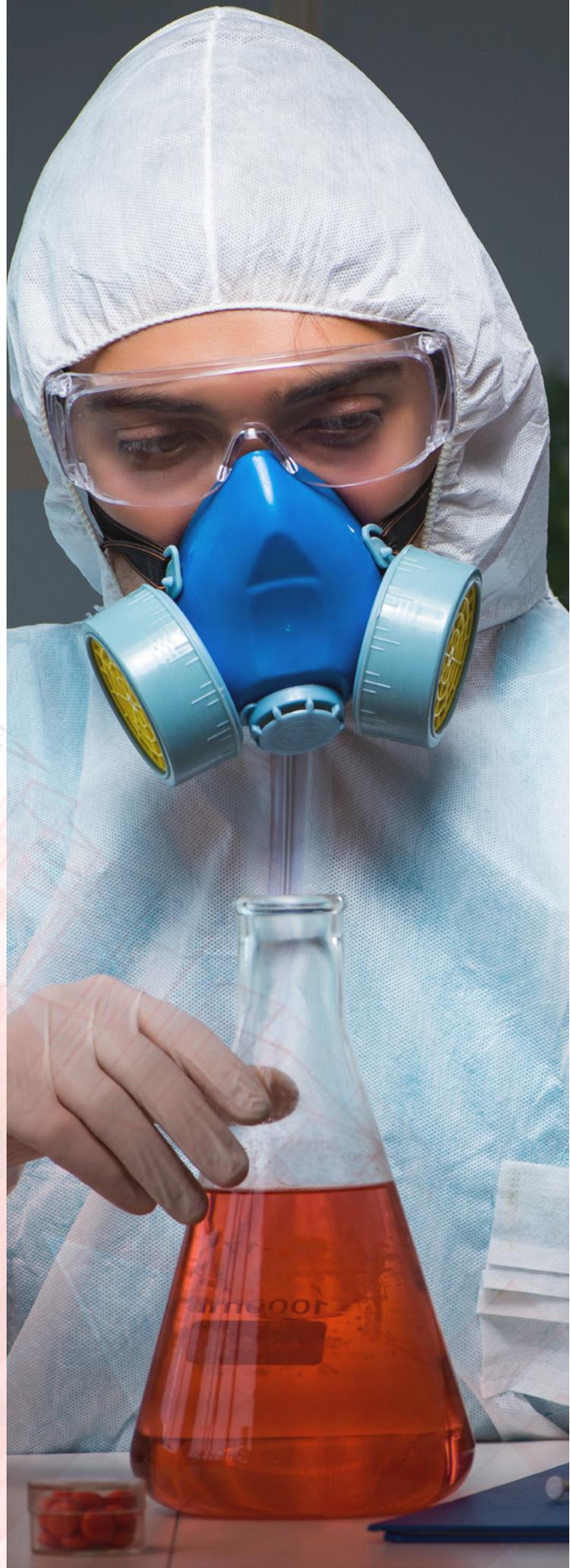


GUÍA
TÉCNICA



Riesgo químico en lugares de trabajo



Riesgo químico en lugares de trabajo

Por: Yezid Fernando Niño Barrero / Ingeniero Ambiental y Sanitario / Especialista en Higiene y Salud Ocupacional / M.Sc. Salud Pública / PhD en Ingeniería (c)

Yady Cristina González Álvarez / Ingeniera química / Especialista en Epidemiología

Hernán Darío Rentería Cáceres / Médico Cirujano / Especialista en Salud Ocupacional y Toxicología Ocupacional.



Revisión técnica

Mauricio Alexander Gómez Triana
Julián Mauricio Ospina Bernal

Acompañamiento técnico

Diana Marcela Gil Bohórquez

Corrección de estilo

Rodrigo Forero Franco

Presidenta Ejecutiva

Adriana Solano Luque

Consejo Editorial

Rodrigo Forero Franco
Claudia Lucía González Rodríguez
Weisner Danuber Herrera Calderón
Andrés Felipe Moreno Castellanos
Yezid Fernando Niño Barrero
Jorge Johan Olave Molano
Leidy Liceth Pérez Claros
Daniel Arturo Quiroga Vargas
Maira Luz Sarmiento Soto
Felipe Murcia Tamayo

Coordinación Periodística

Comunicaciones CCS

Claudia Lucía González Rodríguez
Andrés Felipe Moreno Castellanos
Dayana Alexandra Rojas Campos

Diseño Gráfico

Icona Diseño

Fotografía

123rf.com
Fotos CCS

Consejo Técnico

Armando Agudelo Fontecha
Álvaro Casallas Gómez
Juan José Galán Picón
Héctor Gutiérrez Pulido
María Victoria Rozo de Botero
Luis Hernando Manrique Palacio



Contenido

1. Introducción 7

2. Antecedentes 7

2.1	Normativos	7
2.1.1	Legislación colombiana	9
2.1.2	Estándares técnicos nacionales e internacionales	10
2.1.2.1	Referentes nacionales	10
2.1.2.2	Referentes internacionales	11
2.2	Marco conceptual	12
2.2.1	Definición del Riesgo	12
2.2.2	¿Qué es un producto químico?	13
2.2.3	¿Qué es un producto químico peligroso?	13
2.3	Vías de ingreso	13
2.4	Escenarios de exposición potencial	14
2.4.1	Industrial	14
2.4.2	Servicios	15
2.4.3	Agricultura, silvicultura y pesca	15

3. Identificación de peligros, evaluación y valoración del riesgo 16

3.1	Sistemas de clasificación de peligros de las sustancias químicas	16
3.1.1	Sistema Globalmente Armonizado (SGA)	16
3.1.1.1	Peligros de las sustancias químicas de acuerdo con el SGA	16
3.1.1.2	Comunicación de peligros según SGA	18
3.1.1.3	Etiquetado de las sustancias químicas	18
3.1.1.3.1	Casos en los que se debe etiquetar o reetiquetar un producto	19
3.1.1.3.2	Productos que no requieren etiquetado o reetiquetado que cumpla los requisitos del SGA	19
3.1.1.3.3	Diseño de etiquetas	20
3.1.1.3.3.1	Tamaño de la etiqueta	20
3.1.1.3.3.2	Nombre de la sustancia	21
3.1.1.3.3.3	Datos del proveedor, importador o fabricante	21
3.1.1.3.3.4	Pictogramas	21
3.1.1.3.3.5	Palabra de advertencia	22
3.1.1.3.3.6	Indicación de peligro	22
3.1.1.3.3.7	Consejos de prudencia	23
3.1.1.3.4	Diseño de etiqueta SGA	24
3.1.1.3.5	Etiqueta de productos químicos trasvasados que no requieren cumplir con los requisitos del SGA	24
3.1.1.3.6	Verificación del cumplimiento del etiquetado	25
3.1.1.3.7	Recomendaciones para el etiquetado	26
3.1.1.3.8	Mecanismos alternativos de etiquetado	26
3.1.1.3.8.1	Productos de alta rotación	26
3.1.1.3.8.2	Envases pequeños	26
3.1.1.4	Fichas de datos de seguridad (FDS) de las sustancias químicas	26



3.1.1.4.1	Contenido de las fichas de datos de seguridad (FDS)	26
3.1.1.4.2	Verificación del cumplimiento de la FDS	29
3.1.2	NFPA 704: Sistema estándar para la identificación de los peligros de los materiales para respuesta a emergencias	30
3.1.3	Pictogramas para el transporte de mercancías peligrosas	30
3.2	Inventario de sustancias químicas	32
3.3	Evaluación del riesgo de accidentes de trabajo	32
3.4	Evaluación del riesgo de enfermedades laborales	34
3.4.1	Identificación de peligros para la salud	34
3.4.2	Priorización de sustancias químicas – Metodologías cualitativas o simplificadas	36
3.4.3	Límites de exposición y métodos cuantitativos	36
3.5	Higiene industrial	37

4 Control o tratamiento del riesgo

37

4.1	Medidas preventivas y de protección para accidentes de trabajo	37
4.1.1	Sustitución	38
4.1.2	Controles técnicos o controles de ingeniería	38
4.1.2.1	Almacenamiento seguro de sustancias químicas	39
4.1.2.1.1	Etiquetas	42
4.1.2.1.2	Identificación de peligros	42
4.1.2.1.3	Estabilidad y reactividad	42
4.1.2.1.4	Medidas de lucha contra incendio en la FDS	42
4.1.2.1.5	Verificar espacio de almacenamiento disponible	42
4.1.2.2	Condiciones generales de seguridad en el almacenamiento	43
4.1.2.2.1	Áreas de almacenamiento	43
4.1.2.2.1.1	Estanterías	43
4.1.2.2.1.2	Estibas	44
4.1.2.2.1.3	Diques de contención	45
4.1.2.2.1.4	Techos	45
4.1.2.3	Recomendaciones de almacenamiento por tipo de peligro	46
4.1.2.3.1	Inflamables	46
4.1.2.3.2	Gases comprimidos	46
4.1.2.3.3	Explosivos	46
4.1.2.3.4	Oxidantes (comburentes y peróxidos)	47
4.1.2.3.5	Corrosivos	47
4.1.2.3.6	Tóxicos	47
4.1.2.4	Recomendaciones para el uso seguro	47
4.1.2.5	Criterios para la selección de los elementos de protección personal (EPP)	48
4.1.2.5.1	Guantes	49
4.1.2.5.2	Respiratorio	53
4.1.3	Actuación ante accidentes de trabajo con sustancias químicas	57

5. Vigilancia de la salud

57

5.1	Efecto combinado de las sustancias químicas	58
5.2	Factores que intervienen en los efectos a la salud	58
5.3	Marcadores biológicos	59
5.3.1	Clasificación de los biomarcadores	59
5.4	Salud ambiental y gestión del riesgo químico	60





6. Prevención y preparación para emergencias

62

6.1	Identificación de amenazas y análisis de vulnerabilidades	62
6.2	Amenazas por sustancias químicas	62
6.3	Escenarios	63
6.4	Preparación para la atención de emergencias	64
6.4.1	Alerta temprana	64
6.4.2	Selección de extintores	64
6.4.3	Kit de derrames	65
6.4.4	Brigadas de emergencia	65
6.5	Contenido de un plan de prevención y respuesta ante emergencias	66

7. Programa para la gestión del riesgo químico

68

7.1	Paso 1. Definición de obligaciones y responsabilidades	68
7.1.1	Empleador	70
7.1.2	Trabajadores	70
7.2	Paso 2. Inventario de sustancias químicas	70
7.3	Paso 3. Identificación y clasificación de los peligros de las sustancias	71
7.4	Paso 4. Comunicación de peligros	71
7.4.1.	Etiquetado	71
7.4.2	Fichas de datos de seguridad (FDS)	71
7.5	Paso 5. Priorización de sustancias con base en peligrosidad y condiciones de trabajo	71
7.6	Paso 6. Medición en el ambiente de trabajo y en el trabajador	72
7.7	Paso 7. Definir controles (jerarquía de control) y monitorear su eficiencia	72
7.7.1	Sustitución	72
7.7.2	Controles técnicos	72
7.7.3	Controles operativos	72
7.7.4	Elementos de protección personal (EPP)	73
7.8	Paso 8: Vigilancia médica y de salud	73
7.9	Paso 9: Procedimientos en caso de emergencia y primeros auxilios	73
7.9.1	Primeros auxilios	73
7.9.2	Lucha contra incendios	73
7.9.3	Vertido accidental	73
7.10	Paso 10. Mejoramiento continuo	73

Bibliografía

74



GUÍA TÉCNICA

**Riesgo químico en
lugares de trabajo**

1. Introducción

Las sustancias químicas aseguran que tengamos calor y energía, podamos comprar bienes y ropa, tengamos acceso a los medios de comunicación y la música, donde quiera que estemos. Muchos de los cambios que se observan en el mundo natural son causados por reacciones químicas, como el cambio de color de las hojas de los árboles y el crecimiento de una flor. Las sustancias químicas traen consigo beneficios de los cuales la sociedad moderna depende totalmente, contribuyen en gran medida al bienestar económico y social de los ciudadanos, en términos de comercio y empleo. Por tal razón, y para mantener los beneficios de los productos químicos en nuestra vida, es necesario tratarlos con respeto para minimizar cualquier impacto nocivo de la exposición a ellos, siendo fundamental practicar una gestión racional a lo largo de su ciclo de vida, desde la extracción hasta la eliminación, evitando así los riesgos a la salud humana y en el medio ambiente (ECHA, 2019).

En el mundo se utilizan millones de sustancias químicas: en el Registro CAS (Chemical Abstract Service) se tienen registros de más de 155 millones de sustancias orgánicas e inorgánicas desde principios de 1800. Allí se incluyen aleaciones, compuestos de coordinación, minerales, mezclas, polímeros, sales y más de 68 millones de secuencias de proteínas y ácidos nucleicos (American Chemical Society, n.d.). Este panorama incrementa la magnitud del campo de acción por abordar y hace necesario que la formulación de acciones preventivas deba ajustarse al tipo de sustancia y a las condiciones de uso y producción.

La gestión del riesgo en el uso de sustancias químicas ha sido un tema de creciente interés en el país con la expedición del Conpes 3868, firmado en 2016, como parte del proceso de adhesión de Colombia a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (Ocde) (Departamento Nacional de Planeación, 2016). Sin embargo, cabe resaltar que este no ha sido el único esfuerzo en política pública en materia de sustancias químicas, es así como, desde la expedición de la Ley 9 de 1979, se han formulado algunos lineamientos para el manejo seguro de las sustancias químicas, desarrollando aspectos como el etiquetado o la señalización de las áreas para su manejo.

Frente a las emergencias que pueden generar las sustancias químicas, de acuerdo con CISPROQUIM® (Centro de Información de Seguridad sobre Productos Químicos del CCS), durante 2019, se atendieron 11.182 eventos de emergencia, de los cuales 9.222 casos corresponden a intoxicaciones, es decir, el 82,47% del total de las emergencias. El 17,53% restante está conformado por eventos tecnológicos, casos toxicológicos o consultas de información. Del total de intoxicaciones, y respecto de las relacionadas con exposición ocupacional, los productos mayormente involucrados fueron los plaguicidas y las mezclas de estos, además, se observó que fueron los hombres quienes presentaron una afectación mayor, debido a que este tipo de labores de fumigación generalmente las realizan personas del sexo masculino (Hernández, 2020).

Uno de los referentes de mayor importancia en la regulación del país es la Ley 55 de 1993 sobre la seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo. Esta ley ha sido el fundamento para la definición de medidas de protección en materia de seguridad y salud en el trabajo. En ella, se estableció la necesidad de definir un Sistema de Clasificación de los Peligros de las Sustancias Químicas (Congreso de la República, 1993). Más recientemente, con la expedición del Decreto 1496 de 2018, se realizó la adopción del Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos en el país (Presidencia de la República de Colombia, 2018).

No hay que desconocer que desde otros sectores también se ha contribuido de manera significativa en la regulación de materiales peligrosos. El Decreto 1609 de 2002 (compilado en el Decreto 1079 de 2015) acogió las recomendaciones relativas al transporte de materiales peligrosos, también conocido como el “Libro Naranja”. Desde otros sectores se han desarrollado normativas que no se enfocan en el control de riesgos laborales. El sector salud, por ejemplo, ha implementado regulación para el registro de sustancias como medicamentos, cosméticos y productos de higiene doméstica, y, en conjunto con los sectores de ambiente y agricultura, se ha desarrollado regulación para los plaguicidas químicos de uso agrícola.

En este contexto, esta guía técnica pretende ser un instrumento utilizado en las empresas por los responsables de seguridad y salud en el trabajo o por los académicos que quieren adelantar la gestión del riesgo químico en áreas de trabajo, con base en la implementación de la identificación, análisis, evaluación y comunicación de peligros, permitiendo conocer elementos sobre seguridad, higiene industrial y salud laboral, entre otros aspectos.

2. Antecedentes

2.1 Normativos

El desarrollo normativo en Colombia, en materia de sustancias químicas, se ha adelantado desde diferentes enfoques y sectores. La Constitución Política de Colombia de 1991 establece, dentro de los derechos de los ciudadanos colombianos, el derecho a la vida, a la salud, el saneamiento ambiental y a gozar de un ambiente sano. Así mismo, establece la prohibición de la fabricación, importación, posesión y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, y la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional.

Un antecedente muy importante en la regulación es la Ley 9 de 1979, que aborda temas ambientales, de seguridad y salud ocupacional (hoy seguridad y salud en el trabajo), donde están definidos algunos lineamientos en el manejo de sustancias químicas peligrosas y sus posibles efectos.



Desde el sector trabajo, se han desarrollado regulaciones generales sobre la prevención de accidentes de trabajo y enfermedades laborales, como consecuencia de la exposición a diferentes peligros en el lugar de trabajo, incluidos los químicos. En este campo, se tiene descrito en la regulación tanto medidas de protección a los trabajadores como la vigilancia de la salud.

La prevención de los accidentes mayores, aquellos que impliquen una o varias sustancias peligrosas y que expongan a los trabajadores, a la población o al medio ambiente a un peligro grave, inmediato o diferido, fueron materia de regulación con la adopción del Convenio 174 y la Recomendación 181 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), mediante la Ley 320 de 1996. En esta materia no se ha expedido reglamentación, sin embargo, sí hace parte de los compromisos de la Política de Gestión del Riesgo Asociado al Uso de Sustancias Químicas.

El sector ambiente ha centrado su regulación sobre sustancias químicas, principalmente, en lo relativo a los residuos peligrosos, emisiones y vertimientos, integrando, adicionalmente, las actividades industriales que sean objeto de licencias o permisos ambientales. Y, en conjunto con el sector salud, ha desarrollado la regulación asociada a sustancias químicas, fundamentalmente, en productos como plaguicidas, medicamentos y alimentos.

Otros sectores, como transporte y agricultura, tienen normas relacionadas con las sustancias químicas.

A continuación, se presenta una síntesis de los campos de desarrollo normativo en materia de sustancias químicas:

- ⊙ Sector Trabajo
 - Prevención de accidentes de trabajo (AT) y enfermedades laborales (EL).
 - Higiene industrial.
 - Seguridad industrial.
 - Prevención de accidentes mayores.
 - Prioridad a las sustancias carcinógenas, tóxicas agudas y causantes de enfermedades.
- ⊙ Sector Ambiente
 - Contaminantes orgánicos persistentes (COP).
 - Emisiones contaminantes.
 - Gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (Raee).
 - Gestión Integral de residuos peligrosos (Respel).
 - Mercurio.
 - Pasivos ambientales.
 - Posconsumo.
 - Sustancias agotadoras de la capa de ozono (Sao).
- ⊙ Sector Salud
 - Aire y salud.
 - Minería y salud.
 - Salud ambiental.
 - Seguridad en el uso de plaguicidas.
 - Seguridad en el uso de productos químicos en el hogar.
 - Seguridad en la producción y el uso de medicamentos.
- ⊙ Sector Transporte
 - Transporte de mercancías peligrosas.
 - Seguridad vial.
- ⊙ Sector Agricultura
 - Plaguicidas químicos de uso agrícola.
 - Fertilizantes.
- ⊙ Sector Comercio, Industria y Turismo
 - Registro de sustancias químicas de uso industrial.
- ⊙ Sector Justicia
 - Sustancias de control especial.
- ⊙ Sector Minas
 - Hidrocarburos.
 - Combustibles.
 - Gases.



2.1.1 Legislación colombiana

Dentro de la reglamentación legal relacionada con la gestión del riesgo químico en los lugares de trabajo se encuentran:

Tabla 1. Legislación colombiana relacionada con la gestión del riesgo químico en los lugares de trabajo

Norma	Año	Descripción	Comentario
Ley 9	1979	Por la cual se dictan medidas sanitarias	Define aspectos generales en el manejo de sustancias químicas en lugares de trabajo, así como establece requerimientos en temas de salud y medio ambiente.
Resolución 2400	1979	Disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo	Establece medidas generales de protección de los trabajadores a la exposición a sustancias químicas, como etiquetado y demarcación de áreas, adopta los valores límite de exposición ocupacional a sustancias químicas definidos por la ACGIH y contiene temas aplicables a respuesta a emergencias.
Decreto 1843	1991	Uso y manejo de plaguicidas	Define todos los lineamientos para el control y vigilancia epidemiológica en el uso y manejo de plaguicidas.
Ley 55	1993	Utilización de los productos químicos en el trabajo	Adopta el Convenio 170 y la Recomendación 177 de la OIT, y establece medidas como el etiquetado.
Resolución 80505	1997	Reglamento técnico al cual debe someterse el almacenamiento, manejo, comercialización mayorista y distribución de gas licuado del petróleo (GLP)	Se definen, entre otros, algunos elementos de seguridad en el manejo de GLP.
Decreto 321	1999	Plan Nacional de Contingencia contra Derrames de Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas	Define las actividades dirigidas a prevenir, mitigar y corregir los daños de derrames de hidrocarburos, derivados y sustancias nocivas en aguas marinas, fluviales y lacustres.
Decreto 2090	2003	Se definen las actividades de alto riesgo para la salud del trabajador	Establece, dentro de las actividades de alto riesgo para el sistema de pensiones, los trabajos con exposición permanente a sustancias comprobadamente carcinógenas.
Resolución 007	2007	Reglamento de higiene y seguridad del crisotilo y otras fibras de uso similar	Establece los procedimientos y las prácticas de control para reducir la exposición profesional al polvo de crisotilo y de otras fibras de uso similar, en los ambientes de trabajo.
Ley 1252	2008	Se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos	Establece obligaciones para los generadores de residuos peligrosos y sanciones.
Ley 1658	2013	Disposiciones relacionadas con la comercialización y uso de mercurio, se fijan requisitos e incentivos para su reducción y eliminación	Define la eliminación del mercurio en minería para 2018 y, para otras actividades industriales, en 2023.
Decreto 1072	2015	Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST)	Dentro del sistema de gestión están diferentes requisitos sobre la identificación de peligros y la gestión de los riesgos asociados, que incluyen los relacionados con la exposición a sustancias químicas.
Resolución 001	2015	Unifica y actualiza la normatividad sobre el control de sustancias y productos químicos	Medidas para el control de sustancias y productos químicos (listado de 33 sustancias) que pueden ser utilizados o destinados, directa o indirectamente, en la extracción, transformación y refinación de drogas ilícitas.
Decreto 2133	2016	Medidas de control a la importación y comercialización de mercurio y los productos que lo contienen	Establece las medidas de control para la subpartida 2805.40.00.00 del Arancel de Aduanas y el Registro Único Nacional de Importadores y Comercializadores Autorizados.



Conpes 3868	2016	Política de gestión del riesgo asociado al uso de sustancias químicas	En el marco del proceso de adhesión a la Ocd, se estableció esta política con dos programas fundamentales: a) sustancias químicas de uso industrial, centrado en la sustancia; b) prevención de accidentes mayores, centrado en las instalaciones. Contiene elementos transversales como el SGA, el Registro de emisiones y transferencia de contaminantes (RETC), Buenas prácticas de laboratorio, entre otros.
Resolución 478	2016	Adopta el Rac 175, transporte sin riesgos de mercancías peligrosas por vía aérea	Contiene los lineamientos para el transporte de mercancías peligrosas aplicables a servicios aéreos comerciales de transporte público de pasajeros, correo o carga, internos e internacionales, incluyendo las actividades de manipulación, embarque y almacenamiento.
Decreto 2157	2017	Directrices para el Plan de gestión del riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas	Aplica a instalaciones o transporte por ductos que puedan generar un desastre. Deben aplicar los tres procesos de reducción del riesgo (conocimiento, reducción y manejo).
Decreto 1496	2018	Por el cual se adopta el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos	Colombia, a partir de 2018, inicia el proceso de implementación del SGA, estableciendo la futura reglamentación para los sectores trabajo, plaguicidas químicos de uso agrícola, transporte y productos de consumo.
Resolución 0312	2019	Estándares mínimos del SG-SST	Dentro de los estándares se encuentra la priorización de las sustancias tóxicas de las categorías 1 y 2 del SGA y las clasificadas como carcinógenas del Grupo 1 de IARC.
Ley 1968	2019	Por la cual se prohíbe el uso de asbesto en el territorio nacional y se establecen garantías de protección a la salud de los colombianos	A partir del primero de enero de 2021, se prohíbe explotar, producir, comercializar, importar, distribuir o exportar cualquier variedad de asbesto y de los productos elaborados con este en el territorio nacional.
Ley 1892	2019	Por medio de la cual se aprueba el "Convenio de Minamata sobre el mercurio", celebrado en Kumamoto (Japón) el 10 de octubre de 2013	A partir del 26 de agosto de 2019, Colombia ratifica, a través del perfeccionamiento de requisitos, su vínculo internacional respecto del convenio de Minamata, el cual establece, entre otros aspectos, la fecha después de la cual no estará permitida la producción, importación ni exportación de productos con mercurio añadido (fecha de eliminación).

2.1.2 Estándares técnicos nacionales e internacionales

2.1.2.1 Referentes nacionales

Aquí se incluyen todas las normas técnicas colombianas para el transporte de mercancías peligrosas del Ministerio de Transporte:



Tabla 2. Normas técnicas colombianas para el transporte de mercancías peligrosas

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC	NOMBRE
NTC 1692	Transporte de mercancías peligrosas. Clasificación, etiquetado y rotulado.
NTC 4435	Transporte de mercancías. Hojas de seguridad para materiales. Preparación.
NTC 4532	Transporte de mercancías peligrosas. Tarjetas de Emergencia para transporte de materiales.
NTC 4702-1	Embalajes y envases para transporte de mercancías peligrosas CLASE 1. Explosivos.
NTC 4702-2	Embalajes y envases para transporte de mercancías peligrosas CLASE 2. Gases Inflamables.
NTC 4702-3	Embalajes y envases para transporte de mercancías peligrosas CLASE 3. Líquidos Inflamables.
NTC 4702-4	Embalajes y envases para transporte de mercancías peligrosas CLASE 4. Sólidos Inflamables; sustancias que presentan riesgo de combustión espontánea; sustancias que en contacto con el agua desprenden gases inflamables.
NTC 4702-5	Embalajes y envases para transporte de mercancías peligrosas CLASE 5 Sustancias Comburentes y Peróxidos Orgánicos.
NTC 4702-6	Embalajes y envases para transporte de mercancías peligrosas CLASE 6, Sustancias tóxicas e infecciosas.
NTC 4702-7	Embalajes y envases para transporte de mercancías peligrosas CLASE 7 Materiales Radiactivos.
NTC 4702-8	Embalajes y envases para transporte de mercancías peligrosas CLASE 8 Sustancias Corrosivas.
NTC 4702-9	Embalajes y envases para transporte de mercancías peligrosas CLASE 9 Sustancias Peligrosas Varias.
NTC 3966	Transporte de mercancías peligrosas CLASE 1 Explosivos.
NTC 2880	Transporte de mercancías peligrosas CLASE 2 Gases Inflamables.
NTC 2801	Transporte de mercancías peligrosas CLASE 3 Líquidos Inflamables.
NTC 3967	Transporte de mercancías peligrosas CLASE 4 Sólidos Inflamables; sustancias que presentan riesgo de combustión espontánea; sustancias que en contacto con el agua desprenden gases inflamables.
NTC 3968	Transporte de mercancías peligrosas CLASE 5 Sustancias Comburentes y Peróxidos Orgánicos.
NTC 3969	Transporte de mercancías peligrosas CLASE 6 Sustancias Tóxicas e Infecciosas.
NTC 3970	Transporte de mercancías peligrosas CLASE 7 Materiales Radiactivos.
NTC 3971	Transporte de mercancías peligrosas CLASE 8 Sustancias Corrosivas.
NTC 3972	Transporte de mercancías peligrosas CLASE 9 Sustancias Peligrosas Varias.
NTC 3853	Equipo, accesorios, manejo y transporte de GLP.

Fuente: Ministerio de Transporte, 2013

2.1.2.2 Referentes internacionales

Estas son las normas relacionadas de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego, NFPA (por sus siglas en inglés), de los Estados Unidos:

Tabla 3. Normas NFPA

NORMA	NOMBRE
NFPA 30	Código de líquidos inflamables y combustibles.
NFPA 400	Código de materiales peligrosos.
NFPA 471	Prácticas recomendadas para responder a incidentes de materiales peligrosos.
NFPA 472	Competencias del personal de respuesta a incidentes con materiales peligrosos/armas de destrucción masiva.
NFPA 497	Práctica recomendada para la clasificación de líquidos inflamables, gases o vapores inflamables y de áreas peligrosas (clasificadas) para instalaciones eléctricas en áreas de procesamiento químico.
NFPA 704	Sistema normativo para la identificación de los riesgos de materiales para respuesta a emergencias.



De la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa y otras, se pueden citar:

Tabla 4. Normas de la Comisión Económica de las Naciones Unidas y otras

NORMA	NOMBRE
Libro Naranja	Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas. Reglamentación modelo.
Libro Púrpura	Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA).
GRE 2016	Guía de Respuesta en caso de Emergencia.

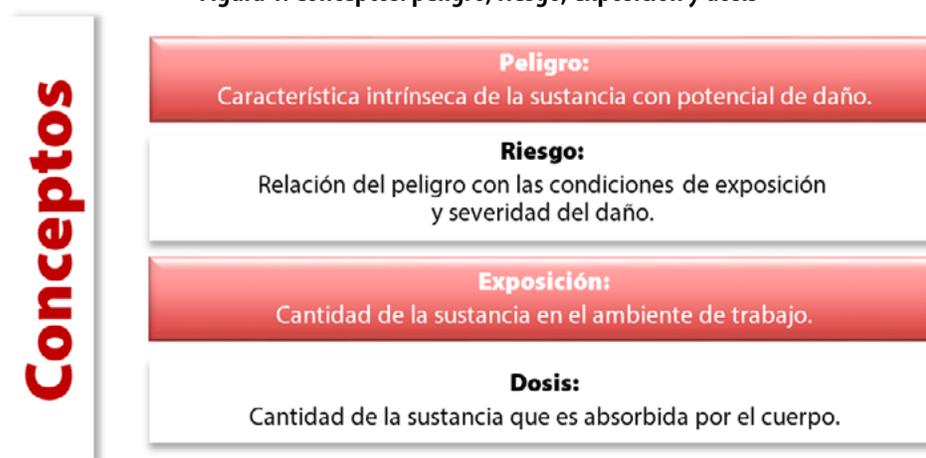
2.2 Marco conceptual

2.2.1 Definición del Riesgo

Cuando se habla del riesgo asociado al uso de las sustancias químicas, necesariamente debemos pensar que el riesgo es un concepto abstracto que se compone de una relación entre otras variables, íntimamente ligado al peligro. En la regulación colombiana, el Decreto 1072 de 2015, por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo, en su artículo 2.2.4.6.2, ha definido el riesgo como la combinación de la probabilidad de que ocurra una o más exposiciones o eventos peligrosos y la severidad del daño que puede ser causada por estos.

