

**PROTOCOLO DE RUTAS DE TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL DE  
RESIDUOS QUÍMICOS PELIGROSOS, GENERADOS EN LOS  
LABORATORIOS DE LA ESCUELA DE QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD  
INDUSTRIAL DE SANTANDER.**

**ELABORADO POR  
ALBERTO GARCÍA JEREZ  
BIÓLOGO. COD.2067234  
LUDY YANETH MENDOZA  
MICROBIÓLOGA DE ALIMENTOS. COD.2067235**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS  
ESCUELA DE QUIMICA  
ESPECIALIZACIÓN EN QUIMICA AMBIENTAL  
BUCARAMANGA, AGOSTO 2007**

**PROTOCOLO DE RUTAS DE TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL  
DE RESIDUOS QUÍMICOS PELIGROSOS, GENERADOS EN LOS  
LABORATORIOS DE LA ESCUELA DE QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD  
INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**ELABORADO POR  
ALBERTO GARCÍA JEREZ  
BIÓLOGO. COD.2067234  
LUDY YANETH MENDOZA  
MICROBIÓLOGA DE ALIMENTOS. COD.2067235**

**Directora de Proyecto  
ANGELA MARCELA MONTAÑO ANGARITA M.Sc. Ph. D.  
Profesora Escuela de Química**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS  
ESCUELA DE QUIMICA  
ESPECIALIZACIÓN EN QUIMICA AMBIENTAL  
BUCARAMANGA, AGOSTO 2007**

## RESUMEN

### TITULO:

PROTOCOLO DE RUTAS DE TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS QUÍMICOS PELIGROSOS, GENERADOS EN LOS LABORATORIOS DE LA ESCUELA DE QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER \*

### AUTORES:

Alberto García Jerez, Biólogo. Código: 2067234 \*\*

Ludy Yaneth Mendoza, Microbióloga de Alimentos. Código: 2067235\*\*

### PALABRAS CLAVES:

Protocolo, residuos químicos peligrosos, laboratorios, salud, riesgos.

### DESCRIPCIÓN:

La Universidad Industrial de Santander como ente formador y preocupado por la grave situación que acaece por el manejo inadecuado de los residuos químicos peligrosos ha creado líneas de investigación que permiten dilucidar el camino a seguir. Es por eso, que este trabajo es un aporte y se presenta como un protocolo que dará pautas sobre la segregación, transporte y almacenamiento de dichas sustancias aplicando un sistema de gestión ambiental bajo los parámetros internacionales según la norma ISO 14001.

En la actualidad la segregación de los residuos químicos peligrosos se realiza de una forma incorrecta, es decir se presentan fallas desde la elección de los recipientes usados para tal fin. Así mismo, no hay un sistema de rotulado que identifique con certeza que tipos de residuos contiene cada recipiente y algo más peligroso aún, no existe un sitio para el tratamiento y almacenaje de estos residuos.

Sin embargo, y a pesar de todos los inconvenientes en el manejo de estas sustancias, la Universidad Industrial de Santander ha proyectado hacia un futuro inmediato la construcción de un laboratorio de mitigación de impactos químicos ambientales que permita almacenar y tratar estos residuos químicos con procesos pertinentes, minimizando los riesgos para la salud de la comunidad universitaria.

## ABSTRACT

### TITLE:

PROTOCOLE TRANSPORTATION RUTES AND FINAL DISPOSICION OF DANGEROUS CHEMICAL WASTES, GENERATED ON THE LABORATORIES OF CHEMISTRY DEPARTMENT OF UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER \*

### AUTHORS:

Alberto García Jerez, Biologist. Código: 2067234 \*\*  
Ludy Yaneth Mendoza, Microbiologist. Código: 2067235\*\*

### KEYWORDS:

Protocole, dangerous chemical wastes, laboratories, health, riks.

### DESCRIPTION

The “Universidad Industrial de Santander” concerned about the unappropriate dangerous chemical waste handling, has created research groups that will slow adequate processes to manage such wastes. In those terms, this paper is presented as a protocole which will provide guidelines for the segregation transportation and storage of such substances by means of the application of an environmental process system under the international standards according to the norm ISO 14001.

