Seguridad.

**EFFECTOS AGUDOS:** El Hipoclorito de Sodio en estado natural es una sal inestable, por esta razón se comercializa como solución en agua. Las rutas más importantes de exposición son la ingestión, el contacto directo con la piel, ojos y la inhalación de vapores. Su severidad depende de la concentración y del tiempo de exposición.

**Vías de exposición:** contacto con los ojos, inhalación, contacto con la piel e ingestión.

**Inhalación:** La inhalación de vapores o rocío causa irritación del sistema respiratorio, produciendo dolor y tos. Si se mezcla con ácidos, las soluciones de hipoclorito pueden liberar grandes cantidades de gas de cloro. Este gas puede causar irritación severa de nariz y garganta. La exposición a niveles elevados de gas de cloro puede dar como resultado un daño pulmonar severo o la muerte.

**Contacto con la piel: ¡CORROSIVO!** Las soluciones de hipoclorito de sodio pueden causar irritación en la piel. El contacto de forma directa, de manera frecuente con el producto puede causar destrucción de la dermis con dificultad para su regeneración dermatitis.

**Contacto con los ojos: ¡EXTREMADAMENTE CORROSIVO!** Puede causar quemaduras severas y daños en los ojos, lo cual puede resultar en ceguera permanente, dependiendo de la concentración y del tiempo de exposición.

**Ingestión:** Puede causar irritación y dolor, inflamación y corrosión de las membranas mucosas, boca y estómago, vómito y edema de la faringe y laringe; puede ocurrir una disminución de la presión sanguínea, delirio, coma, y en casos severos hasta la muerte. Puede causar perforación del esófago y del estómago.

<p>CÓDIGO: PD-SQ-H-01          VERSIÓN: 1          FECHA: 15/05/2018</p>	<p>FICHA DE DATOS DE          SEGURIDAD  <b>HIPOCLORITO DEL SODIO AL          13%</b></p>	
--	---	---

**Condiciones médicas existentes que posiblemente se agraven por la exposición:** La irritación de la piel puede agravarse en personas con lesiones existentes en la piel. Respirar los vapores o rocíos puede agravar el asma agudo o crónico y las enfermedades pulmonares crónicas, como el enfisema y la bronquitis.

**Información sobre irritación:**

**Ojos:** Una gota de una solución al 13% causa un inmediato y fuerte dolor. Si no es rápidamente lavado con agua, causa sangrado, irritación e inflamación del tejido blando (conjuntiva) y daño con inflamación de la córnea. En algunas oportunidades después de dos o tres semanas se presenta curación con una leve (o no presente) cicatrización de la córnea. En los ojos de un conejo una solución al 12% causó daños total

**Piel:** Una solución al 3.5% de Hipoclorito de Sodio aplicado a la piel de un conejo por 15 a 30 min causó daños severos a la piel.

**EFFECTOS CRÓNICOS:** El contacto prolongado o repetido de la piel con soluciones tan diluidas como un 4 a 6% de hipoclorito de sodio puede provocar una dermatitis alérgica al contacto. Los síntomas incluyen eczema crónico que produce comezón. La gente sensibilizada puede reaccionar a soluciones muy diluidas (0.04-0.06% NaOCl) en contacto con la piel. Riesgo de ulceración de la piel. La inhalación repetida puede causar irritación de la garganta con dolor, sangrado de la nariz, bronquitis crónica o neumonitis química

**Carcinogenicidad:** El hipoclorito de sodio no está clasificado como carcinógeno en la ACGIH (Conferencia americana de higienistas industriales gubernamentales) o la IARC (Agencia internacional de investigación sobre el cáncer), no está regulado como carcinógeno por OSHA (Administración de seguridad y salud ocupacional) y no está enlistado como carcinógeno por el NTP (Programa Nacional de Toxicología).

**SECCIÓN 3  
 COMPOSICIÓN, INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES**

Ingredientes Peligrosos:	% (m/v)	ACGIH	NUMERO CAS
Hipoclorito de sodio	13 %	N/A	7681 – 52 - 9
Hidróxido de sodio	1 %	2mg/m <sup>3</sup>	1310 – 73 – 2

**SECCIÓN 4  
 MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS**

**General:** Si no se siente bien busque atención médica (si es posible muestre la Hoja de Seguridad). Sustancia corrosiva a los tejidos por contacto, inhalación o ingestión.

**Inhalación:** Llevar al aire libre. Proporcione respiración artificial **SOLAMENTE** si la respiración ha cesado. No utilice el método de boca a boca si la víctima ingirió o inhaló la sustancia: induzca la respiración artificial con ayuda de un instrumento respiratorio médico adecuado. Proporcione Resucitación Cardiopulmonar (RCP) solamente si no hay pulso ni respiración. Busque atención médica **INMEDIATAMENTE**.

<p>CÓDIGO: PD-SQ-H-01          VERSIÓN: 1          FECHA: 15/05/2018</p>	<p>FICHA DE DATOS DE          SEGURIDAD  <b>HIPOCLORITO DEL SODIO AL          13%</b></p>	
--	---	---

**Contacto con la piel:** Inmediatamente enjuague la piel con una corriente de agua durante un mínimo de 15 a 20 minutos. Quite la ropa contaminada, joyas y zapatos bajo el agua. Si persiste la irritación, repita el enjuague. Para quemaduras consiga atención médica. Deseche la ropa y los zapatos altamente contaminados de forma que limite una mayor exposición. De lo contrario, lave la ropa por separado antes de volver a utilizarla.

**Contacto con los ojos:** Enjuague los ojos inmediatamente con agua por un mínimo de 15 minutos. Mantenga los párpados abiertos durante el enjuague. Si persiste la irritación, repita el enjuague. Busque atención médica **INMEDIATAMENTE**. No transporte a la víctima hasta que el periodo de enjuague recomendado haya terminado, a menos que pueda continuar el enjuague durante el transporte.

**Ingestión:** NO INDUZCA AL VÓMITO. Si la víctima está alerta y no está convulsionando, enjuáguele la boca y proporciónese tanta agua como sea posible para diluir el producto. Si ocurre un vómito espontáneo, haga que la víctima se incline hacia adelante con la cabeza hacia abajo para evitar que inhale el vómito (Broncoaspirar), enjuáguele la boca y adminístrele más agua. Transporte a la víctima **INMEDIATAMENTE** a un médico.

**Nota para los médicos:** Sintomático. Tratamiento y terapia de apoyo como se indica. NO PROPORCIONE antidotos ácidos como jugos, refrescos, vinagre, etc. Este producto contiene materiales que pueden causar neumonía severa si se aspira. Algunos tratamientos exitosos encontrados en las referencias fueron los siguientes, sin embargo, siga siempre su criterio. Si la ingestión ocurrió hace menos de 2 horas, realice un lavado gástrico cuidadoso (riesgo de perforación); utilice un tubo endotraqueal si está disponible para evitar la aspiración. Vigile que el paciente no tenga dificultad respiratoria debida a una neumonitis por aspiración. Proporcione resucitación artificial y una quimioterapia adecuada si se deprime la respiración. Después de la exposición, el paciente debe permanecer bajo supervisión médica durante un mínimo de 48 horas ya que puede ocurrir una neumonitis tardía. Es probable que se cause un edema pulmonar y sus efectos pueden ser retrasados. Si se proporciona a tiempo, la terapia con esteroides puede ser efectiva para prevenir o aliviar el edema.

**¡EN TODOS LOS CASOS LA PERSONA AFECTADA REQUIERE ATENCIÓN MEDICA INMEDIATA!**

**SECCIÓN 5  
 MEDIDAS EN CASO DE INCENDIO**

Punto de Inflamación	No aplica, no es combustible.
Límites de Inflamabilidad (Inferiores)	No aplica
Límites de Inflamabilidad (Superiores)	No aplica
Temperatura de auto-ignición	No aplica
Temperatura de descomposición	Por encima de los 40°C
Productos de descomposición térmica	Cloro, cloruro de hidrógeno
Índice de inflamabilidad	No aplica
Sensibilidad al impacto	No aplica

**Riesgo de fuego y explosión:** El hipoclorito de sodio es un fuerte oxidante químico, pero las soluciones no apoyan la combustión. La reacción con compuestos de nitrógeno, compuestos clororgánicos o compuestos fácilmente oxidables (agentes reductores) puede ser explosiva. Este material no es inflamable, pero se descompone con el calor y la luz, causando una acumulación de presión que puede causar una explosión del recipiente. Cuando se calienta, puede liberar gas de cloro. Una fuerte reacción con materiales oxidantes u orgánicos puede dar como resultado un incendio. Vea la Sección 10.

<p>CÓDIGO: PD-SQ-H-01          VERSIÓN: 1          FECHA: 15/05/2018</p>	<p>FICHA DE DATOS DE          SEGURIDAD  <b>HIPOCLORITO DEL SODIO AL          13%</b></p>	
--	---	---

**Medio extintor:** Para incendios grandes utilice una espuma de expansión media resistente al alcohol tipo AFFF para todo uso, de acuerdo con las técnicas recomendadas por el fabricante de la espuma. Debe consultarse al proveedor de la espuma para obtener recomendaciones respecto a los tipos de espuma y la velocidad de dispersión en aplicaciones específicas. Utilice bióxido de carbono o medios químicos secos para incendios pequeños. Si solamente hay disponibilidad de agua, utilícela en forma de niebla.

**Procedimientos especiales para bomberos:** Puede usarse agua para enfriar los recipientes de solución de hipoclorito expuestos al calor de un incendio. Esto debe hacerse desde una distancia segura debido a que los recipientes se pueden romper. Los bomberos deben usar equipo de protección y algún aparato autónomo de respiración con una mascarilla de cara completa de presión positiva. Retire los recipientes del área del incendio si lo puede hacer sin riesgo. Haga un dique para el agua que controle el incendio para su disposición posterior en el caso que este en contacto con producto; no disperse el material. Incendio durante cargas de tanques o pipas: Controle el incendio desde una distancia máxima o use sujetadores automáticos para las mangueras o boquillas con monitor. No introduzca agua a los recipientes. Enfríe los recipientes con cantidades de agua que inunden hasta cuando el incendio haya sido apagado.

**Equipo protector para combatir incendios:** Debe usarse ropa protectora resistente completa, incluyendo un aparato de respiración autónomo, en un incendio donde éste material esté involucrado. El gas y los vapores tóxicos se producen por la descomposición.