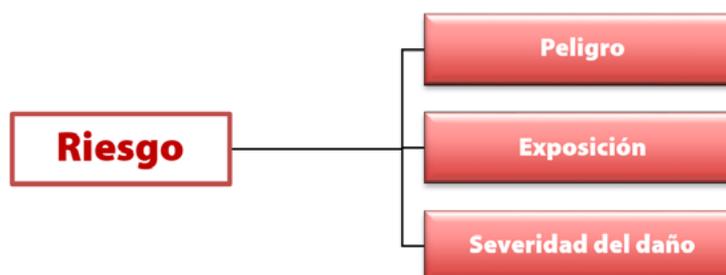
Por su parte, el peligro se ha definido como la fuente, situación o acto con potencial de causar daño en la salud de los trabajadores, en los equipos o en las instalaciones. Específicamente, en relación con los productos químicos en el trabajo, se entiende que el peligro es esa condición propia de la sustancia química (inflamable, tóxica, etc.) que tiene el potencial de causar daño. Para la valoración y evaluación del riesgo se considera la magnitud del peligro, las condiciones del trabajo y el daño potencial.

Figura 1. Conceptos: peligro, riesgo, exposición y dosis



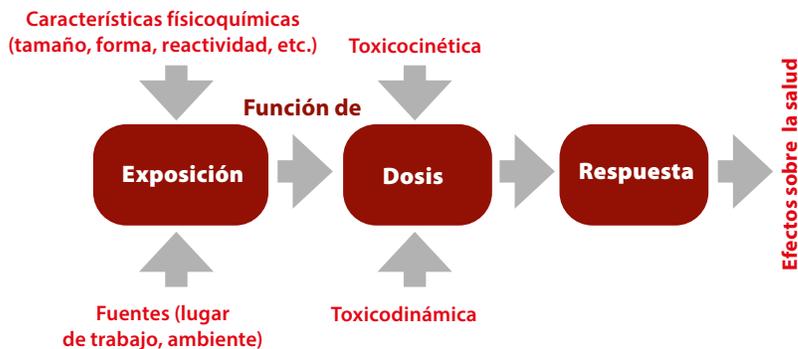
El SGA expresa el riesgo como una relación entre el peligro y la exposición, y de allí también surge la necesidad de diferenciar entre exposición y dosis. Cuando se habla de exposición, se hace referencia a la cantidad de sustancia que está en el ambiente de trabajo a la cual el trabajador puede estar en contacto por cualquiera de las vías de ingreso (respiratoria, digestiva, dérmica o parenteral). El nivel de exposición, entonces, hace referencia a la cantidad de sustancia disponible para ser absorbida por el organismo. Su determinación se puede hacer mediante la aplicación de técnicas de higiene industrial.

Figura 2. Componentes del riesgo



Por otro lado, la dosis se refiere a la cantidad de una sustancia que es efectivamente absorbida por el cuerpo. De aquí, se puede describir la dosis absorbida, entendida como la cantidad de una sustancia que ha ingresado al organismo, y la dosis efectiva, como la cantidad de sustancia que llega al órgano o la parte del organismo donde tiene la capacidad de producir un daño (CEPIS, 2002). La determinación de estas cantidades puede realizarse mediante exámenes de laboratorio, en el caso de la dosis absorbida, y mediante cálculos para la aproximación, en el caso de la dosis efectiva.

Figura 3. Relación exposición-dosis-respuesta

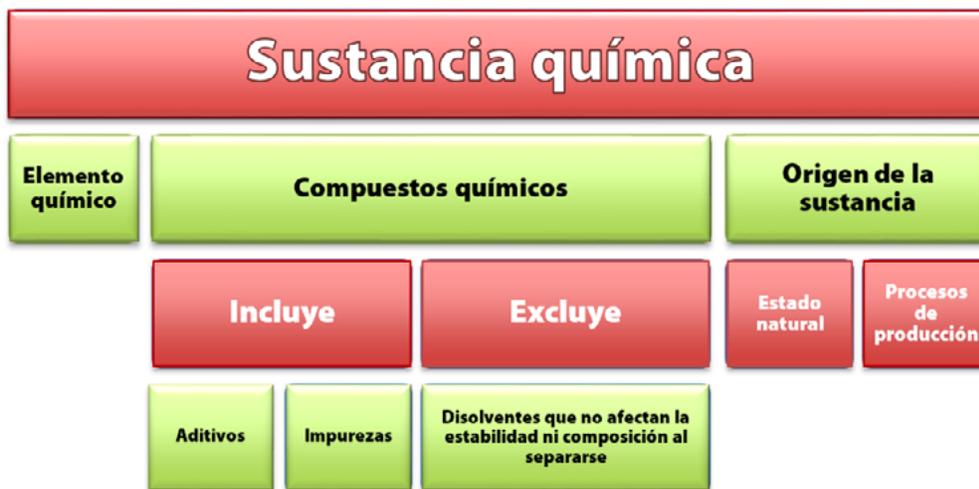


Fuente: Adaptado de Tran & Navas Antón, 2009

2.2.2 ¿Qué es un producto químico?

Los productos químicos están definidos en Colombia, según el artículo 2o. de la Ley 55 de 1993, como los elementos y compuestos químicos, y sus mezclas, ya sean naturales o sintéticos. Por su parte, el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (Organización de las Naciones Unidas, 2015) define una sustancia química como “un elemento químico y sus compuestos en estado natural u obtenidos mediante cualquier proceso de producción, incluidos los aditivos necesarios para conservar la estabilidad del producto y las impurezas que resulten del proceso utilizado, y excluidos los disolventes que puedan separarse sin afectar a la estabilidad de la sustancia ni modificar su composición”.

Figura 4. Definición de sustancia química según el SGA

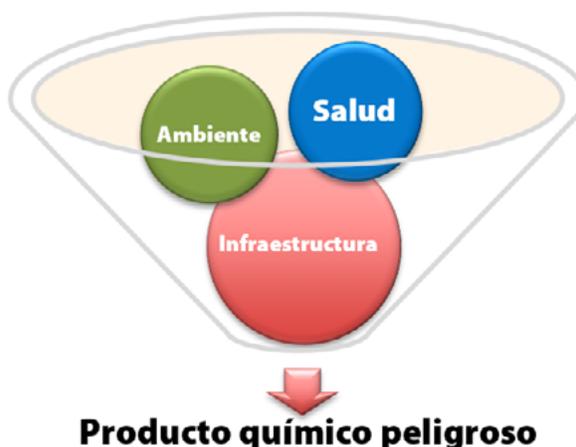


2.2.3 ¿Qué es un producto químico peligroso?

Se considera un producto químico peligroso aquel que incluye características peligrosas para la salud, el ambiente y la infraestructura, conforme con la aplicación de los criterios de clasificación de peligrosidad establecidos en el SGA. Cabe señalar que Colombia, a partir de 2018, adoptó el SGA y, por lo tanto, una sustancia será considerada peligrosa siempre y cuando cumpla con al menos uno de los criterios de peligrosidad de este sistema, como se sintetiza en la Figura 5.



Figura 5. Definición de producto químico peligroso



2.3 Vías de ingreso

Dentro de las vías de ingreso de las sustancias químicas al organismo del trabajador expuesto, se encuentran la respiratoria, cutánea y digestiva (Bernabé, Izcapa, Rivera, Arcos, & Bravo, 2014), la sustancia química deberá atravesar las membranas celulares para acceder al órgano donde se produce el efecto.



Vía respiratoria

Esta vía es considerada la más común y, por tanto, la más importante, en especial, para aquellos gases, vapores o sustancias sólidas o líquidas en suspensión que tiene una presión de vapor alta o mayor posibilidad de pasar al aire en el lugar de trabajo. Hay partículas que pueden ser retenidas mecánicamente a nivel de las vías respiratorias superiores y otras que pueden penetrar a través del sistema respiratorio hasta los alvéolos pulmonares, donde se produce el intercambio gaseoso. El efecto está asociado al tamaño de la partícula, su estado físico y los peligros de la sustancia.

Vía cutánea

La piel es el órgano de mayor tamaño en el cuerpo humano y es una de las principales capas de protección del organismo para diversos agentes físicos, químicos y biológicos, y, a su vez, uno de los principales órganos expuestos a sustancias químicas. Las sustancias que entran al organismo por vía dérmica deben atravesar una serie de capas o estratos que forman la piel hasta llegar a los capilares sanguíneos y poder ser absorbidos.



Vía digestiva

No es habitual que en el trabajo se presente de manera directa la exposición a sustancias químicas por esta vía, por lo que muchas veces está asociada a condiciones inadecuadas de almacenamiento, transporte, uso y manejo de las sustancias. El efecto por esta vía puede estar asociado a peligros de corrosión o irritación directamente sobre el tracto digestivo o por los peligros asociados al metabolismo de las sustancias químicas.

2.4 Escenarios de exposición potencial

2.4.1 Industrial

La producción industrial de sustancias químicas se enfoca en diferentes ramas de productos: química básica, química especializada, química para la industria y consumo final. Dentro de los principales productos de la industria química se encuentran:



Tabla 5. Productos de la industria química

Sector	Subsector	Descripción
Química básica	Petroquímica	La petroquímica se encarga de la obtención de diferentes productos a través de la transformación fisicoquímica del petróleo. Es proveedora fundamental de productos para los sectores textil, automotriz, transporte, construcción, plásticos, alimentos, agroindustria, farmacéutica y química.
	Polímeros	Los polímeros son macromoléculas formadas por unión de unidades fundamentales que se repiten en una cadena llamada monómeros, pueden ser de origen natural o sintético. Entre los polímeros naturales se destacan, la celulosa, el ADN y el almidón, mientras que entre los polímeros sintéticos se encuentran el nailon, el polietileno y los polímeros de gran interés industrial, como el epoxi y el polipropileno o PP.
	Inorgánica básica	Dentro de estos compuestos, se pueden encontrar algunos utilizados ampliamente en la industria, como el ácido sulfúrico, el ácido nítrico, el carbonato de sodio, entre otros.
Química especializada	Dentro de este campo se encuentran los plaguicidas químicos de uso agrícola, las pinturas, los tintes y colorantes, así como productos químicos usados en diversas industrias, como la textil y del papel.	
Química para la industria y consumo final	En este segmento se agrupan los productos que se encuentran en su presentación final para ser utilizados directamente por el público, tales como: detergentes, jabones y otros artículos de aseo.	

Fuente: Adaptado de Aristizábal, 2018

2.4.2 Servicios

De acuerdo con la Oficina de Estudios Económicos del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, el sector servicios, también denominado sector terciario, representa el 67,3% del valor agregado del producto interno bruto (PIB) de Colombia (MinCIT, 2020). En el año 2019, el PIB de Colombia creció el 3,3%, su crecimiento más alto desde 2014, con un aporte de 0,9 puntos porcentuales a la variación anual, dado por el comercio al por mayor y al por menor, la reparación de vehículos automotores y motocicletas, el transporte y almacenamiento, el alojamiento y servicios de comida, con una tasa de crecimiento real sectorial del 4,9% (Presidencia de la República de Colombia, 2020).

Algunos de los subsectores de servicios más representativos en Colombia son:

- Inmobiliarias y empresariales
- Expendio de alimentos
- Entretenimiento
- Salud privada
- Almacenamiento y transporte
- Educación
- Telecomunicaciones

Los sectores de servicios no son fabricantes de sustancias químicas, pero, en muchos casos, sí son usuarios, desde productos de consumo, como detergentes, jabones y desinfectantes, hasta sustancias químicas peligrosas, como ácidos y bases fuertes, y, en algunos casos, productos considerados carcinógenos.

Dado que en este sector no es habitual contar con personal especializado en la gestión del riesgo químico, se debe garantizar que en todo momento los productos cuenten con los elementos de comunicación de peligros (etiquetas y fichas de datos de seguridad) y que el personal esté entrenado en el uso de esta información.

2.4.3 Agricultura, silvicultura y pesca

La exposición en el sector agricultura está relacionada principalmente con el almacenamiento, la aplicación y disposición de plaguicidas químicos de uso agrícola y otros agroquímicos. Las principales características de peligrosidad de estas sustancias se relacionan con su toxicidad, que se encuentra identificada en las etiquetas con bandas de colores.

Para ajustar la clasificación de toxicidad aguda del SGA y las bandas de colores, la propuesta desarrollada en el Manual Técnico Andino define la siguiente clasificación de la toxicidad aguda, en concordancia con lo definido en el SGA:



Tabla 6. Criterios de clasificación de toxicidad aguda, según Manual Técnico Andino adoptado mediante la Resolución 2075 de 2019

Clasificación	Criterio					
	Categoría	Oral DL50 (mg/kg)	Cutánea DL50 (mg/kg)	Inhalatoria		
				Gases CL50 (ppm en Volumen)	Vapores CL50 (mg/l)	Polvos y nieblas CL50 (mg/l)
1	≤5	≤50	≤100	≤0.5	≤0.05	
2	>5 y ≤50	>50 y ≤200	> 100 y ≤500	>0.5 y ≤2.0	>0.05 y ≤0.5	
3	>50 y ≤300	>200 y ≤1000	>500 y ≤2500	>2.0 y ≤10	>0.5 y ≤1.0	
4	>300 y ≤2000	>1000 y ≤2000	>2500 y ≤20000	>10 y ≤20	>0.5 y ≤5.0	

Nota: Los plaguicidas químicos con Dosis (DL50) / Concentración (CL50) Letal superior a las indicadas en la Categoría 4, se clasificarán en esta misma categoría.

Fuente: Resolución 2075 de 2019 (Can, 2019).

3. Identificación de peligros, evaluación y valoración del riesgo

3.1 Sistemas de clasificación de peligros de las sustancias químicas

3.1.1 Sistema Globalmente Armonizado (SGA)

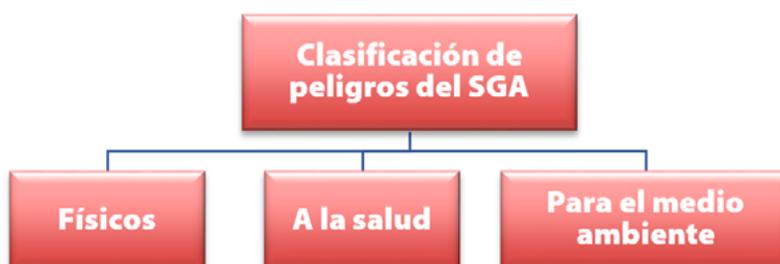
El Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA) es una iniciativa de las Naciones Unidas para estandarizar internacionalmente la clasificación química, el etiquetado y las fichas de datos de seguridad (FDS) en el lugar de trabajo.

3.1.1.1 Peligros de las sustancias químicas de acuerdo con el SGA

El SGA, mediante criterios armonizados, establece el proceso para la clasificación de los peligros de las sustancias químicas. Se fundamenta en el uso de información disponible, bien sea obtenida mediante ensayos, proveniente de la información de los componentes de mezclas o mediante la aplicación de los criterios de extrapolación y otras medidas definidas en el sistema.

Las sustancias podrán ser clasificadas como peligrosas si cumplen alguno de los criterios de peligros físicos, refiriéndose a características de las sustancias que pueden generar daños sobre la infraestructura y los materiales; peligros a la salud, que se asocian a los efectos agudos o crónicos sobre la salud de las personas; y los peligros para el medio ambiente, que pueden afectar algún componente del medio natural, específicamente, en el medio acuático o la capa de ozono.

Figura 6. Clasificación de peligros de acuerdo con el SGA



Fuente: Sistema Globalmente Armonizado

Cada uno de estos grupos de peligro cuenta con clases y categorías que permiten identificar las sustancias más peligrosas y las menos peligrosas. De igual forma, se establecen los elementos de comunicación de peligros: etiqueta con sus contenidos, como pictogramas, palabras de advertencia e indicación de peligro, y la ficha de datos de seguridad.



Tabla 7. Clasificación de peligros según SGA, 6ª. versión

PELIGROS FÍSICOS			PELIGROS PARA LA SALUD		PELIGROS PARA EL MEDIO AMBIENTE	
CLASES		CATEGORÍAS	CLASES	CATEGORÍAS	CLASES	CATEGORÍAS
Explosivos		7a	Toxicidad aguda	5	Peligros para el medio ambiente acuático	7i
Inflamables	Gases	5f	Corrosión / irritación cutánea	3d	peligros para la capa de ozono	1
	Líquidos	4	Lesiones oculares graves / irritación ocular	2e		
	Sólidos	2	Sensibilización respiratoria o cutánea	1g		
	Aerosoles	3	Mutagenicidad en células germinales	2h		
Comburentes	Gases	1	Carcinogenicidad	2h		
	Líquidos	3	Toxicidad para la reproducción y lactancia	3j		
	Sólidos	3	Toxicidad específica de órganos diana, - exposición única	3		
Gases a presión		4b	Toxicidad específica de órganos diana - exposiciones repetidas	2		
Sustancias y metales que reaccionan espontáneamente (autorreactivos)		7c	Peligro por aspiración	2		
Pirofóricos	Líquidos	1				
	Sólidos	1				
Sustancias y mezclas que experimentan calentamiento espontáneo		2				
Sustancias y mezclas que en contacto con el agua desprenden gases inflamables		3				
Peróxidos orgánicos		7c				
Sustancias y mezclas corrosivas para los metales		1				

a. Explosivos inestables y 6 divisiones (1.1-1.6).

b. Gases comprimidos, licuados, licuados refrigerados y disueltos.

c. Tipos A, B, C, D, E, F, G.

d. 1 (A, B, C), 2, y 3.

e. 1 y 2 (A, B).

f. (1, 2, gas pirofórico, A, B).

g. 1(A, B).

h. 1(A, B), 2.

i. Peligro a corto plazo agudo para el medio ambiente (1, 2, 3), peligro a largo plazo crónico para el medio ambiente (1, 2, 3, 4).

j. 1 (A, B), 2 y efectos sobre o a través de lactancia

Fuente: Sistema Globalmente Armonizado

1. Órgano diana: órgano o tejido específico sobre el que actúa una hormona, un medicamento y otra sustancia. Se refiere al tejido con mayor susceptibilidad al tóxico que el resto del organismo.



3.1.1.2 Comunicación de peligros según SGA

Los elementos fundamentales para informar a los usuarios de sustancias químicas sobre sus peligros y las recomendaciones para su uso y manejo, son las fichas de datos de seguridad (FDS) y las etiquetas, que incluyen información para tomar medidas de precaución que eviten efectos indeseados sobre la salud y el ambiente, así como información de las medidas de actuación en caso de una posible situación de emergencia.

Para la elaboración de los elementos de comunicación de peligros, se debe garantizar la correcta clasificación de la sustancia química, aplicando los criterios del SGA. En todo caso, esta tarea es responsabilidad de los proveedores, la cual incluye al fabricante, importador y distribuidores. Un usuario no debería clasificar una sustancia, a menos que sea una preparación propia.

Figura 7. Responsabilidades frente a la comunicación de peligros para los usuarios de sustancias químicas

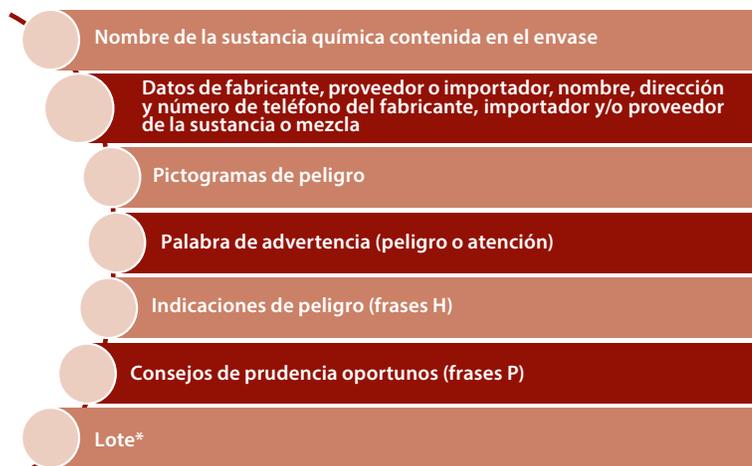


Fuente: Adaptado de las obligaciones definidas en la Ley 55 de 1993 y el Decreto 1496 de 2018.

3.1.1.3 Etiquetado de las sustancias químicas

La inclusión de los elementos mínimos de etiquetado es obligación del proveedor, importador o fabricante de la sustancia química, esta información debe corresponder con la registrada en la ficha de datos de seguridad. Los elementos mínimos que debe contener una etiqueta son:

Figura 8. Elementos mínimos en el etiquetado de sustancias químicas



* Conforme a lo definido en la Ley 55 de 1993 dentro de la información de la etiqueta se debe incluir el número de lote.

Fuente: Adaptado de las obligaciones definidas en la Ley 55 de 1993 y el Decreto 1496 de 2018.



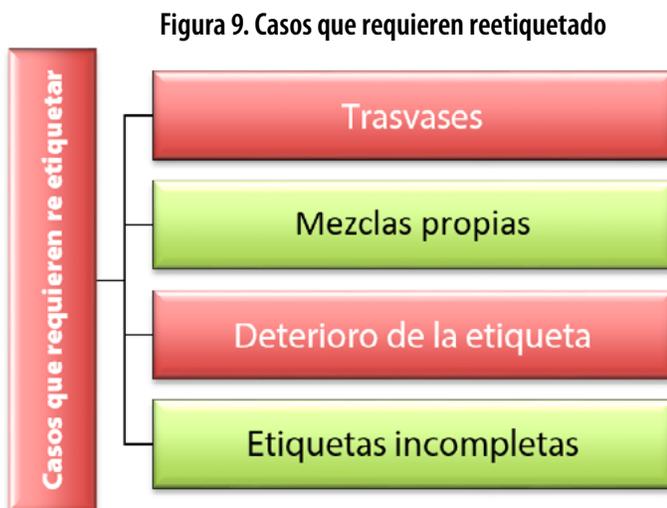
Adicionalmente, la etiqueta puede contener la cantidad nominal de la sustancia o mezcla contenida en el envase a disposición del público en general, salvo que esta cantidad ya aparezca especificada en otro lugar del envase.

En las mezclas, el SGA define que, en mezclas o aleaciones, tendrían que indicarse las identidades químicas de cada componente o elemento de la aleación que pueda producir toxicidad aguda, corrosión cutánea o daños oculares graves, mutagenicidad sobre las células germinales, carcinogenicidad, toxicidad para la reproducción, sensibilización cutánea o respiratoria, o toxicidad específica de órganos diana, cuando esos peligros se indiquen en la etiqueta.

3.1.1.3.1 Casos en los que se debe etiquetar o reetiquetar un producto

Cuando un producto químico cuenta con los requisitos mínimos del etiquetado acorde con el SGA, no es recomendable poner una nueva etiqueta (reetiquetar). Sin embargo, existen situaciones que requieren realizar etiquetado o reetiquetado de sustancias químicas para garantizar la comunicación de peligros, algunos de estos casos se describen a continuación:

- Cuando se realice trasvase de productos químicos, sin tener en cuenta el tipo de recipiente, envase o tamaño, todos los contenedores que se encuentren en contacto directo con la sustancia deben tener la etiqueta correspondiente.
- Cuando se realicen mezclas propias o diluciones, esto incluye las que se realicen de productos de aseo y limpieza, las que se desarrollen como parte de procesos de innovación y desarrollo, las prácticas académicas y toda mezcla o dilución que se pueda desarrollar en el proceso productivo.
- Cuando la etiqueta original presente deterioro que impida identificar alguno de los requisitos mínimos de etiquetado.
- Cuando la etiqueta original no permite la comunicación de peligros por falta de información sobre los mismos.



3.1.1.3.2 Productos que no requieren etiquetado o reetiquetado que cumpla los requisitos del SGA

Los productos químicos que actualmente cuenten con etiquetas con el SGA no deben ser reetiquetados. Adicionalmente, se debe considerar que, de acuerdo con lo definido en el Decreto 1496 de 2018, el etiquetado de productos químicos, conforme al SGA, no aplica para los siguientes productos:

Figura 10. Productos que no requieren etiquetado o reetiquetado según el SGA



Fuente: Adaptado de las obligaciones del Decreto 1496 de 2018.



Mientras la regulación colombiana define la aplicación del SGA a los productos químicos dirigidos al consumidor, concernientes a productos de aseo, higiene, limpieza, cosméticos y otros productos químicos de uso doméstico regulados a través del Invima, que cuenten con registro sanitario o notificación sanitaria, estos NO requieren ser etiquetados.

Según la Decisión 706 de 2008 de la Comunidad Andina, los productos de higiene doméstica que requieren notificación sanitaria son:

- Jabones y detergentes.
- Productos lavavajillas y pulidores de cocina.
- Suavizantes y productos para prelavado y preplanchado de ropa.
- Ambientadores.
- Blanqueadores y quitamanchas.
- Productos de higiene doméstica con propiedad desinfectante.
- Limpiadores de superficies.

Los productos de cosméticos que requieren notificación sanitaria son (Decisión 516 de 2002):

- Cosméticos para niños.
- Cosméticos para el área de los ojos.
- Cosméticos para la piel.
- Cosméticos para los labios.
- Cosméticos para el aseo e higiene corporal.
- Desodorantes y antitranspirantes.
- Cosméticos capilares.
- Cosméticos para las uñas.
- Cosméticos de perfumería.
- Productos para higiene bucal y dental.
- Productos para y después del afeitado.
- Productos para el bronceado, protección solar y autobronceadores.
- Depilatorios.
- Productos para el blanqueo de la piel.

3.1.1.3.3 Diseño de etiquetas

Es necesario que la empresa tenga un diseño de etiqueta con todos los elementos del SGA, el cual será utilizado en todos los casos de reetiquetado descritos anteriormente. Para esto deberá tenerse en cuenta el tamaño apropiado y la información suficiente para cada elemento. A continuación, se describen cada uno de los elementos mínimos de las etiquetas para que el usuario de sustancias químicas pueda iniciar el diseño de sus etiquetas.

3.1.1.3.3.1 Tamaño de la etiqueta

El tamaño de la etiqueta no fue definido por el SGA. Sin embargo, se sugiere que el diseño incluya los siguientes elementos mínimos: nombre de la sustancia, datos del proveedor, pictogramas de peligro, palabra de advertencia, indicaciones de peligro, consejos de prudencia oportunos, lote. Así mismo, se debe considerar el tamaño y forma del envase. El Reglamento de clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas químicas (CLP, por sus siglas en inglés), de la Unión Europea, define la siguiente tabla sobre el tamaño de las etiquetas:

Tabla 8. Tamaño de etiqueta de acuerdo con la capacidad del envase

Capacidad del envase	Dimensiones de la etiqueta (en milímetros)	Dimensiones del pictograma (en milímetros)
Hasta 3 litros	Si es posible, al menos 52 x 74	No menos de 10 x 10 Si es posible, al menos 16 x 16
Más de 3 litros pero sin exceder de 50 litros	Al menos 74 x 105	Al menos 23 x 23
Más de 50 litros pero sin exceder de 500 litros	Al menos 105 x 148	Al menos 32 x 32
Más de 500 litros	Al menos 148 x 210	Al menos 46 x 46

Fuente: Reglamento CLP, Unión Europea

En su contenido, se propone que el tamaño de la letra sea mínimo de cinco puntos (dependiendo de la calidad de impresión) y el tipo de letra sugerido es Arial, Calibri, Garamond o cualquiera que sea fácil de entender. En todo caso, se debe probar la legibilidad de la información de acuerdo con el tamaño, cantidad de información y la calidad de impresión.



3.1.1.3.3.2 Nombre de la sustancia

Es el nombre asignado por el proveedor, importador o fabricante de la sustancia con el cual viene etiquetado en su forma original.

3.1.1.3.3.3 Datos del proveedor, importador o fabricante

Los datos del proveedor, importador o fabricante, y en lo posible los datos de contacto en Colombia, el cual podría ser

contactado en caso de problemas o fallas durante el manejo de la sustancia.

3.1.1.3.3.4 Pictogramas

Los pictogramas son una composición gráfica que contiene un símbolo, así como otros elementos gráficos, tales como un borde, un motivo o un color de fondo, y que sirve para comunicar información específica:



- ⦿ Forma: Cuadrado apoyado en un vértice en forma de rombo.
- ⦿ Colores:
 - Símbolo: negro.
 - Fondo: blanco.
 - Borde: rojo.

Tabla 9. Pictogramas correspondientes a los peligros físicos

PICTOGRAMA	SÍMBOLO	PELIGROS FÍSICOS
	Llama	<ul style="list-style-type: none"> ⦿ Gases inflamables. ⦿ Líquidos inflamables. ⦿ Sólidos inflamables. ⦿ Sustancias y mezclas que reaccionan espontáneamente. ⦿ Aerosoles. ⦿ Líquidos pirofóricos. ⦿ Sólidos pirofóricos. ⦿ Sustancias y mezclas que experimentan calentamiento espontáneo. ⦿ Sustancias y mezclas que en contacto con el agua desprenden gases inflamables. ⦿ Peróxidos orgánicos.
	Corrosión	Sustancias y mezclas corrosivas para los metales.
	Bomba explotando	<ul style="list-style-type: none"> ⦿ Explosivos. ⦿ Sustancias y mezclas que reaccionan espontáneamente. ⦿ Peróxidos orgánicos.
	Botella de gas	Gases a presión.
	Llama sobre círculo	<ul style="list-style-type: none"> ⦿ Sólidos comburentes. ⦿ Líquidos comburentes. ⦿ Gases comburentes.

Fuente: Sistema Globalmente Armonizado



Tabla 10. Pictogramas correspondientes a los peligros a la salud

PICTOGRAMA	SÍMBOLO	PELIGROS FÍSICOS
	Calavera y tibias cruzadas	<ul style="list-style-type: none"> ☉ Toxicidad aguda (mortal/tóxico).
	Corrosión	<ul style="list-style-type: none"> ☉ Corrosión cutánea, lesiones oculares graves.
	Signo de exclamación	<ul style="list-style-type: none"> ☉ Irritación cutánea. ☉ Toxicidad aguda (nocivo). ☉ Irritación ocular grave. ☉ Sensibilización cutánea. ☉ Toxicidad sistémica específica de órganos diana tras una exposición única (irritación/somnolencia o vértigo).
	Peligro para la salud	<ul style="list-style-type: none"> ☉ Sensibilización respiratoria. ☉ Mutagenicidad en células germinales. ☉ Carcinogenicidad. ☉ Toxicidad para la reproducción. ☉ Toxicidad sistémica específica de órganos diana tras exposiciones repetidas (daños). ☉ Toxicidad sistémica específica de órganos diana tras una exposición única (daños).

Fuente: Sistema Globalmente Armonizado

Tabla 11. Pictogramas correspondientes a los peligros al medio ambiente

PICTOGRAMA	SÍMBOLO	PELIGROS FÍSICOS
	Signo de exclamación	<ul style="list-style-type: none"> ☉ Peligro para la capa de ozono.
	Medio ambiente	<ul style="list-style-type: none"> ☉ Peligro a corto plazo (agudo) para el medio ambiente acuático ☉ Peligro a largo plazo (crónico) para el medio ambiente acuático.