Nowadays, dangerous chemicals wastes segregation is performed inaccurately, that is, flaws in the used containers are presented. Furthermore, there is an absence of labeling which allows the correct identification of the recipient content. Finally, there is not an adequate place for neither treatment nor storage of such residual

Nevertheless, and despite all inconvenient in substance managment, the “Universidad Industrial de Santander” has projected on a short term the construction of a laboratory for the environmental chemical impact decrease, which will permit to storage and treatment of such chemical wastes with accurate processes. Those processes will eventually decrease the health risks of the colleague community and will diminish the impact on the ecosystem.

## AGRADECIMIENTOS

*A la Doctora Ángela Marcela Montaña Angarita por su colaboración y excelente dirección, al ingeniero Jairo Puentes Burgués, quien siempre permaneció pendiente del desarrollo e este trabajo.*

## DEDICATORIA

*A Isabel Cristina Gómez mi esposa, a mis hijas Silvia  
Marcela y Andrea Carolina a mi papá Simón García  
Mendoza y a mis compañeras de equipo Diana Patricia  
Torres y Ludy Yaneth Mendoza.*

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	0
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
2. OBJETIVOS	5
2.1 OBJETIVOS GENERALES	5
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	5
3. ALCANCE	7
4. ANTECEDENTES	8
4.1 INVENTARIO INICIAL SOBRE RESIDUOS QUÍMICOS PELIGROSOS PRODUCIDOS EN LOS DIFERENTES LABORATORIOS DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	8
5. MARCO TEORICO	20
5.1 RESIDUO O DESECHO	22
5.1.1 Residuo o desecho peligroso.	22
5.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SEGÚN SU PELIGROSIDAD. DECRETO 4741 DE 2005	23
5.2.1 Inflamable.	24
5.2.2 Corrosivo.	24
5.2.3 Reactivo.	25
5.2.4 Toxico.	25
5.2.5 Explosivo.	26
5.2.6 Infeccioso.	26
5.2.7 Radiactivo.	27
5.3 MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS	27
5.3.1 Segregación de residuos	27
5.3.2 Vertido controlado por el desagüe	28

5.3.4 Entrega a una empresa especializada en el manejo de residuos.	28
5.4 SEGREGACIÓN EN LA FUENTE Y ENVASADO DE LOS RESIDUOS QUÍMICOS	32
5.4.1 Criterios para segregación en origen	32
5.4.2 Grupos para segregar em el origen	32
5.4.3 Clasificación de residuos químicos peligrosos provenientes de laboratorios industriales y académicos de la Universidad Industrial de Santander	38
5.4.4 Factores a considerar para la eliminación de residuos.	45
5.5 ETIQUETA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN LA UNIVERSIDAD	46
5.6 ENTREGA Y TRANSPORTE DE RESIDUOS	47
5.7 PLANILLA INFORMATIVA SOBRE LOS RESIDUOS PELIGROSOS	47
5.7.1 Procedimientos para eliminación-recuperación de residuos.	49
5.7.2 Procedimientos generales de actuación	51
5.7.3 Recomendaciones generales	56
5.8 MECÁNICA DE FUNCIONAMIENTO PARA LA RECOGIDA SELECTIVA	56
5.8.1 Tipos de envases.	56
5.8.2 Etiquetado e identificación de los envases.	58
5.8.3 Almacenamiento temporal.	59
	60
6. METODOLOGÍA	61
7. DISEÑO DEL PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS QUÍMICOS EN LOS LABORATORIOS DE DOCENCIA DE LA ESCUELA DE QUÍMICA	61
7.1 GESTIÓN DE RESIDUOS QUÍMICOS PELIGROSOS EN LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	61
7.2 INSTRUCCIONES GENERALES PARA LA MANIPULACIÓN DE LOS RESIDUOS.	65
7.3 SEGREGACIÓN DE LOS RESIDUOS QUÍMICOS EN LOS LABORATORIOS DE DOCENCIA DE LA ESCUELA DE QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.	67