**Evacuación:** Si un camión carrotanque o un tanque participa en un incendio, AÍSLELO y considere la evacuación en un radio de 800 m.

NOTA: Ver la sección 10 Estabilidad y reactividad

## SECCIÓN 6 MEDIDAS EN CASO DE DERRAME/FUGA/ESCAPE ACCIDENTAL

### Derrames, fugas o descargas:

- Restrinja el acceso al área hasta que se termine la limpieza. Asegúrese de que la limpieza sea efectuada por personal capacitado. Ventile el área.
- Elimine todas las fuentes de ignición (fumar, quemadores, chispas o llamas). Todo el equipo debe estar conectado a tierra y no provocar chispas.
- Utilice equipo de protección personal adecuado (vea la Sección 8). No toque el material derramado.
- Evite la entrada al drenaje o las vías de agua de ser posible.
- Detenga la fuga si no implica riesgo para el personal.
- Derrames pequeños: Cúbralo con tierra SECA, arena u otro material no combustible. Utilice herramientas limpias que no generen chispas para recolectar el material y colocarlo en recipientes de plástico con cubiertas no muy apretadas para su disposición posterior. Enjuague el área con agua.
- Derrames grandes: Evite la entrada a drenajes y áreas confinadas. Haga un dique con material inerte (arena, tierra, etc.). Póngase en contacto con los servicios de bomberos y emergencias y con el proveedor para pedirle consejo. Recolecte el producto para recuperarlo o disponer de él bombeándolo en recipientes de plástico. Considere la neutralización y disposición en el sitio. Asegúrese de que todas las herramientas y el equipo queden adecuadamente descontaminados después de la limpieza.
- Recolecte el suelo y agua contaminados, así como el absorbente para su adecuada disposición. Cumpla con los reglamentos gubernamentales, departamentales y locales sobre el reporte de descargas.

<p>CÓDIGO: PD-SQ-H-01          VERSIÓN: 1          FECHA: 15/05/2018</p>	<p>FICHA DE DATOS DE          SEGURIDAD  <b>HIPOCLORITO DEL SODIO AL          13%</b></p>	
--	---	---

**Neutralización de derrames pequeños:** El hipoclorito puede descomponerse cubriéndolo con un agente reductor como el sulfito de sodio o el tiosulfato de sodio.

**Químicos de neutralización:** Utilice sulfito de sodio o peróxido de hidrógeno diluido para reducir el material. Posteriormente puede verificar la neutralización si al aplicar pequeñas cantidades de una solución débil de ácido clorhídrico o sulfúrico no hay liberación de cloro.

**Eliminación de residuos:** Disponga del material de desecho en una instalación aprobada para el tratamiento y disposición de desechos, de acuerdo con los reglamentos aplicables. No disponga del desecho en la basura normal ni en los sistemas de drenaje.

**Nota:** El material utilizado para la limpieza puede considerarse como desecho peligroso de acuerdo con RCRA. Los derrames están sujetos a los requisitos de reporte de CERCLA: RQ = 100 lb. (45 Kg).

**SECCIÓN 7  
 MANEJO Y ALMACENAMIENTO**

**Precauciones:** Tenga disponible y a la mano el equipo de atención de emergencias (para incendios, derrames, fugas, etc.) Asegúrese que todos los recipientes estén etiquetados. Use equipo de protección personal adecuado. La gente que trabaja con este producto químico debe estar adecuadamente capacitada con respecto a sus riesgos y su uso seguro.

**Manejo:** Evite generar rocío. Use las menores cantidades posibles, en áreas designadas y con ventilación adecuada. Mantenga los recipientes cerrados mientras no estén en uso. Los recipientes vacíos pueden contener residuos peligrosos. Utilice equipo de transferencia (bombas, tubería, mangueras, etc.) resistente a la corrosión. No utilice elementos metálicos.

**Almacenamiento:** Almacénelo en un área fresca, seca, bien ventilada y alejada de la luz solar directa. Almacene los recipientes a una temperatura de 15 a 29°C (59 a 84°F). No lo almacene a más de 30°C (86°F) ni por debajo del punto de congelación. Mantenga los recipientes bien cerrados cuando no los esté utilizando y cuando estén vacíos. Protéjalos contra daños. Almacénelo lejos de materiales incompatibles como los materiales reductores, ácidos fuertes, compuestos de nitrógeno, cobre, níquel y cobalto. Utilice materiales estructurales resistentes a la corrosión y sistemas de iluminación y ventilación en el área de almacenamiento.

**Temperatura de almacenamiento:** Se recomienda almacenar a temperaturas entre 15 y 29°C (59 a 84°F).

**SECCIÓN 8  
 CONTROL DE EXPOSICIÓN Y PROTECCIÓN PERSONAL**

**MEDIDAS PREVENTIVAS**

Las recomendaciones de esta sección indican el tipo de equipo que proporciona protección contra la sobre exposición a este producto. Las condiciones de uso, lo adecuado de la ingeniería u otras medidas de control, así como las exposiciones reales, dictarán la necesidad de elementos protectores especiales en su lugar de trabajo.

CÓDIGO: PD-SQ-H-01  
VERSIÓN: 1  
FECHA: 15/05/2018

FICHA DE DATOS DE  
SEGURIDAD  
**HIPOCLORITO DEL SODIO AL  
13%**



**CONTROLES DE INGENIERÍA**

Se debe contar con sistemas de ventilación adecuados donde haya incidencia de emisiones o dispersión de contaminantes en el área de trabajo. El control de la ventilación debe ubicarse tan cercano como sea posible a su punto de generación. Para evitar el contacto con el personal se puede manejar en un recinto cerrado y mediante procesos automatizados de control. Debe prohibirse fumar en áreas en las cuales se almacene o maneje una solución de hipoclorito de sodio.

**EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL**

Se deben tener **DUCHAS Y LAVAOJOS DE SEGURIDAD** cerca al lugar de trabajo. De acuerdo con el lugar y las condiciones de trabajo se deben establecer los requisitos específicos para el equipo de protección personal. Evalúe su uso y determine, junto con el proveedor del equipo, las condiciones adecuadas, tiempo de servicio, cuidados y mantenimiento que garanticen su seguridad.

**Protección para los ojos:** Use protección facial completa o lentes de seguridad resistentes a salpicaduras de productos químicos. Identifique el sitio para el lavado de los ojos o duchas de seguridad más cercanas a su área de trabajo para que pueda acceder, inclusive con los ojos cerrados.

**Protección de la piel:** Utilice ropa impermeable de protección personal adecuada para evitar el contacto con la piel, incluyendo botas, guantes, bata, delantal, impermeable, pantalones u overoles que protejan del contacto con la piel.

**RECOMENDADOS** (más de ocho horas de resistencia a la penetración): Hule butílico; hule natural, neopreno, caucho de nitrilo, polietileno, Viton (MR), Saranex (MR), 4H(MR) y Responder(MR), PVC.

- Las recomendaciones son válidas para índices de permeación que lleguen a 0.1  $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{min}$  o 1  $\text{mg}/\text{m}^2/\text{min}$  o más. La resistencia a materiales específicos puede variar de un producto a otro.
- Los tiempos de penetración se obtienen bajo condiciones de contacto continuo, generalmente a temperatura ambiente. Evalúe la resistencia bajo sus condiciones de uso y mantenga cuidadosamente la ropa.

**Protección respiratoria:** Un respirador purificador de aire aprobado por NIOSH/MSHA equipado con cartuchos para rocío ácido en concentraciones de hasta 10 veces el TLV o para gases de cloro. Use un respirador de aire si las concentraciones son más elevadas o desconocidas.

**DIRECTRICES PARA LA EXPOSICIÓN**

PRODUCTO: **Hipoclorito de Sodio**

Directrices para el nivel de exposición ambiental en el lugar de trabajo (WEELS)/Asociación Americana de Higiene Industrial (AIHA)/promedio de tiempo a corto plazo 1996; 2  $\text{mg}/\text{m}^3$ : 15 minutos.

INSTITUCIÓN	PARÁMETRO	HIPOCLORITO DE SODIO	CLORO	HIDRÓXIDO DE SODIO
ACGIH	TWA	No establecido	0.5 ppm	No establecido
	STEL	No establecido	1 ppm	2 $\text{mg}/\text{m}^3$
OSHA	PEL	No establecido	0.5 ppm	2 $\text{mg}/\text{m}^3$
	STEL	No establecido	1 ppm	No establecido

CÓDIGO: PD-SQ-H-01  
VERSIÓN: 1  
FECHA: 15/05/2018

FICHA DE DATOS DE  
SEGURIDAD  
**HIPOCLORITO DEL SODIO AL  
13%**



**SECCIÓN 9  
PROPIEDADE FÍSICAS Y QUÍMICAS**

Nombre Químico	Hipoclorito de sodio
Nombre alternativo	Hipoclorito de sodio en solución, agua de javel, blanqueador.
Familia Química	Sal inorgánica
Formula Molecular	NaOCl
Peso Molecular	74.4 g/mol (100%)
Apariencia	Solución acuosa, clara, ligeramente amarillo verdosa
Olor	Olor penetrante e irritante a cloro
Presión de vapor	12 mm de Hg a 21 °C
Punto de ebullición	Se descompone por encima de los 40 °C
Punto de Fusión o congelación	-27 °C (17 °F) a 1 atm, solución al 16%
Densidad a 20°C	1,16 g/ml
Solubilidad en agua	Soluble (293 g/L)
Peso específico o densidad relativa como líquido	1.2 (solución al 12.5%) 20°C (60 °F) a 1 atm

**SECCIÓN 10  
ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD**

**Estabilidad química:** Estable a temperatura ambiente y en ausencia de luz.

**Productos de descomposición peligrosos:** Por descomposición térmica: Cloro, Oxido de Sodio, Oxígeno, Óxidos de Cloro, Clorato de Sodio e Hidrógeno.

**Condiciones a evitar:** Manténgalo alejado de las altas temperaturas y la luz solar o ultravioleta. No lo almacene a más de 30°C (86°F). No permita que las soluciones se evaporen hasta secarse. Manténgase lejos de incompatibles.

**Incompatibilidad con otras sustancias:** Puede reaccionar violentamente con ácidos fuertes y con productos de limpieza de base ácida como ácido clorhídrico o muriático, liberando gas de cloro tóxico.