Fuente: Sistema Globalmente Armonizado

3.1.1.3.5 Palabra de advertencia

Una palabra de advertencia sirve para indicar la mayor o menor gravedad del peligro y alertar al lector de la etiqueta sobre un peligro potencial. Las palabras empleadas en el SGA son “peligro” (categorías más graves de peligro) y “atención” (categorías de peligros menos graves). En todos los casos solo se utilizará la palabra de mayor nivel de gravedad.

3.1.1.3.6 Indicación de peligro

Estas indicaciones son frases que describen la naturaleza del peligro que presenta un producto y, cuando corresponda, su grado, según la clase o categoría. Son conocidas como frases H. Las etiquetas de los productos que tengan más de un peligro deben incluir una indicación adecuada para cada uno de ellos.



Figura 11. Frases H para indicación de peligro

- Peligros físicos**
 - ⦿ (H2XX)
- Peligros a la salud**
 - ⦿ (H3XX)
- Peligros al medio ambiente**
 - ⦿ (H4XX)

Fuente: Adaptado del Sistema Globalmente Armonizado.

3.1.1.3.3.7 Consejos de prudencia

Es una frase (o un pictograma o ambas cosas a la vez) que describe las medidas recomendadas que conviene adoptar para reducir al mínimo o prevenir los efectos nocivos de la exposición a un producto peligroso, por causa de la conservación o almacenamiento incorrecto del mismo.

Existen cinco tipos de consejos de prudencia o “frases P”:

Figura 12. Frases P consejos de prudencia

- Generales**
 - ⦿ (P1XX)
- De prevención**
 - ⦿ (P2XX)
- De intervención**
 - ⦿ (P3XX)
- De almacenamiento**
 - ⦿ (P4XX)
- De eliminación**
 - ⦿ (P5XX)

Fuente: Adaptado del Sistema Globalmente Armonizado.

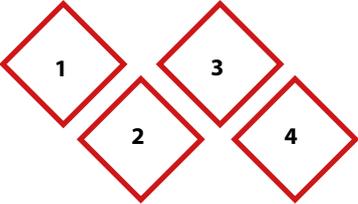
En las etiquetas no se deberían usar más de seis consejos de prudencia, estos se deben escoger a criterio del responsable del etiquetado, tomando, principalmente, aquellos generales, de prevención y de intervención que sean más relevantes para el usuario de la sustancia. Los demás consejos podrán ser consultados en la ficha de datos de seguridad.



3.1.1.3.4 Diseño de etiqueta SGA

El diseño de la etiqueta será el siguiente:

Figura 13. Diseño de etiqueta según SGA

NOMBRE DE LA SUSTANCIA	Proveedor: Dirección: Teléfono:
	PALABRA DE ADVERTENCIA Indicación de peligro (frases H) Consejos de prudencia (frases P)
Nota: Esta etiqueta fue ubicada con fines únicamente de comunicación de peligros asociados al uso de la sustancia química y no pretende sustituir información de la etiqueta original del producto, ni asumir responsabilidades sobre la información de su contenido.	

Fuente: Adaptado del Sistema Globalmente Armonizado.

En etiquetas prediseñadas o preimpresas, los pictogramas deben ser utilizados de acuerdo con la numeración del diseño, si no se llenan los cuatro espacios se deben dejar únicamente los pictogramas utilizados, por ejemplo, si una sustancia solamente tiene peligro de inflamabilidad y nocivo, únicamente se usarán dos pictogramas y los rombos 3 y 4 se eliminan.

Figura 14. Ejemplo de etiquetado según SGA

ACETONA	Proveedor: XXXXXXXX Dirección: XXXXXXXX Teléfono: XXXXXXXX
	PELIGRO Líquido y vapores muy inflamables. Provoca una leve irritación cutánea. Provoca irritación ocular grave. Puede provocar somnolencia o vértigo.
Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llama abierta o superficies calientes. No fumar. Evitar respirar el polvo / el humo / el gas / la niebla / los vapores / el aerosol.	
EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad.	
Proseguir con el lavado.	
Nota: Esta etiqueta fue ubicada con fines únicamente de comunicación de peligros asociados al uso de la sustancia química y no pretende sustituir información de la etiqueta original del producto, ni asumir responsabilidades sobre la información de su contenido.	

Fuente: Adaptado del Sistema Globalmente Armonizado.

3.1.1.3.5 Etiqueta de productos químicos trasvasados que no requieren cumplir con los requisitos del SGA

Aquellos productos que no requieren etiquetado o reetiquetado que cumpla los requisitos del SGA, de acuerdo con lo definido en el presente documento, que sean reenvasados en recipientes o envases que no cuenten con etiquetado original del producto, deben ser identificados con la siguiente etiqueta:



Figura 15. Etiqueta de trasvase

NOMBRE DE LA SUSTANCIA	
Responsable del trasvase:	Fecha de trasvase:
	Área de uso:
ETIQUETA DE PRODUCTOS QUÍMICOS TRASVASADOS QUE NO REQUIEREN CUMPLIR CON LOS REQUISITOS DEL SISTEMA GLOBALMENTE ARMONIZADO	
Nota: Esta etiqueta fue ubicada con fines únicamente de comunicación de peligros asociados al uso de la sustancia química y no pretende sustituir información de la etiqueta original del producto, ni asumir responsabilidades sobre la información de su contenido.	

3.1.1.3.6 Verificación del cumplimiento del etiquetado

Ya sea la etiqueta de un producto adquirido o la etiqueta elaborada en el lugar de trabajo para una mezcla o un trasvase, se debe verificar que se cuente con los elementos mínimos. A continuación, se presenta un formato que permitirá validar el cumplimiento de dichos elementos y unos ejemplos sobre cómo se disponen estos elementos en la etiqueta:

Figura 16. Verificación de elementos mínimos del etiquetado

Validación cumplimiento de etiquetado de productos químicos															
Nombre de la empresa _____															
Área _____							Ubicación _____								
Responsable de la verificación: _____															
Nombre del producto	Presentación	Marca	Lote		Pictogramas		Palabra de advertencia		Indicación de peligro		Consejos de prudencia		Datos del proveedor		Observaciones
			Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	



En la etiqueta diseñada para los trasvases, los siguientes serían los elementos del etiquetado definidos por el SGA:

Figura 17. Etiqueta para trasvases de sustancias



3.1.1.3.7 Recomendaciones para el etiquetado

- En caso de reetiquetado, la etiqueta del SGA no puede superponerse sobre la etiqueta original del producto.
- La etiqueta debe ser legible en tamaño de letra y lenguaje.
- La etiqueta preferiblemente debe ser impresa a color.
- Para los gases comprimidos, en caso de que no vengan etiquetados por el fabricante, se puede usar el etiquetado del SGA sin afectar las marcas en relieve que tienen los cilindros.

3.1.1.3.8 Mecanismos alternativos de etiquetado

Los mecanismos alternativos planteados a continuación pretenden definir aspectos de etiquetado de productos químicos en caso de que se dificulte por su tamaño o alta rotación.

3.1.1.3.8.1 Productos de alta rotación

Los productos de alta rotación (que duran en el lugar de almacenamiento y en uso máximo dos días) que sean utilizados en el mismo lugar de almacenamiento pueden contar con una etiqueta general que cumpla los elementos mínimos. Esta etiqueta debería estar ubicada en un lugar visible, tanto para el área de almacenamiento como para el área de uso.

3.1.1.3.8.2 Envases pequeños

Para envases pequeños, de menos de 20 mililitros, pueden fijarse en el lugar de almacenamiento, y en el lugar de uso, una etiqueta que represente a todos los envases del mismo producto y la misma composición, considerando la imposibilidad de ubicar toda la información al interior de la etiqueta. En todo caso, en el envase, como mínimo, se registrará el nombre del producto contenido.

3.1.1.4 Fichas de datos de seguridad (FDS) de las sustancias químicas

El proveedor de las sustancias químicas debe hacer entrega de la ficha de datos de seguridad (FDS) de cada una de las sustancias químicas peligrosas, las cuales deben contar con todos los elementos definidos en el SGA y aquellos complementarios que estén definidos en la Ley 55 de 1993.

Es importante señalar que la FDS hace referencia específicamente a la sustancia química, por lo que no se prevé que incluya recomendaciones relativas a un lugar de trabajo o condición de exposición en específico. No se recomienda que al interior de la empresa se realicen FDS propias para sus condiciones de trabajo. Estas recomendaciones deberán estar consignadas en sus planes y programas de prevención de riesgo químico.

3.1.1.4.1 Contenido de las fichas de datos de seguridad (FDS)

En Colombia, desde el año 1993, con la expedición de la Ley 55, se cuenta con la descripción del contenido de una ficha de datos de seguridad (FDS), que fue complementada inicialmente con la NTC 4435 y, posteriormente, con la adopción del Sistema Globalmente Armonizado (Decreto 1496 de 2018).



En términos generales, solo se observa un cambio en las FDS de la Ley 55 y del SGA, aparte del Sistema de Clasificación de Peligros, en el orden de las secciones 2 y 3. Se espera que, al evidenciar primero la identificación de peligros de la sustancia en la FDS, esta sea una información de fácil y rápido acceso para el usuario de la sustancia química.

A continuación, se presenta el comparativo de la denominación y orden de las secciones de la FDS, según lo definido en la Ley 55 de 1993, que aprueba el Convenio 170 y la Recomendación 177 de la OIT, y lo definido en el SGA revisión 6, adoptado en Colombia a partir de 2018:

Tabla 12. Comparativo denominación y secciones de la FDS, según la Ley 55 de 1993 y el SGA

Ley 55 de 1993	SGA Revisión 6
1. Identificación de los productos químicos y del fabricante.	1. Identificación del producto.
2. Identificación de los riesgos.	2. Identificación del peligro o peligros.
3. Composición e información sobre sus ingredientes.	3. Composición/información sobre los componentes.
4. Medidas para los primeros auxilios.	4. Primeros auxilios.
5. Medidas en caso de incendio.	5. Medidas de lucha contra incendios.
6. Medidas en caso de desprendimiento accidental.	6. Medidas que deben tomarse en caso de vertido accidental.
7. Manipulación y almacenamiento.	7. Manipulación y almacenamiento.
8. Controles en caso de exposición y protección personal.	8. Controles de exposición/protección personal.
9. Propiedades físicas y químicas.	9. Propiedades físicas y químicas.
10. Estabilidad y reactividad.	10. Estabilidad y reactividad.
11. Información toxicológica.	11. Información toxicológica.
12. Información ecológica.	12. Información ecotoxicológica.
13. Informaciones sobre la eliminación del producto.	13. Información relativa a la eliminación de los productos.
14. Informaciones sobre el transporte.	14. Información relativa al transporte.
15. Informaciones sobre reglamentación.	15. Información sobre la reglamentación.
16. Otras informaciones.	16. Otras informaciones.

La FDS se compone de 16 secciones con información específica que puede clasificarse en cinco bloques principales: a) identificación de la sustancia y sus peligros, b) recomendaciones para situaciones de emergencias, c) recomendaciones para el manejo, d) información toxicológica y ambiental, y e) datos complementarios.

En el bloque de identificación de la sustancia y sus peligros se encuentra la información que de primera mano debe estar a disposición del usuario de la sustancia química. Es importante que todo trabajador esté informado de la ubicación de las FDS y de la disponibilidad de dicha información. Un elemento importante en este bloque es el número telefónico de emergencias, que debe ser de acceso nacional y permitir tener acceso a asesoría especializada en caso de algún accidente o aparente afectación de la salud de los trabajadores.

Figura 18. Contenido del bloque A de la FDS



Las recomendaciones para situaciones de emergencia contenidas en las FDS son de vital importancia para la elaboración y desarrollo de los planes de emergencia de la empresa. Las sustancias que tienen mayor riesgo de generar un accidente, ya sea por afectación de la salud, por incendio o posibles derrames o fugas, deben hacer parte de los escenarios de preparación y respuesta a emergencia, así como del proceso de formación y entrenamiento de las brigadas. La selección de equipos de respuesta a emergencia, tales como elementos para derrames, botiquines y extintores, deben considerar las recomendaciones de esta sección.



Figura 19. Contenido del bloque B de la FDS



En las recomendaciones para el manejo se encuentra información que puede ser útil para el trabajador que usa las sustancias químicas, en particular, para manipularlas de una manera segura. Allí está disponible información sobre la manipulación y condiciones de almacenamiento, los controles de exposición y la protección personal que deben considerarse a la hora de su uso. Así mismo, el usuario puede encontrar información sobre las propiedades físicas y químicas de la sustancia, su estabilidad y reactividad, lo cual debe ser tenido en cuenta para el diseño y planeación del proceso.

Adicionalmente, las recomendaciones para el manejo serán de utilidad para el responsable del SG-SST, considerando que, con base en esta información, se puede planificar la compra de elementos de protección personal (EPP) que sean apropiados para la manipulación de dichas sustancias, se podrán definir las medidas de higiene industrial para la toma de muestras, con el fin de determinar las condiciones de exposición de los trabajadores, etc.

Figura 20. Contenido del bloque C de la FDS



La información toxicológica y ecotoxicológica de la FDS permite conocer los datos utilizados y las fuentes de información para la clasificación de la sustancia, también sirve en el caso de mezclas que requieran ser clasificadas por la empresa. Además, esta información puede ser de utilidad para el manejo especializado en caso de emergencias, en especial, el médico toxicólogo puede requerir acceso a dicha información.

Por otro lado, las recomendaciones sobre la eliminación de los productos deberían permitir la planificación de la gestión interna y externa de residuos de producto y sus envases, así como todo elemento que haya sido contaminado con este.

Figura 21. Contenido del bloque D de la FDS



Finalmente, el bloque de información complementaria contendrá aspectos relacionados con el transporte seguro de las sustancias químicas, así como la descripción de las normas reglamentarias existentes en el país que sean aplicables de manera específica a la sustancia y una sección denominada “otras informaciones”, que podrá contener las actualizaciones de la FDS, control de cambios, clasificación con otras metodologías y demás información que considere pertinente el responsable de la elaboración de la FDS.

Figura 22. Contenido del bloque E de la FDS



3.1.1.4.2 Verificación del cumplimiento de la FDS

Recordando que es responsabilidad del proveedor la elaboración, entrega y actualización de las FDS, la empresa deberá validar que contengan una mínima información y estructura que le permita evidenciar la calidad y coherencia de la información allí consignada. En la siguiente figura se presenta un formato que podrá ser utilizado para validar el cumplimiento de las FDS, el cual debería aplicarse al cien por ciento de las sustancias. En caso de tener una variedad muy grande, se recomienda proponer un proceso escalonado, con un muestreo significativo, hasta que se dé cobertura a la totalidad de productos.

Existen otros aspectos que se pueden evaluar en las FDS, es el caso de la coherencia interna en aspectos como la información fisicoquímica y toxicológica con la clasificación de peligros, la definición de uso de EPP para la manipulación con mayores restricciones que para la atención de emergencias, etc. Es recomendable que estos temas sean revisados por personas especializadas.

Figura 23. Formato de verificación de cumplimiento de requisitos de la FDS

Validación cumplimiento de las fichas de datos de seguridad (FDS) de productos químicos															
Nombre de la empresa _____															
Área _____										Ubicación _____					
Responsable de la verificación: _____															
Nombre del producto	Presentación	Marca	Idioma español		16 secciones		Vigencia menor de 5 años		Número telefónico de emergencia en Colombia		Datos del proveedor en Colombia		Clasificación de peligros según SGA		Observaciones
			Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	





3.1.2 NFPA 704: Sistema estándar para la identificación de los peligros de los materiales para respuesta a emergencias

Previo a la entrada en vigor del Decreto 1496 de 2018, en Colombia no se había reglamentado de manera específica un sistema de clasificación y comunicación de peligros para las sustancias químicas en los lugares de trabajo, por lo que se han usado otros estándares para la clasificación, como el de la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA, por sus siglas en inglés), de Estados Unidos.

La norma NFPA 704 es conocida como el sistema estándar para la identificación de los peligros de los materiales para la respuesta a emergencias. La norma simplifica la determinación del grado de peligro para la salud, la inflamabilidad y la inestabilidad de los productos químicos, y también proporciona el reconocimiento de la reactividad del agua y los oxidantes (NFPA, 2017). Esta norma está principalmente dirigida a los organismos de respuesta, como bomberos, y ha sido utilizada en sectores que manipulan materiales peligrosos, en especial, productos inflamables.

El estándar está orientado a los organismos de respuesta a emergencias y define criterios para valorar los peligros agudos en escala de 0 a 4, siendo 0 el menor nivel de riesgo. Está destinado para ser usado en sitios de almacenamiento, proporcionando información básica al personal de extinción de incendios, emergencia y de otro tipo, permitiéndole decidir fácilmente si evacúa la zona o inicia procedimientos de control de emergencia.

3.1.3 Pictogramas para el transporte de mercancías peligrosas

Las mercancías peligrosas son sustancias, mezclas o artículos que representan un peligro inmediato o agudo para las personas, las propiedades o el medio ambiente y requieren un manejo especial durante el transporte. La legislación sobre mercancías peligrosas incluye normas que rigen el embalaje seguro, el etiquetado (de empaques, embalajes y unidades de transporte) y la respuesta a emergencias en caso de accidente.

Los productos químicos peligrosos también pueden ser sustancias, mezclas y artículos que pueden representar un peligro físico o a la salud directamente para los seres humanos. Estos peligros, que pueden surgir de la exposición a un químico peligroso en el lugar de trabajo, se comunican a través de la información de la etiqueta y los pictogramas del SGA.

Un símbolo de mercancía peligrosa para el transporte puede reemplazar un pictograma de SGA en una etiqueta donde se representa el mismo peligro. Sin embargo, se sugiere que, en todos los casos, así ya cuente con identificación de peligros con pictogramas de transporte, en el envase que estará a disposición del usuario final se incluyan los pictogramas del SGA, con el fin de garantizar que el trabajador que ha sido capacitado sobre el uso de los elementos de comunicación de peligros del SGA no tenga confusiones.

Los pictogramas de SGA no deben ser usados para demarcación de vehículos de transporte de mercancías peligrosas.

Los criterios para usar los pictogramas de las nueve clases se definen en las Recomendaciones Relativas al Transporte de Mercancías Peligrosas de Naciones Unidas y están basados en características intrínsecas de las sustancias. Estos criterios se tomaron como base para la construcción de los criterios del SGA, por lo que se encuentran armonizados para las clases de peligros agudos, representados en la siguiente tabla.



Tabla 13. Pictogramas por clase de mercancía peligrosa para el transporte

Clase	Pictograma	Peligro
1		⊙ Explosivos
2.1		⊙ Gases inflamables
2.2		⊙ Gases no inflamables no tóxicos
2.3		⊙ Gases tóxicos
3		⊙ Líquidos inflamables
4.1		⊙ Sólidos inflamables, sustancias que reaccionan espontáneamente, explosivos sólidos insensibilizados y sustancias polimerizantes
4.2		⊙ Sustancias que presentan riesgo de combustión espontánea
4.3		⊙ Sustancias que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables
5.1		⊙ Sustancias comburentes
5.2		⊙ Peróxidos orgánicos
6.1		⊙ Sustancias tóxicas

Clase	Pictograma	Peligro
6.2		☉ Sustancias infecciosas
7		☉ Materiales radiactivos
8		☉ Sustancias corrosivas
9		☉ Sustancias y objetos peligrosos varios, incluidas las sustancias peligrosas para el medio ambiente

Fuente: Recomendaciones Relativas al Transporte de Mercancías Peligrosas: Reglamentación Modelo, Vigésima edición revisada, 16 agosto 2017.

3.2 Inventario de sustancias químicas

La base fundamental para la identificación de los peligros en la empresa es el inventario de sustancias químicas y la clasificación de sus peligros conforme a los criterios del SGA. Algunas variables importantes por considerar en el inventario de sustancias son:

- ☉ Nombre comercial.
- ☉ Nombre químico (IUPAC).
- ☉ Número CAS.
- ☉ Número UN.
- ☉ Proveedor (fabricante, importador, distribuidor).
- ☉ Estado de la materia.
- ☉ Proceso o tarea en la que se usa.
- ☉ Capacidad máxima de almacenamiento (Kg o L).
- ☉ Cantidad promedio de uso mensual (Kg o L).
- ☉ Clasificación de peligros SGA (clase y categoría).
- ☉ Indicaciones de peligro físicos (frases H2XX).
- ☉ Indicaciones de peligro para la salud (frases H3XX).
- ☉ Indicaciones de peligro para el medio ambiente (Frases H4XX).
- ☉ Grupo carcinógenos IARC.

Principalmente serán de interés los peligros agudos que puedan generar accidentes de trabajo, tales como:

- ☉ Peligros a la salud:
 - Toxicidad aguda.
 - Corrosión cutánea, lesiones oculares graves.
 - Irritación cutánea.
 - Toxicidad aguda (nocivo).
 - Irritación ocular grave.
 - Sensibilización cutánea.

- ☉ Peligros físicos:
 - Gases inflamables.
 - Líquidos inflamables.
 - Sólidos inflamables.
 - Sustancias y mezclas que reaccionan espontáneamente.
 - Aerosoles.
 - Líquidos pirofóricos.
 - Sólidos pirofóricos.
 - Sustancias y mezclas que experimentan calentamiento espontáneo.
 - Sustancias y mezclas que en contacto con el agua desprenden gases inflamables.
 - Peróxidos orgánicos.
 - Sustancias y mezclas corrosivas para los metales.
 - Explosivos.
 - Sustancias y mezclas que reaccionan espontáneamente.
 - Gases a presión.
 - Sólidos comburentes.
 - Líquidos comburentes.
 - Gases comburentes.

3.3 Evaluación del riesgo de accidentes de trabajo

Con referencia a las sustancias químicas, debe analizarse de manera separada el riesgo de accidentes de trabajo y el riesgo de enfermedades. A continuación, se abordan las metodologías para analizar cada tipo de riesgo.

Inicialmente, se deben identificar posibles situaciones que pueden ocasionar accidentes. A continuación, se presentan los tres principales grupos de fallos definidos por Bestatén



Belloví (1987), que, si bien pueden asociarse principalmente a pérdidas de contención que pueden generar accidentes mayores, también podrían asociarse con accidentes de trabajo:

Figura 24. Fallos que pueden generar accidentes de trabajo

Fallos de componentes

- ⊙ Diseño inapropiado frente a presión interna, fuerzas externas, corrosión del medio y temperatura.
- ⊙ Fallos de elementos tales como bombas, compresores, ventiladores, agitadores, etc.
- ⊙ Fallos de sistemas de control (sensores de presión y temperaturas, controladores de nivel, reguladores de flujos, unidades de control computarizadas, etc.).
- ⊙ Fallos de sistemas específicos de seguridad (válvulas de seguridad, discos de ruptura, sistemas de alivio de presiones, sistemas de neutralización, avisadores, etc.).
- ⊙ Fallos de juntas y conexiones.

Desviaciones en las condiciones normales de operación

- ⊙ Alteraciones incontroladas de los parámetros fundamentales del proceso (presión, temperatura, flujo, concentraciones).
- ⊙ Fallos en la adición manual de componentes químicos.
- ⊙ Fallos en los servicios, tales como:
 - Insuficiente enfriamiento para reacciones exotérmicas.
 - Insuficiente aporte del medio calefactor o vapor.
 - Corte del suministro eléctrico.
 - Ausencia de nitrógeno o agente inertizante.
 - Ausencia de aire comprimido (de instrumentación o de agitación).
 - Fallos en los procedimientos de parada o puesta en marcha.
 - Formación de subproductos, residuos o impurezas, causantes de reacciones colaterales indeseadas.

Errores humanos y de organización

- ⊙ Errores de operación.
- ⊙ Desconexión de sistemas de seguridad a causa de frecuentes falsas alarmas.
- ⊙ Confusión de sustancias peligrosas.
- ⊙ Errores de comunicación.
- ⊙ Incorrecta reparación o trabajo de mantenimiento.
- ⊙ Realización de trabajos no autorizados (soldadura, entrada en espacios confinados).

Fuente: Adaptado de Bestatén Belloví, 1987

Conocidos los peligros y los posibles fallos de los procesos que pueden afectar a los trabajadores, se debe caracterizar la tarea para evaluar y valorar los riesgos. Existen diferentes metodologías para hacer esta tarea, una de ellas es la GTC-45:2012 Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional (Icontec, 2012), sin embargo, esta guía tiene una limitante importante en la clasificación del peligro químico, que se limita a estado físico de la sustancia (sólido, líquido, gaseoso, fibras, etc.) y no permite valorar de acuerdo con el peligro intrínseco de la sustancia.

Existe la metodología Toguani (Torres, Guataquí, & Niño, 2018) que cuenta con una descripción del peligro químico asociada al efecto del mismo, lo cual permite tener una aproximación más acertada al riesgo de las mismas sustancias. Dentro de estos peligros, la metodología incluye los riesgos químicos de la siguiente forma:

- ⊙ Explosiones, incendios, fugas o derrames.
- ⊙ Exposición a sustancias carcinógenas.
- ⊙ Exposición a sustancias corrosivas.
- ⊙ Exposición a sustancias mutagénicas/teratogénicas.
- ⊙ Exposición a sustancias tóxicas, nocivas o irritantes.

La metodología utiliza la severidad del daño potencial y el nivel de probabilidad para la evaluación del riesgo. Por su parte, el nivel de probabilidad incorpora las clasificaciones de carcinógenos de IARC y las categorías de toxicidad aguda del SGA para permitir su priorización de acuerdo con lo requerido en la regulación vigente.



Otras metodologías proponen una evaluación del riesgo de accidentes químicos teniendo en cuenta tres variables principales: el nivel de peligrosidad dado por las características intrínsecas del producto, el nivel de exposición y el nivel de consecuencias. Para establecer el nivel de peligrosidad, se plantea identificar, mediante un cuestionario de chequeo, las posibles deficiencias asociadas a la presencia de agentes químicos en cinco situaciones habituales (identificación, almacenamiento/envasado, utilización/proceso, organización, uso de EPP/instalaciones para emergencias), unido al nivel de peligrosidad intrínseca del agente químico. Las variables de probabilidad y consecuencia se manejan con escalas conocidas de evaluación de riesgos.

3.4 Evaluación del riesgo de enfermedades laborales

Es importante resaltar que en la regulación colombiana y en particular en los estándares mínimos, se les dio una valoración muy importante a las sustancias carcinógenas del grupo 1 de IARC y a las tóxicas agudas de las categorías 1 y 2, conforme a los criterios del SGA, por lo que siempre se debe mantener como prioritaria la gestión de estas sustancias en la prevención de enfermedades o accidentes que puedan generarse por su contacto o inhalación.

Para la prevención de las enfermedades asociadas a la exposición a las sustancias químicas en los lugares de trabajo, es necesario tener un amplio conocimiento de las sustancias, su comportamiento en el ambiente y en el organismo. No obstante, de los millones de sustancias que se utilizan en los lugares de trabajo, solo un bajo porcentaje es conocido a profundidad y sus efectos han sido completamente caracterizados.

Una disciplina fundamental para la prevención de estas enfermedades es la higiene industrial, definida por la Organización Internacional del Trabajo (OIT) como “la ciencia de la anticipación, la identificación, la evaluación y el control de los riesgos que se originan en el lugar de trabajo o en relación con él y que pueden poner en peligro la salud y el bienestar de los trabajadores, teniendo también en cuenta su posible repercusión en las comunidades vecinas y en el medio ambiente en general”(Herrick, 2000). En términos generales, se le asigna la responsabilidad de la prevención de enfermedades laborales a la higiene industrial.

En consideración a las responsabilidades asignadas a la higiene industrial, respecto de la prevención de enfermedades laborales, es necesario avanzar en la gestión de los riesgos asociados a las sustancias químicas. Para abordar este tipo de sustancias se proponen las siguientes etapas (OIT, 2013):

1. Identificación de los productos químicos: incluye los inventarios y conocer el uso de cada sustancia química.
2. Clasificación y comunicación de peligros en etiquetas y FDS: los peligros de las sustancias se determinan de acuerdo con los criterios del SGA. Es responsabilidad del proveedor (fabricantes, importadores y distribuidores) suministrar los productos etiquetados y las FDS.
3. Determinación de exposiciones potenciales en el lugar de trabajo: ante la cantidad de sustancias químicas en los lugares de trabajo, es primordial utilizar algún mecanismo para priorizar las mismas, de acuerdo con sus potenciales efectos en la salud. Posterior a esto, conocer las condiciones de trabajo y exposición.
4. Evaluación de riesgos: para determinar realmente el riesgo asociado a la exposición es importante medir la presencia de la sustancia en el ambiente de trabajo y analizarla de acuerdo con las condiciones de trabajo, diseño del proceso, frecuencia, cantidad de trabajadores expuestos, programación de la tarea, etc.
5. Identificación de las medidas de control basadas en la evaluación de riesgos.
6. Puesta en práctica de los controles, evaluación de la eficacia y mantenimiento del nivel de protección.