7.4 ETIQUETADO Y ROTULACIÓN DE LAS SUSTANCIAS PARA ALMACENAMIENTO SEGÚN LA NTC ISO 14001.	68
7.4.1 Elaboración de rótulos y etiquetas para los envases de los residuos químicos peligrosos de la Universidad Industrial de Santander.	74
7.5 CONTROL DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS.	83
7.6 EMBALAJES Y ENVASES.	83
7.6.1 Requisitos	88
7.7 DOCUMENTACIÓN INTERNA DEL LABORATORIO	94
7.8 PROCEDIMIENTO GENERAL PARA LA RECOGIDA DE LOS RESIDUOS	97
7.9 NORMAS BÁSICAS A SEGUIR POR LOS LABORATORIOS PRODUCTORES	99
7.11 RECICLAJE Y RECUPERACIÓN	102
8. ESTABLECIMIENTO DE LAS RUTAS DE TRANSPORTE DE RESIDUOS QUÍMICOS PELIGROSOS DEL LUGAR DE GENERACIÓN AL LUGAR DE ALMACENAMIENTO	104
8.1 TRANSPORTE INTERNO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS	104
8.1.1 Consideraciones generales	104
8.1.2. Identificación de las rutas de acceso y tránsito.	106
8.1.3 Identificación de los equipos de apoyo para el manejo de residuos peligrosos al interior de la universidad.	113
8.1.4 Señalización en los lugares de almacenamiento temporal de residuos peligrosos al interior de la Universidad Industrial de Santander.	114
8.1.5 Capacitación al personal relacionado con el manejo de químicos residuos peligrosos.	119
8.1.6 Plan de contingencia para el transporte interno de residuos químicos peligrosos en la Universidad Industrial de Santander.	118
8.1.6.1 Identificación de riesgos	119

8.1.6.2 Las principales situaciones de emergencia que puede presentarse	121
8.1.7 Identificación y ubicación del personal que atenderá las emergencias	125
9. PROTOCOLO DE ALMACENAMIENTO EN EL LABORATORIO DE MANEJO DE RESIDUOS	127
9.1 POLÍTICA AMBIENTAL	129
9.2 PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL EN EL ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS	132
9.2.1 Aspectos ambientales relacionados con el manejo de residuos químicos peligrosos	132
9.3 IMPLEMENTACIÓN	133
9.4 OPERACIÓN	134
9.5 EVALUACIÓN Y ACCIÓN CORRECTIVA	136
9.5.1 Indicadores de Desempeño Ambiental Gerencial	136
9.5.2 Indicadores de Desempeño Ambiental Operacional	137
9.6 VISIÓN Y MEJORA	139
9.7 ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS Y RESIDUOS PELIGROSOS	139
9.7.1 Responsabilidad	141
9.7.2 Responsabilidad de los laboratorios generadores de las sustancias o residuos peligrosos	141
9.7.3 Funciones del laboratorio de mitigación e impactos ambientales	142
9.7.4 Administrador o encargado de la bodega de almacenamiento del laboratorio de mitigación e impactos ambientales	144
9.7.5 Responsabilidad de los Operarios del sitio de almacenamiento del laboratoriode mitigación	145
9.8 CONDICIONES DEL SITIO DE ALMACENAMIENTO	146
9.8.1 Ubicación	146
9.8.2 Diseño	147
9.8.3 Muros cortafuego	149

9.8.4 Puertas de seguridad	150
9.8.5 Salidas de emergencia	151
9.8.6 Piso	152
9.8.7 Drenaje	152
9.8.8 Confinamiento	153
9.8.9 Techos	154
9.8.10 Ventilación	155
9.8.11 Equipos eléctricos e iluminación	156
9.8.12 Protección contra relámpagos	158
9.8.13 Señalización	158
9.8.14 Dispositivos de detección de fuego y sistemas de respuesta	164
9.8.15 Detectores de incendio	163
9.8.16 Sistema de rociadores	164
9.8.17 Sistemas de respuesta	164
9.8.18 Condiciones específicas según peligrosidad	164
9.8.19 Otras instalaciones	168
10. PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PLAN DE CONTINGENCIA EN LA BODEGA DE ALMACENAMIENTO DEL LABORATORIO DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	170
10.1 OPERACIÓN DE ALMACENAMIENTO	170
10.1.1 Condiciones de la operación	170
10.1.2 Etiquetado	171
10.1.3 Recepción, despacho y transporte	171
10.1.4 Planificación del almacenamiento	172
10.1.5 Separación de sustancias	175
10.1.6 Transporte interno de sustancias	179
10.1.7 Higiene personal y equipo de seguridad	179
10.1.8 Manejo de visitantes	182
10.1.9 Manejo de residuos	183
10.1.10 Entrenamiento	183