Otros incompatibles incluyen materiales orgánicos, como solventes o productos de limpieza que usen solventes, combustibles y aceites combustibles, celulosa, materiales oxidables, amoníaco, urea, sales de amonio, etilenamina, cianuros, compuestos de nitrógeno, alcoholes, metales y óxidos de metal, liberando cloro o produciendo mezclas explosivas. Reacciona con metales, sus aleaciones y algunas sales, para producir gas de hidrógeno y oxígeno inflamable. El metal y los catalizadores de óxido de metal descomponen los hipocloritos, lo cual desarrolla oxígeno y frecuentemente causa explosiones. Puede reaccionar explosivamente con compuestos que contengan nitrógeno, o formar cloroaminas, las cuales son explosivas. Mantener alejado de productos químicos y de limpieza que contengan amonio como sales de amonio cuaternario, hidróxido de amonio, ya que genera gases tóxicos y/o mezclas explosivas. Las soluciones alcalinas de hipoclorito pueden reaccionar explosivamente con algunos compuestos clororgánicos. Para mayor información puede referirse a la tabla de incompatibilidad química del Instituto del Cloro.

<p>CÓDIGO: PD-SQ-H-01          VERSIÓN: 1          FECHA: 15/05/2018</p>	<p>FICHA DE DATOS DE          SEGURIDAD  <b>HIPOCLORITO DEL SODIO AL          13%</b></p>	
--	---	---

**Corrosividad para metales:** Las soluciones son corrosivas a muchos metales como el cobre, níquel, cobalto y hierro.

**Comentarios sobre la estabilidad y reactividad:** Se descompone rápidamente por temperatura y/o luz.

**Polimerización peligrosa:** No ocurrirá.

**SECCIÓN 11  
 INFORMACION TOXICOLOGICA**

**Datos sobre toxicidad:**

- TD<sub>Lo</sub> – Concentración más baja letal publicada oral en mujer 1 g /kg
- TD<sub>Lo</sub> – Intravenoso en Hombre 45 mg/kg
- LD<sub>50</sub> – Oral en rata 8910 mg/kg
- LD<sub>50</sub> – Oral en ratón 5800 mg/kg
- LD<sub>50</sub> – Dermal en rata 2000 mg/kg
- LC<sub>50</sub> – Rata >10500 mg/m<sup>3</sup> (1 hora)

**Mutagenicidad:** El Hipoclorito de Sodio provocó mutaciones en varios estudios de corto plazo donde se usaron bacterias cultivadas y células de mamífero. Las conclusiones de estas pruebas no fueron claras. No resultó mutagénico en pruebas (aberración cromosómica o del micronúcleo) con animales vivos.

**Efectos reproductivos:** Altas dosis de Hipoclorito de sodio en el agua suministrada causa un pequeño pero significativo aumento anormal en el esperma de los ratones.

**Teratogenicidad y Fetotoxicidad:** No existe evidencia disponible.

**Materiales sinérgicos:** No hay información disponible

**Sensibilización cutánea y respiratoria:** Cerdo de Guinea, no sensibilizante en piel.

**Irritación:** EXTREMADAMENTE IRRITANTE para piel y ojos.

Para más información toxicológica refiérase a la Sección 3 y para Hidróxido de Sodio a la Hoja de Seguridad.

**SECCIÓN 12  
 INFORMACION ECOLOGICA**

**Información Ecotoxicológica:** Tóxico para peces y organismos acuáticos.

**Toxicidad en pescados:**

- LC<sub>50</sub> (48 h) trucha arcoiris 0.07 mg/l
- LC<sub>50</sub> (96 h) Ciprino de cabeza gorda 5.9 mg/l

**Toxicidad en invertebrados y microbios**

- LOEC Oncorhynchus kisutch 0.02 mg/l
- EC<sub>50</sub> Varias especies de crustáceos 5 mg/l en 48 h
- EC<sub>50</sub> Varias especies de algas 0.2 mg/l en 20 h

<p>CÓDIGO: PD-SQ-H-01          VERSIÓN: 1          FECHA: 15/05/2018</p>	<p>FICHA DE DATOS DE          SEGURIDAD  <b>HIPOCLORITO DEL SODIO AL          13%</b></p>	
--	---	---

**Persistencia y degradación:** No hay información disponible.

**SECCIÓN 13  
 CONSIDERACIONES DE DISPOSICION**

Se recomienda la revisión de la legislación vigente, tanto nacional como internacional, antes de su disposición final.

No disponga de los desechos con la basura normal, ni en los sistemas de drenaje o alcantarillado. Lo que no se pueda recuperar para reproceso o reciclaje, incluyendo los recipientes de almacenamiento, deben manejarse por personal capacitado en instalaciones para tal fin, adecuadas y aprobadas para la disposición de desechos. El procesamiento, uso, o contaminación de este producto puede cambiar las opciones de manejo de desechos.

RCRA (40 CFR, Parte 261): Antes de la disposición del material de desecho se recomienda verificar su corrosividad, D002 (Número EPA).

**SECCIÓN 14  
 INFORMACION SOBRE TRANSPORTE DEL PRODUCTO**

	<b>TDG</b>	<b>DOT</b>	<b>Mintransporte Colombia</b>
<b>Nombre del Embarque</b>	Solución de Hipoclorito de Sodio	Solución de Hipoclorito de Sodio	Solución de Hipoclorito de Sodio
<b>Clase o división de riesgo</b>	8 (Corrosivo)	8 (Corrosivo)	8 (Corrosivo)
<b>Número Identificación</b>	UN 1791	UN1791	UN1791
<b>Grupo de empaque (PG)</b>	III	III	III
<b>Cantidad reportable (RQ)</b>	No aplica	No aplica	No se especifica

Norma Técnica Colombiana NTC 1692 (De acuerdo con el Decreto 1609 de Julio de 2002) hoy inmerso en el Decreto 1079 de 2015 "Decreto único Reglamentario del sector transporte". Clasificación, Etiquetado y Rotulado: Esta sustancia y sus desechos está clasificada en la división 8 Corrosivo. También se deben seguir las recomendaciones de transporte de NTC 3971, Transporte de Mercancías Peligrosas Clase 8, 4702-8, Envases y embalajes para transporte de Mercancías Peligrosas Clase 8, y las recomendaciones del Instituto del Cloro.

**IATA/ICAO Descripción de Transporte:** Solución de Hipoclorito de Sodio, Clase de riesgo 8, UN1791, PG III es aceptada para transporte aéreo.

**SECCIÓN 15  
 INFORMACIÓN REGLAMENTARIA**

**CLASIFICACIÓN EN ESTADOS UNIDOS**

Clasificación OSHA: Peligroso de acuerdo con la Norma de Comunicación de Peligros (29 CFR 1910.1200)

- Estado de Inventario TSCA: Si
- Reglamento SARA secciones 313 y 40 CFR 372: No
- Categorías de riesgo SARA, secciones 311/312 (40CFR 370.21):

<p>CÓDIGO: PD-SQ-H-01          VERSIÓN: 1          FECHA: 15/05/2018</p>	<p>FICHA DE DATOS DE          SEGURIDAD  <b>HIPOCLORITO DEL SODIO AL          13%</b></p>	
--	---	---

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Agudo: Si</b></li> <li>• <b>Crónico: No</b></li> <li>• <b>Incendio: No</b></li> <li>• <b>Reactivo: No</b></li> <li>• <b>Descarga repentina: No</b></li> </ul> <p>- Sección 103 CERCLA (40CFR302.4): Si          - Cantidad reportable CERCLA: RQ = 100 lbs          - Este producto no contiene sustancias dañinas para la capa de ozono, ni se fabrica con dichas sustancias.          - Otros Reglamentos o Leyes que se aplican a este producto:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Proposición 65 de California: No</b></li> <li>• <b>EINECS: 231-668-3</b></li> </ul> <p><b>CLASIFICACIÓN EN CANADA</b></p> <p>Este producto ha sido clasificado de acuerdo con los criterios de riesgo de la CPR (Reglamentos para productos controlados). La información contenida en esta Hoja de Seguridad (MSDS)) cumple con los requerimientos de CPR.</p> <p>- Clasificación de la Regulación de Productos Controlados (WHMIS):</p> <p>D2B: Material que causa otros efectos tóxicos - Tóxico          E – Material Corrosivo.</p> <p>- CEPA / Lista de sustancias nacionales canadienses (DSL): Se encuentra en la lista de sustancias nacionales canadiense.</p> <p>- Lista de Publicación de ingredientes de WHMIS: Cumple con los criterios para ser publicado en 1 % o mayor.</p> <p><b>CLASIFICACIÓN EN COLOMBIA.</b></p> <p>Norma Técnica Colombiana NTC 1692 (De acuerdo con el Decreto 1609 de Julio de 2002) hoy compilado en el Decreto 1079 de 2015 “Decreto único Reglamentario del sector transporte”.</p> <p>Clasificación, Etiquetado y Rotulado: Esta sustancia y sus desechos está clasificada en la división 8: Sustancias Corrosivas. Además de lo anterior puede tener riesgos secundarios así: Contaminante acuático. También se deben seguir las recomendaciones de transporte de NTC 3971, Transporte de Mercancías Peligrosas Clase 8, 4702-8, Envases y embalajes para transporte de Mercancías Peligrosas Clase 8, y las recomendaciones del Instituto del Cloro.</p>
---

<p style="text-align: center;"><b>SECCIÓN 16          INFORMACION ADICIONAL</b></p>
<p>La información que contiene la presente Hoja de Seguridad se ofrece solo como una guía de manejo de esta sustancia y ha sido preparado de buena fe por personal capacitado. Ha sido consignada a título ilustrativo, y la forma y condiciones de uso y manejo pueden involucrar otras consideraciones adicionales. No se otorga, ni implica garantía de ningún tipo y Brinsa S.A. no será responsable por ningún daño, pérdidas, lesiones u otros daños que resulten a consecuencia del uso de la información contenida en la presente, o de la confianza que se deposite en la misma. Es responsabilidad del usuario asegurarse de que esta información sea apta y completa para su uso particular.</p>

CÓDIGO: PD-SQ-H-01  
VERSIÓN: 1  
FECHA: 15/05/2018

FICHA DE DATOS DE  
SEGURIDAD  
**HIPOCLORITO DEL SODIO AL  
13%**



**REFERENCIAS:**

- De Groot W.H. Sulphonation technology in the detergent industry. Kluwer academic industry. 1991.
- Icontec. Normas Técnicas Colombianas. NTC 4435
- RTECS-Registry of toxic effects of Chemical Substances, Canadian Centre for Occupational Health and Safety RTECS database, National Institute for Occupational Safety and Health, U.S. Dept. of Health and Human Services, Cincinnati.
- Transport of Hazardous Materials (49 CFR), Canadian Centre for Occupational Health and Safety.
- NFPA 49 Hazardous Chemicals Data 1994 Edition, National Fire Protection Association, Quincy, MA.
- NIOSH Pocket guide to chemical hazards, U.S. Department of Health and Human Services, National Institute for Occupational Safety and Health, 1997.