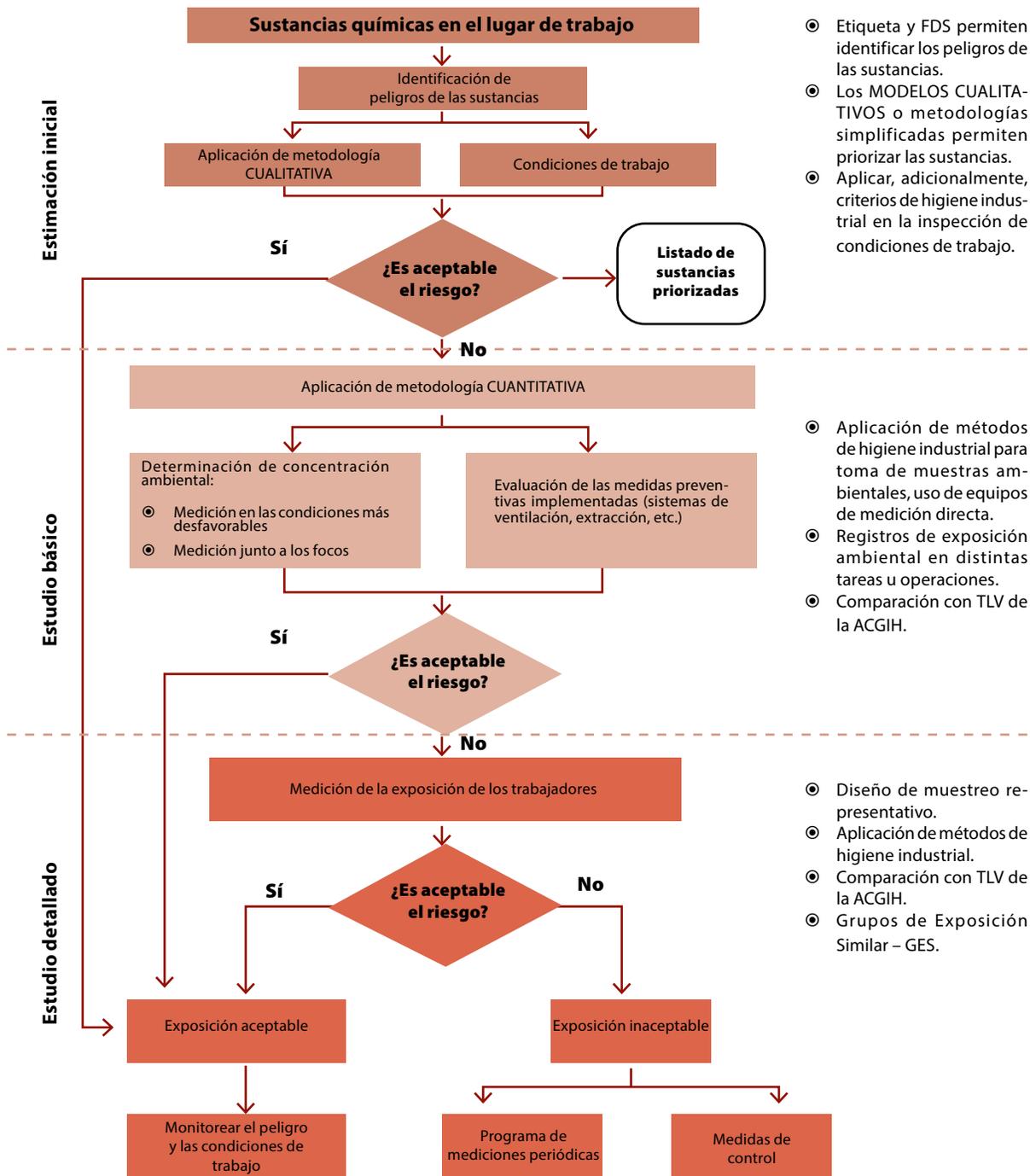
3.4.1 Identificación de peligros para la salud

Para la evaluación de los peligros a la salud es necesario iniciar con la recolección de información de las sustancias, sus peligros y las condiciones de trabajo. Con esta información y bajo la aplicación de metodologías cualitativas se realizará una estimación inicial del riesgo que permitirá priorizar las sustancias químicas peligrosas.

Posteriormente, un estudio básico le permitirá a la empresa aproximarse a la presencia de la sustancia y conocer su concentración en el ambiente de trabajo. Así mismo, en este proceso de estudio básico se valorarán las medidas de prevención implementadas, considerando aquellas enfocadas en la sustitución y controles de ingeniería, lo que permitirá definir si existen condiciones de riesgo para la exposición a las sustancias químicas.



Figura 25. Proceso de evaluación del riesgo para la salud de las sustancias químicas



- Etiqueta y FDS permiten identificar los peligros de las sustancias.
- Los MODELOS CUALITATIVOS o metodologías simplificadas permiten priorizar las sustancias.
- Aplicar, adicionalmente, criterios de higiene industrial en la inspección de condiciones de trabajo.

- Aplicación de métodos de higiene industrial para toma de muestras ambientales, uso de equipos de medición directa.
- Registros de exposición ambiental en distintas tareas u operaciones.
- Comparación con TLV de la ACGIH.

- Diseño de muestreo representativo.
- Aplicación de métodos de higiene industrial.
- Comparación con TLV de la ACGIH.
- Grupos de Exposición Similar – GES.

Fuente: Adaptado de Cavallé Oller, 2011

Finalmente, la realización de un estudio detallado permitirá, mediante mediciones por métodos de higiene industrial bajo un diseño de muestreo estadísticamente significativo, conocer la exposición ocupacional de los trabajadores del área. En caso de determinar que la exposición es aceptable, siempre se deberá monitorear el peligro y las condiciones de trabajo para asegurar que continúa siendo aceptable.

En caso de determinar que la exposición es inaceptable, se deberán implementar las medidas de control necesarias para disminuir el nivel de riesgo, establecer un programa de mediciones y vigilar la salud de los trabajadores expuestos.



3.4.2 Priorización de sustancias químicas – Metodologías cualitativas o simplificadas

Posterior al levantamiento de inventarios de sustancias químicas, es posible que las empresas encuentren que utilizan un gran número de ellas, como otros insumos, materias primas o productos intermedios. De ser así, se debe adelantar un proceso de priorización de las sustancias que tienen características de peligrosidad, para optimizar los recursos en las mediciones y el control de los riesgos.

Tomar unas decisiones acertadas en el proceso de priorización dependerá de la disponibilidad y calidad de la información con que se trabaje, así mismo de la experiencia e idoneidad del personal a cargo de esta tarea. A continuación, se presentan algunos elementos a considerar para la toma de decisiones:

- ⦿ La cantidad de información de cada una de las sustancias químicas, donde la FDS será la principal fuente de información.
- ⦿ La experiencia del personal idóneo encargado del proceso de priorización.
- ⦿ Los límites de exposición ocupacional (entre más bajo sea el límite, mayor interés tendrá la sustancia).
- ⦿ La cantidad de sustancia utilizada, así como su presentación.
- ⦿ La frecuencia de uso de las sustancias químicas.
- ⦿ Los controles implementados (se considerarán los sistemas cerrados como más seguros que los sistemas abiertos donde el control se limita al uso de elementos de protección personal).

Para todos los casos, de acuerdo con la regulación en Colombia, siempre se tendrán como prioritarios los siguientes tipos de sustancias:

- ⦿ Sustancias químicas clasificadas como carcinógenas en el grupo 1 de IARC.
- ⦿ Sustancias químicas clasificadas con peligro de toxicidad aguda (por cualquier vía de exposición) de las categorías 1 y 2, conforme a los criterios de clasificación del SGA.

Tabla 14. Sustancias prioritarias de acuerdo con la Resolución 312 de 2019

Sustancia	Criterio	Frases H	Pictograma
Carcinógenas	Grupo 1 de la IARC	⦿ H350	
Tóxicas agudas	Categorías 1 y 2 de toxicidad aguda del SGA	<ul style="list-style-type: none"> ⦿ H300 ⦿ H310 ⦿ H330 	

Fuente: Adaptación Resolución 312 de 2019

El primer paso para la priorización es la selección de la metodología cualitativa o simplificada. Estos métodos, que fundamentalmente, se han basado en las bandas de control o control banding, tienen sus orígenes en el COSHH, desarrollado en el Reino Unido. Utilizan diferente información como la peligrosidad, datos sobre las condiciones de trabajo y uso de las sustancias (frecuencia y duración de la exposición, cantidad de sustancia química, forma de uso, etc.).

Su aplicación permite evaluar los riesgos de las sustancias químicas de manera preliminar, sin acudir a mediciones. Para esto, se deberá contar con información confiable sobre las características de las sustancias y las condiciones de trabajo. Algunos de los métodos con más referencias, según su lugar de origen, son:

- ⦿ Reino Unido (COSHH Essentials).
- ⦿ Francia (Risk Potential Hierarchy del INRS).
- ⦿ Alemania (Chemical Management Guide).
- ⦿ Holanda (Stoffenmanager).
- ⦿ Noruega (Kjemi Risk).
- ⦿ Bélgica (Regetox and SOBANE).

3.4.3 Límites de exposición y métodos cuantitativos

Los primeros límites de exposición ocupacional fueron establecidos en Alemania, a finales del siglo XIX, donde se desarrollaron muestreos en el ambiente y se compararon con estos límites de exposición ocupacional (OEL, por sus siglas



en inglés). Posteriormente, en 1946, la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH, por sus siglas en inglés) publicó una primera lista de límites de exposición que contenía un total de 148 sustancias químicas, cuyos valores fueron denominados, en 1956, como Valores Límite Umbral (TLV, por sus siglas en inglés) (NIOSH, 2009).

La aplicación de estos valores se ha tornado compleja recientemente por el incremento constante de sustancias químicas peligrosas, las cuales difícilmente alcanzan a ser investigadas para determinar estos valores, que en muchas ocasiones dependen de la recolección de información de fuentes secundarias, debido a las obvias y necesarias limitaciones de la investigación en humanos.

Por lo anterior, se debe tomar con mesura el uso de esta información y considerar que no todas las sustancias cuentan con información suficiente sobre los niveles de exposición ocupacional recomendados. Para aquellas sustancias sobre las que sí se han establecido límites de exposición, se deberán considerar aquellos valores definidos por la ACGIH (Res. 2400/79, art. 154).

Estos valores límite se han definido en tres categorías: TLV-TWA, que se refiere al límite promedio ponderado en el tiempo; TLV-STEL, que es el límite de exposición a corto plazo; y TLV-C, que es el valor techo o concentración instantánea a la cual nunca se debe exponer un trabajador durante su labor. Hay sustancias como los gases irritantes, para los cuales solo aplica el TLV-C, en razón a su peligrosidad. Para la mayoría de las otras sustancias se tiene información del TWA y del STEL (ACGIH, 2014).

El TLV-TWA se refiere a la concentración media ponderada en el tiempo, para una jornada normal de trabajo de ocho horas y 40 horas semanales, a la que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos repetidamente, día tras día, sin sufrir efectos adversos (ACGIH, 2014).

El TLV-STEL se refiere a la concentración a la que pueden estar expuestos los trabajadores durante un corto espacio de tiempo sin sufrir irritación, daño crónico o irreversible en los tejidos o narcosis importante. No es un límite de exposición separado e independiente, sino un complemento de la media ponderada en el tiempo (TWA). Se define como la exposición media ponderada en el tiempo durante 15 minutos que no debe sobrepasarse en ningún momento de la jornada, aunque la media ponderada en el tiempo durante las ocho horas sea inferior al TLV-TWA. Las exposiciones por encima del TLV-TWA, hasta el valor STEL, no deben tener una duración superior a 15 minutos ni repetirse más de cuatro veces al día. Debe haber, por lo menos, un periodo de 60 minutos entre exposiciones sucesivas de este rango. Puede recomendarse un periodo de exposición distinto de los 15 minutos cuando esté avalado por efectos biológicos observados. El número de sustancias con valor STEL asignado ha ido disminuyendo en las últimas ediciones, con lo que el campo de aplicación de este tipo de TLV es cada vez más reducido (ACGIH, 2014).

El TLV-C se refiere a la concentración que no debe excederse en ningún momento. Si no se dispone de mediciones instantáneas, se debe realizar un muestreo durante el periodo mínimo de tiempo suficiente para detectar exposiciones en o por encima del valor máximo (ACGIH, 2014).

3.5 Higiene industrial

Las mediciones ambientales se llevan a cabo para obtener información cuantitativa básica sobre los niveles de exposición. Esta información se utiliza para identificar los riesgos potenciales para la salud y para estimar el riesgo para la salud fundamentado en la posible gravedad del daño y la probabilidad de que se produzca. Estas mediciones pueden también determinar si la exposición es significativamente inferior o superior al valor límite definido. Además, la realización de mediciones proporciona información sobre la concentración de los agentes químicos en el aire, identifica los lugares y periodos de exposición elevada, proporciona información sobre la ubicación e intensidad de las fuentes de emisión, permite la revisión de la eficiencia de la ventilación y otras medidas técnicas.

4 Control o tratamiento del riesgo

4.1 Medidas preventivas y de protección para accidentes de trabajo

El principal mecanismo que se debe aplicar para el control de la exposición a sustancias químicas es eliminar el producto peligroso. Puede implicar un cambio en el proceso o la ingeniería total, siendo un ejemplo (Terwoert, 2017) el uso de montacargas eléctricos en lugar de montacargas a diésel o a gasolina, lo cual elimina la exposición a las emisiones del motor (diésel).

En algunos casos, la eliminación no se logra alcanzar y se requerirán otras intervenciones. Para esto, se ha tomado como referencia la estrategia de la Unión Europea, denominada el principio STOP ("STOP-principle: Substitution (substance or process), Technical controls, Organisational measures and Personal protective equipment) (Terwoert, 2017). A continuación, se hace una síntesis de los principales elementos de la metodología STOP:

Sustituir: reemplazar una sustancia peligrosa por otra con menor peligrosidad. Requiere iniciar con la identificación de los peligros de la sustancia, definir posibles alternativas menos peligrosas (por ejemplo, reemplazar una sustancia de categoría 1 de toxicidad aguda por una de categoría 4 nociva), evaluar y comparar todas las alternativas con respecto a la sustancia original para la toma de decisiones.



Controles técnicos: identificar las opciones para minimizar o reducir la liberación de la sustancia en el ambiente de trabajo mediante sistemas que permitan el aislamiento de la fuente (encapsulamiento) o evitando que esté en contacto directo con el trabajador mediante sistemas de extracción exhaustiva localizada o sistemas de ventilación general.

Medidas organizacionales: este tipo de controles no interviene directamente en la fuente, pero contribuye a disminuir el tiempo de exposición de un trabajador (por ejemplo: rotación del trabajo, minimizar el número de trabajadores) o la distancia entre la sustancia y el trabajador (por ejemplo: controles de acceso). También se incluyen algunos aspectos como capacitación y entrenamiento, y otras asociadas a la señalización y demarcación, y el desarrollo de procedimientos y prácticas de trabajo seguro.

Elementos de protección personal (EPP): la definición de los elementos de protección personal debería considerarse como la última medida o como medida complementaria a los controles anteriores. La selección del EPP depende del peligro de la sustancia, la vía de exposición o forma de contacto, la concentración y condiciones de trabajo. Esta medida requiere un proceso de capacitación y seguimiento permanente al trabajador para que se use correctamente, requiere la implementación de esquemas de selección y reposición periódica.

A continuación, se detallan algunas de las medidas específicas que se pueden aplicar en la gestión de los riesgos de las sustancias químicas:

4.1.1 Sustitución

La empresa deberá entender que el uso de materiales peligrosos es más costoso que el uso de materiales no peligrosos o menos peligrosos (Ellenbecker, 1996). Sin embargo, la sustitución de las sustancias químicas debe ser un proceso planificado con la participación de todas las áreas involucradas, incluyendo áreas operativas, líderes de procesos, innovación y desarrollo, áreas financieras y de seguridad y salud en el trabajo, entre otras. Es importante entender que, si bien se quiere que se sustituya una sustancia por otra menos peligrosa, se deberán considerar sus potenciales impactos sobre la calidad y efectividad del proceso, el impacto financiero y económico sobre la empresa, y posibles sobrecostos en el producto final.

Algunos aspectos que involucran la sustitución pueden ser cambios en la composición química, la forma o presentación de la sustancia, incluso, el empaque del producto. En relación con la composición del producto, la sustitución deberá buscar componentes que tengan menos peligros o que estén clasificados en categorías menos peligrosas, de acuerdo con lo definido en el SGA. Un ejemplo es la sustitución con ésteres dibásicos en lugar del cloruro de metileno como removedor de pintura. Los ésteres dibásicos son menos tóxicos (peligrosos), pero también menos volátiles que el cloruro de metileno, por lo que la exposición también es menor (Terwoert, 2017).

El cambio de la forma o presentación de los productos puede reducir el potencial de exposición (Terwoert, 2017). Aquí puede estar el cambio de productos en polvo por granulados o el cambio de productos en polvo por productos con recubrimiento en material menos peligroso que el original; este tipo de recubrimiento ha sido utilizado para enzimas en fábricas de detergentes y actualmente también se considera para nanomateriales. Por ejemplo, las nanopartículas de dióxido de titanio en filtros solares están recubiertas con óxido de aluminio o sílice para reducir la reactividad de la superficie y, por lo tanto, los riesgos dérmicos (Terwoert, 2017).

Otro aspecto a considerar es el empaque, el cual, bien diseñado, puede reducir o, incluso, prevenir la exposición. Los recubrimientos, adhesivos o rellenos reactivos de dos componentes pueden contener sustancias irritantes o muy sensibilizantes. Este es el caso de los productos epoxi, por ejemplo. Hay paquetes disponibles que permiten mezclar los componentes dentro del empaque y en una relación de mezcla preestablecida, sin ninguna posibilidad de exposición durante la mezcla (Terwoert, 2017).

Finalmente, los cambios en los procesos pueden contribuir a una reducción “permanente” de las emisiones, por lo que no se requiere una atención continua al sistema de control. Esto contrasta con la mayoría de los otros controles, como los sistemas de ventilación o los respiradores que requieren una atención y un mantenimiento constantes para funcionar correctamente (Ellenbecker, 1996). Se deberá considerar que los cambios de proceso pueden involucrar costos que deberán ser planificados, entendiendo que las inversiones en seguridad tienen un retorno en el largo plazo. Adicionalmente, incorporar nuevos equipos o mejorar los existentes puede relacionarse con una mayor eficiencia en la producción.

4.1.2 Controles técnicos o controles de ingeniería

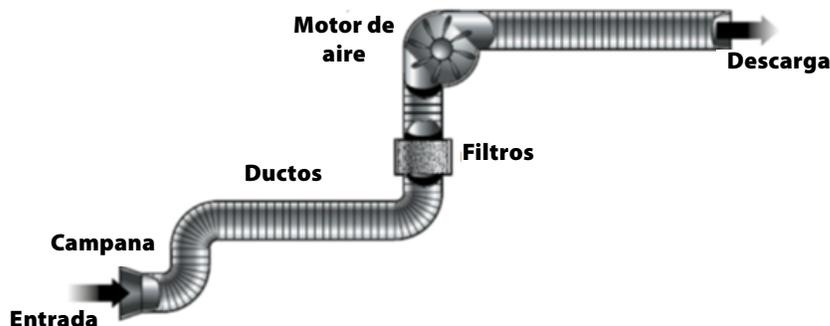
Los controles técnicos o controles de ingeniería son medidas de control que buscan limitar la exposición en el medio en el que se emite el contaminante y entra en contacto con el trabajador. Estas medidas implican la implementación de tecnologías esencialmente relacionadas con sistemas de ventilación, ya sea general o local exhaustiva.

La ventilación local exhaustiva (VLE) es un sistema de control de ingeniería para reducir la exposición a contaminantes en el aire, como polvo, neblina, humo, vapor o gas en un lugar de trabajo. La mayoría de los sistemas, no todos, tienen lo siguiente (HSE, 2017):



- ⦿ Campana: aquí es donde la nube contaminante entra en el VLE.
- ⦿ Ductos: conducen el aire y el contaminante desde la campana hasta el punto de descarga.
- ⦿ Filtro de aire: filtra o limpia el aire extraído. No todos los sistemas necesitan limpieza de aire.
- ⦿ Motor de aire: el “motor” que alimenta el sistema de extracción, generalmente, un ventilador.
- ⦿ Descarga: esta libera el aire extraído a un lugar seguro.

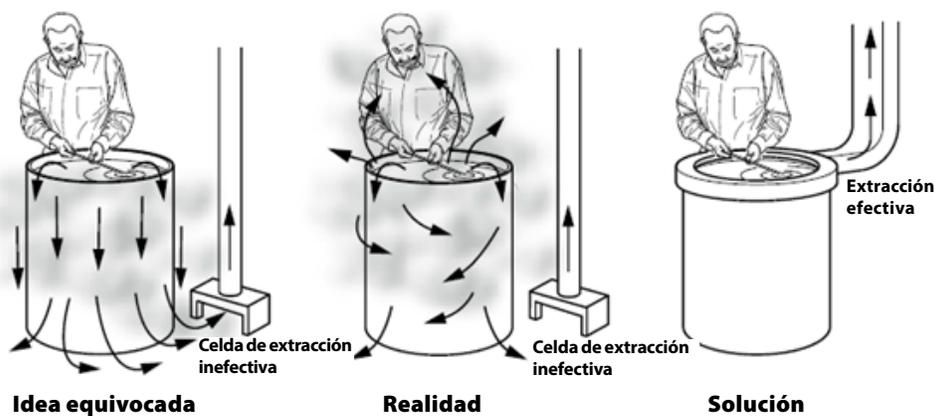
Figura 26. Ejemplo de controles técnicos o de ingeniería



Fuente: Adaptado de HSE (2017)

En el diseño de este tipo de sistemas se deberán considerar las características de las sustancias químicas, ya sean polvos, humos, nieblas, fibras, vapores o gases. El comportamiento de cada uno de los contaminantes en el ambiente puede variar de acuerdo con su volatilidad y peso con respecto al aire, entre otras variables. Para esto, se deberán conocer las características de las sustancias y las condiciones de trabajo, si se trabaja con sustancias a altas o bajas temperaturas, así como a temperatura ambiente, la presentación y cantidad de sustancias, y el tipo de proceso realizado con ellas.

Figura 27. Comparación de controles técnicos o de ingeniería para un proceso de extracción



Fuente: Adaptado de HSE (2017)

4.1.2.1 Almacenamiento seguro de sustancias químicas

Frente al almacenamiento de sustancias químicas es importante entender las condiciones mínimas de seguridad en cuanto a las restricciones de acceso, la correcta señalización, condiciones para la contención y atención de posibles fugas, derrames y, en general, para hacer frente a cualquier emergencia. En los lugares de almacenamiento se deberá proveer supervisión por personal capacitado y todos los trabajadores deberán recibir una formación completa sobre las prácticas de trabajo seguras pertinentes. Se recomienda evitar que un trabajador desarrolle su actividad solo, en las áreas donde se conserven sustancias tóxicas (Stellman & Osinsky, 2001).

Para hacer un almacenamiento seguro de sustancias, además de condiciones mínimas locativas relacionadas con ventilación, materiales de construcción, mobiliario, sistemas de iluminación, diques o sistemas de contención, se deben observar las posibles incompatibilidades que existan entre las sustancias con los materiales de construcción, materiales de envases y empaques, y elementos de extinción de incendios.

La información a utilizar para lograr este almacenamiento seguro proviene de las etiquetas y, principalmente, de las FDS (Organización de las Naciones Unidas, 2015).

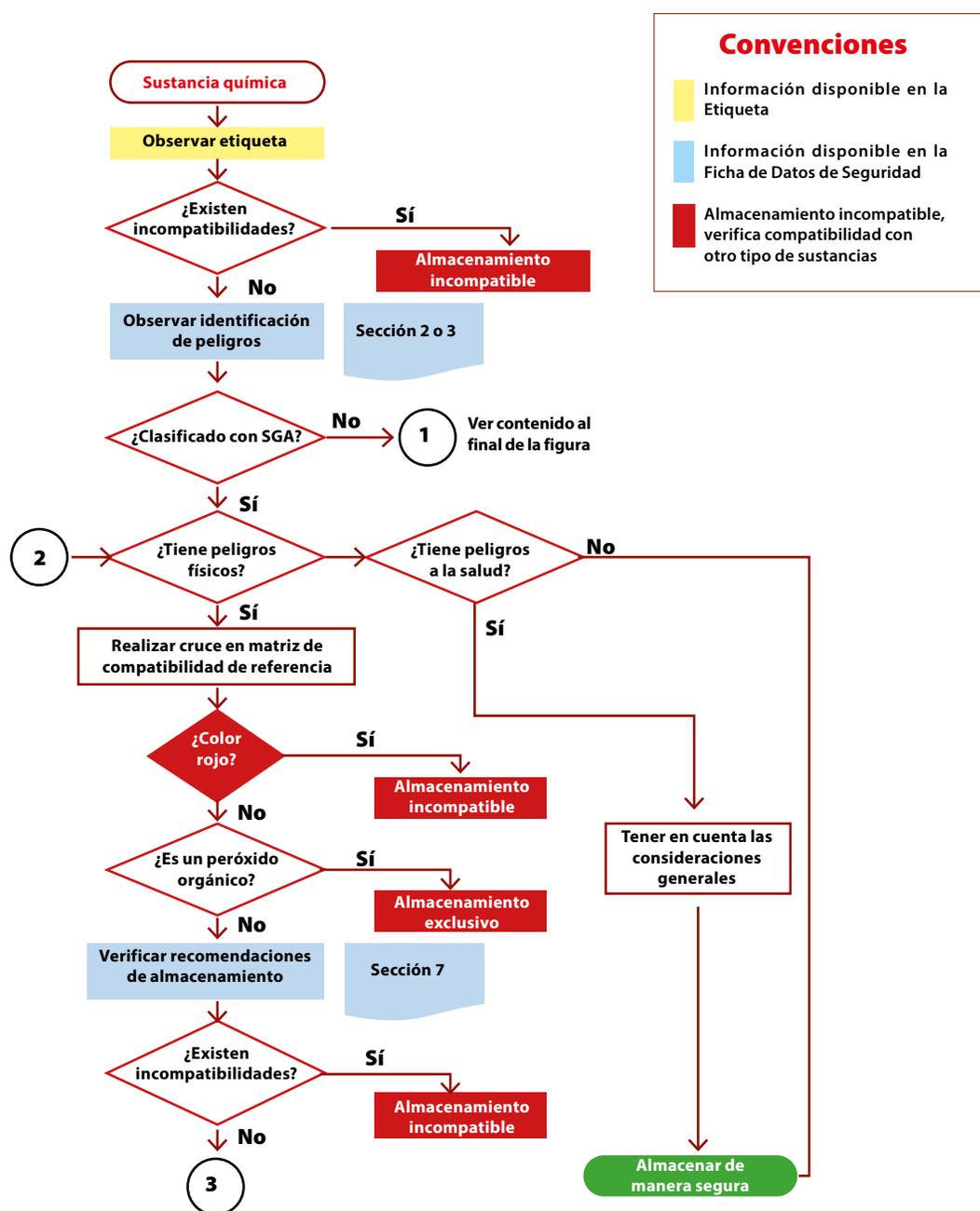


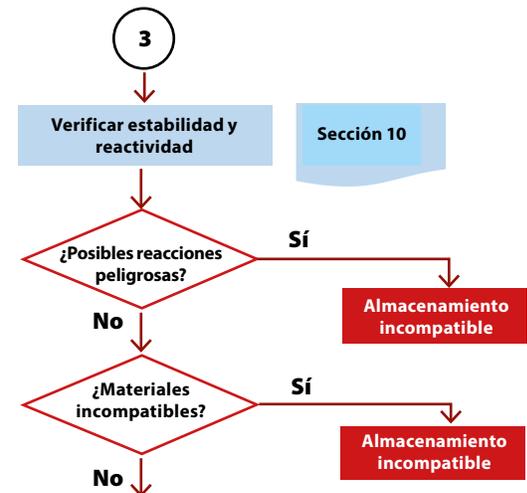
Otros consejos para el almacenamiento de las sustancias químicas que pueden definirse en la FDS, de acuerdo con cada circunstancia, serán: cómo controlar los efectos de las condiciones climáticas (presión ambiental, temperatura, luz solar, humedad, vibraciones); también, recomendaciones sobre cómo mantener la integridad de la sustancia o mezcla mediante el empleo de estabilizadores y antioxidantes; y, finalmente, consejos sobre prescripciones en materia de ventilación, diseño específico de locales y bodegas de almacenamiento, limitación de las cantidades que pueden almacenarse y compatibilidad con el embalaje/envase (Organización de las Naciones Unidas, 2015).

En términos generales, para evaluar la compatibilidad de las sustancias químicas, se puede hacer uso de matrices de compatibilidad, sin embargo, es recomendable que se generen matrices propias para el lugar de almacenamiento donde se detallen cada una de las sustancias. Esto puede generar matrices muy grandes para almacenamientos de cientos de sustancias, en este caso, se sugiere sectorizar las matrices a lugares de almacenamiento puntuales.

A continuación, se presenta un procedimiento con algunos pasos a seguir para identificar incompatibilidades químicas, que integra diferentes elementos e información de etiquetas, FDS y matrices de compatibilidad química. Es importante considerar toda la información disponible cuando se está evaluando la compatibilidad, entendiendo que las matrices disponibles son de referencia y la información de mayor fiabilidad proviene directamente del fabricante de la sustancia.

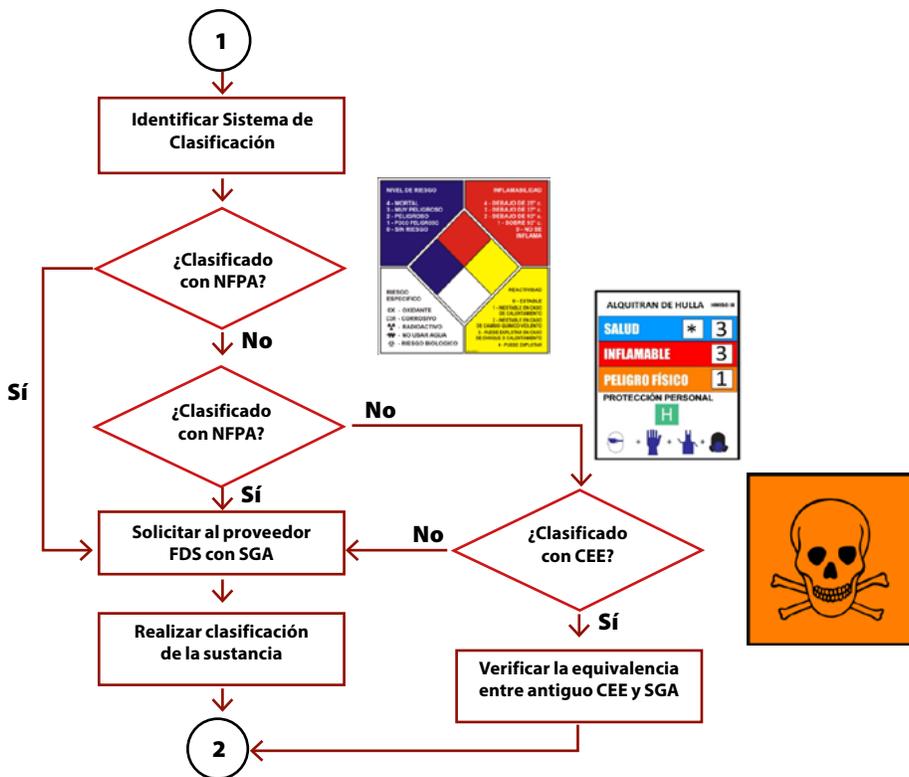
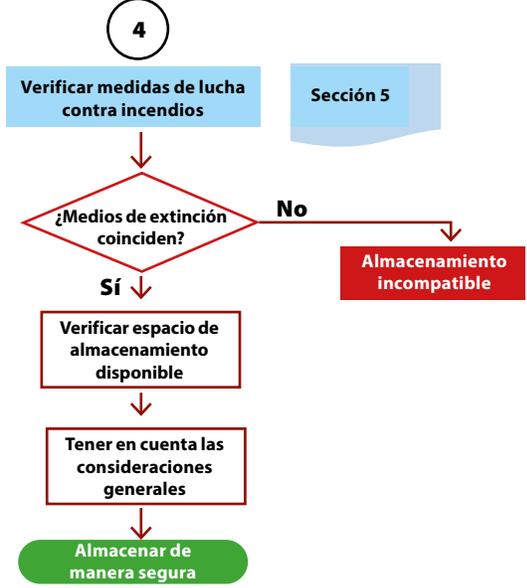
Figura 28. Pasos por seguir para identificar incompatibilidades químicas en el almacenamiento de sustancias químicas





Convenciones

- Información disponible en la Etiqueta
- Información disponible en la Ficha de Datos de Seguridad
- Almacenamiento incompatible, verifica compatibilidad con otro tipo de sustancias



4.1.2.1.1 Etiquetas

Un primer paso para evaluar la compatibilidad consiste en observar la etiqueta, donde se verifica la información allí contenida, en particular los consejos de prudencia o precaución que den indicaciones sobre la incompatibilidad del almacenamiento con otras sustancias. Así mismo, se deben cumplir las recomendaciones sobre condiciones de almacenamiento, como temperatura, materiales de recipientes, etc.

4.1.2.1.2 Identificación de peligros

En la FDS, en la sección 2, se encuentra la identificación de peligros, si la clasificación de estas sustancias no está de acuerdo con los criterios del SGA, se debe identificar el sistema que se ha aplicado.



Si tiene los pictogramas de borde rojo y fondo blanco, frases H y frases P, se considera que tiene clasificación de acuerdo con el SGA.



Si tiene el sistema de bandas de colores, números y pictogramas de EPP, se considera que su clasificación es de acuerdo con HMIS III.



Si tiene el rombo de cuatro colores (azul, rojo, amarillo y blanco), se considera que su clasificación es de acuerdo con el diamante de seguridad de la norma NFPA 704.



Si tiene cuadros de color naranja y frases R, se considera que su clasificación es de acuerdo con el antiguo sistema de la Comunidad Económica Europea (CEE).

Cuando las sustancias no están clasificadas bajo el SGA, se deberá solicitar al proveedor (fabricante, importador o distribuidor) suministrar la FDS con la clasificación de peligros bajo este sistema. En su defecto, se deberá buscar equivalencias con el Reglamento Modelo de Recomendaciones Relativas al Transporte de Mercancías Peligrosas de las Naciones Unidas (Libro Naranja) o realizar el proceso de clasificación de peligros con una persona idónea, usando datos de ensayo de la FDS o de fuentes de información válidas.

Cuando se tengan identificados los peligros, se podrá realizar la consulta en una matriz de compatibilidad de sustancias químicas de referencia para identificar posibles compatibilidades e incompatibilidades entre los peligros de las sustancias.

4.1.2.1.3 Estabilidad y reactividad

En la Sección 10 de la FDS, se puede identificar cuáles son las sustancias con las que se pueden presentar reacciones peligrosas o que se pueden polimerizar. En este caso, se debe considerar que el almacenamiento con sustancias que puedan presentar este tipo de reacciones será incompatible y se deberán mantener separadas.

Así mismo, esta sección puede tener la descripción de materiales con los que la sustancia o mezcla puede reaccionar para producir una situación peligrosa (por ejemplo, explosión, liberación de materiales tóxicos o inflamables, o liberación de calor excesivo) (Organización de las Naciones Unidas, 2015). Para este caso, si una sustancia está contenida en un envase cuyo material de fabricación pueda generar una situación peligrosa, su almacenamiento será incompatible y se deberán mantener separados.

4.1.2.1.4 Medidas de lucha contra incendio en la FDS

La FDS cuenta con una descripción de los medios de extinción de incendios apropiados y no apropiados. Por ejemplo, en algunos casos no se recomienda apagar un incendio con espuma, agua o polvo seco para ciertas sustancias, para esta situación, dichas sustancias no se podrán almacenar con otras que sí tengan indicado el uso de estos agentes extintores para el control de un incendio.

4.1.2.1.5 Verificar espacio de almacenamiento disponible

Cuando se ha identificado que las sustancias son compatibles, se debe observar adicionalmente que el espacio para el almacenamiento es suficiente. Los sistemas de almacenamiento deberán contar con elementos de contención secundaria en caso de derrames, tales como estibas dique o diques sencillos. Estas bandejas contenedoras o estibas deben tener un volumen mínimo de contención, el cual debe ser (ITC MIE-APQ, 2001):

- a) La capacidad del recipiente mayor.
- b) El 10% de la capacidad global de los recipientes ubicados en la estiba o bandeja contenedora.



Se debe tener en cuenta que no se presente apilamiento de las sustancias y que se permita la ventilación entre los recipientes.

4.1.2.2 Condiciones generales de seguridad en el almacenamiento

Algunas condiciones de seguridad son básicas para cualquier almacenamiento de productos químicos. Dentro de estas condiciones, se encuentran (Aguilar Franco et al., 2010; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2005; Sanz Albert, 2014):

- ⦿ Todo el personal que labora en las áreas de almacenamiento debe recibir capacitaciones sobre la clasificación y etiquetado de productos químicos, medidas para la atención de emergencias y condiciones de seguridad para su almacenamiento seguro.
- ⦿ Almacenar las cantidades mínimas necesarias, no manejar reservas de sustancias químicas para periodos largos de tiempo.
- ⦿ El apilamiento de envases frágiles no puede superar los 0,4 metros.
- ⦿ Se debe garantizar un área mínima de tránsito entre los muros y las sustancias almacenadas de 0,7 metros.
- ⦿ Programar las entregas de sustancias químicas por parte de proveedores de tal forma que permitan almacenar la menor cantidad que sea necesaria.
- ⦿ Se debe reducir al mínimo el uso de equipos de trabajo eléctricos o que puedan generar chispas.
- ⦿ Disponer de instalaciones adecuadas en cuanto a dimensiones, ventilación, señalización, iluminación, estanterías, etc., en función del tipo de producto almacenado.
- ⦿ Se evitará todo tipo de agresión mecánica que pueda dañar los recipientes de productos químicos y no se permitirá que choquen entre sí ni contra superficies duras.
- ⦿ Identificar adecuadamente los materiales y los productos químicos, y su cantidad. Los recipientes deberán estar etiquetados con los elementos de comunicación de peligros de acuerdo con el SGA.
- ⦿ Colocar los materiales sin invadir zonas de acceso y de forma segura, limpia y ordenada.
- ⦿ Controlar el acceso de personal externo o que no tenga relación directa con la manipulación de las sustancias químicas.
- ⦿ Almacenar las sustancias peligrosas debidamente separadas, considerando la incompatibilidad de ciertas sustancias y las indicaciones definidas en las FDS.
- ⦿ Mantener las sustancias inflamables alejadas de fuentes de calor, llama o chispa.
- ⦿ Comprobar periódicamente el buen estado de los envases, evitando su deterioro y el deterioro de sus etiquetas.
- ⦿ No efectuar trasvases en la zona de almacenamiento.
- ⦿ Disponer de procedimientos seguros de manipulación y de medios para prevenir fugas o derrames.
- ⦿ Disponer de kit para el control de derrames.
- ⦿ En las áreas de almacenamiento de productos peligrosos donde exista el riesgo de salpicadura, se debe contar con lavajos y duchas de emergencia.
- ⦿ Las áreas de almacenamiento deben contar con salidas de emergencia con apertura hacia afuera, sistemas de apertura antipánico y conducir a un lugar seguro. Estas salidas se deben inspeccionar periódicamente.
- ⦿ En el área de almacenamiento debe existir fácil acceso al botiquín de primeros auxilios, el cual tendrá los elementos para la atención de posibles contactos con piel, ojos, ingestión o inhalación, de acuerdo con las recomendaciones de las FDS.
- ⦿ Se debe contar con extintores o agentes de extinción conforme con las recomendaciones de las FDS.
- ⦿ En las áreas de almacenamiento de productos químicos no deben existir drenajes, cajas de inspección o cualquier otra condición que permita que el derrame contamine el suelo, fuentes de agua o el alcantarillado.
- ⦿ Los drenajes del interior de la bodega no se deben conectar directamente al sistema de alcantarillado o a fuentes superficiales, deben conectarse a pozos colectores para una posterior disposición responsable del agua residual.
- ⦿ Se debe preferir el uso de iluminación natural en las áreas de almacenamiento.
- ⦿ Los trasvases deben realizarse con herramientas o equipos adecuados, según los peligros del material, minimizando la posibilidad de exposición o derrame.

4.1.2.2.1 Áreas de almacenamiento

El almacenamiento en las áreas de laboratorio, almacenes y otras áreas debe cumplir las siguientes condiciones:

4.1.2.2.1.1 Estanterías

Las estanterías son elementos móviles que cumplen condiciones de resistencia al peso de las sustancias y a sus características de peligro (por ejemplo, inflamabilidad y corrosividad). Dentro de los aspectos a tener en cuenta se encuentran los siguientes:

- ⦿ Las estanterías deben estar aseguradas a la pared, piso y/o techo para evitar su movimiento y posible caída.
- ⦿ El material de las estanterías y superficies de almacenamiento destinados a sustancias químicas deben ser en material impermeable, resistentes a la corrosión.
- ⦿ Se recomienda que el diseño de la estantería sea en góndola que permita la circulación de aire entre las sustancias químicas.
- ⦿ La parte inferior de las estanterías debe contar con bandeja colectora (preferiblemente con material absorbente que permita contener derrames).
- ⦿ Deben evitar la caída de los envases (usar una barra de soporte o un elemento que permita la sujeción de los envases) y asegurar su estabilidad.

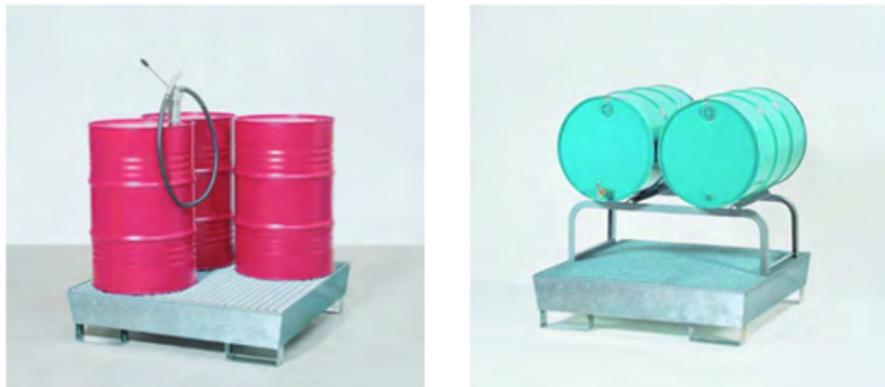


- ⦿ Las estanterías se deben señalar con los pictogramas del SGA, de acuerdo con el área de almacenamiento destinado para cada producto.
- ⦿ El estante debe ser llenado de tal manera que los recipientes que contienen líquidos y son de mayor capacidad vayan abajo, los contenedores altos hacia atrás y los pequeños adelante.
- ⦿ Los productos más peligrosos abajo y los menos, arriba.

4.1.2.2.1.2 Estibas

- ⦿ Las estibas para ubicar productos químicos deben tener sistema de contención de derrames.
- ⦿ En una misma estiba antiderrames solo podrán almacenarse productos de la misma clase de peligro o de otra clase de menor riesgo y que sean compatibles.
- ⦿ En ningún caso se deben utilizar estibas de madera u otro material que sea absorbente o inflamable.
- ⦿ El material de elaboración depende del tipo de producto:
 - Líquidos o mezclas inflamables: por ejemplo, disolventes industriales, gasolina, pinturas, algunos tipos de aceites, etc. En estos casos, las estibas ideales deben ser metálicas (acero galvanizado), ya que la puesta a tierra de la estiba permite disipar la energía estática generada en el almacenamiento o trasiego, evitando así posibles incendios de los líquidos (Mendoza Belio, 2011).
 - Líquidos o mezclas corrosivos: estas sustancias atacan el acero oxidándolo, lo cual puede generar la degradación o rotura de la estiba antiderrames y, con ello, un accidente de mayores dimensiones. Hablamos por lo general de sustancias ácidas o básicas, como los ácidos comerciales y productos de limpieza industrial y demás. En estos casos se emplearán estibas de material plástico, como el polietileno (PE) o polipropileno (PP), cuyas estructuras químicas son perfectamente estables frente a la corrosión (Mendoza Belio, 2011).
 - Líquidos o mezclas especialmente corrosivas: existen sustancias extremadamente agresivas que atacan, incluso, a los materiales plásticos. Tal es el caso de ácidos o bases fuertes, ácido acético glacial, entre otros. En estos casos no queda más alternativa que recurrir a estibas antiderrames de acero inoxidable (Mendoza Belio, 2011).

Figura 29. Estibas metálicas para líquidos o mezclas inflamables



Fuente: Prevención de riesgos en el manejo de sustancias químicas. Técnica Industrial. Mendoza Belio, M. Año 2011.

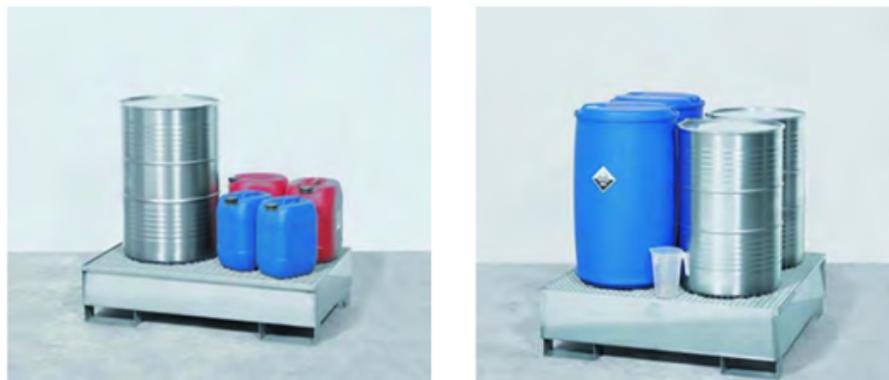
Figura 30. Estibas plásticas para líquidos o mezclas corrosivas



Fuente: Prevención de riesgos en el manejo de sustancias químicas. Técnica Industrial. Mendoza Belio, M. Año 2011.



Figura 31. Estibas de acero inoxidable para líquidos o mezclas especialmente corrosivas



Fuente: Prevención de riesgos en el manejo de sustancias químicas. Técnica Industrial. Mendoza Belio, M. Año 2011.

El volumen mínimo de contención que debe tener una estiba antiderrame para productos químicos almacenados (tomando como referencia lo definido en la norma española MIE APQ-1) debe ser:

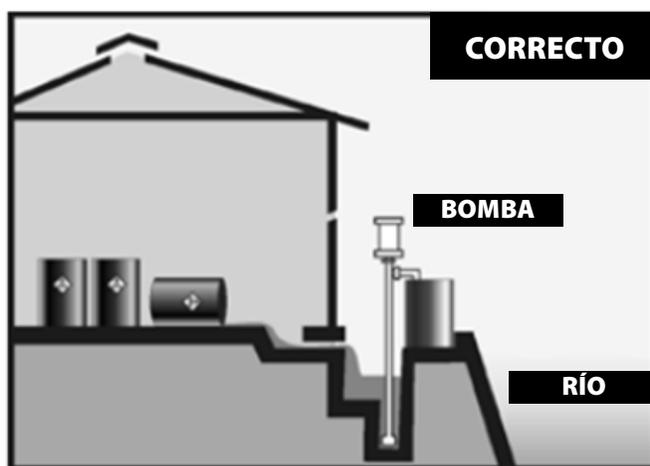
- La capacidad del recipiente mayor.
- El 10% de la capacidad global de los recipientes ubicados en la estiba.

4.1.2.2.1.3 Diques de contención

Todos los tanques que contengan líquidos peligrosos deben ubicarse sobre tanques secundarios o diques de contención elaborados en concreto, acero o mampostería, impermeabilizados y capaces de resistir la presión hidrostática ejercida por el líquido que llegarán a contener y sus características de peligrosidad, esto con el fin de evitar la contaminación del subsuelo en caso de derrames o que se extienda el producto hacia otras áreas.

En el caso de tener contenedores metálicos, se ha recomendado que la capacidad volumétrica del dique pueda contener el 110% de la capacidad del contenedor más grande. En caso de tener contenedores plásticos, que son más vulnerables ante un incendio, existe la posibilidad de que todo el inventario falle en un periodo de 10 minutos (HSE, 2015), por lo que se deberá tener una contención de mínimo el 100% del volumen total.

Figura 32. Instalación correcta de un dique de contención de derrames



Fuente: Guías ambientales de almacenamiento y transporte por carretera de sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2005).

4.1.2.2.1.4 Techos

Los techos de la instalación deben prevenir que el agua lluvia ingrese al lugar de almacenamiento, así mismo, deberán permitir que, en caso de incendio, el humo y el calor puedan salir. Estará soportado sobre una estructura elaborada en materiales resistentes a la combustión y las cubiertas serán elaboradas con materiales que se disgreguen fácilmente con el fuego y, en consecuencia, permitan la salida del humo y el calor. Para los techos que sean de construcción sólida, se ubican paneles transparentes de bajo punto de fusión o paneles de ventilación de al menos un 2 por ciento de abertura



respecto al área del piso, los cuales deben estar permanentemente abiertos o estar habilitados para abrirse manual o automáticamente en caso de fuego (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2005).

4.1.2.3 Recomendaciones de almacenamiento por tipo de peligro

Las siguientes recomendaciones de almacenamiento se desarrollan de acuerdo con los peligros de las sustancias químicas. Tienen fundamento en lineamientos definidos en la literatura disponible (Aguilar Franco et al., 2010; Andi & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2003; Gestión Ambiental, 2009; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2005; Seguros Bolívar, n.d.).

4.1.2.3.1 Inflamables

Las condiciones de almacenamiento de los productos inflamables deben priorizar medidas que eviten los incendios, así como contar con medidas para su detección y control oportunos. Dentro de estas condiciones se considerarán las siguientes:

- ⊙ Mantener alejadas estas sustancias de cualquier fuente de calor o de ignición.
- ⊙ El área de almacenamiento debe contar con ventilación natural que evite la acumulación de vapores.
- ⊙ Contar con puesta a tierra y evitar condiciones de fricción y otras que puedan generar cargas electrostáticas.
- ⊙ En el almacenamiento, se debe tener una separación entre los envases de tal forma que se evite el choque entre los mismos y las condiciones de almacenamiento deben evitar su daño.
- ⊙ Los envases deben garantizar el cierre hermético y deben mantenerse cerrados, incluyendo los envases vacíos.
- ⊙ Los envases vacíos deben almacenarse en un área separada.
- ⊙ Es aconsejable guardar los productos inflamables en envases de metal conectados eléctricamente a tierra. En caso de incendio, los recipientes de plástico constituyen un peligro adicional.
- ⊙ Realizar inspección periódica a los envases y contenedores de los productos.
- ⊙ Los lugares de almacenamiento de productos inflamables deben estar protegidos por pararrayos.

4.1.2.3.2 Gases comprimidos

Los cilindros deben estar completamente etiquetados con el SGA y, adicionalmente, con los pictogramas de transporte de las Naciones Unidas (Libro Naranja). En el área de almacenamiento se debe considerar lo siguiente:

- ⊙ Identificar correctamente el contenido de los cilindros.
- ⊙ Señalar la zona de almacenamiento, indicando los tipos de gases almacenados y disponer de instrucciones de seguridad en el área.
- ⊙ Almacenar por separado los cilindros llenos y los vacíos.
- ⊙ Almacenar los cilindros siempre en posición vertical y debidamente protegidos para evitar su caída (anclados a la pared).
- ⊙ Proteger los cilindros de proyecciones incandescentes.
- ⊙ Evitar choques entre los cilindros, contra superficies duras y, en general, cualquier tipo de agresión mecánica que pueda suponer un deterioro del recipiente.
- ⊙ Mantener siempre con las válvulas cerradas y provistas de su caperuza, incluso para los cilindros vacíos.
- ⊙ No almacenar cilindros que presenten fugas u otro tipo de deterioro. En este caso, avisar al proveedor para su retiro inmediato.
- ⊙ Disponer de suministro permanente de agua que permita enfriar los cilindros en caso de incendio.
- ⊙ No disponer en el local de reactivos, grasas o aceites, así como otros materiales de desecho o almacenamientos temporales. El sitio de almacenamiento de gases comprimidos es de uso exclusivo para ese fin.
- ⊙ Colocar, siempre que sea posible, los cilindros en casetas de gases exteriores y distribuir desde allí los gases a las distintas zonas de uso.
- ⊙ No manipular los cilindros con guantes y otros elementos que estén o hayan estado contaminados con grasas.
- ⊙ El transporte de los cilindros debe realizarse con la válvula cerrada y la caperuza de protección puesta, incluso si el cilindro está vacío.
- ⊙ Utilizar carretillas o carros de desplazamiento para trasladar los cilindros, colocándolos en posición vertical y sujetándolos con abrazaderas.
- ⊙ Para pequeños desplazamientos, si no se dispone de carretilla o carros, se podrán mover haciéndolos girar sobre su base.
- ⊙ Evitar el arrastre, deslizamiento o rodadura en posición horizontal.

4.1.2.3.3 Explosivos

El manejo de explosivos es particular para el uso en minería o para defensa nacional bajo control del Estado. En caso de que se requiera el almacenamiento de productos químicos con características explosivas, se considerarán las siguientes recomendaciones:

- ⊙ El almacenamiento debe hacerse completamente separado de otro tipo de sustancias.



- ⦿ Todas las fuentes de calor deben ser evitadas.
- ⦿ El material explosivo no debe estar expuesto a la luz directa del sol.
- ⦿ Los trabajos con fósforos y encendedores, o los trabajos en caliente, deben hacerse a una distancia mayor de 20 metros de los explosivos.
- ⦿ Las cajas de material explosivo no deberán manipularse con herramientas metálicas, en todo caso, deberán usarse elementos como cuñas de madera o mazos de goma.
- ⦿ Deberán garantizarse las condiciones de humedad relativa y temperatura indicadas en la FDS.
- ⦿ Garantizar la permanente señalización y los métodos que restrinjan el ingreso a personal no autorizado.

4.1.2.3.4 Oxidantes (comburentes y peróxidos)

- ⦿ El almacenamiento de estas sustancias debe estar separado de los productos inflamables. En todo caso se debe verificar la matriz de compatibilidad y las FDS.
- ⦿ Las condiciones de almacenamiento deben garantizar las condiciones de humedad relativa y temperatura.
- ⦿ Los recipientes para el almacenamiento de estas sustancias deben ser de vidrio, inertes o en cualquier material que sea aprobado por el fabricante.

4.1.2.3.5 Corrosivos

- ⦿ Los productos corrosivos deben mantenerse alejados de los inflamables.
- ⦿ En todo caso, sobre todo los envases grandes, deben almacenarse cerca del suelo para evitar que sufran una caída de la estantería.
- ⦿ Para las sustancias corrosivas (ácidas y básicas) debe establecerse una distancia de seguridad, en lo posible, mantener en sistemas de contención de derrames (diques, estibas o bandejas) independientes. Se deben seguir las indicaciones de la matriz de compatibilidad y las FDS.
- ⦿ Deberán garantizarse las condiciones de humedad relativa y temperatura indicadas en la FDS.

4.1.2.3.6 Tóxicos

Los productos tóxicos, entre ellos, los plaguicidas, requieren condiciones especiales de almacenamiento, sobre todo para evitar el contacto de la sustancia con los trabajadores de la empresa o comunidades aledañas.

- ⦿ Mantener monitoreo sobre posibles derrames o fugas de estos productos químicos, en especial, aquellos que pueden volatilizarse fácilmente.
- ⦿ En caso de observar una posible fuga en el lugar de almacenamiento, se debe usar el equipo de protección personal destinado para estas sustancias.
- ⦿ Las áreas de almacenamiento de estos productos deben estar alejadas de áreas de concentración de personas.
- ⦿ Las áreas de almacenamiento deben ser de dedicación exclusiva, en especial, no deben almacenarse junto a alimentos, ropa, calzado, elementos de protección, artículos de uso doméstico, drogas, en general, ningún elemento cuya contaminación pueda representar un riesgo para las personas.
- ⦿ Las sustancias tóxicas, como los plaguicidas, deben almacenarse asegurándose de mantener condiciones de humedad y temperatura indicadas en las etiquetas y FDS. Adicionalmente, deben protegerse de la luz solar directa.
- ⦿ Los herbicidas deben separarse de insecticidas, fungicidas, fertilizantes, semillas, debido a posibles daños graves o la pérdida total del cultivo que sea tratado. Los herbicidas hormonales deben separarse de todos los productos, incluso, de otros herbicidas.
- ⦿ Los envases o embalajes de plaguicidas no deben colocarse directamente en el suelo, se deben colocar sobre cualquier sistema que evite el contacto con el piso, como estibas o estantes. Los pesticidas se deben almacenar teniendo en cuenta si están en estado líquido o sólido; adicionalmente, se deben separar de acuerdo con su nivel de toxicidad y, finalmente, por su compatibilidad individual. Los pesticidas de toxicidad mayor se deben ubicar en la parte baja de la estantería.

4.1.2.4 Recomendaciones para el uso seguro

El fin último de la gestión de los riesgos químicos debe ser garantizar un uso seguro de las sustancias químicas, permitiendo eliminar aquellas que no son fundamentales para el proceso, sustituir por sustancias menos peligrosas, definir controles robustos que prevengan o minimicen la exposición de los trabajadores y, como consecuencia, prevenir los accidentes de trabajo y las enfermedades laborales.

Garantizar el uso seguro de las sustancias químicas parte de la correcta identificación y clasificación de peligros, esto permite el diseño de los elementos de comunicación de peligros, como son las FDS y las etiquetas. Todo esto deberá acompañarse de procesos de formación permanente y continua que permitan conocer e interpretar los peligros y las medidas de seguridad para los trabajadores, técnicos, supervisores y demás personas relacionadas con el uso de las sustancias químicas.





Dentro de las medidas que se deberán tomar en los lugares de trabajo se encuentran:

- ⦿ Disponer de lugares apropiados para que los trabajadores tomen su alimentación. Deben estar separados físicamente de cualquier lugar donde se utilicen o almacenen sustancias químicas peligrosas. Esto contribuye a evitar que los trabajadores consuman alimentos en las áreas de trabajo con presencia de sustancias químicas.
- ⦿ Garantizar la existencia de lavamanos dotados con los implementos de aseo necesarios para que los trabajadores expuestos a sustancias químicas realicen el lavado de manos, incluso, aquellos que hacen uso de guantes.
- ⦿ Es recomendable que, en los procesos con sustancias con peligros para la salud, la ropa de trabajo sea de uso exclusivo de estas áreas y se cuente con un servicio de lavandería industrial, de tal forma, se evita que el trabajador transporte la sustancia química impregnada en la ropa de trabajo. Para algunas sustancias de toxicidad extrema es recomendable validar la eficacia del servicio de lavandería haciendo pruebas sobre la ropa lavada para descartar que puedan quedar trazas del químico. En caso de que dicha validación demuestre que la contaminación de la ropa persiste, debería considerarse entregar a los trabajadores ropa desechable (tipo Tyvek).
- ⦿ Se deberán suministrar elementos de protección personal (EPP), independientemente de que existan otros controles implementados. La selección de estos elementos deberá ser conforme a las indicaciones de las FDS y deberá contar con la participación de los trabajadores e incluir pruebas de sensibilidad, ajuste y demás que sean pertinentes de acuerdo con el tipo de elemento.
- ⦿ Proveer la señalización y demarcación de las áreas de trabajo, donde se indiquen los peligros y las medidas de seguridad a implementar, como el uso de EPP.
- ⦿ Garantizar que el plan de mantenimiento y calibración de equipos, cabinas, sistemas de ventilación y, en general, de toda la instalación, se cumpla en cuanto a los tiempos de programación y la aplicación de controles de calidad.
- ⦿ Se deberán dar indicaciones a los trabajadores sobre las medidas de seguridad y los comportamientos seguros que deben adoptar, dentro de los que se encuentran:
 - Informar sobre las obligaciones de etiquetar todos los trasvases y preparaciones propias.
 - Evitar la identificación de las sustancias mediante el olfato.
 - Mantener cerrados los envases que no se encuentren en uso.
 - Usar los dispositivos de medida y trasvase apropiados (bombas, embudos, pipeteadores, etc.).
 - Restringir el uso de dispositivos móviles de uso personal (celulares, tabletas, etc.).
 - Prohibir el consumo de alimentos en los lugares donde se manipulan sustancias químicas.
- ⦿ Disponer las FDS en lugares o dispositivos que permitan el fácil acceso a todo el personal durante toda la jornada de trabajo y para todos los turnos.
- ⦿ Contar con los elementos para la atención de situaciones de emergencia (duchas, lavaojos, kit de derrames, extintores, etc.).
- ⦿ Se deberán utilizar medios auxiliares de transporte (bandejas, carros o carretillas) que eviten el transporte de los productos pegados al cuerpo. No se deberán transportar conjuntamente productos incompatibles.

4.1.2.5 Criterios para la selección de los elementos de protección personal (EPP)

Los EPP, como último nivel en la escala de las medidas de protección, deberán ser considerados siempre con ciertas restricciones, entendiendo que, en este caso, se está transfiriendo una gran parte de la responsabilidad de la protección al trabajador.

Para ello, la selección correcta de los elementos de protección deberá acompañarse de un proceso permanente de inspección, capacitación y entrenamiento, revisión de correcto funcionamiento, verificación de nuevas y mejores alternativas en el mercado, y evaluación del cambio de los EPP.

Se puede considerar un proceso general para la gestión de los EPP donde se incluyan las anteriores acciones a realizar, sin embargo, es importante que cada empresa desarrolle sus propios programas de protección específica, considerando



la vigilancia de las condiciones de salud de los trabajadores expuestos. Las siguientes actividades representan el ciclo de la gestión de los EPP y algunas podrán ser desarrolladas en forma paralela:

Figura 33. Ciclo de gestión de los EPP



Gran parte de la información necesaria para la gestión de los EPP se debería encontrar en las FDS, en especial, en:

- Sección 2. Identificación del peligro o peligros: aquí se encuentra la clasificación de peligros de acuerdo con el SGA y se podrán observar las principales vías de exposición.
- Sección 4. Primeros auxilios: dentro de las medidas de primeros auxilios también se podrán inferir las vías de exposición de mayor relevancia.
- Sección 5. Medidas de lucha contra incendios: para la lucha contra incendios, la FDS deberá tener definidos los EPP en caso de presentarse una emergencia con fuego.
- Sección 6. Medidas que deben tomarse en caso de vertido accidental: se deberán tener descritos los EPP para la atención de derrames.
- Sección 7. Manipulación y almacenamiento: dentro de las condiciones de manipulación se podrán identificar controles de exposición requeridos, en particular, controles de ingeniería y medidas de seguridad en el uso. Esta información permitirá identificar si se cuenta con el nivel de protección requerido y la elaboración de procedimientos de uso.
- Sección 8. Controles de exposición/protección personal: Se deberá encontrar el Límite de Exposición Ocupacional (TLV de la ACGIH adoptados en Colombia por la Resolución 2400 de 1979) y la descripción de los EPP necesarios con sus características técnicas.