**ABREVIATURAS:**

**ACGIH:** American Conference of Governmental Industrial Hygienists

**CAS:** Chemical Abstracts Service Registry Number

**IDLH:** Immediately Dangerous to life and health

**LC<sub>50</sub>:** Se espera que a esta concentración de sustancia en el aire mate al 50% de un grupo de animales de prueba determinado.

**LD<sub>50</sub>:** Dosis letal que se espera que mate al 50% de un grupo de animales de prueba determinado.

**NIOSH:** National Institute for Occupational Safety and Health (Instituto Nacional para la salud y seguridad ocupacional)

**TDG:** Transportation of Dangerous Goods Act/Regulations (Leyes y reglamentos sobre el transporte de productos peligrosos)

**TLV:** Threshold limit value (Valor límite)

**TSCA:** Toxic substances control act (Ley de control de sustancias

**Tóxicas) TWA:** Time-weighted Average (Promedio a lo largo del tiempo).

**WHMIS:** Workplace Hazardous Material Information System.

### **Anexo 3. Formato de entrevista no estructurada aplicado en Quimicol S.A.**

Inicio de la entrevista no estructurada

Se dio la bienvenida a los participantes, luego se explicó que el propósito de la entrevista era caracterizar el conocimiento de los impactos ambientales a nivel químico y el manejo relacionado con la incidencia de derrames por parte de los empleados de la empresa Quimicol S.A. Se agradeció la participación y se solicitó autorización para grabar la entrevista o tomar anotaciones en el diario de campo. Los participantes accedieron a ser grabados o a que se tomara nota escrita de sus participaciones. La hora de inicio de la entrevista fue a las 9:00 a.m. con una duración por persona de 15 minutos.

#### **Personal 1 de planta**

Pregunta (P): ¿Puede mencionar cuántos casos y tipos de derrames líquidos se han presentado en Quimicol S.A.?

Respuesta (R): Conozco de 6 derrames dentro de la empresa y 3 fuera de ella. Los tipos son de ácido, soda e hipoclorito sódico.

Pregunta (P): ¿Puede indicar las sustancias derramadas, su naturaleza química y las condiciones de manipulación?

Respuesta (R): Los de dentro fueron de ácido clorhídrico, soda caustica y cloruro férrico. Los de fuera de ácido clorhídrico, soda e hipoclorito sódico.

Pregunta (P): ¿Puede indicar las características de los derrames, las cantidades derramadas y el plan de contingencia aplicado?

Respuesta (R): ocurrieron a condiciones ambientales, en tanque, carro tanque y área de almacenamiento. Para los de ácido no se saben las cantidades. Se detuvo el llenado pues ocurrieron cuando se estaba cargando y se debió a desperfectos en válvulas. Uno de los de soda fue de 700 litros.

Pregunta (P): ¿Puede aportar evidencia fotográfica de los derrames líquidos e indicar las acciones de mejora realizadas en la empresa frente a estos accidentes?

Respuesta (R): Sí, en el área de proceso donde laboro existen fotografías de los derrames.

Para la fuga en el vehículo se cerraron válvulas, se contuvo el producto, se usó una bomba y se hizo limpieza del área

#### **Personal 2 de planta**

Pregunta (P): ¿Puede mencionar cuántos casos y tipos de derrames líquidos se han presentado en Quimicol S.A.?

Respuesta (R): Sé de 6 derrames dentro y 3 fuera de ella. Fueron de hipoclorito, soda y ácido.

Pregunta (P): ¿Puede indicar las sustancias derramadas, su naturaleza química y las condiciones de manipulación?

Respuesta (R): Internos de HCl al 37%, NaOH al 50% y FeCl<sub>3</sub>. Externos: HCl, NaOH y NaOCl.

Pregunta (P): ¿Puede indicar las características de los derrames, las cantidades derramadas y el plan de contingencia aplicado?

Respuesta (R): temperatura ambiente y humedad del 65%, se presentaron en tanque, carro tanque y área de almacenamiento. Los de ácido no se sabe que cantidad. Se cerraron válvulas del vehículo cuando se estaba llenando. Un derrame de soda fue de 700 litros y el de cloruro férrico y ácido no conozco las cantidades.

Pregunta (P): ¿Puede aportar evidencia fotográfica de los derrames líquidos e indicar las acciones de mejora realizadas en la empresa frente a estos accidentes?

Respuesta (R): En el computador del área de proceso existen fotografías del derrame de soda en un intercambiador de calor y de ácido en un tanque de almacenamiento que se pueden compartir con la autorización de la empresa.

### **Personal 3 de planta**

Pregunta (P): ¿Puede mencionar cuántos casos y tipos de derrames líquidos se han presentado en Quimicol S.A.?

Respuesta (R): 6 derrames en Quimicol y 3 fuera de Quimicol, de ácido, soda caustica, hipoclorito y cloruro férrico.

Pregunta (P): ¿Puede indicar las sustancias derramadas, su naturaleza química y las condiciones de manipulación?

Respuesta (R): Los de dentro fueron de ácido clorhídrico 37%, soda caustica 50% y cloruro férrico. Los de fuera de ácido clorhídrico, soda e hipoclorito sódico.

Pregunta (P): ¿Puede indicar las características de los derrames, las cantidades derramadas y el plan de contingencia aplicado?

Respuesta (R): a temperatura ambiental y humedad del 60%, en vehículos de transporte y área de almacenamiento. No se saben las cantidades. Uno de hidróxido de sodio fue un derrame grande de varios litros.

Pregunta (P): ¿Puede aportar evidencia fotográfica de los derrames líquidos e indicar las acciones de mejora realizadas en la empresa frente a estos accidentes?

Respuesta (R): Si se pueden aportar fotos de los derrames.

#### **Personal 4 de planta**

Pregunta (P): ¿Puede mencionar cuántos casos y tipos de derrames líquidos se han presentado en Quimicol S.A.?

Respuesta (R): Se han presentado 3 derrames fuera de la empresa y 6 dentro de ella con ácidos, bases y otros productos que distribuimos.

Pregunta (P): ¿Puede indicar las sustancias derramadas, su naturaleza química y las condiciones de manipulación?

Respuesta (R): Las sustancias fueron de ácido clorhídrico, soda caustica, cloruro férrico e hipoclorito que se manejan a temperatura ambiente y humedad relativa entre 60 y 65% en las áreas de producción, transporte y laboratorio.

Pregunta (P): ¿Puede indicar las características de los derrames, las cantidades derramadas y el plan de contingencia aplicado?

Respuesta (R): Esas sustancias son muy corrosivas y peligrosas para la integridad de las personas. Los accidentes con ellas se han presentado en tanques, carrotanques, tuberías y áreas de almacenamiento de los productos. Nosotros no conocemos realmente cuales fueron realmente las cantidades vertidas porque no todo el producto se evacuó y además no aparece en los informes de la empresa. Los derrames se han debido a daños en válvulas, averías en los compartimientos de los vehículos donde se almacenan las sustancias. Lo que se hace es parar el derrame cerrando válvulas, aislando el área y pasando el producto a otro contenedor.

Pregunta (P): ¿Puede aportar evidencia fotográfica de los derrames líquidos e indicar las acciones de mejora realizadas en la empresa frente a estos accidentes?

Respuesta (R): Sí, la empresa tiene fotografías de los derrames.

El producto derramado se contiene echándole tierra o aserrín, pero eso no lo detiene del todo. También se usan absorbentes y se succiona con bombas y se hizo limpieza del área

#### **Personal 5 de planta**

Pregunta (P): ¿Puede mencionar cuántos casos y tipos de derrames líquidos se han presentado en Quimicol S.A.?

Respuesta (R): Como unos 9 o 10 casos en lo que yo conozco. Son de tipo ácido y alcalino y de otros productos que fabrica y distribuye la compañía como cloro, ácido clorhídrico y sulfúrico, soda caustica, hipoclorito y cloruro férrico, entre otros.

Pregunta (P): ¿Puede indicar las sustancias derramadas, su naturaleza química y las condiciones de manipulación?

Respuesta (R): HCl al 37%, NaOH al 50%, FeCl<sub>3</sub> y NaOCl al 13%.

Pregunta (P): ¿Puede indicar las características de los derrames, las cantidades derramadas y el plan de contingencia aplicado?

Respuesta (R): los derrames son de sustancias corrosivas muy peligrosas, aunque se tengan todos los cuidados se pueden presentar en las áreas de proceso, transporte, área de almacenamiento y laboratorio. Es casi imposible conocer las cantidades exactas derramadas. Por lo general son muchos litros. Se encierra el área, se llama a la brigada de emergencia, se aíslan los vehículos, se revisan y cierran válvulas del vehículo si están abiertas. Se han presentado derrames grandes entre 700 y 1000 litros, de pronto más.

Pregunta (P): ¿Puede aportar evidencia fotográfica de los derrames líquidos e indicar las acciones de mejora realizadas en la empresa frente a estos accidentes?

Respuesta (R): Se dispone de registros fotográficos de los derrames, pero toca pedir autorización a los ingenieros de la empresa. Han ocurrido vertidos de ácido en intercambiadores de calor y en tanques de almacenamiento que se han controlado con protocolos indicados por la brigada de emergencia como aislamiento y empleo de algún material para absorberlos.

### **Personal 6 de planta**

Pregunta (P): ¿Puede mencionar cuántos casos y tipos de derrames líquidos se han presentado en Quimicol S.A.?

Respuesta (R): 9 casos entre ácidos, bases y otras sustancias.

Pregunta (P): ¿Puede indicar las sustancias derramadas, su naturaleza química y las condiciones de manipulación?