No se debe olvidar que la selección incorrecta de los EPP puede conllevar a la incidencia de accidentes y enfermedades de los trabajadores, desde una dermatitis, hasta quemaduras, daños irreversibles o la muerte.

4.1.2.5.1 Guantes

La selección de guantes de protección para sustancias químicas deberá considerar los peligros específicos sobre la piel que puedan tener las sustancias químicas. Una fuente de información dentro de las etiquetas y FDS serán las indicaciones de peligro que se muestran en la siguiente tabla, sin dejar de lado que hay peligros crónicos como la carcinogenicidad o mutagenicidad que pueden tener la vía dérmica como una de sus vías de exposición.

Tabla 15. Indicaciones de peligro para posibles afectaciones a la piel

Frase H	Indicación de peligro
H310	Mortal en contacto con la piel.
H311	Tóxico en contacto con la piel.
H312	Nocivo en contacto con la piel.
H313	Puede ser nocivo en contacto con la piel.
H314	Provoca graves quemaduras en la piel y lesiones oculares.
H315	Provoca irritación cutánea.
H316	Provoca una leve irritación cutánea.
H281	Contiene gas refrigerado; puede provocar quemaduras o lesiones criogénicas.

Fuente: Adaptado del SGA.



En la selección de guantes de protección deberán ser considerados los siguientes factores:

- ⊙ Peligros de la sustancia.
- ⊙ Estado físico (polvo, gas, líquido, sólido, otros).
- ⊙ Pulverulencia.
- ⊙ Punto de ebullición y temperatura de trabajo.
- ⊙ Duración y frecuencia de la tarea.
- ⊙ Tipo de contacto (inmersión, salpicadura, etc.).
- ⊙ Magnitud de la contaminación (mano, antebrazo o brazo).
- ⊙ Otros peligros (temperatura, fricción, abrasión, punción, electricidad, etc.).
- ⊙ Tallas disponibles.
- ⊙ Nivel de sensibilidad o destreza de la tarea.

Es importante considerar, en la selección de elementos de protección, lo definido en la regulación europea EN ISO 374-1: 2016 (MAPA Professionnel, 2016) que establece dos pictogramas en los guantes para la protección química:



Protección básica

Guantes resistentes a la penetración.



Protección específica

Guantes resistentes a la penetración.

Test de permeación: tiempo de permeación > 30 minutos para al menos tres productos de una lista de 12 productos químicos.

El tipo de guantes está definido en dicha regulación de la siguiente manera, basado en tres métodos de prueba y un listado de sustancias:

Tabla 16. Tipos de guantes de protección contra los productos químicos

UN SOLO PICTOGRAMA Y 3 TIPOS DE GUANTES		
Tipo de guantes	Exigencia	Marcado
		EN 374-1 / Tipo A
Tipo A	Resistencia a la penetración (EN 374-2) Tiempo de paso \geq 30 min para al menos 6 productos de la nueva lista (EN 16523-1)	 AJKLPR
		EN 374-1 / Tipo B
Tipo B	Resistencia a la penetración (EN 374-2) Tiempo de paso \geq 30 min para al menos 3 productos de la nueva lista (EN 16523-1)	 JKL
		EN 374-1 / Tipo C
Tipo C	Resistencia a la penetración (EN 374-2) Tiempo de paso \geq 10 min para al menos 1 producto de la nueva lista (EN 16523-1)	

Fuente: Adaptado de MAPA Professionnel (2016).





Tabla 17. Lista de los componentes peligrosos de los test de degradación

Código	Producto químico	Número CAS	Clase
A	Metanol	67-56-1	Alcohol primario
B	Acetona	67-64-1	Cetona
C	Acetonitrilo	75-05-8	Compuesto de nitrilo
D	Diclorometano	75-09-2	Hidrocarburo clorado
E	Bisulfuro de carbono	75-15-0	Compuesto orgánico conteniendo azufre
F	Tolueno	108-88-3	Hidrocarburo aromático
G	Dietilamina	109-89-7	Amina
H	Tetrahidrofurano	109-99-9	Compuesto de éter heterocíclico
I	Acetato de etilo	141-78-6	Ester
J	n-Heptano	142-82-5	Hidrocarburo saturado
K	Hidróxido de sodio 40%	1310-73-2	Base inorgánica
L	Ácido sulfúrico 96%	7664-93-9	Ácido mineral inorgánico, oxidante
M	Ácido nítrico 65%	7697-37-2	Ácido mineral inorgánico, oxidante
N	Ácido acético 99%	64-19-7	Ácido orgánico
O	Amoníaco 25%	1336-21-6	Base inorgánica
P	Peróxido de hidrógeno 30%	7722-84-1	Peróxido
Q	Ácido fluorhídrico 40%	7664-39-3	Ácido mineral inorgánico
R	Formaldehído 37%	50-00-0	Aldehído

Fuente: Adaptado de MAPA Professionnel (2016).

Otro parámetro importante para considerar son las condiciones propias de la tarea, lo que lleva a determinar las necesidades de protección frente a peligros mecánicos como la abrasión, corte por cuchilla, rasgado y perforación. La norma europea EN 388:2016 define la siguiente nomenclatura para identificar estos guantes:

Figura 34. Pictograma para guantes resistentes a peligros mecánicos



Fuente: Revisión de la Norma EN 388 & 374, (MAPA Professionnel, 2016).



Frente a la escala de protección se tienen los siguientes niveles:

Figura 35. Niveles de protección

NIVELES DE PROTECCIÓN					
Test	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
6.1 Resistencia a la abrasión (ciclos)	100	500	2000	8000	-
6.2 Resistencia al corte – couptest (índice)	1,2	2,5	5,0	10,0	20,0
6.4 Resistencia al desgarro (Newton)	10	25	50	75	-
6.5 Resistencia a la perforación (Newton)	20	60	100	150	-

NIVELES DE RESISTENCIA PARA EL MATERIAL TESTADO EN ISO 13977						
Test	Nivel A	Nivel B	Nivel C	Nivel D	Nivel E	Nivel F
6.3 Resistencia al corte según EN ISO 13977 (Newton)	2	5	10	15	22	30

* Valores iguales o mayores que

Fuente: Revisión de la Norma EN 388 & 374, (MAPA Professionnel, 2016).

*El número representará un mayor nivel de protección, en caso de aparecer una X, significa que no se ha realizado la prueba o bien que no es aplicable.

Hay otros peligros que pueden afectar las manos. En la siguiente tabla, se presentan las normas europeas específicas de guantes de protección y sus correspondientes pictogramas. Cada pictograma deber ir acompañado de los números que representan el nivel de protección:

Tabla 18. Tipos de guantes de protección y sus pictogramas correspondientes

Tipo de guante de protección	Pictograma
Contra el frío	 UNE EN 511
Contra riesgos térmicos (calor y/o fuego)	 UNE EN 407
Para bomberos	 UNE EN 659
Para soldadores	 UNE EN 12477
Contra radiaciones ionizantes y contaminación radiactiva	 UNE EN 421
Contra sierras de cadena	 UNE EN 381
Cortes y pinchazos producidos por cuchillos de mano	 UNE EN 1082
Guantes antivibraciones	 UNE EN ISO 10819

Fuente: Adaptado de Cáceres Armendáriz, 2004.



En el uso de guantes de protección es importante considerar las siguientes recomendaciones (HSE, 2006):

- ⊙ Revisar el estado de los guantes antes de su uso.
- ⊙ Limpiar los guantes antes de quitárselos, cuando esto sea posible.
- ⊙ Los guantes desechables deben ser utilizados una única vez y deberán ser dispuestos como residuos peligrosos después de su uso.
- ⊙ Los guantes limpios deberán ser guardados en un lugar libre de contaminación.
- ⊙ Después de quitarse los guantes de protección, el trabajador deberá realizar el lavado de manos.

4.1.2.5.2 Respiratorio

Los elementos de protección respiratoria se pueden considerar como aquellos dispositivos o equipos que tienen la función esencial de proteger el sistema respiratorio de un trabajador frente a la exposición a materiales peligrosos que se presenten en el ambiente de trabajo. Estos elementos pueden ser clasificados de acuerdo con su función:

- ⊙ Elementos de protección que cuentan con dispositivos o elementos para la purificación del aire (presión negativa).
 - Máscara autofiltrante.
 - Máscara con filtros.
- ⊙ Elementos de protección que cuentan con sistema de suministro de aire (presión positiva o presión negativa).

Las máscaras o piezas faciales pueden estar diseñadas para que cubran la nariz y la boca con sello hermético o para cubrir la cara completa (fullface). Los equipos de suministro de aire cuentan con una fuente externa o portátil que suministra aire con características seguras para la respiración.

Para la selección de estos elementos, se deben considerar las recomendaciones de la FDS de cada una de las sustancias presentes en el ambiente de trabajo que presenten peligros por vía inhalatoria, siendo la principal fuente de información las indicaciones de peligro descritas en la sección 2 de la FDS. Dentro de las frases a considerar se encuentran las descritas en la siguiente tabla, sin dejar de lado que hay peligros crónicos como la carcinogenicidad o mutagenicidad que pueden tener la vía inhalatoria como una de sus vías de exposición.

Tabla 19. Indicaciones de peligro para posibles afectaciones vía inhalatoria

Frase H	Indicación de peligro
H330	Mortal si se inhala
H331	Tóxico si se inhala
H332	Nocivo si se inhala
H333	Puede ser nocivo si se inhala
H334	Puede provocar síntomas de alergia o asma o dificultades respiratorias si se inhala
H335	Puede irritar las vías respiratorias

Fuente: Adaptado del SGA.

Hay aspectos importantes para tener en cuenta al momento de la selección de elementos de protección respiratoria, asociados a las características personales del trabajador que espera ser protegido y las condiciones de la tarea. Dentro de estas características se encuentran:

- ⊙ Las concentraciones de oxígeno en el lugar de trabajo.
- ⊙ El tipo de tarea a realizar y el tipo de esfuerzo físico, duración y frecuencia del trabajo.
- ⊙ Condiciones de temperatura, fuentes de contaminación externa, ventilación, etc.
- ⊙ Características del contaminante: peligros, presentación (gases, vapores, material particulado, etc.).
- ⊙ Concentración del contaminante en el lugar de trabajo y nivel máximo de protección del EPP.
- ⊙ El elemento de protección deberá ajustarse al tamaño y forma de la cara del trabajador.
- ⊙ El peso del elemento debería ser lo menor posible, para disminuir el nivel de agotamiento del trabajador.
- ⊙ El diseño del elemento de protección no deberá afectar la visión o audición del trabajador.
- ⊙ El elemento de protección deberá permitir el uso correcto y cómodo de otros elementos de protección.
- ⊙ Deberá permitir hacer ajuste al tamaño y forma de la cabeza.
- ⊙ Los materiales de fabricación deberán ser cómodos y permitir un sello hermético en el contacto con la cara.
- ⊙ Se deberán seleccionar respiradores elaborados en materiales o con coberturas que no generen alergias.
- ⊙ En trabajadores que usen barba o alguna condición que impida el contacto directo con la piel, debe considerarse que esta condición disminuye su efectividad.



Durante el uso de los elementos de protección respiratoria, se deberán dar instrucciones específicas a los trabajadores para interrumpir la labor y evacuar el área de trabajo en caso de que:

- ⦿ Identifique que el elemento de protección no funciona correctamente o se detecta olor de las sustancias químicas, a pesar del uso correcto de los EPP.
- ⦿ Presenta una mayor dificultad al respirar con el EPP.
- ⦿ El trabajador no se encuentra en perfecto estado de salud.
- ⦿ Se han cumplido los tiempos de cambio definidos en las matrices de los EPP.
- ⦿ Se han cumplido las fechas de vencimiento de respiradores o cartuchos.

Tabla 20. Procesos y controles posibles frente a posibles formas de exposición por vía inhalatoria

Procesos	Ejemplos	Descripción de la fuente	Forma	Controles posibles
Herramientas rotativas y piezas	Lijadoras orbitales, de banda y de disco. Cortadores de discos. Sierras circulares y fresadoras. Tornos. Taladros. Ruedas abrasivas.	El movimiento giratorio crea un efecto de abanico. La fuente creada puede ser un chorro (por ejemplo, pulidora angular con guarda) o una nube en forma aro (por ejemplo, lijadora de discos).	Polvo, niebla.	<ul style="list-style-type: none"> ⦿ Encerrar. ⦿ Quitar la "capa límite" del aire cargado de polvo que se mueve con el disco giratorio. ⦿ Colocar una capucha receptora en la guarda. ⦿ Utilizar extracción de baja velocidad y alto volumen. <p>Otros controles, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⦿ Supresión de agua.
Procesos calientes (y fríos)	Hornos y fundición. Soldadura autógena, soldadura fuerte, soldadura blanda. Uso de nitrógeno líquido.	Fuentes de calor: el humo sube, se expande, se enfría y se mezcla con el aire de la habitación. Fuentes frías, el contaminante baja.	Humo, vapor, gas	<ul style="list-style-type: none"> ⦿ Encerrar. ⦿ Utilizar una campana para capturar el humo caliente o la nube fría de contaminantes. <p>Otros controles, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⦿ Control de temperaturas para reducir el humo.
Caída libre, sólidos, líquidos y polvos	Caída de líquidos, polvo o material sólido. Cintas de transferencia de polvos / sólidos.	La caída de material induce un flujo descendente de aire. Si el material es un polvo, habrá un poco de cizallamiento de aire cargado de partículas finas en los bordes de la corriente. El aire y el polvo arrastrados pueden "salpicar".	Polvo, vapor.	<ul style="list-style-type: none"> ⦿ Reducir la distancia de caída. ⦿ Encerrar. ⦿ Sellar aberturas en bandas transportadoras. ⦿ Encerrar parcialmente los puntos de transferencia.



Desplazamiento	Líquido, polvo y transferencia de sólidos granulares a un recipiente.	Los materiales desplazan su propio volumen de aire contaminado del contenedor. Si han caído desde una altura, el flujo de aire inducido desplazará aún más aire del contenedor.	Polvo, vapor.	<ul style="list-style-type: none"> ● Cerramiento parcial. ● Reducir la distancia de caída. ● Minimizar el área abierta del contenedor. ● Hacer del contenedor, una campana receptora. <p>Otros controles, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Bombear líquidos a través de tuberías que se extienden hasta el fondo del recipiente. ● Usar un sistema de recuperación de vapor.
Pulverización y pulido	Pulverización de pintura. Limpieza abrasiva.	La presión del aire comprimido produce un chorro que induce un mayor movimiento del aire. La nube contaminante tiene forma de cono. Una pistola pulverizadora de pintura puede emitir aire a más de 100 m/s, extendiéndose más de 12 m.	Niebla, vapor, polvo	<ul style="list-style-type: none"> ● Reducir la presión del aire, por ejemplo: pistola de pulverización (alto volumen, baja presión). ● Cerramiento completo o parcial. <p>Otros controles, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Equipo de protección respiratoria. ● Abrasivo a base de agua. ● Tiro abrasivo, no mineral. ● Métodos electrostáticos para revestimiento de superficies.
Fractura de sólidos	Trituración de rocas. Hardcore - trituración de hormigón. Fraccionamiento (por ejemplo, fabricación de pizarra).	La fractura frágil crea una liberación "explosiva" de una nube de polvo. El movimiento del material puede crear un flujo de aire o ayudar al crecimiento de la nube de polvo.	Polvo	<ul style="list-style-type: none"> ● Cerramiento completo o parcial. ● Campana de recepción, push-pull o captura. <p>Otros controles, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Supresión de agua. ● Equipo de protección respiratoria suplementaria a menudo es necesario.
Impacto y vibración	Verter sacos polvorientos en una superficie. Vibración de la maquinaria que suspende el polvo asentado.	El impacto físico o la vibración crean una nube de polvo. La ropa contaminada con polvo también puede crear una nube de polvo. El polvo sedimentado puede volver a suspenderse en el aire.	Polvo	<ul style="list-style-type: none"> ● Cerramiento parcial. <p>Otros controles, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Control de derrames. ● Sistema de vacío para limpieza. ● Minimizar el impacto y la vibración.



Compactación	Trituración de residuos.	La compactación crea una nube de polvo. El movimiento del material puede crear un flujo de aire.	Polvo	<ul style="list-style-type: none"> ⊙ Extraer compactador en su propio cerramiento. ⊙ Cerramiento parcial.
Manejo	Clasificación	Reciclaje de residuos.	Polvo, niebla.	<ul style="list-style-type: none"> ⊙ Desplazamiento de aire local.
Mecanizado	Torneado Fresado	Fluido refrigerante en movimiento giratorio u oscilante.	Niebla	<ul style="list-style-type: none"> ⊙ Cerramiento completo o parcial. <p>Otros controles, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⊙ Trabajo en frío. ⊙ Aumentar el flujo de fluido para aumentar el enfriamiento.
Abrasión	Lijado Esmerilado Pulido Rebarbado	La eliminación mecánica de las superficies crea polvo en el aire.	Polvo	<ul style="list-style-type: none"> ⊙ Campana de captura, por ejemplo, corriente de aire descendente. ⊙ Cerramiento parcial. ⊙ Sistemas de alto volumen, baja presión. <p>Otros controles, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⊙ Supresión de agua.
Barrido	Polvo y material particulado.	Resuspensión de polvo, una nube de polvo que se mueve en la dirección de cepillado.	Polvo	<p>Otros controles, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⊙ Minimizar las fugas de polvo. ⊙ Sistema de vacío. ⊙ Limpieza en húmedo.

Fuente: Traducido y adaptado de HSE (2017)



4.1.3 Actuación ante accidentes de trabajo con sustancias químicas

La materialización del riesgo de pérdida de contención de las sustancias químicas derivará en una situación de emergencia. Para esto, la brigada de emergencias y el personal que utiliza las sustancias deben estar entrenados sobre las medidas de actuación y se debe asegurar que las FDS cuentan con toda la información necesaria como: número telefónico de emergencias (con atención 24/7 y acceso local), medidas en caso de primeros auxilios, incendios y derrames.

Primeros auxilios:

Las medidas de primeros auxilios serán las definidas en las FDS, estas deben ajustarse a cada una de las vías de exposición a la sustancia. En las FDS puede recomendarse el uso de productos o medicamentos para atenuar los efectos o para el manejo de la situación, en este caso, se debe asegurar que se cuenta con estos elementos de manera permanente y que el personal se encuentra entrenado para solicitar asesoría médica para su uso.

Incendios:

La FDS indicará el tipo de extintor apropiado y aquellos medios de extinción no indicados, se debe hacer un análisis de la totalidad de las sustancias químicas para definir el tipo de extintor a usar en las áreas de uso y almacenamiento.

Derrames:

Para la atención de derrames, se debe disponer de un kit que contenga elementos para contención, que permita recolectar los residuos producto de la atención de este, y que dispongan de los elementos de protección personal y las instrucciones precisas para el uso correcto de cada uno de sus componentes.

5. Vigilancia de la salud

Son muy variados los efectos perjudiciales causados por agentes químicos, dependiendo de su grado de agresión al organismo, así como de la concentración, el tiempo de exposición y la vía de ingreso. La clasificación de los efectos en la salud de las sustancias químicas, de acuerdo con el SGA (Organización de las Naciones Unidas, 2017) es la siguiente:

- Sustancia irritante: sustancia no corrosiva que, por contacto breve, prolongado o repetido, ataca el tejido con que entra en contacto, pudiendo afectar la piel, vías respiratorias u ojos, provocando una reacción inflamatoria.
- Sustancia tóxica aguda: aquella sustancia que, al ser administrada por vía oral o cutánea en una sola dosis, de dosis múltiples administradas a lo largo de 24 horas o al ser inhalada durante cuatro horas, causa efectos adversos.
- Sustancia sensibilizante: sensibilizante respiratorio es una sustancia cuya inhalación da lugar a hipersensibilidad en las vías respiratorias. Sensibilizante cutáneo es una sustancia que da lugar a una respuesta alérgica por contacto con la piel.
- Sustancia mutagénica: sustancia química capaz de inducir mutaciones en células germinales humanas transmisibles a descendientes.
- Sustancia cancerígena: sustancia o mezcla que induce cáncer o aumenta su incidencia.
- Sustancia con toxicidad específica en órganos diana: sustancia que, por exposición única o exposiciones repetidas, provoca daños en los órganos blanco o diana, los cuales son órganos que reaccionan ante un estímulo en particular, siendo los más vulnerables a factores externos.
- Sustancia peligrosa por aspiración: sustancia que, una vez ingresada al organismo a través de boca o nariz, entraña graves efectos agudos, tales como: neumonía química, lesiones pulmonares e, incluso, la muerte después de la aspiración.
- Sustancia corrosiva: sustancia que causa la formación de una lesión irreversible en la piel, tal como necrosis visible a través de la epidermis hasta la dermis.

Tabla 21. Clasificación de los efectos de las sustancias químicas sobre la salud

Efectos agudos	Efectos crónicos
Toxicidad aguda	Sensibilizante
Irritación	Carcinogenicidad
Peligro por aspiración	Mutagenicidad
Corrosión	Toxicidad de órganos blanco o diana

Fuente: Adaptado SGA (Organización de las Naciones Unidas, 2017).

Se debe diferenciar, entonces, entre los efectos agudos y crónicos de las sustancias químicas; en particular, los efectos crónicos están asociados a enfermedades que se manifiestan con el tiempo después de un periodo prolongado de exposición a "bajas" dosis de sustancias químicas, por debajo del nivel de exposición que puede generar efectos agudos.



Tabla 22. Diferencias entre los efectos de toxicidad crónica y aguda

Efectos agudos	Efectos crónicos
Ocurren inmediatamente después de la exposición.	Ocurren después de un largo tiempo de exposición.
A menudo son consecuencia de la exposición a altas dosis en un periodo de tiempo corto.	Son consecuencia de exposiciones a pequeñas dosis durante largos periodos de tiempo.
Generalmente los efectos son reversibles cuando cesa la exposición.	Algunos efectos son irreversibles.
Los efectos pueden ser leves, moderados, graves o mortales.	En muchos compuestos, los efectos crónicos son aún desconocidos.
Generalmente, existe una relación entre la exposición y los síntomas, aunque no siempre es evidente.	Es difícil establecer una relación entre la exposición y la enfermedad a consecuencia del largo periodo de latencia.

Fuente: Tomado de Pou, Sanz, Oubiña, & Dalma (2007).

5.1 Efecto combinado de las sustancias químicas

Las combinaciones de sustancias químicas originan diferentes efectos de los que se hubiera predicho para las mismas sustancias de manera independiente. Los diferentes tipos de efecto combinado se presentan a continuación (CEPIS, 2002):

- ☉ **Efecto aditivo:** un efecto aditivo se presenta con la presencia de dos o más sustancias químicas. Está asociado a la suma de los efectos de cada una de las sustancias, en este caso, cada sustancia produce su propio efecto como si no existiera otra sustancia.
- ☉ **Efecto sinérgico:** por su parte, la sinergia es el efecto que se potencializa en la presencia de dos o más sustancias, es decir, que no es solo una simple suma de los efectos de cada una. Por ejemplo, se pueden analizar los efectos del etanol combinado con tetracloruro de carbono. Debido a que ambas sustancias afectan específicamente el hígado (hepatotóxicas), la exposición simultánea produce un daño mucho mayor en el hígado, que si se expusiera de manera individual o si se sumara el efecto.
- ☉ **Efecto potenciador:** este es un tipo de sinergia en donde una sustancia que no se espera que produzca efecto sobre la salud puede incrementar el efecto de una sustancia tóxica, en este caso, se puede considerar que la primera potencializa el efecto de la segunda. Por ejemplo, cuando una sustancia hepatotóxica como el tetracloruro de carbono potencializa su efecto en presencia de isopropanol (que no afecta al hígado).
- ☉ **Efecto antagónico:** este efecto está relacionado con la interferencia que se pueda presentar en la acción de cada sustancia, en este caso, no se puede pensar que se anula el efecto, pero sí se puede ver atenuado. Por ejemplo, el selenio produce un efecto que disminuye la acción tóxica del arsénico.

Tabla 23. Efectos combinados de las sustancias químicas

Efecto	Interpretación
Aditivo	$1 + 1 = 2$
Sinérgico	$1 + 1 = 3$
Potenciador	$0 + 1 = 2$
Antagónico	$1 + 1 = 0,5$

Fuente: Adaptado (CEPIS, 2002).

5.2 Factores que intervienen en los efectos a la salud

Hay mecanismos que se deben considerar a la hora de evaluar los posibles efectos de las sustancias químicas sobre el organismo. Las condiciones ambientales e individuales juegan un papel muy importante sobre la exposición y los efectos, y están determinadas por los siguientes factores, basados en lo definido por Mancera y otros (2016):



- Factores asociados al medio ambiente en el que se presenta la exposición: presión atmosférica, temperatura, actividad lumínica, humedad relativa, velocidad del aire.
- Factores que dependen del individuo expuesto: edad, sexo, condición de salud, condición nutricional, hábitos de actividad física, consumo de sustancias habituales, susceptibilidad individual, antecedentes de salud y laborales.
- Factores de la propia intoxicación: vías de ingreso, cantidad del contaminante en el ambiente, efectos combinados, tiempo de exposición y periodos de descanso, toxicidad, órgano blanco o diana.
- Ciclos biológicos: ciclo circadiano, turnos de trabajo.

5.3 Marcadores biológicos

La monitorización es el procedimiento mediante el cual se miden e interpretan los parámetros biológicos y ambientales, mientras que el monitoreo biológico es el procedimiento por el cual se mide un tóxico potencial, sus metabolitos o un efecto químico no deseado en una muestra biológica, con el propósito de evaluar la exposición a ese agente (Ramírez, 2006). Este monitoreo se usa para medir la cantidad de agente absorbido, independiente de la vía de ingreso, y busca determinar el nivel de exposición o el nivel de daño que potencialmente esté generando una sustancia química en el organismo.

Para el desarrollo del monitoreo y la selección de biomarcadores a utilizar, se deben cumplir las siguientes condiciones (Ramírez, 2006):

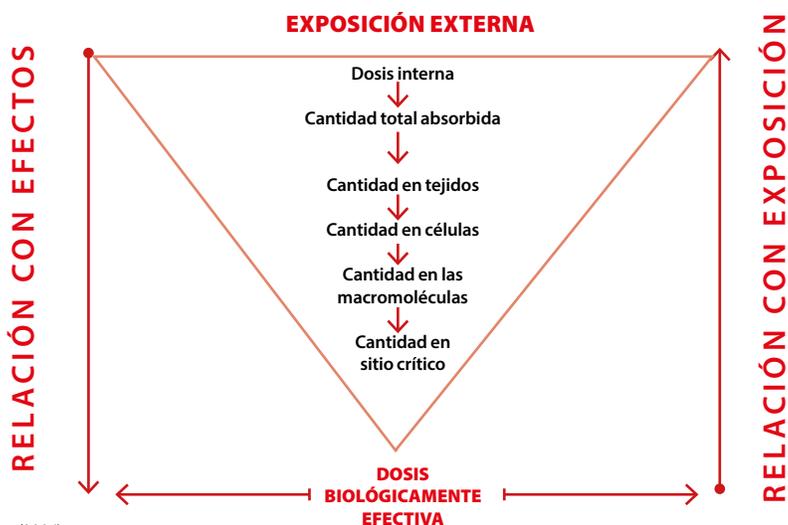
1. La sustancia química o sus metabolitos (biomarcador) deben estar presentes en algún tejido, excreción o fluido corporal, además, debe tener nivel apropiado para su medición, considerando los umbrales de detección de la técnica.
2. Los métodos de análisis deben ser válidos, prácticos y, además, estar disponibles.
3. La estrategia de medición debe ser adecuada, considerando la representatividad de la muestra y debe ser tomada en el tiempo indicado.
4. Los resultados deben ser interpretados matemáticamente y ser estadísticamente significativos.

5.3.1 Clasificación de los biomarcadores

Cuando se habla de “biomarcador” se puede incluir casi cualquier medición que refleje una interacción entre un sistema biológico y un agente en el medio ambiente de trabajo, en especial para las sustancias químicas de origen externo al organismo (agentes xenobióticos). Se identifican tres clases de biomarcadores (World Health Organization, 1993):

- Biomarcador de exposición: una sustancia exógena, su metabolito o el producto de una interacción entre una sustancia química y alguna molécula o célula diana que se mide en el organismo. Un biomarcador de exposición valora la dosis interna de la sustancia química o los subproductos de biotransformación en medios biológicos.

Figura 36. Progresión de la acción de los biomarcadores de dosis interna hasta el nivel molecular de dosis efectiva



Fuente: Tomado de Ramírez (2006).

- Biomarcador de efecto: una alteración bioquímica, fisiológica, de comportamiento u otra alteración dentro de un organismo que, según la magnitud, puede reconocerse como asociada a un deterioro de la salud o enfermedad que se ha presentado o que es posible. Estos biomarcadores pueden asociarse a un órgano blanco o diana específico, por lo tanto, se pueden clasificar de la siguiente forma:

- Biomarcadores de nefrototoxicidad.
- Biomarcadores de hepatotoxicidad.



- Biomarcadores de neurotoxicidad.
 - Biomarcadores de toxicidad de médula ósea.
 - Biomarcadores de genotoxicidad.
- Biomarcador de susceptibilidad: un indicador de la capacidad inherente o adquirida de un organismo para responder al desafío de la exposición a una sustancia química específica.

Tabla 24. Tipo de biomarcadores

Tipo	Biomarcador
Exposición	Excreción de metabolitos en orina
	Aductos de ADN
	Aductos de albúmina
Efecto	Aductos de hemoglobina
	Recuento de eritrocitos, leucocitos y trombocitos
	Inhibición de enzimas del grupo HEMO
	Niveles de proteínas en orina
	Marcadores de citotoxicidad
	Niveles de células necróticas
Susceptibilidad	Niveles de anticuerpos
	Polimorfismo de enzimas
	Polimorfismo de la glutatión-transferasa

Fuente: Tomado de Aranco V. (2012)

La Organización Mundial de la Salud (World Health Organization, 1993) ha definido algunos pasos para el proceso para la selección y validación de un biomarcador:

1. Identificar y definir del parámetro de interés.
2. Estructurar la relación entre la exposición, los posibles biomarcadores y el parámetro a evaluar. Esto incluirá datos de estudios in vitro, de mamíferos y humanos, con evaluación de la validez de los datos y los protocolos de estudio.
3. Seleccionar los biomarcadores específicos para el resultado de interés, evaluando la sensibilidad y especificidad del biomarcador en relación con la exposición y la importancia, con respecto al resultado de salud o cambio patológico en el tiempo.
4. Consideración del tipo de análisis a realizar, de acuerdo con la disponibilidad de la técnica y con énfasis en la protección de la integridad de la muestra entre la recolección y el análisis; se deben preferir las técnicas no invasivas.
5. Revisar los procedimientos analíticos disponibles para la cuantificación de biomarcadores y sus limitaciones con respecto al límite de detección, sensibilidad y precisión.
6. Establecer un protocolo analítico apropiado con disposiciones para el aseguramiento de la calidad y el control de calidad.
7. Evaluar la variación intra e interindividual para una población no expuesta.
8. Analizar los datos para establecer relaciones dosis-efecto y dosis-respuesta y su variación, con especial énfasis en individuos susceptibles.
9. Calcular o realizar la predicción del riesgo para la salud humana, ya sea para la población general o para un subgrupo.
10. Revisar las consideraciones éticas y sociales.

5.4 Salud ambiental y gestión del riesgo químico

El interés sobre el manejo seguro de las sustancias químicas surge debido a los daños potenciales a la salud y al ambiente, considerando su uso masivo como parte fundamental de la vida por estar presentes en casi todos los sectores económicos, domésticos y ramas de la industria. Las sustancias químicas pueden pasar al aire, al agua o al suelo, situación que genera la contaminación del ambiente. El impacto varía según la cantidad, tipo y concentración de las sustancias. Algunas de ellas pueden generar exposiciones, no solo por ser manipuladas de manera directa en entornos laborales, escolares o en el hogar, sino que pueden entrar en la cadena alimenticia y, peor aún, acumularse o persistir en el ambiente por muchos años. Por tal motivo, la exposición a ellas es de creciente interés para la salud pública.



Globalmente, la gestión de las sustancias químicas se ha orientado en los principios del Enfoque Estratégico para la Gestión Internacional de Sustancias Químicas (SAICM por sus siglas en inglés), en el marco del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). El SAICM es un marco de políticas para guiar los esfuerzos que permitan lograr el objetivo del Plan de Implementación de Johannesburgo, de que, para 2020, los productos químicos se producirán y utilizarán de manera que minimicen los impactos adversos significativos sobre la salud humana y el medio ambiente (WHO, 2019).

Como parte del trabajo realizado, se elaboró el capítulo 19 de la Agenda 21 sobre Gestión Ecológicamente Racional de los Productos Químicos Tóxicos y se instó a los países a producir y utilizar los productos químicos sin causar efectos nocivos en la salud y el ambiente antes de finalizar el año 2020, indicando como meta “lograr para el 2020, el uso y la producción de químicos en formas que lleven a la minimización de efectos adversos significativos en la salud humana y el ambiente”. Igualmente, la Asamblea de las Naciones sobre el Medio Ambiente indica, en su Resolución 1/5, relativa a los productos químicos y los desechos, que la gestión racional de estos productos seguirá siendo importante después de 2020. Una de las áreas de trabajo primordiales del SAICM corresponde a la minimización de riesgos en el uso de productos con sustancias químicas, enmarcado en las políticas sobre regulación y vigilancia de su uso, al igual que lo relacionado con la vigilancia epidemiológica y adecuación a los sistemas sanitarios para atención ante exposición (WHO, 2019).

El 30 de mayo de 2017, la Septuagésima Asamblea Mundial de la Salud aprobó la hoja de ruta para mejorar la participación del sector de la salud en el Enfoque Estratégico de la Gestión Internacional de Productos Químicos hacia el objetivo 2020 y más allá. La hoja de ruta identifica acciones en las que el sector salud tiene un papel principal que desempeñar, reconociendo la necesidad de una cooperación multisectorial y de múltiples partes interesadas. Estas acciones, de acuerdo con lo propuesto por la Organización Mundial de la Salud (2019), se organizan en cuatro áreas, así:

- **Reducción de riesgos:** incluye estrategias de protección de la salud, entornos de atención médica saludables y sensibilización.
- **Conocimiento y evidencia:** incluye aspectos relacionados con evaluación de riesgos, biomonitorio y vigilancia, así como acciones que permitan medir el progreso y favorecer la colaboración a través de compartir experiencias con base en las lecciones aprendidas.
- **Capacidad institucional:** incluye estrategias orientadas a la implementación de políticas nacionales y marcos regulatorios, verificación de regulaciones sanitarias internacionales y fortalecimiento del entrenamiento y la educación.
- **Liderazgo y coordinación:** incluye aspectos relacionados con salud en todas las políticas químicas, compromiso y coordinación al interior del sector salud y con otros sectores y partes interesadas.

La hoja de ruta para la gestión de productos químicos contiene elementos que pueden ser adaptados al interior de las empresas y de los sectores industriales, para fortalecer la gestión del riesgo químico en los lugares de trabajo.

En Colombia, la implementación del SAICM se dio a partir de 2010, con el desarrollo del proyecto “Fortalecimiento de la gobernabilidad nacional para la implementación de SAICM en Colombia”. En el desarrollo de dicho proyecto, el cual se llevó a cabo hasta 2013, participaron diversas entidades, principalmente los ministerios miembros de la Mesa de Seguridad Química de la Comisión Técnica Nacional Intersectorial para la Salud Ambiental (Conasa).

Los resultados obtenidos permitieron tener un panorama del estado de la gestión de las sustancias químicas en el país, en aspectos diversos tales como legislación y normativa, inventario de sustancias en el mercado, información y sistemas de información, y problemáticas sobre la gestión de las sustancias y los productos químicos. De igual manera, facilitó la formulación del Plan de Acción Nacional para la Gestión de Sustancias Químicas en Colombia, el cual es un referente para las actividades que el país debe desarrollar en los años próximos, buscando mejorar y fortalecer su gestión y, de este modo, reducir los impactos negativos que puedan causar sobre la salud humana y el ambiente (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

En esta misma línea, el Conpes 3550, de Salud Ambiental, establece que esta es un componente esencial de la salud pública que promueve la calidad de vida, donde el ser humano debe ser tomado en cuenta como un integrante más de los ecosistemas. Por lo tanto, los factores ambientales que pueden afectar la salud de nuestra población no se reducen a los agentes físicos, químicos o biológicos, también se deben incluir aquellos otros factores que afectan los ecosistemas, dentro de los cuales pueden mencionarse el cambio climático, la pérdida de la biodiversidad y la deforestación, los cuales influyen de forma directa o indirecta en la calidad de vida individual, familiar y colectiva. Razón por la cual, la salud ambiental debe dimensionarse como un determinante de carácter estructural, intermedio y proximal, siendo parte activa en los procesos de desarrollo nacional y territorial bajo la lógica de la equidad social, la gestión intersectorial, la integralidad, la justicia ambiental, la participación social, el enfoque diferencial, corresponsabilidad del sector público, privado, individual, colectivo; y el goce de los derechos ambientales (DNP, 2008).

En este contexto, el Plan Decenal de Salud Pública 2012 - 2021 contempla la dimensión de Salud Ambiental, la cual se opera a través de dos componentes: 1. Hábitat saludable y 2. Situaciones en salud relacionadas con condiciones ambientales. En el componente de Hábitat saludable, uno de los objetivos está enfocado a promover la responsabilidad social empresarial, con la adopción de sistemas de producción limpia, promoción de la salud de los trabajadores, promoción de entornos de trabajo saludables y prevención de los riesgos del trabajo. Para la implementación de la estrategia orientada a la promoción de los entornos laborales saludables que promuevan la salud, mejoren las condiciones de trabajo y disminuyan los riesgos laborales, se contemplan acciones que incluyen inspección, vigilancia y control (IVC) de los riesgos sanitarios y ambientales



en los ámbitos laborales, mejoras del ambiente físico y psicosocial en el trabajo, promoción del aseguramiento de los riesgos laborales, entre otros aspectos que hacen parte del marco del Sistema General de Riesgos Laborales (Ministerio de Salud y Protección Social, 2017).

6. Prevención y preparación para emergencias

La prevención y preparación ante posibles emergencias asociadas a las sustancias químicas deberá considerar los posibles escenarios asociados a los peligros propios de las sustancias (explosivas, inflamables, tóxicas, etc.), así como los eventos antrópicos y naturales que puedan afectar las condiciones de seguridad de las sustancias químicas.

Los posibles peligros presentes en una instalación con sustancias químicas pueden incluir los tecnológicos, asociados directamente a la instalación y el proceso industrial, minero o de transporte de mercancías peligrosas, los que pueden derivar en diferentes eventos como incendios, explosiones, fugas o derrames, y contaminación.

Así mismo, están los peligros naturales relacionados con las condiciones geográficas, hidrometeorológicas y demás elementos del contexto natural de la instalación, dentro de los que se encuentran los terremotos, tsunamis, inundaciones, deslizamientos de tierra, avenidas torrenciales, entre otros, incluyendo posibles peligros debido a fenómenos meteorológicos extremos que pueden surgir por variabilidad climática.

Estos peligros pueden ser combinados cuando hay instalaciones industriales ubicadas en sitios vulnerables a peligros naturales, que derivan en los eventos que se denominan "NATECH" (Gablehouse, 2015).

El objetivo principal de la prevención y preparación para emergencias debe estar enfocado en la gestión de los riesgos, donde procesos de conocimiento y reducción deberán ser priorizados, con el fin último de hacer a la organización capaz de resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de los efectos de una amenaza de manera oportuna y eficaz, incluyendo la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas (UNISDR, 2009), en otros términos, hacerla una organización "resiliente".

6.1 Identificación de amenazas y análisis de vulnerabilidades

La empresa deberá establecer una metodología para la identificación de amenazas que puedan ocasionar una emergencia y análisis de vulnerabilidades para la prevención y atención de dicha situación, lo cual le permitirá priorizar los escenarios de riesgo que tienen un mayor potencial de ocurrencia o daño, e identificar los aspectos en los cuales presenta mayor debilidad.

La ley 1523 de 2012 ha definido como amenaza al "peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales".

Así mismo, se encuentra definida la vulnerabilidad como la "susceptibilidad o fragilidad física, económica, social o ambiental que tiene una empresa o entidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente. Corresponde a la predisposición a sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos físicos peligrosos".

Estos dos conceptos son el aspecto fundamental para la selección de los escenarios y la aplicación de metodologías apropiadas para su identificación, evaluación y análisis, que le permitirá hacer un uso óptimo de los recursos, realizar inversiones sensibles de manera informada, planificar correctamente la respuesta y tener planes específicos para la continuidad del negocio.

6.2 Amenazas por sustancias químicas

Las principales amenazas están asociadas a los peligros de las sustancias químicas que puedan ocasionar accidentes de tal magnitud que generen una emergencia, tales como:

- ⦿ Peligros a la salud:
 - Toxicidad aguda.
- ⦿ Peligros físicos:
 - Inflamables (gases, líquidos y sólidos).
 - Sustancias y mezclas que reaccionan espontáneamente.
 - Líquidos pirofóricos.
 - Sólidos pirofóricos.
 - Sustancias y mezclas que experimentan calentamiento espontáneo.
 - Sustancias y mezclas que en contacto con el agua desprenden gases inflamables.
 - Peróxidos orgánicos.
 - Sustancias y mezclas corrosivas para los metales.



- Explosivos.
 - Gases a presión.
 - Comburentes (gases, líquidos y sólidos).
- Peligros al medio ambiente
 - Peligro a corto plazo (agudo) para el medio ambiente acuático.

Este tipo de sustancias están identificadas, según el SGA, con estos pictogramas:

Tabla 25. Pictogramas correspondientes a los peligros relacionados con emergencias

PICTOGRAMA	SÍMBOLO	PICTOGRAMA	SÍMBOLO
	Llama		Llama sobre círculo
	Corrosión		Calavera y tibias cruzadas
	Bomba explotando		Signo de exclamación
	Botella de gas		

Fuente: Adaptado SGA

6.3 Escenarios

Los diferentes incidentes asociados a emergencias con sustancias químicas pueden afectar a los trabajadores y poblaciones aledañas de diversas formas, por ejemplo, los efectos de explosiones, incendios o los efectos tóxicos de los productos químicos.

Algunas acciones que se pueden considerar con el fin de minimizar el riesgo a la salud derivado de accidentes con sustancias químicas son (Wisner & Adams, 2002):

- Ubicar las áreas de almacenamiento de sustancias químicas lejos de lugares con concentración de personas.
- Mantener actualizados los inventarios de sustancias químicas y sus correspondientes peligros.
- Elaborar y mantener los planes de emergencia y velar por su implementación.
- El almacenamiento de sustancias químicas no debería exceder las capacidades de diseño.
- Garantizar las condiciones de seguridad y señalización durante las actividades de transporte.



- Establecer protocolos con las autoridades locales y comunidad cercana para notificar en forma oportuna sobre incidentes químicos.
- Tomar las acciones correspondientes para mitigar los efectos sobre el medio ambiente.

6.4 Preparación para la atención de emergencias

Frente a los posibles escenarios de emergencia que se puedan presentar en los lugares con presencia de sustancias químicas, la empresa deberá prepararse estableciendo procedimientos operativos normalizados por escenario.

6.4.1 Alerta temprana

Los sistemas de alerta y alarma, monitores de gases, detectores de humo y detectores de llama, como elementos de alerta temprana, son elementos indicados para la identificación de una posible situación de emergencia. Se deberá considerar el tipo de gases y el nivel de detección del dispositivo.

6.4.2 Selección de extintores

Cuando hay presencia de sustancias químicas, la selección de extintores deberá estar orientada, entre otros aspectos, por el tipo de sustancia que se encuentre en las áreas de almacenamiento o en las áreas de utilización. En este aspecto es relevante observar la compatibilidad de los agentes extintores.

La Norma Técnica Colombiana (NTC) 2885 (ICONTEC, 2009) sobre extintores portátiles contra incendio, determina los siguientes pasos para la selección de un extintor:

- 1) Tipo de incendio que pueda ocurrir con mayor probabilidad.
- 2) Tamaño del incendio de más probable ocurrencia.
- 3) Riesgos en el área donde es más probable que ocurra el incendio.
- 4) Equipos eléctricos energizados en la vecindad del incendio.
- 5) Condiciones de temperatura ambiente.
- 6) Otros factores.

Posterior a la selección del extintor deberá definirse lo siguiente:

- 1) Ubicar y señalizar los extintores en lugares visibles y de fácil acceso.
- 2) Mantenerlos inventariados e identificados en los mapas de ruta de evacuación.
- 3) Realizar inspecciones periódicas.
- 4) Recargar y realizar pruebas hidrostáticas del extintor.
- 5) Garantizar la capacitación permanente de todo el personal (trabajadores y brigadistas).

Para esto, es importante identificar los tipos de incendio que se pueden presentar de acuerdo con la siguiente clasificación (ICONTEC, 2009):

- Incendios Clase A: involucran materiales combustibles comunes, como la madera, tela, papel, caucho y muchos plásticos.
- Incendios Clase B: involucran líquidos inflamables, líquidos combustibles, grasas de petróleo, alquitrán, aceites, pinturas a base de aceite, disolventes, lacas, alcoholes y gases inflamables.
- Incendios Clase C: involucran equipos eléctricos energizados.
- Incendios Clase D: involucran metales combustibles como el magnesio, titanio, circonio, sodio, litio y potasio.
- Incendios Clase K: son incendios de electrodomésticos que involucran combustibles para cocinar (aceites y grasas vegetales o animales).

La selección del tamaño del extintor y la cantidad a instalar dependerá del tipo de extintor, volumen de sustancias almacenadas, el tipo de instalación y la ocupación del área. La norma NTC 2885 aporta criterios para esta determinación, sin embargo, se invita a considerar adicionalmente las características propias de la empresa, la antropometría de los trabajadores y la posibilidad de dar una óptima utilización de estos.

Las FDS, en su sección 5: medidas de lucha contra incendios, describen los medios de extinción (adecuados y no adecuados). Esta información es de vital importancia para determinar el tipo de extintor a utilizar en los lugares con presencia de sustancias químicas, considerando que, si se tiene un extintor inadecuado, es posible que no funcione para el control de un incendio o, en el peor de los casos, pueda agravarlo.



6.4.3 Kit de derrames

Un kit de derrames es un conjunto de elementos destinados a la atención de derrames, considerando las condiciones de seguridad para las personas que realizan la acción de manejo del derrame, los trabajadores del área y el ambiente, y permitiendo controlar la fuente del derrame, señalar y recolectar el material que se ha expulsado del contenedor o tubería.

Para definir su contenido, deberá considerarse el tipo de sustancia, de eso dependerá la selección del material absorbente, y se deberá disponer también de material neutralizante para ácidos y bases, de equipo de protección personal (protector facial, guantes, botas, protección respiratoria, overoles), así como de los elementos para la señalización y aislamiento del área.

El contenido del kit de derrames puede ser:

- ⊙ Almohadilla absorbente.
- ⊙ Barrera absorbente.
- ⊙ Material absorbente biodegradable.
- ⊙ Paños absorbentes.
- ⊙ Protección respiratoria.
- ⊙ Guantes de nitrilo.
- ⊙ Monogafas.
- ⊙ Bolsas rojas - tipo industrial.
- ⊙ Recogedor plástico.
- ⊙ Masilla epóxica.
- ⊙ Cinta de seguridad.
- ⊙ Desengrasante biodegradable.
- ⊙ Instructivo para derrames.
- ⊙ Maletín de tela.

Siempre deberá disponerse con un registro del inventario del kit y las instrucciones para su uso. Los trabajadores del área de manejo de sustancias químicas y el personal de atención de emergencias deberá tener capacitación y entrenamiento específico sobre los peligros de las sustancias químicas y las técnicas para el uso del kit.

6.4.4 Brigadas de emergencia

Para la atención de emergencias con sustancias químicas, se deberá garantizar la conformación de una brigada de emergencias, que tenga el entrenamiento y dotación específicos para la atención de este tipo de eventos. Es recomendable que se cuente con un equipo dentro de la brigada que se especialice y tenga continuidad.

Dentro de los aspectos que se debe considerar dentro del entrenamiento para la atención de emergencias químicas se encuentran:

- ⊙ Formación en Primera Respuesta a Incidentes con Materiales Peligrosos – Primap.
- ⊙ Control de incendios.
- ⊙ Evacuación y rescate.
- ⊙ Métodos de identificación de peligros de las sustancias químicas (NFPA, Libro naranja y SGA).
- ⊙ Uso de la Guía de Respuesta ante Emergencias (GRE).
- ⊙ Uso de equipos de respiración autónomos.

Por otro lado, se debe considerar que la atención de emergencias con sustancias químicas implica diferentes niveles de actuación, definidos en la NFPA 472:

- ⊙ Nivel 1: Advertencia.
- ⊙ Nivel 2: Operaciones.
- ⊙ Nivel 3: Técnico en materiales peligrosos.
- ⊙ Nivel 4: Comandante de incidente por materiales peligrosos.

Nivel 1: Advertencia

En este nivel, se realiza el reconocimiento de un incidente con materiales peligrosos, se toman las medidas de protección para el personal de respuesta y las comunidades cercanas. Se realiza el aseguramiento del área y se solicita el apoyo especializado.

Una persona capacitada para la respuesta en nivel de advertencia deberá conocer aspectos relacionados con (USAID/ OFDA, n.d.):

- ⊙ Indicar la presencia de materiales peligrosos en un incidente por reconocimiento y, si es posible, identificarlo.
- ⊙ Informar cuáles son los riesgos que presenta el material reconocido o identificado, y las consecuencias potenciales asociadas.



- Ejecutar las acciones iniciales en el Nivel Advertencia, de acuerdo con el Plan de Emergencia Local, incluyendo la seguridad y control del lugar, y utilizando la GRE.
- Notificar a quien corresponda.

Este personal, con formación en nivel de advertencia, ayudará a proteger vidas, al implementar las primeras medidas de seguridad, así como podrá proveer información veraz y oportuna a las autoridades y equipos de intervención especializados.

Nivel 2: Operaciones

En el nivel de operaciones, se tiene la capacidad de evaluar el incidente con materiales peligrosos, estimar los riesgos del producto involucrado y su comportamiento, realizar la preparación para la respuesta inicial, determinando las condiciones de operación, protección del equipo de respuesta y definición de procedimientos a aplicar. Se delimita la zona de trabajo y se inician los procesos de descontaminación de emergencias.

Puede incluir acciones específicas como cierre de válvulas, notificación de posible evacuación, colaborar con los técnicos en la eliminación de fuentes de ignición, combustibles, supresión de vapores, construcción de barreras de contención como diques y presas (USAID/OFDA, n.d.).

Nivel 3: Técnico en materiales peligrosos

En este nivel, se realiza la respuesta al incidente controlando la liberación de la sustancia o producto, se aplican maniobras ofensivas requeridas. Se realizan mediciones si son requeridas y se hace la delimitación de las zonas de aislamiento. El personal técnico tendrá la capacidad para la contención, cierre de válvulas y taponamiento (USAID/OFDA, n.d.).

Nivel 4: Comandante de incidente por materiales peligrosos

El comandante del incidente será la persona con la responsabilidad de liderar las acciones de respuesta ante el incidente. El comandante será la persona con mayor conocimiento y autoridad en el manejo de este tipo de emergencias, lo que le permitirá estimar las consecuencias potenciales del incidente, tomar decisiones sobre las acciones a realizar y las medidas de protección a utilizar.

6.5 Contenido de un plan de prevención y respuesta ante emergencias

En la tabla 26 se describen algunos elementos que deben desarrollarse en el plan de prevención y respuesta ante emergencias en empresas que tienen presencia de sustancias químicas.

Tabla 26. Elementos para desarrollar en el plan de prevención y respuesta ante emergencias con sustancias químicas

Requisito	Descripción
Se identifican sistemáticamente todos los fenómenos amenazantes que puedan afectar a la empresa	Las amenazas relacionadas con sustancias químicas deben considerar los peligros de las sustancias químicas, así mismo, aquellos fenómenos externos que puedan generar afectación sobre sus condiciones de seguridad.
Se identifican los recursos disponibles	Se deberán destinar recursos en acciones como señalización, entrenamiento de brigadas, dotación de elementos de atención de emergencia, implementación de medidas de mitigación y control, etc.
Se cuenta con redes institucionales y de ayuda mutua	Los Programas de Ayuda Mutua (PAM), con industrias y otros actores relevantes, permitirán tener una red de apoyo que sume recursos necesarios para la atención de emergencias. Así mismo, se deberán tener claramente identificadas las redes institucionales, como bomberos y servicios de salud, y trabajar en conjunto para que tengan conocimiento y capacidad para la atención de cualquier emergencia con las sustancias químicas.
Se analiza la vulnerabilidad de la empresa frente a las amenazas identificadas	El análisis de la vulnerabilidad debe considerar las medidas de prevención y control, entre otras, la correcta identificación de peligros, contar con elementos para la atención de emergencias, el uso de diques de contención de derrames, sistemas de detección y atención de incendios, etc.
Se valoran y evalúan los riesgos	La priorización de escenarios con base en la valoración y evaluación de los riesgos debe conducir a la focalización de los esfuerzos en las principales amenazas, fortaleciendo aquellos elementos en los que se identificaron vulnerabilidades.



Requisito	Descripción
Se diseñan e implementan procedimientos para prevenir y controlar las amenazas priorizadas o minimizar el impacto de las no priorizadas	<p>Frente a escenarios donde estén asociadas las sustancias químicas, los procedimientos a implementar deberán incorporar las medidas de protección de los trabajadores y del medio ambiente. Entre otros aspectos, se deberán implementar procedimientos de detección de fugas o derrames, uso correcto de kit de derrames, uso de extintores, entre otros.</p> <p>Se deberá contar con evidencia de su implementación y puesta en práctica mediante simulacros y simulaciones.</p>
Se tiene formulado el plan de emergencia para responder ante la inminencia u ocurrencia de eventos potencialmente desastrosos	<p>El documento del plan de emergencia deberá alinearse con otros documentos como el plan de gestión del riesgo de desastres de entidades públicas y privadas, y los planes de contingencia ambientales.</p> <p>El plan deberá ser de amplio conocimiento de la alta dirección, así como de todos los trabajadores, incluidos proveedores y contratistas.</p>
El plan de emergencias tiene alcance a todos los turnos, sedes y a todos los trabajadores, contratistas, proveedores y visitantes	Frente a sustancias que sean volátiles o que puedan generar dispersión por el aire, así como a toda aquella que pueda afectar de manera significativa la salud de las personas, se deberá asegurar que todas las personas potencialmente afectadas al interior de la instalación, así como a los alrededores, estén informadas sobre los peligros de las sustancias, la identificación de fugas y cómo actuar en caso de una emergencia.
Se cuenta con recursos específicos para el desarrollo del plan de emergencias	Dentro de recursos específicos, se debe contar con equipos para la atención de emergencias, extintores, kit de derrames, botiquín de primeros auxilios, así como los recursos para la prevención de emergencias y mitigación de los posibles impactos.
Se cuenta con planos de instalaciones y rutas de evacuación	El diseño de las rutas de evacuación deberá evitar transitar por áreas con sustancias químicas, en especial, aquellas inflamables, tóxicas o con peligros agudos.
Se informa, capacita y entrena a todos los trabajadores	Dentro de la capacitación para los trabajadores y brigadistas, se deberá incluir el uso de extintores, kit de derrames, sistema comando de incidentes, PRIMAP, entre otros temas, que le permitan dar respuesta apropiada a las emergencias con sustancias químicas.
Se informa a todos los visitantes sobre las medidas de seguridad en caso de emergencia	Desde los contactos preliminares, incluido el proceso de acceso a la instalación a los visitantes, se les deberá brindar información sobre los peligros de las sustancias químicas que potencialmente puedan estar involucradas en un accidente y la forma de actuar en caso de presentarse una emergencia.
Se informa a la comunidad aledaña, empresas e instituciones	La preparación de la comunidad ante emergencias donde se involucran sustancias químicas deberá ser parte de los principios organizacionales. Los habitantes, instituciones y empresas deberán recibir información oportuna, así como participar en los ejercicios de entrenamiento, simulaciones y simulacros.
Se realizan simulacros como mínimo una (1) vez al año con la participación de todos los trabajadores	Si bien las empresas pueden tener escenarios de riesgos priorizados, asociados a fenómenos naturales como sismos, se recomienda integrar, dentro de los simulacros, escenarios de riesgo asociados con sustancias químicas. Esto permitirá poner en práctica la preparación ante emergencias e identificar los aspectos de mejora.
Se cuenta con brigada de emergencias, acorde con su nivel de riesgo y los recursos disponibles	<p>El proceso de conformación de brigada de emergencias deberá perfilarse para contar con brigadistas especializados para el manejo de emergencias con sustancias químicas y deberá garantizar el entrenamiento específico y la dotación necesaria. Las FDS, en su sección 5, deberán sugerir los elementos de protección para la atención de incendios.</p> <p>La brigada de emergencias debe tener cobertura en todos los turnos y centros de trabajo de la organización.</p>
Inspeccionar todos los equipos relacionados con la prevención y atención de emergencias	Parte de los elementos y equipos a inspeccionar serán los sistemas de detección, alarma y extinción de incendios, kit de derrames, sistemas de ventilación y rutas de evacuación, los cuales tienen un impacto directo sobre la atención de emergencias con sustancias químicas.



7. Programa para la gestión del riesgo químico

La gestión del riesgo químico debe ser un proceso que se adelanta en el marco del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), donde se requiere alinear diferentes etapas del sistema para que se involucre el riesgo químico. Para ello, se debe partir de la identificación de peligros, considerando la clasificación de la sustancia, e incluyendo la política del sistema de gestión, que deberá tener compromisos específicos sobre la gestión del riesgo asociado al uso de las sustancias químicas peligrosas.

Esta guía plantea una serie de pasos para el desarrollo del Programa de Gestión del Riesgo Químico, de manera que sean seguidos, no como una receta o un protocolo, sino para tomarlos como referencia. Estos pasos están definidos por la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2013) en su documento sobre “La seguridad y la salud en el uso de productos químicos en el trabajo” y contiene elementos adicionales que se complementan y alinean con el SG-SST.

Un aspecto de mayor importancia es que se deberá garantizar que todos los peligros de las sustancias químicas se encuentran identificados, clasificados y comunicados, y se deberán evaluar los riesgos asociados a su uso. Esta es la base fundamental para una correcta gestión de las sustancias químicas en el lugar de trabajo.

7.1 Paso 1. Definición de obligaciones y responsabilidades

El programa deberá establecer obligaciones en todos los niveles de la compañía, desde la alta dirección hasta el personal operativo, encontrando que son diferentes las obligaciones que en materia de seguridad química cumple cada uno de los cargos establecidos en la empresa. Estas obligaciones deberán ser asignadas y comunicadas por el empleador, garantizando que todos han sido comunicados y sobre todo que han comprendido el alcance de estas.

En el marco de lo que tenga definido la empresa en su manual de funciones, el Reglamento Interno de Trabajo y el Reglamento de Higiene y Seguridad Industrial deberán establecer las medidas sancionatorias por el incumplimiento de sus obligaciones, para lo cual es conveniente incorporar el seguimiento del cumplimiento a través de inspecciones y evaluación del desempeño de cada uno de los niveles de la empresa:

7.1.1 Empleador:

Se deberán reconocer las obligaciones legales que en materia de protección a los trabajadores tiene el empleador, siendo el ordenamiento jurídico del Sistema General de Riesgos Laborales la base para la definición de estas obligaciones. Ponerlas de manifiesto en el programa permitirá el seguimiento al cumplimiento de las obligaciones generales de los empleadores según lo definido en el Decreto-Ley 1295 de 1994:

1. Pago de la totalidad de la cotización al Sistema General de Seguridad Social de los trabajadores.
2. Procurar el cuidado integral de la salud de los trabajadores y de los ambientes de trabajo.
3. Programar, ejecutar y controlar el cumplimiento del SG-SST de la empresa y procurar su financiación.
4. Notificar los accidentes de trabajo y las enfermedades laborales a la entidad administradora de riesgos laborales a la que se encuentre afiliado.
5. Facilitar los espacios y tiempos para la capacitación de los trabajadores a su cargo, en materia de salud laboral, para adelantar los programas de promoción y prevención a cargo de las administradoras de riesgos laborales.
6. Informar las novedades laborales de sus trabajadores a la entidad administradora de riesgos laborales a la que está afiliado, incluido el nivel de ingreso y sus cambios, las vinculaciones y retiros.

Dentro de las obligaciones establecidas en el SG-SST, se encuentran estas:

1. **Política:** definir, firmar y divulgar la Política del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, la cual, en caso de que las sustancias químicas estén priorizadas dentro de los peligros, deberá incorporar la gestión de este tipo de peligros.
2. **Asignación y comunicación de responsabilidades:** el empleador debe asignar, documentar y comunicar las responsabilidades específicas en seguridad y salud en el trabajo a todos los niveles de la organización, incluida la alta dirección. Estas responsabilidades, en los casos que se requiera, serán específicas sobre seguridad química en la empresa, entendiendo que hay responsabilidades desde las áreas administrativas, niveles de mando medio, trabajadores operativos, entre otros.
3. **Rendición de cuentas al interior de la empresa:** considerando la asignación de responsabilidades en el SG-SST, se deberá recolectar evidencia del cumplimiento de estas y hacer informes de rendición de cuentas anual a través de medios escritos, electrónicos, verbales o los que sean considerados por los responsables.
4. **Definición de recursos:** definir y asignar los recursos financieros, técnicos y el personal necesario para todas las etapas del sistema de gestión, así como para la ejecución de las acciones de seguridad química que sean definidas en el programa. Se deberán considerar recursos asociados con las actividades de capacitación, entrenamiento y comunicación hacia los trabajadores, la identificación y clasificación de las sustancias químicas, la evaluación de los riesgos y la implementación de los controles, entre otras actividades.
5. **Cumplimiento de los requisitos normativos aplicables:** la matriz de requisitos legales de la empresa deberá identificar las obligaciones que en materia de sustancias químicas tienen las empresas, sin desconocer que hay



normas del Sistema General de Riesgos Laborales que son generales y aplicables a todos los peligros. Es conveniente que la matriz de requisitos legales cuente con una periodicidad para el seguimiento del cumplimiento y, sobre todo, su continua actualización, verificando las diferentes fuentes de información y publicación oficial de las nuevas regulaciones.