Respuesta (R): ácido clorhídrico al 37%, hidróxido al 50% e hipoclorito al 13%.

Pregunta (P): ¿Puede indicar las características de los derrames, las cantidades derramadas y el plan de contingencia aplicado?

Respuesta (R): derrames de sustancias muy peligrosas y corrosivas. No se saben las cantidades. Uno de hidróxido de sodio como de 1000 litros.

Pregunta (P): ¿Puede aportar evidencia fotográfica de los derrames líquidos e indicar las acciones de mejora realizadas en la empresa frente a estos accidentes?

Respuesta (R): Si hay fotos de los derrames. Se hace cierre y demarcación del área, detención del llenado, cierre de válvulas, recolección del producto derramado y limpieza.

### **Personal 1 de transporte**

Pregunta (P): ¿Puede mencionar cuántos casos y tipos de derrames líquidos se han presentado en Quimicol S.A.?

Respuesta (R): Varios, pero no sabría decir cuántos. Son sustancias muy peligrosas.

Pregunta (P): ¿Puede indicar las sustancias derramadas, su naturaleza química y las condiciones de manipulación?

Respuesta (R): productos corrosivos que se manejan normalmente en la empresa o en los vehículos.

Pregunta (P): ¿Puede indicar las características de los derrames, las cantidades derramadas y el plan de contingencia aplicado?

Respuesta (R): sustancias muy peligrosas que pueden enfermarlo o matarlo a uno. No sé las cantidades, pero son cantidades grandes. Uno se comunica con el área de emergencia de la empresa.

Pregunta (P): ¿Puede aportar evidencia fotográfica de los derrames líquidos e indicar las acciones de mejora realizadas en la empresa frente a estos accidentes?

Respuesta (R): Si hay fotos. Se usa jabón para tapan la fuga del líquido en el vehículo, se demarca el área, se recoge el producto porque la ley lo exige y toca hacer y limpieza.

### **Personal 2 de transporte**

Pregunta (P): ¿Puede mencionar cuántos casos y tipos de derrames líquidos se han presentado en Quimicol S.A.?

Respuesta (R): Como 3 o 5 con los vehículos, pero dentro de la empresa no sé cuántos. Sustancias corrosivas.

Pregunta (P): ¿Puede indicar las sustancias derramadas, su naturaleza química y las condiciones de manipulación?

Respuesta (R): Son productos que fabrica la empresa.

Pregunta (P): ¿Puede indicar las características de los derrames, las cantidades derramadas y el plan de contingencia aplicado?

Respuesta (R): sustancias muy peligrosas que se transportan en grandes cantidades según la capacidad de los vehículos. No sé las cantidades, pero son cantidades grandes. La gente de emergencia de la empresa es la que realiza los procesos porque uno no sabe de eso y se expone.

Pregunta (P): ¿Puede aportar evidencia fotográfica de los derrames líquidos e indicar las acciones de mejora realizadas en la empresa frente a estos accidentes?

Respuesta (R): Si hay fotos. Se recoge el producto después que la gente de emergencias hace su trabajo y ley exige limpiar.

### **Personal 3 de transporte**

Pregunta (P): ¿Puede mencionar cuántos casos y tipos de derrames líquidos se han presentado en Quimicol S.A.?

Respuesta (R): Varios, pero no sabría decir cuántos. Son sustancias muy peligrosas.

Pregunta (P): ¿Puede indicar las sustancias derramadas, su naturaleza química y las condiciones de manipulación?

Respuesta (R): productos corrosivos que se manejan normalmente en la empresa o en los vehículos.

Pregunta (P): ¿Puede indicar las características de los derrames, las cantidades derramadas y el plan de contingencia aplicado?

Respuesta (R): sustancias muy peligrosas que pueden enfermar o matar a la persona. No sé las cantidades, pero son cantidades grandes. Uno se comunica con el área de emergencia de la empresa.

Pregunta (P): ¿Puede aportar evidencia fotográfica de los derrames líquidos e indicar las acciones de mejora realizadas en la empresa frente a estos accidentes?

Respuesta (R): Si hay fotos. Se usa jabón para tapar la fuga del líquido en el vehículo, se demarca el área, se recoge el producto porque la ley lo exige y toca hacer y limpieza.

### **Personal 4 de transporte**

Pregunta (P): ¿Puede mencionar cuántos casos y tipos de derrames líquidos se han presentado en Quimicol S.A.?

Respuesta (R): 3 con los vehículos que transportan. Sustancias ácidas.

Pregunta (P): ¿Puede indicar las sustancias derramadas, su naturaleza química y las condiciones de manipulación?

Respuesta (R): Son productos corrosivos que hasta se comen la tubería.

Pregunta (P): ¿Puede indicar las características de los derrames, las cantidades derramadas y el plan de contingencia aplicado?

Respuesta (R): sustancias con cantidades grandes en los vehículos de 8, 16 y 24 m<sup>3</sup>. La brigada es la que hace el trabajo, uno espera para poder seguir manejando el vehículo que puede ser ese mismo día o después, dependiendo de la situación.

Pregunta (P): ¿Puede aportar evidencia fotográfica de los derrames líquidos e indicar las acciones de mejora realizadas en la empresa frente a estos accidentes?

Respuesta (R): Si, pero se necesita que la empresa dé permiso. Toca recoger el derrame.

### **Personal 1 de laboratorio**

Pregunta (P): ¿Puede mencionar cuántos casos y tipos de derrames líquidos se han presentado en Quimicol S.A.?

Respuesta (R): Como 9 o 10 entre internos y externos. Sustancias corrosivas (ácidos y bases), hipoclorito sódico y cloruro férrico 3 con apreciables grados de pureza (37%, 50%, 13%).

Pregunta (P): ¿Puede indicar las sustancias derramadas, su naturaleza química y las condiciones de manipulación?

Respuesta (R): HCl, NaOH, NaOCl, FeCl<sub>3</sub>. Son productos corrosivos manejados a condiciones ambientales.

Pregunta (P): ¿Puede indicar las características de los derrames, las cantidades derramadas y el plan de contingencia aplicado?

Respuesta (R): Derrames mayores porque son de varios litros. Más de 1000 litros. Aislamiento del área, uso de algún absorbente, limpieza.

Pregunta (P): ¿Puede aportar evidencia fotográfica de los derrames líquidos e indicar las acciones de mejora realizadas en la empresa frente a estos accidentes?

Respuesta (R): Si, se requiere de autorización de la compañía para poder compartirla. Se ha estandarizado el plan de emergencia de la empresa, pero se puede mejorar.

### **Personal 2 de laboratorio**

Pregunta (P): ¿Puede mencionar cuántos casos y tipos de derrames líquidos se han presentado en Quimicol S.A.?

Respuesta (R): 5 derrames internos asociados con ácidos y bases y 2 externos con los mismos productos, aunque se han presentado más con otras sustancias que produce la compañía.

Pregunta (P): ¿Puede indicar las sustancias derramadas, su naturaleza química y las condiciones de manipulación?

Respuesta (R): HCl (37%), NaOH (50%), NaOCl (13%), FeCl<sub>3</sub>. Son productos corrosivos que se manipulan y transportan a condiciones ambientales.

Pregunta (P): ¿Puede indicar las características de los derrames, las cantidades derramadas y el plan de contingencia aplicado?

Respuesta (R): Derrames grandes de más de 1000 litros. Cercamiento del área afectada, aplicación de un absorbente y recogida del vertido.

Pregunta (P): ¿Puede aportar evidencia fotográfica de los derrames líquidos e indicar las acciones de mejora realizadas en la empresa frente a estos accidentes?

Respuesta (R): Si. Se ha estandarizado el plan de emergencia de la empresa, pero se puede mejorar. Cambio de válvulas tanto en vehículos como en las líneas o tuberías surtidoras,

soldadura de los elementos que han presentado fuga, expectativas de estudio del fenómeno de los derrames, interés en el desarrollo de productos para neutralizar los derrames.

## Anexo 6. Documento Guía para fortalecer a los actores de derrames ácidos y básicos

### 1. Identificación del documento guía

<b>Población a la cual va dirigida este documento guía:</b>	Operarios, transportadores, ciudadanos en contacto con derrames líquidos ácidos y básicos
<b>Nombre del Proyecto:</b>	NeutroMag-D: una solución para minimizar el impacto ambiental ocasionado por derrames líquidos ácidos y/o básicos en su cadena de producción, abastecimiento, transporte y disposición
<b>Ambiente de capacitación</b> Aula y espacios medio ambientales	<b>Materiales de capacitación:</b> documento escrito, computador, TV y/o video proyector, tablemático, marcadores borrables, almohadillas
<b>Duración de la capacitación (en horas):</b>	4

### 2. Introducción

Estimado (a) participante (a), los recursos como el agua, el aire y el suelo hacen parte del ambiente y pueden ser afectados por derrames de sustancias líquidas peligrosas que además ponen en riesgo la salud y la vida de los seres vivos que de alguna forma entren en contacto con ellas. La Asociación Chilena de Seguridad (ACHS, 2016) define el derrame químico como “cualquier liberación no prevista de una sustancia química peligrosa... El nivel de riesgos dependerá de las características de cada sustancia y de los procesos que la utilicen”.

El trabajo desarrollado en este documento guía involucra los conceptos básicos de derrame, neutralización, desactivación y plan de contingencia para abordar el problema de contaminación y afectación por derrames líquidos ácidos y básicos con resultados amigables para el ambiente y las personas involucradas con ellos.

Las actividades presentes buscan fortalecer y *capacitar a los actores sobre afectaciones humanas y ambientales, medidas de precaución y protocolos de actuación frente a esta emergencia.*

### 3. Estructuración didáctica de las actividades

#### 3.1 Actividades de Reflexión inicial.

**Situación Problema:** Los derrames de sustancias líquidas ácidas o básicas en suelos, ríos y mares constituyen un problema grave que amenaza la biodiversidad. Su diseminación en estos medios, dificulta su recuperación y traslada el conflicto a otros lugares del planeta. Es por ello que se hace necesario aplicar planes de contingencia eficientes y rápidos para minimizar los efectos adversos sobre el medio que incluyan a actores como empresas, instituciones y comunidad en general, así como protocolos estandarizados concretos a aplicar para detenerlos y desactivarlos.