6. **Gestión de los peligros y riesgos:** el SG-SST establece la obligación de adoptar disposiciones efectivas para desarrollar las medidas de identificación de peligros, evaluación y valoración de los riesgos, y establecimiento de controles, los cuales deben incorporar los peligros y riesgos asociados con el uso de sustancias químicas.
7. **Plan de trabajo anual en SST:** el plan de trabajo deberá estar alineado con la política y objetivos del SG-SST, así mismo, deberá desarrollar actividades específicas para los peligros prioritarios de la empresa. El plan de trabajo es la herramienta de planificación de la implementación de los controles de los peligros, por lo que, en las empresas con sustancias químicas peligrosas, debe ser un mecanismo para incorporar las necesidades del programa para la gestión de riesgo químico.
8. **Prevención y promoción de riesgos laborales:** el empleador debe implementar y desarrollar actividades de prevención de accidentes de trabajo y enfermedades laborales, así como de promoción de la salud en el SG-SST. Cuando hay presencia de sustancias químicas, se deberá entender que las sustancias pueden generar tanto accidentes de trabajo como enfermedades, algunas de las cuales tienen periodos de latencia largos, tal como sucede con el cáncer. Es por esto por lo que la comunicación de los peligros identificados y clasificados debe hacer énfasis en las posibles consecuencias que tengan sobre la seguridad y salud de los trabajadores.
9. **Participación de los trabajadores:** en el marco de los espacios de participación que están definidos en la regulación colombiana, tal como el Comité Paritario o Vigía de Seguridad y Salud en el Trabajo (Copsst), los trabajadores tienen la posibilidad de manifestar sus inquietudes y aportes sobre las condiciones de seguridad en el manejo de sustancias químicas. Los empleadores deben abrir los espacios de participación, así como garantizar el tiempo de los trabajadores para participar de estos espacios.

En la Ley 55 de 1993 se han determinado unas obligaciones específicas en relación con las sustancias químicas:

1. Los empleadores deben asegurarse de que todos los productos químicos utilizados en el trabajo están etiquetados o marcados de acuerdo con el SGA y que las FDS han sido proporcionadas y son puestas a disposición de los trabajadores y de sus representantes.
2. Cuando los empleadores reciban productos químicos que no hayan sido etiquetados o marcados o para los cuales no se hayan proporcionado FDS, deberán obtener la información pertinente del proveedor o de otras fuentes de información razonablemente disponibles y no deberán utilizar los productos químicos antes de disponer de dicha información.
3. Los empleadores deben asegurarse de que solo sean utilizados aquellos productos clasificados y etiquetados o marcados, y que se tomen todas las debidas precauciones durante su utilización.
4. Los empleadores deben mantener un registro de los productos químicos peligrosos utilizados en el lugar de trabajo, con referencias a las FDS apropiadas. El registro deberá ser accesible a todos los trabajadores interesados y sus representantes.
5. Cuando se transfieran productos químicos a otros recipientes o equipos, los empleadores deben velar porque se indique su contenido, con el fin de que los trabajadores se informen sobre su identidad, los riesgos que entraña su utilización y todas las precauciones de seguridad que se deben tomar.
6. Asegurarse de que los trabajadores no se encuentren expuestos a productos químicos por encima de los límites de exposición o de otros criterios de exposición para la evaluación y el control del ambiente de trabajo establecidos por la ACGIH.
7. Evaluar la exposición de los trabajadores a los productos químicos peligrosos.
8. Vigilar y registrar la exposición de los trabajadores a productos químicos peligrosos, cuando ello sea necesario, para proteger su seguridad y su salud, o cuando esté prescrito por la autoridad competente.
9. Asegurarse de que los datos relativos a la vigilancia del medio ambiente de trabajo y de la exposición de los trabajadores que utilizan productos químicos peligrosos se conserven por el periodo mínimo definido en el SG-SST y sean accesibles a esos trabajadores y sus representantes.
10. Los empleadores deberán evaluar los riesgos asociados con la utilización de productos químicos en el trabajo y asegurar la protección de los trabajadores contra tales riesgos por los medios apropiados, especialmente:
 - a. Escogiendo los productos químicos que eliminen o reduzcan al mínimo el grado de riesgo.
 - b. Eligiendo tecnología que elimine o reduzca al mínimo el grado de riesgo.
 - c. Aplicando medidas adecuadas de control técnico.
 - d. Adoptando sistemas y métodos de trabajo que eliminen o reduzcan al mínimo el grado de riesgo.
 - e. Adoptando medidas adecuadas de higiene del trabajo.
 - f. Cuando las medidas que acaban de enunciarse no sean suficientes, facilitando, sin costo para el trabajador, equipos de protección personal y ropas protectoras, asegurando el adecuado mantenimiento y velando por la utilización de dichos medios de protección.
 - g. Limitar la exposición a los productos químicos peligrosos para proteger la seguridad y la salud de los trabajadores.
 - h. Proporcionar los primeros auxilios.
 - i. Tomar medidas para hacer frente a situaciones de emergencia.
11. Los productos químicos peligrosos que no se necesiten más y los recipientes que han sido vaciados, pero que pueden contener residuos de productos químicos peligrosos, deberán ser manipulados o suprimidos de manera que se eliminen o reduzcan al mínimo los riesgos para la seguridad y la salud, así como para el medio ambiente.



12. Los empleadores deberán:
 - a. Informar a los trabajadores sobre los peligros que entraña la exposición a los productos químicos que utilizan en el lugar de trabajo.
 - b. Instruir a los trabajadores sobre la forma de obtener y usar la información que aparece en las etiquetas y en las FDS.
 - c. Utilizar las FDS, junto con la información específica del lugar de trabajo, como base para la preparación de instrucciones para los trabajadores, que deberán ser escritas si hubiere lugar.
 - d. Capacitar a los trabajadores en forma continua sobre los procedimientos y prácticas que deben seguirse con miras a la utilización segura de productos químicos en el trabajo.

7.1.2 Trabajadores:

Las obligaciones generales de los trabajadores son:

1. Procurar el cuidado integral de su salud.
2. Suministrar información clara, veraz y completa sobre su estado de salud.
3. Colaborar y velar por el cumplimiento de las obligaciones contraídas por los empleadores en este decreto.
4. Cumplir las normas, reglamentos e instrucciones del SG- SST de la empresa y asistir periódicamente a los programas de promoción y prevención adelantados por las administradoras de riesgos laborales.
5. Participar en la prevención de los riesgos laborales a través de los Comités Paritarios de Seguridad y Salud en el Trabajo, o como Vigías en Seguridad y Salud en el Trabajo.
6. Participar en las actividades de capacitación en seguridad y salud en el trabajo definidas en el plan de capacitación del SG-SST.
7. Informar oportunamente al empleador o contratante acerca de los peligros y riesgos latentes en su sitio de trabajo.
8. Participar y contribuir al cumplimiento de los objetivos del SG-SST.

Son obligaciones específicas de los trabajadores, en relación con las sustancias químicas peligrosas, según la Ley 55 de 1993:

1. Los trabajadores deberán cooperar lo más estrechamente posible con sus empleadores en el marco de las responsabilidades de estos últimos y observar todos los procedimientos y prácticas establecidos para la utilización segura de productos químicos en el trabajo.
2. Los trabajadores deberán tomar todas las medidas razonables para eliminar o reducir al mínimo los riesgos, para ellos mismos y para los demás, que entraña la utilización de productos químicos en el trabajo.

Adicionalmente, la empresa puede definir obligaciones diferenciadas para cargos que manipulan sustancias químicas, así como para aquellos que las administran o realizan el proceso de compra. También, deberán incorporar las obligaciones de los mandos medios de la empresa, quienes, aparte de sus obligaciones como trabajadores, deben velar por el cumplimiento de todas las medidas de seguridad química por parte de sus trabajadores a cargo.

Otras obligaciones que se pueden asignar son las relacionadas con las de la brigada de emergencia, en cuanto a la preparación y respuesta ante emergencias con sustancias químicas, y las pertinentes al Copasst, de inspección y seguimiento a las medidas de seguridad química de la empresa. Este proceso de definición y comunicación de responsabilidades en la empresa debería contribuir a que todos estén enterados sobre la importancia de la gestión del riesgo químico como medida para la prevención de accidentes de trabajo y enfermedades laborales.

7.2 Paso 2. Inventario de sustancias químicas

Se requiere documentar las características de todas las sustancias químicas utilizadas en los lugares de trabajo. Para esto, se deben tener en cuenta el nombre de los productos químicos, tanto el común o el que sea utilizado por los trabajadores y el nombre químico (IUPAC), y, adicionalmente, complementar con la información sobre cantidades y presentación, incluyendo la clasificación de peligros que facilitará su gestión. Dentro de los elementos del inventario, se pueden encontrar los siguientes:

- Nombre comercial.
- Nombre químico (IUPAC).
- Número CAS.
- Número UN.
- Proveedor o fabricante.
- Estado de la materia.
- Proceso o tarea en la que se usa.
- Capacidad máxima de almacenamiento (Kg o L).
- Cantidad promedio de uso mensual (Kg o L).
- Clasificación de peligros SGA - clase y categoría.
- Indicaciones de peligro físicos (frases H2XX).



- ⊙ Indicaciones de peligro para la salud (frases H3XX).
- ⊙ Indicaciones de peligro para el medio ambiente (frases H4XX).
- ⊙ Grupo carcinógenos IARC.
- ⊙ Nivel de referencia de exposición ocupacional (TLV) ACGIH (TWA, Celing, STEL).
- ⊙ Índice Biológico de Exposición (BEI) ACGIH.

7.3 Paso 3. Identificación y clasificación de los peligros de las sustancias

La empresa deberá garantizar la correcta clasificación de las sustancias químicas de acuerdo con los criterios del SGA. Esto incluye: identificar claramente todas las condiciones de operación con sustancias químicas donde se consideren las medidas de protección implementadas, su estado de funcionamiento y calibración, según aplique, las cantidades, periodicidad de uso y presentación de las sustancias químicas, entre otras.

7.4 Paso 4. Comunicación de peligros

Todas las sustancias químicas, incluidos los trasvases, mezclas y preparaciones propias, deberán estar provistas de etiquetas y FDS, conforme a los requisitos definidos en el SGA. En este caso, la empresa no solo se asegurará de la disponibilidad de estos documentos, sino que deberá impartir capacitación y entrenamiento a los trabajadores para que comprendan el uso correcto de la información.

7.4.1. Etiquetado:

El etiquetado debe garantizar que se cuentan con los elementos del etiquetado definidos en el SGA:

1. Identificación del producto.
2. Palabra de advertencia.
3. Indicaciones de peligro o frases H.
4. Consejos de prudencia o frases P.
5. Información del proveedor.
6. Pictogramas de peligro.

En el caso de mezclas, además de la identificación del producto, se deberán tener identificados los componentes que contribuyen a la clasificación de peligros de la mezcla.

7.4.2. Fichas de datos de seguridad (FDS)

Las FDS deberán incluir las 16 secciones establecidas en el SGA, listadas a continuación:

1. Identificación del producto.
2. Identificación del peligro o peligros.
3. Composición/información sobre los componentes.
4. Primeros auxilios.
5. Medidas de lucha contra incendios.
6. Medidas que deben tomarse en caso de vertido accidental.
7. Manipulación y almacenamiento.
8. Controles de exposición/protección personal.
9. Propiedades físicas y químicas.
10. Estabilidad y reactividad.
11. Información toxicológica.
12. Información ecotoxicológica.
13. Información relativa a la eliminación de los productos.
14. Información relativa al transporte.
15. Información sobre la reglamentación.
16. Otras informaciones.

Se deberá garantizar la disponibilidad permanente y el fácil acceso a las FDS. No se ha establecido en la regulación si estas deben estar impresas, por lo tanto, la empresa puede utilizar herramientas tecnológicas que, en todo caso, garanticen su acceso, sin depender de la disponibilidad de energía eléctrica.

Las FDS deberán tener una vigencia máxima de cinco años, estar elaboradas en idioma español, sus hojas numeradas y contar con información de contacto con el proveedor y número telefónico de emergencias con acceso desde Colombia.

7.5 Paso 5. Priorización de sustancias con base en peligrosidad y condiciones de trabajo

Definir sustancias de interés de acuerdo con su peligrosidad: establecer intereses por efectos sobre seguridad (asociados a accidentes de trabajo) y salud (asociados a enfermedades laborales), establecer un orden de prioridad, acudiendo a metodologías simplificadas que permitan procesar toda la información de los pasos anteriores, con el fin de determinar aquellas sustancias que requieren acciones en el plazo inmediato o corto.



7.6 Paso 6. Medición en el ambiente de trabajo y en el trabajador

Aquellas sustancias prioritarias, cuando sea técnicamente viable, se deberán medir en el ambiente de trabajo para evaluar la exposición de los trabajadores. Así mismo, se deberá considerar la evaluación de la condición de salud del trabajador y posibles efectos asociados a la exposición.

7.7 Paso 7. Definir controles (jerarquía de control) y monitorear su eficiencia

La definición de controles deberá estar enfocada a controles duros, como la eliminación, sustitución o controles de ingeniería, para posteriormente complementar con otras medidas, como los controles administrativos y la correcta selección y uso de elementos de protección personal. Se ha propuesto, con base en las estrategias de OSHA-EU, la metodología STOP (sustitución, controles técnicos, controles operativos y elementos de protección personal) para la definición de los controles de las sustancias químicas de la siguiente forma:

7.7.1 Sustitución

En el mejor de los casos, se podrá eliminar el uso de una sustancia química, incluyendo un cambio en el proceso o utilizando métodos físicos o mecánicos que cumplan con la función de la sustancia química. Por otro lado, se debe evaluar la posibilidad de reemplazar una sustancia peligrosa por otra con menor peligrosidad, lo que requiere iniciar con la identificación de sus peligros, definir posibles alternativas menos peligrosas (por ejemplo, reemplazar una sustancia de categoría 1 de toxicidad aguda por una categoría 4 nociva), se deben evaluar y comparar todas las alternativas con respecto a la sustancia original para la toma de decisión.

Para sustituir, se deberán tener en cuenta las siguientes consideraciones (CCSSO, 1999):

- **Efectividad:** evaluar si el sustituto llena los requisitos técnicos (por ejemplo: solubilidad, tiempo de secado) para el trabajo o proceso.
- **Compatibilidad:** el sustituto no debe interferir o reaccionar con el proceso, los otros materiales o el equipo.
- **Medidas de control existentes:** puede ser que los métodos de control existentes no controlen adecuadamente al sustituto (por ejemplo: un sustituto menos tóxico puede evaporarse más rápidamente y, por lo tanto, el sistema de ventilación existente no recoge adecuadamente los vapores).
- **Disposición de desechos:** cumplirá el sistema de disposición de desechos actual con los requisitos técnicos y regulatorios cuando trata con todo nuevo desecho creado al usar el sustituto.
- **Evaluación de riesgo:** se debe efectuar una evaluación de riesgo para decidir cuándo se sustituye un químico o material diferente.

7.7.2 Controles técnicos

Posterior a la implementación de los controles, se deberá evaluar su eficiencia para determinar si su implementación mejoró la condición y así establecer el nivel de riesgo residual. La aplicación de las medidas de control y el cumplimiento de los trabajadores de las medidas de seguridad deberán ser materia de seguimiento bajo las inspecciones rutinarias e incorporarse dentro de la evaluación realizada durante las auditorías al SG-SST. Algunas medidas de control:

- Implementar sistemas cerrados cuando sea factible.
- Mantener áreas separadas para los procesos peligrosos para limitar las exposiciones.
- Implementar prácticas y equipos que minimicen la liberación.
- Ventilación por extracción.
- Ventilación general.

7.7.3 Controles operativos

Este tipo de controles no intervienen directamente en la fuente, pero contribuyen a disminuir el tiempo de exposición de un trabajador (por ejemplo, rotación del trabajo, minimizar el número de trabajadores) o la distancia entre la sustancia y el trabajador (por ejemplo, controles de acceso). También se incluyen algunos aspectos como la capacitación y entrenamiento, así como otras asociadas a la señalización y demarcación. Algunas medidas que apuntan al control operativo son:

- Controles administrativos (por ejemplo, señales de seguridad, señalización de zonas peligrosas, alarmas, entre otros).
- Limpieza y mantenimiento del equipo de control.
- Provisión de almacenamiento seguro para los productos químicos peligrosos.

Se deberá proveer a los trabajadores expuestos a productos químicos peligrosos información sobre estos (etiquetas y FDS) y se les deberá capacitar sobre cómo manejarlos de manera segura, qué hacer en una emergencia y cómo obtener información adicional.



7.7.4 Elementos de protección personal (EPP)

La definición de los EPP debería considerarse como la última medida o como medida complementaria a los controles anteriores. La selección depende del peligro de la sustancia, la vía de exposición, la concentración y condiciones de trabajo. Esta medida requiere un proceso de capacitación y seguimiento permanente al trabajador para que se use correctamente.

7.8 Paso 8: Vigilancia médica y de salud

En el marco de los programas de vigilancia epidemiológica que sean establecidos por la empresa, se deberá garantizar la recopilación, el análisis, la interpretación y la difusión continuada y sistemática de datos de salud de los trabajadores, incorporando tanto la vigilancia de la salud de los trabajadores como la del medio ambiente de trabajo. La vigilancia de la salud de los trabajadores debería incluir la definición del perfil de cargo con los marcadores biológicos correspondientes, la realización de los exámenes médicos que sean necesarios, el mantenimiento de registros y la utilización de resultados para ayudar a evaluar el programa.

7.9 Paso 9: Procedimientos en caso de emergencia y primeros auxilios

Tomando como base los elementos consignados en las secciones 4, 5 y 6 de las FDS, los cuales, conforme a lo establecido en la revisión 6 del SGA deberán dar información sobre primeros auxilios, medidas de lucha contra incendios y medidas que deben tomarse en caso de vertido accidental (Organización de las Naciones Unidas, 2015), se deberá garantizar en todos los casos que el personal esté entrenado para responder a una emergencia en la empresa y que cuenta con la dotación y los equipos necesarios para desarrollar sus tareas de una manera segura:

7.9.1 Primeros auxilios

En esta sección se describen los primeros auxilios que una persona no formada puede dispensar sin utilizar equipo perfeccionado y sin disponer de una amplia selección de medicamentos. Si se necesita atención médica, deberá estar descrito en la FDS y estar indicado en qué medida es urgente.

En la preparación para primeros auxilios se tomará en cuenta la información sobre los efectos inmediatos, por vía de exposición, y las indicaciones sobre el tratamiento inmediato, así como los posibles efectos retardados y la vigilancia médica específica que se requiere.

7.9.2 Lucha contra incendios

En esta sección se establecen las medidas que se han de tomar para luchar contra un incendio causado por la sustancia o mezcla, o que se produce en su entorno. Aquí se deben tomar en cuenta los medios de extinción apropiados y no apropiados para el momento de selección y ubicación de extintores.

Así mismo, los productos químicos pueden tener un comportamiento diferente en condiciones normales en comparación con un incendio, por lo que, en la sección referida, se deberán considerar los peligros específicos del producto químico, tales como los productos de combustión peligrosos que se forman cuando arden. Dentro de esta información se puede encontrar, por ejemplo:

- a) "Puede producir humos tóxicos de monóxido de carbono en caso de incendio".
- b) "Produce óxidos de azufre y de nitrógeno en caso de combustión".

También, para la preparación y entrenamiento de las brigadas de emergencia, se deben considerar las medidas especiales que deben tomar los equipos de lucha contra incendios, por ejemplo "rociar con agua los recipientes para mantenerlos fríos".

7.9.3 Vertido accidental

Las FDS contienen las medidas que se deben tomar en caso de vertidos, fugas o pérdidas de contención no intencionales, con el fin de prevenir o reducir al máximo los efectos adversos sobre las personas, los bienes y el medio ambiente. Allí, se describen las precauciones personales, equipo protector, medidas para la eliminación de las fuentes de combustión, recomendaciones para proporcionar una ventilación suficiente, además de procedimientos en caso de emergencia, tales como la evacuación de la zona de riesgo o la conveniencia de consultar a un experto.

7.10 Paso 10. Mejoramiento continuo

En todos los casos, los hallazgos de auditorías, inspecciones, investigación de accidentes y enfermedades, etc., serán sometidos a un plan de mejoramiento que permita continuamente incrementar los niveles de seguridad y controlar de manera oportuna las desviaciones encontradas.



Bibliografía

- ACGIH. (2014). TLV Chemical Substances Introduction. Retrieved February 4, 2019, from TLV/BEI Guidelines website: <https://www.acgih.org/tlv-bei-guidelines/tlv-chemical-substances-introduction>
- Aguilar Franco, J., Bernaola Alonso, M., Gálvez Pérez, V., Rams Sánchez-Escribano, P., Sánchez Cabo, M. T., Sousa Rodríguez, M. E., ... Centro. (2010). Riesgo químico. Sistemática para la Evaluación Higiénica (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Ed.).
- American Chemical Society. (n.d.). La recopilación más grande el mundo de información detallada sobre químicos. Retrieved September 15, 2019, from Contenido de CAS website: <https://www.cas.org/es/about/cas-content>
- ANDI, & Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2003). Guía ambiental para el almacenamiento de Plaguicidas. In Guías Ambientales para el Subsector de Plaguicidas (pp. 23–33).
- Arango V., S. S. (2012). Biomarcadores para la evaluación de riesgo en la salud humana. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 30(1), 75–82. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-0986-5_19
- Aristizábal, M. C. (2018). ANÁLISIS SECTOR QUÍMICO. In Estudio sobre Bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia (p. 40). Medellín, Colombia.
- Bernabé, L., Izcapa, C., Rivera, R., Arcos, M., & Bravo, E. (2014). Guía práctica sobre riesgos químicos. CENAPRED.
- Bestratén Belloví, M. (1987). NTP 238 : Los análisis de peligros y de operabilidad en instalaciones de proceso (p. 9). p. 9. Retrieved from http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_238.pdf
- Cáceres Armendáriz, P. (2004). NTP 747: Guantes de protección: requisitos generales (p. 8). p. 8. Retrieved from http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/701a750/ntp_747.pdf
- CAN. Manual Técnico Andino para el Registro y Control de Plaguicidas Químicos de Uso Agrícola. , (2019).
- Cavallé Oller, N. (2011). NTP 935: Agentes químicos: evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por inhalación (I). Aspectos generales. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene En El Trabajo, (I), 1–6.
- CCSSO. (1999). Sustitución de Químicos: Consideraciones para Selección. Retrieved July 2, 2019, from Respuestas OSH website: <http://www.ccsso.ca/oshanswers/chemicals/substitution.html>
- CEPIS. (2002). Clasificación de la actividad entre sustancias químicas. Retrieved December 2, 2018, from Curso Introducción a la toxicología de la contaminación del aire website: http://www.bvsde.paho.org/cursoa_toxairlecc3/lecc3_6.html
- Congreso de la República. Ley 55 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, , (1993).
- DNP. (2008). CONPES 3550 - LINEAMIENTOS PARA LA FORMULACIÓN DE LA POLÍTICA INTEGRAL DE SALUD AMBIENTAL CON ÉNFASIS EN LOS COMPONENTES DE CALIDAD DE AIRE, CALIDAD DE AGUA Y SEGURIDAD QUÍMICA. Bogotá, D.C.
- ECHA. (2019). Las sustancias químicas en nuestra vida - la importancia de las sustancias químicas. Retrieved March 15, 2019, from <https://echa.europa.eu/es/-/chemicals-in-our-life-why-are-chemicals-important>
- Ellenbecker, M. J. (1996). Engineering controls as an intervention to reduce worker exposure. *American Journal of Industrial Medicine*, 29(4), 303–307. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0274\(199604\)29:4<303::AID-AJIM5>3.0.CO;2-P](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0274(199604)29:4<303::AID-AJIM5>3.0.CO;2-P)
- Gablehouse, T. (2015). Concientización y preparación para emergencias a nivel local - APELL (2a edición). Paris: ONU Medio Ambiente.
- Gestión Ambiental. (2009). Guía para la gestión ambiental de los plaguicidas químicos de uso agrícola en Colombia. 1–225.
- Hernández, A. C. (2020). Intoxicaciones con productos de uso doméstico durante el año 2019 Cisproquim®. *Protección & Seguridad*, 66(391), 13–22.
- MinCIT. (2020). Contexto Macroeconómico de Colombia. <https://www.mincit.gov.co/getattachment/1c8db89b-efed-46ec-b2a1-56513399bd09/Colombia.aspx>
- Herrick, R. F. (2000). Higiene industrial. In *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo* (p. 38). <https://doi.org/13922-02>
- HSE. (2006). S101. Selecting protective gloves. In *Coshh essentials* (p. 3).
- HSE. (2015). Storage of flammable liquids in containers.
- HSE. (2017). Controlling airborne contaminants at work. A guide to local exhaust ventilation (LEV) (Third edit).
- Icontec. (2012). Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional GTC 45.
- ICONTEC. (2009). NTC 2885 - EXTINTORES PORTÁTILES CONTRA INCENDIOS (Segunda ac).
- ITC MIE-APQ. (2001). ITC MIE-APQ 1: «Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles». 82.
- Mancera, M. J., Mancera, M. T., Mancera, M. R., & Mancera, J. R. (2016). Seguridad y salud en el trabajo - Gestión de riesgos (2da edición; Alfaomega, Ed.).
- MAPA Professionnel. (2016). Revisión de la norma EN 388 & EN 374. Retrieved January 20, 2019, from Centro de información website: <http://www.mapa-pro.com.ar/centro-de-informacion/revision-de-la-norma-en-388-en-374.html>
- Mendoza Belio, M. (2011). Prevención de riesgos en el manejo de sustancias químicas. *Técnica Industrial*, 295, 62–70.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2005). Guías ambientales de almacenamiento y transporte por carretera de sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos. 167. Retrieved from <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=190:plantilla-asuntos-ambientales-y-sectorial-y-urbana-sin-galeria-6#información-de-interés>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). SAICM. Retrieved November 28, 2019, from Sustancias Químicas y Residuos Peligrosos - website: <http://quimicos.minambiente.gov.co/index.php/gestion-de-sustancias-quimicas/saicm>
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo [MinCIT]. (2020). Contexto Macroeconómico de Colombia. <https://www.mincit.gov.co/getattachment/1c8db89b-efed-46ec-b2a1-56513399bd09/Colombia.aspx>
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2017). Dimensión Salud Ambiental. Plan Decenal de Salud Pública, 14. Retrieved from <https://www.minsalud.gov.co/plandecenal/Documents/dimensiones/dimension-saludambiental.pdf>





- NFPA. (2017). NFPA 704: Standard System for the Identification of the Hazards of Materials for Emergency Response. Retrieved July 4, 2019, from List of NFPA codes & standards website: <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=704>
- NIOSH. (2009). Qualitative Risk Characterization and Management of Occupational Hazards: Control Banding (CB). Institute for Occupational Safety and Health, 2009–152(Qualitative Risk Characterization and Management of Occupational Hazards: Control Banding (CB)), 118. <https://doi.org/2009-152>
- OIT. (2013). La seguridad y la salud en el uso de productos químicos en el trabajo. Turin: Organización Internacional del Trabajo.
- Organización de las Naciones Unidas. (2015). Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación Y Etiquetado De Productos Químicos (SGA) (6a Edición).
- Organización de las Naciones Unidas. (2017). Sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos (SGA) Revisión 7. Ginebra.
- Presidencia de la República de Colombia. (2020). El Dane reveló que en 2019 el PIB de Colombia creció al 3,3%, el más alto desde el 2014. Id.Presidencia.Gov.Co. <https://id.presidencia.gov.co/Paginas/prensa/2020/Dane-revelo-que-en-2019-el-PIB-de-Colombia-crecio-al-3-3-el-mas-alto-desde-el-2014-200214.aspx>
- Pou, R., Sanz, P., Oubiña, A., & Dalma, E. (2007). Exposición ocupacional, pongamos los límites (Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales, Ed.).
- Ramírez, A. V. (2006). Biomarcadores en monitoreo de exposición a metales pesados en metalurgia. Anales de La Facultad de Medicina Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 67(1), 49–58.
- Sanz Albert, F. (2014). Almacenamiento de productos químicos. Orientaciones para la identificación de los requisitos de seguridad en el almacenamiento de productos químicos peligrosos. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Ed.). Madrid.
- Seguros Bolívar. (n.d.). Almacenamiento seguro de Productos Químicos Peligrosos.
- Stellman, J. M., & Osinsky, D. (2001). Utilización, almacenamiento y transporte de productos químicos. In Enciclopedia de la salud y la seguridad en el trabajo (p. 30).
- Terwoert, J. (2017, May 30). Hierarchy of controls applied to dangerous substances. Retrieved April 19, 2019, from OSHWIKI website: https://oshwiki.eu/wiki/Hierarchy_of_controls_applied_to_dangerous_substances
- Torres, A., Guataqui, S., & Niño, Y. F. (2018). GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (Primera Ed; Legis, Ed.). Bogotá, D.C.
- Tran, L., & Navas Antón, J. M. (2009). La nanotoxicología y la evaluación del riesgo de las nanopartículas artificiales (ERNA). Retrieved April 13, 2019, from Seguridad y Medio Ambiente - No 114 website: <https://seguridadypromociondelasalud.fundacionmapfre.org/n114/articulo1.html>
- UNISDR. (2009). Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres. Retrieved from https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf
- USAID/OFDA. (n.d.). Primera Respuesta a Incidentes con Materiales Peligrosos - PRIMAP (Revisión 3).
- WHO. (2019). Chemicals Road Map and Workbook. Retrieved November 27, 2019, from WHO website: <https://www.who.int/ipcs/roadmap/en/>
- Wisner, B., & Adams, J. (2002). 12. Chemical Incidents. In Environmental Health in Emergencies and Disasters: a Practical Guide (pp. 175–190). <https://doi.org/10.1136/oem.59.8.568>
- World Health Organization. (1993). Biomarkers and risk assessment: Concepts and principles. In Environmental Health Criteria 155 (pp. 3–82). <https://doi.org/10.1016/j.jqsrt.2012.04.018>