##### 3.1.1. Actividad de aprendizaje # 1 – Foro temático

Reconocer las sustancias líquidas ácidas y básicas que pueden afectar de forma negativa al ambiente y a los seres vivos a partir del desarrollo de las siguientes actividades de aprendizaje:

1. *Conforme equipos de trabajo de tres personas*

*Observe y analice detenidamente los videos “Efectos de la contaminación” y “Plan de Contingencia Antiderrames” suministrados por el encargado de la capacitación. Reflexione sobre las siguientes preguntas orientadoras:*

- a. *¿Qué accidentes en la industria química conoce usted a nivel internacional y nacional?*
- b. *¿Cuáles pueden ser las causas de ocurrencia de los derrames de sustancias peligrosas?*
- c. *¿Qué características conoce de los ácidos y las bases?*
- d. *Indique los actores que pueden estar relacionados con derrames líquidos ácidos y/o básicos.*
- e. *Consulte sobre los organismos internacionales que regulan el manejo de sustancias químicas peligrosas.*

*Participe de forma activa en un foro presencial sobre los cuestionamientos presentados.*

##### **Evidencias**

1. *Respuestas a las preguntas orientadoras.*
2. *Participación en plenaria.*

*El encargado de la capacitación facilitará la participación de las personas presentes en esta capacitación para identificar los conocimientos previos y experiencias sobre derrame de líquidos ácidos y básicos, que afectan al ambiente y a los seres vivos, realizando aclaraciones, motivaciones y orientaciones al respecto, así como el cierre de la actividad.*

**Tiempo estimado para la actividad:** 1/2 hora

**Modalidad de trabajo:** individual

Examinar la afectación por contaminación química originada por los derrames líquidos ácidos y/o básicos en cuerpos de agua o suelos y su impacto sobre el ambiente.

##### 3.1.2. Actividad de aprendizaje # 2

Realice el análisis del vídeo “La contaminación del Río Sonora por el Grupo México” e identifique la contaminación química presentada, sus consecuencias sobre el medio y los ecosistemas.

### **Evidencias**

1. *Ensayo de una página sobre la contaminación química originada por el derrame en el río Sonora de México.*
2. *Defensa grupal de las ideas extractadas de los trabajos individuales.*

*El capacitador acompañará las sustentaciones realizando aportes y aclaraciones cuando sea necesario cerrando la actividad a través de conclusiones y reflexiones.*

**Tiempo estimado para la actividad:** 1/2 hora

**Modalidad de trabajo:** grupal

### **3.2 Actividades de contextualización e identificación de conocimientos necesarios para el aprendizaje.**

Identificar los componentes químicos, físicos, ecológicos y matemáticos presentes en documentos técnicos de sustancias líquidas ácidas y básicas que permitan dimensionar el impacto ambiental por derrames accidentales o provocados.

#### **Descripción de la situación**

Consulte la hoja de seguridad y la ficha técnica del ácido clorhídrico, el ácido sulfúrico y la sosa cáustica.

#### **Descripción de la actividad:**

Con la información suministrada en los documentos consultados, analice y describa los riesgos para la salud y afectación del ambiente de los tres productos mencionados.

**Para describir los efectos adversos provocados por derrames líquidos ácidos y básicos, es necesario conocer su naturaleza, su nomenclatura IUPAC o comercial y analizar la información suministrada en documentos técnicos.**

**De acuerdo con sus conocimientos previos, ¿cómo puede explicarse la técnica de neutralización o desactivación de derrames líquidos ácidos y básicos?**

Para entender el proceso de neutralización o desactivación de derrames ácidos y básicos debe hacerse uso de los fundamentos de las ciencias básicas: física, química, ecología y matemáticas

*El encargado de la capacitación orientará el proceso de enseñanza-aprendizaje alrededor de los siguientes saberes:*

### **Fundamentación en química**

*Funciones ácido y base*

*Técnica de neutralización/Desactivación*

*Derrames químicos, clasificación, lugares de ocurrencia, causas,*

*Impactos de los contaminantes ácidos y básicos en la salud humana y ambiental*

*Técnicas de tratamiento de los derrames ácidos y básicos.*

### **Fundamentación matemática**

*Función logarítmica, cálculo de porcentajes, definición y cálculo de eficacias, cálculo de errores en una medición.*

### **Plan de contingencia frente a derrames ácidos y básicos**

Consideración de posibles materiales absorbentes naturales y poliméricos para retener los derrames líquidos

Pruebas básicas para determinar el material de retención óptimo.

Principios para el desarrollo de un producto anfótero que desactive un derrame ácido y/o básico

Puesta en marcha del plan de contingencia

### **Normatividad para el transporte y manejo de sustancias peligrosas**

- Decreto 1609 de 2002 del Ministerio de Transporte en Colombia.
- Decreto-Ley 1295 de 1994 del Ministerio de Gobierno de Colombia.
- Ley 55 de 1993 del Congreso de Colombia.
- Resolución 009 del 24 de junio de 2009 del Consejo Nacional de Estupefacientes de Colombia.

**Tiempo estimado para la actividad:** 2 horas

**Modalidad de trabajo:** grupal

### **Evidencia**

*Respuesta en equipos de trabajo a las preguntas del taller sobre las temáticas mencionadas.*

### **3.3 Actividades de apropiación del conocimiento (Conceptualización y Teorización).**

#### **Actividad: Blog de “Soluciones creativas”**

Reconocer el impacto ambiental por derrames líquidos ácidos y básicos en suelos y cuerpos de agua a través de la participación en un blog.

En el sector industrial ha sido frecuente el impacto negativo del ecosistema por derrames líquidos ácidos y básicos en suelos, mares y ríos debido a la naturaleza de estas sustancias peligrosas, por lo cual se requiere de una pronta solución política y técnica para la preservación de las especies y el desarrollo sostenible de las futuras generaciones. Cuando se carece de fundamentación y creatividad para solucionar este

conflicto, se ve afectada la vida, la seguridad y los ecosistemas.

### **Descripción de la actividad**

Realizar en equipos de trabajo, la lectura del documento “NeutroMag-D: una solución para minimizar el impacto ambiental ocasionado por derrames líquidos ácidos y/o básicos en su cadena de producción, abastecimiento, transporte y disposición”, realizar un resumen de los aspectos más importantes acerca de esta problemática, tomar apuntes de los aspectos más importantes de los videos observados en las actividades de reflexión inicial de esta guía de aprendizaje y socializar sus reflexiones en forma individual al interior de los equipos.

Teniendo en cuenta lo anterior, participe en el blog indicando de manera creativa qué tipo de estrategias aplicaría para mitigar este impacto, indicando las ventajas y desventajas de la neutralización o desactivación de los derrames como tecnología a aplicar para su tratamiento.

*El encargado de la capacitación realimentará y resolverá dudas a los participantes sobre conceptos, procedimientos, y la técnica de neutralización o desactivación.*

### **Evidencia**

*Participación en el blog*

**Tiempo para la actividad:** 1/2 hora

**Modalidad:** grupal

## **3.4 Actividades de transferencia del conocimiento.**

### **3.4.1 Actividad # 1 - Mapa Conceptual**

#### **Ejecutar acciones amigables con el medio ambiente**

#### **Descripción**

- Revise la información sobre la técnica de neutralización ácido-base para el tratamiento de derrames líquidos y realice un mapa conceptual sobre el protocolo a seguir para la mitigación del impacto.

#### **Evidencias**

- *Mapa conceptual elaborado*
- *Sustentación individual*

*El encargado de la capacitación orientará a los participantes en el diseño del mapa conceptual, realimentará la sustentación individual y hará el cierre de la actividad.*

**Tiempo estimado:** 15 minutos  
**Modalidad de trabajo:** individual

### 3.4.2 Actividad # 2 - UVE Heurística

Elaborar una UVE Heurística de la técnica de neutralización-desactivación para el tratamiento de derrames líquidos ácidos y básicos como insumo para redactar un protocolo de actuación frente al problema de contaminación generado por los derrames.

Sugerencia: consulte la página <http://es.slideshare.net/mafer25barrionuevo/uve-heuristica-tecnicas>

#### Descripción de la actividad

Aplique la UVE Heurística como técnica de análisis de la problemática ambiental originada por derrames líquidos ácidos y/o básicos

#### Evidencias

- UVE Heurística *elaborada*
- Protocolo escrito de actuación antiderrames
- *Sustentación grupal*

El facilitador orientará a los participantes en el diseño de la UVE Heurística, sobre otras posibles alternativas para *la mitigación del problema ambiental y realizará el cierre de la actividad.*

**Tiempo estimado:** 15 minutos  
**Modalidad de trabajo:** grupal

### 3.5 Actividades de evaluación.

Evidencias de Aprendizaje	Criterios de Evaluación	Técnicas e Instrumentos de Evaluación
<b>Evidencias de Conocimiento:</b> -Autodiagnóstico	- Contribuye en el cuidado y uso de los elementos que integran su entorno formativo y laboral  - Trata los derrames líquidos siguiendo protocolos normalizados	Cuestionario
<b>Evidencias de Desempeño:</b> Foro temático presencial		-Observación -Lista de chequeo

<b>Evidencias de Producto:</b>	- Mantiene limpio y ordenado el lugar donde desarrolla sus actividades formativas y productivas	Lista de chequeo	
Documento escrito			

#### 4. Glosario de términos

**Ácido clorhídrico:** líquido incoloro o ligeramente amarillo, peligroso, corrosivo, higroscópico cuya fórmula es HCl. Puede ocasionar severa irritación al tracto respiratorio o digestivo, con posibles quemaduras. Produce efectos letales de acuerdo a estudios con animales. Puede ser fatal si se ingiere o se inhala. Puede ser sensibilizador. Órganos blancos: sistema respiratorio, dientes, ojos, piel y sistema respiratorio.

**Ácido sulfúrico:** líquido aceitoso incoloro, corrosivo, higroscópico, que reacciona con el agua cuya fórmula es H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Puede ocasionar daños en riñones y pulmones, en ocasiones causando la muerte. Causa efectos letales de acuerdo a estudios con animales de laboratorio. Tiene peligro de generar cáncer, puede ser fatal si se inhala, ocasiona severas irritaciones en ojos, piel, tracto respiratorio y tracto digestivo con posibles quemaduras.

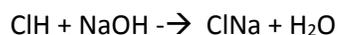
**Derrame químico:** La asociación chilena de seguridad (ACHS) define el derrame químico como “cualquier liberación no prevista de una sustancia química peligrosa, (...) El nivel de riesgos dependerá de las características de cada sustancia y de los procesos que la utilicen”.

**Desactivación:** “Método, técnica o proceso utilizado como pre tratamiento para volver inertes los residuos peligrosos y similares, de manera que se puedan transportar y almacenar previamente a la incineración o envío al relleno sanitario”. Esta definición está enfocada en el contexto de residuos peligrosos hospitalarios, aunque resulta útil para este trabajo dado que se pretende más que llevar el pH a un valor de 7.0 en un derrame, regular su impacto por lo cual se adopta el término ya que en el argot químico no se define.

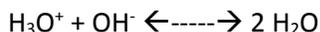
**Hidróxido de sodio:** o sosa caustica, solido blanco e higroscópico en diversas formas cuya fórmula es NaOH. La disolución en agua es una base fuerte que reacciona violentamente con ácidos y es corrosiva con metales. Reacciona con sales de amonio produciendo amoniaco, originando peligro de incendio. El contacto con la humedad o con el agua genera calor. Su exposición genera efectos locales graves. Puede alcanzar una concentración nociva de partículas suspendidas en el aire cuando se dispersa. Es corrosivo para los ojos, la piel y el tracto respiratorio, corrosivo por ingestión. El contacto prolongado con la piel puede producir dermatitis.

**Mitigación:** “definición de medidas de intervención dirigidas a reducir o minimizar el riesgo o contaminación”.

**Neutralización:** se denomina neutralización a la reacción de un ácido con una base en que se forma una sal y agua. Según Arrhenius, al disolverse una base libera iones OH<sup>-</sup>, que se combinan con los H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> generados por el ácido, produciendo agua; esto se debe a que ambos iones se encuentran en una concentración muy superior a la correspondiente al producto iónico del agua, y tiene que disminuir formándose moléculas de agua, y permaneciendo en solución los restantes iones. Así, en la reacción entre el ácido clorhídrico y el hidróxido sódico para formar cloruro sódico y agua:



En realidad, es el proceso:



Ya que los iones  $\text{Cl}^-$  y  $\text{Na}^+$  quedan libres en la disolución.

Después de reaccionar todo el ácido y toda la base, el pH de la disolución será 7 (neutro); de ahí el nombre de neutralización del proceso.

**Sustancias corrosivas:** sustancia o mezcla que por acción química puede atacar o destruir los metales u ocasionar irritación cutánea en humanos o animales de forma irreversible (Globally harmonized system of classification and labelling of chemicals).

**Sustancias peligrosas o mercancías peligrosas:** materiales perjudiciales que durante la fabricación, manejo, transporte, almacenamiento o uso, pueden generar o desprender polvos, humos, gases, líquidos, vapores o fibras infecciosas, irritantes, inflamables, explosivos, corrosivos, asfixiantes, tóxicos o de otra naturaleza peligrosa, o radiaciones ionizantes en cantidades que puedan afectar la salud de las personas que entran en contacto con éstas, o que causen daño material.

## 6. Referentes bibliográficos

*Hoja de datos de seguridad Ácido Clorhídrico líquido.* (2005). Obtenido de Universidad Autónoma de Baja California: [http://iio.ens.uabc.mx/hojas-seguridad/acido\\_clorhidrico.pdf](http://iio.ens.uabc.mx/hojas-seguridad/acido_clorhidrico.pdf)

*Hoja de datos de seguridad Ácido Sulfúrico.* (2005). Obtenido de Universidad Autónoma de Baja California: [http://iio.ens.uabc.mx/hojas-seguridad/acido\\_sulfurico.pdf](http://iio.ens.uabc.mx/hojas-seguridad/acido_sulfurico.pdf)

Asociación Chilena de Seguridad. (s.f.). *Documento 02. Fugas y derrames, evacuación.* Obtenido de Asociación Chilena de Seguridad: <http://www.achs.cl/portal/Empresas/fichas/Documents/emergencia-evacuacion-en-caso-de-fuga-o-derrame.pdf>

Colombia. Instituto Nacional de Salud. (2010). *Manual de Gestión integral de residuos*. Obtenido de Ministerio de Salud: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/IA/INS/manual-gestion-integral-residuos.pdf>

*Fichas internacionales de seguridad química.* (s.f.). Obtenido de Gobierno de España. Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social: [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/FISQ/Ficheros/301a400/nspn\\_0360.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/FISQ/Ficheros/301a400/nspn_0360.pdf)

Colombia. (2002). *Decreto 1609 de 2002. Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera.* Obtenido de Ministerio de transporte: <https://www.mintransporte.gov.co/descargar.php?idFile=177>

Figuroa, M., & Guzmán, R. (2001). *Química*. Firms Press. Obtenido de ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral-proquest-com.bdigital.sena.edu.co/lib/senavirtualsp/detail.action?docID=3186869>.

*Globally harmonized system of classification and labelling of chemicals (GHS)*. (2011). Obtenido de United Nations Economic Commission for Europe: [https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/ghs/ghs\\_rev04/English/ST-SG-AC10-30-Rev4e.pdf](https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/ghs/ghs_rev04/English/ST-SG-AC10-30-Rev4e.pdf)

#### 5. Control del documento (elaborada por)

**Elaborada por:** Jairo Roberto Suarez Galíndez

**Fecha:** 30/11/2018

## Autodiagnóstico sobre derrames líquidos

Página 1 de 3

### “Cuestionario” (Evaluación de conocimientos)

<b>De forma</b>	
<b>Anexo 7. Cuestionario sobre derrames</b>	
<b>Título de la capacitación: Control de derrames ácidos y/o básicos líquidos</b>	
<b>Participante:</b>	<b>Fecha de aplicación:</b>
<b>Capacitador:</b>	

Estimado(a) participante, la siguiente prueba se conforma por enunciados (textos que describen problemas, situaciones, casos, entre otros.) cada uno debidamente enumerados, los cuales cuentan con cuatro opciones de respuesta identificados con las letras a, b, c y d. Solo una de estas opciones responde correcta a la pregunta.



1. La contaminación ambiental es la introducción de sustancias químicas o energéticas en un espacio natural como el suelo, el agua o el aire, lo cual provoca una afectación a los seres vivos y el ambiente causando alteraciones al estado natural de los recursos. Teniendo en cuenta la anterior afirmación indique de los siguientes procesos cuál sería contaminante:
  - a. Calentamiento de agua ( )
  - b. Transformación de materia orgánica ( )
  - c. Derrames alcalinos ( )
  - d. Lluvias extremas ( )
2. Los derrames ácidos y/o básicos pueden tener por causas factores humanos, mecánicas, de operación o mantenimiento durante los procesos industriales. ¿Cuál sería un ejemplo de un factor de operación?
  - a. Daño en una válvula ( )
  - b. Abertura en un tanque ( )
  - c. Transporte de un material ácido ( )

## Autodiagnóstico sobre derrames líquidos

Página 2 de 3

### “Cuestionario” (Evaluación de conocimientos)

- d. Desconocimiento de la normatividad sobre manejo de sustancias peligrosas ( )
3. La asociación chilena de seguridad (ACHS) define el derrame químico como “cualquier liberación no prevista de una sustancia química peligrosa, (...) El nivel de riesgos dependerá de las características de cada sustancia y de los procesos que la utilicen”. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?
  - a. No es posible controlar un derrame químico ( )
  - b. Existen muchos estudios científicos sobre derrames ácidos y básicos ( )
  - c. La normatividad colombiana actual, clasifica claramente la cantidad de sustancia para que un derrame sea considerado mayor o menor ( )
  - d. Un derrame químico puede afectar la propiedad ( )
4. Los derrames ácidos y básicos pueden ocasionar deterioro de las capas de suelos y afectación de la calidad de fuentes de agua, y del hábitat natural de los ecosistemas (México. Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial , 2015). ¿Cuál sería un ejemplo de un impacto negativo por derrames ácidos y/o básicos en la salud ambiental?:
  - a. Seres humanos que se alimentan de organismos que han acumulado contaminantes ( )
  - b. Daños en el ADN en la población humana ( )
  - c. Malformaciones y feminización en organismos acuáticos ( )
  - d. Afectación física de un operario de planta ( )
5. La Desactivación es un “Método, técnica o proceso utilizado como pre tratamiento para volver inertes los residuos peligrosos y similares, de manera que se puedan transportar y almacenar previamente a la incineración o envío al relleno sanitario” (Colombia. Instituto Nacional de Salud, 2010). ¿Cuál es el resultado esperado en la desactivación de un derrame líquido?
  - a. Absorber el líquido derramado ( )
  - b. Adsorber un sólido ( )
  - c. Llevar el pH del vertido a un valor de 7.0 ( )
  - d. Regular el pH del vertido ( )
6. Una solución amortiguadora es aquella que se contrapone al cambio del pH cuando se agrega a ácidos o álcalis (Acosta G., Manzano L., & Rendón A., 1992). De acuerdo con esto, un producto anfótero se utiliza para:
  - a. neutralizar ácidos ( )
  - b. neutralizar hidrocarburos ( )
  - c. Se utiliza para neutralizar ácidos y/o bases pues lleva el pH a 7.0 ( )
  - d. Se utiliza para desactivar ácidos y/o bases por regulación del pH ( )

## Autodiagnóstico sobre derrames líquidos

Página 3 de 3

### “Cuestionario” (Evaluación de conocimientos)

7. Un plan de emergencia constituye la organización de medios humanos y materiales disponibles para garantizar la intervención inmediata ante la existencia de una emergencia bajo procedimientos establecidos (Ministerio del Transporte, 2002). Un plan de emergencia contra derrames líquidos involucra:
  - a. Prevención, adsorción y mitigación ( )
  - b. Uso de elementos de protección personal, ayuda de la comunidad y mitigación ( )
  - c. Qué hacer, cómo hacerlo, con qué hacerlo y quién lo hará ( )
  - d. Políticas estatales y experiencia del personal de la brigada de emergencia ( )
  
8. La educación ambiental es un componente del plan de contingencia contra derrames líquidos que puede realizarse a través de:
  - a. Entrenamientos ( )
  - b. Multas ( )
  - c. Cierre de empresas ( )
  - d. Preservación de las especies ( )
  
9. La clasificación de productos químicos realizada en la norma NFPA 704 (National Fire Protection Association), es utilizada para comunicar los peligros de los materiales peligrosos National Fire Protection Association - NFPA, 2012. De acuerdo con esto, los ácidos y bases se clasifican como sustancias:
  - a. Comburentes ( )
  - b. Explosivas ( )
  - c. Inflamables ( )
  - d. Corrosivas ( )
  
10. La mitigación constituye aquellas medidas de intervención dirigidas a reducir o minimizar el riesgo o contaminación por derrames líquidos (Colombia, 2002). De acuerdo con ello, ¿cuál esquema contribuye con una solución?
  - a. Uso de zeolita y aserrín ( )
  - b. Uso de zeolita y un polímero ( )
  - c. Uso de aserrín y un polímero ( )
  - d. Uso de un polímero y un producto anfótero ( )

**“LISTA DE CHEQUEO”**  
**(PARA EVALUAR EL DESEMPEÑO Y UN PRODUCTO ESCRITO)**

<b>Título de la capacitación: Control de derrames líquidos ácidos y/o básicos</b>	
<b>Participante:</b>	<b>Fecha de aplicación:</b>
<b>Capacitador:</b>	

**Anexo 8. Lista de chequeo del documento Guía sobre derrames líquidos ácidos y/o básicos**



**Lista de Chequeo para evaluar: Desempeño ( )      Producto ( )**

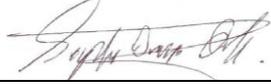
	Criterios	Cumple		Observaciones
		Si	No	
<b>1.</b>	<b>Desempeño</b>			
1.1	Explica los conceptos de Neutralización ácido-base, Desactivación, Anfótero, Mitigación, Plan de emergencia.			
1.2	Caracteriza los derrames líquidos de acuerdo a la situación presentada.			
1.3	Gestiona la información de los vertidos teniendo en cuenta las fichas técnicas de los productos.			
1.4	Aplica procedimientos operativos normalizados para la mitigación del impacto de los derrames líquidos.			
1.5	Desarrolla actividades técnicas realizando mediciones de parámetros ambientales que permitan realizar controles y mitigar impactos negativos.			
1.6	<i>Aplica los conocimientos y educación ambiental en procesos industriales (contacto con ambientes, uso de productos y equipos) dentro del plan de emergencia anti derrames</i>			
<b>2.</b>	<b>Actitudes</b>			
2.1	Es crítico y consciente de las problemáticas ambientales.			
2.2	Al trabajar en equipo se observa liderazgo y responsabilidad para asumir riesgos ambientales y proponer acciones para su mitigación.			
2.3	Presenta actitud activa y respetuosa por el cuidado de la salud y la vida humana y ambiental			
2.4	Muestra interés en el conocimiento del			

**“LISTA DE CHEQUEO”**  
**(PARA EVALUAR EL DESEMPEÑO Y UN PRODUCTO ESCRITO)**

	Criterios	Cumple		Observaciones
		Si	No	
	medio ambiente, su respeto y cuidado.			
2.5	Propone acciones concretas para el cuidado y preservación de su entorno ambiental.			
<b>3.</b>	<b>Producto</b>			
3.1	Los trabajos escritos están elaborados siguiendo normas APA e ICONTEC.			
3.2	Las propuestas técnicas sobre el cuidado y preservación del medio ambiente son respetuosas de la normatividad ambiental y sanitaria vigente.			
3.3	Los documentos escritos contienen un desarrollo completo de todos los puntos solicitados.			
3.4	El informe sigue las instrucciones requeridas para la entrega del producto.			
3.5	El documento emplea parámetros, convenciones y fuentes bibliográficas del área ambiental.			

---

**Nombre del capacitador**

<b>PROCEDIMIENTO PARA ATENCIÓN DE DERRAMES</b>	No.	QC-018
	Fecha	05 de Diciembre de 2018
	Elabora	Jairo Suarez-Phoenix Products
	Revisa	Sigifredo Orrego-Quimicol 
<b>ACIDOS - BASICOS</b>		Página 1 de 2

## **Anexo 9. Procedimiento Antiderrames ácidos y básicos**

### **1. Objetivo**

Dar a conocer las medidas que deben tomarse para atención a derrames ácidos y básicos mayores y menores.

### **2. Alcance**

Este procedimiento aplica para los operarios de producción y Efluentes, transportadores y actores involucrados en un derrame ácido y/o básico.

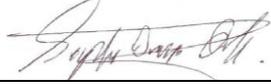
### **3. Definiciones**

- Derrame Mayor: Derrame de sustancia química superior a 200 Kg.
- Derrame Menor: Derrame de sustancia química inferior a 200 Kg.

### **4. Desarrollo**

#### **4.1. Derrames menores**

- a. Identificar el material derramado. Si no puede identificar en forma segura el producto derramado, asumir que el producto es peligroso.
- b. Consulte la Hoja de Seguridad (FDS - MSDS), o Tarjeta de Emergencia. En ella puede seleccionar los elementos de protección personal requeridos.
- c. Hacer uso de los Elementos de Protección Personal (EPP) requeridos.
- d. Aislar el área. Parar la fuente del derrame si puede hacerlo en forma segura. Evitar que el material derramado llegue a sumideros de aguas lluvias o al suelo.
- e. Ubicar el kit de derrames más cercano que debe contener un absorbente y un producto anfótero.
- f. Buscar los materiales absorbentes apropiados y recolectar el derrame. Las medias absorbentes (chorizos) deben usarse como barreras para evitar que la sustancia

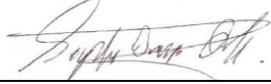
<b>PROCEDIMIENTO PARA ATENCIÓN DE DERRAMES</b>	No.	QC-018
	Fecha	05 de Diciembre de 2018
	Elabora	Jairo Suarez-Phoenix Products
	Revisa	Sigifredo Orrego-Quimicol 
<b>ACIDOS - BASICOS</b>		Página 2 de 2

derramada llegue a sumideros de aguas lluvias o al suelo, mientras que la tierra diatomácea y paños deben usarse para absorber el derrame. Se debe atacar en la recolección de la periferia, hacia el centro.

- g. La cantidad de producto NeutroMag-D a utilizar para desactivar un derrame ácido menor y mayor, puede calcularse empleando la relación 32 ml NeutroMag-D\_5/5 g de solución de ácido/, es decir 6.4 ml Neutromag\_5/g de solución de ácido y para un derrame menor y mayor, puede calcularse empleando la relación 8.5 ml de la mezcla NeutroMag-D \_5/1 g de solución de producto básico.
- h. Determinar el valor de pH de la mezcla final para verificar la desactivación del derrame.
- i. El material impregnado de la sustancia química debe colocarse dentro de contenedores (bolsas o canecas para residuos peligrosos). Se debe identificar el material con las etiquetas respectivas e informar al operario de efluentes. No se debe pisar el material derramado.
- j. El personal que controló el derrame debe descontaminarse. Las aguas de lavado se consideran residuos peligrosos.
- k. Participar activamente en el reporte y en la investigación del incidente / accidente.

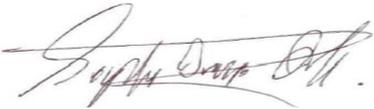
#### **4.2.Derrames Mayores.**

- l. Identificar el material derramado. Si no puede identificar en forma segura el producto derramado, asumir que el producto es peligroso.
- m. Reparar o minimizar la fuga en forma segura.
- n. Instalar una compuerta para contener la sustancia química en el canal de aguas lluvias.
- o. En situaciones normales la compuerta debe encontrarse guardada en el kit de derrames de ácidos y bases.
- p. Restringir purgas en torres de enfriamiento de férrico anhidro y líquido.
- q. Informar al operario de efluentes.
- r. Trasegar el producto contenido en la canal a yumbos. Etiquetar y enviar a aprovechamiento en proceso o disposición final según sea el caso.
- s. Seguir con los literales **b - i** del procedimiento para derrames menores (numeral 4.1).

<b>PROCEDIMIENTO PARA ATENCIÓN DE DERRAMES</b>	No.	QC-018
	Fecha	05 de Diciembre de 2018
	Elabora	Jairo Suarez-Phoenix Products
	Revisa	Sigifredo Orrego-Quimicol 
<b>ACIDOS - BASICOS</b>		Página 3 de 2

## 5. Responsabilidades

- 5.1. Operario líder de productos ácidos y básicos. Es responsabilidad del operario líder, la ejecución del procedimiento con el apoyo de los ayudantes y el operario de efluentes. Deberá revisar en cada turno que en situaciones normales la compuerta de contingencia permanezca en el kit de derrames.
- 5.2. Operario de efluentes. Suministrar los elementos para atención a derrames necesarios, indicar el sitio al que deben ser llevados los residuos y verificar las acciones de recolección antes de autorizar el lavado de áreas afectadas.
- 5.3. Supervisor de productos ácidos y básicos. Velar por que la canal de aguas lluvias permanezca limpio (libre de lodos, laminilla u otros materiales que resten volumen de contención).

<b>Anexo 10. Lista de chequeo para revisión y aprobación del Procedimiento para Atención de Derrames ácidos y básicos (PAD)</b>				
Nombre del autor del documento	Jairo Roberto Suárez Galíndez			
Nombre del documento	Procedimiento para Atención de Derrames ácidos y básicos (PAD)			
Nombre de quien valora	Ing. Sigifredo Orrego Ortiz			
Fecha de revisión	Octubre 31 de 2018			
Fecha de aprobación	Diciembre 5 de 2018			
Categoría	Variables	Cumple		Observaciones
		SI	NO	
Identificación del documento	El nombre del documento es coherente con los documentos técnicos manejados en la industria	X		
	Los datos correspondientes a la identificación del documento se encuentran diligenciados en su totalidad	X		
Objetivo	El objetivo permite cumplir con el propósito principal de atención de derrames ácidos y/o básicos	X		
Alcance	El alcance permite establecer los actores de los derrames que pueden aplicar el procedimiento	X		
Definiciones	La presentación de conceptos permite contextualizar a los actores sobre los tipos de derrame según la cantidad o volumen derramado	X		
Desarrollo	El paso a paso descrito permite la aplicación de los conocimientos y experiencias técnicas	X		
Responsabilidades	Las responsabilidades permiten identificar los roles de los actores técnicos que actúan frente a un derrame	X		
Verificado por:	Aprobado por: Firma			
Ing. Sigifredo Orrego Ortiz				

--	--	--	--	--