10.1.11 Orden y aseo	184
10.1.12 Permisos de trabajo	185
10.2 MEDIDAS AMBIENTALES PARA EL ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS	185
10.2.1 Manejo de emergencias durante el almacenamiento y transporte de sustancias peligrosas	185
10.3 PLAN DE EMERGENCIAS (PREPARACIÓN Y RESPUESTA)	187
10.3.1 Preparación	187
10.3.2 Respuesta	187
10.3.3 Establecimiento de procedimientos, por escrito, para actuar con seguridad frente a un posible derrame o fuga de una sustancia química peligrosa.	200
10.4 INCENDIOS	202
10.5 SEGURIDAD EN EL LABORATORIO	206
10.6 NORMAS GENÉRICAS DE TRABAJO EN LABORATORIOS	209
10.6.1 Indicaciones sobre hábitos personales a respetar en laboratorios	208
10.6.2 Indicaciones sobre hábitos de trabajo a respetar en laboratorios	208
10.6.3 Indicaciones sobre obligaciones o requisitos para uso de ciertos laboratorios:	210
10.6.4 Indicaciones en caso de accidentes	211
CONCLUSIONES	212
RECOMENDACIONES	214
BIBLIOGRAFIA	216
GLOSARIO	220
ABREVIATURAS	242

## LISTA DE FOTOS

	<b>Pág.</b>
Foto 1. (Autores). Segregación actual de los residuos sólidos	2
Foto 2. (Autores). Disposición inadecuada de los residuos químicos	3
Foto 3 (Autores). Disposición de los residuos en el laboratorio	16
Foto 4 (Autores). Disposición de los residuos en el laboratorio	17
Foto 5. (Autores). Disposición de los reactivos químicos en el laboratorio de la escuela de química.	18
Foto 6 . Almacenamiento correcto de los residuos químicos en los laboratorios generadores.	60
Foto 7. (Autores) Seguridad en el laboratorio durante el proceso de segregación de residuos químicos	67
Foto 8. (Autores) Almacenamiento incorrecto de residuos peligrosos	84
Figura 9. Plano de la Universidad Industrial de Santander, ruta de transporte de residuos químicos de los laboratorios de la Escuela de Química al laboratorio de mitigación de la universidad.	106
Foto 10. (Autores) Transporte interno de residuos peligrosos desde los laboratorios de la Escuela de Química hacia el área de almacenamiento temporal y los Laboratorios de tratamiento de la UIS. Salida de los laboratorios de livianos (en el plano general puntos 1 y 2)	107
Foto 11. (Autores) Transporte interno de residuos peligrosos desde los laboratorios de la Escuela de Química hacia el área de almacenamiento temporal y los Laboratorios de tratamiento de la UIS. Paso por el parqueadero del edificio de postgrado y cruce a la izquierda por el paso peatonal (en el plano general puntos 2 y 3)	107
Foto 12. (Autores) Transporte interno de residuos peligrosos desde los laboratorios de la Escuela de Química hacia el área de almacenamiento	

temporal y los Laboratorios de tratamiento de la UIS. Barrera arquitectónica frente al edificio Jorge Bautista (En el plano general puntos 4 y 5)	108
Foto 13. (Autores) Transporte interno de residuos peligrosos desde los laboratorios de la Escuela de Química hacia el área de almacenamiento temporal y los Laboratorios de tratamiento de la UIS. (En el plano general puntos 6 y 7)	108
Foto14. (Autores) Transporte interno de residuos peligrosos desde los laboratorios de la Escuela de Química hacia el área de almacenamiento temporal y los laboratorios de tratamiento de la UIS. (En el plano general puntos 8 y 9)	109
Foto15. (Autores) Transporte interno de residuos peligrosos desde los laboratorios de la Escuela de Química hacia el área de almacenamiento temporal y los laboratorios de tratamiento de la UIS. (En el plano general puntos 10 y 11)	109
Fotos 16. (Autores) Transporte interno de residuos peligrosos desde los laboratorios de la Escuela de Química hacia el área de almacenamiento temporal y los laboratorios de tratamiento de la UIS. (En el plano general punto 12)	110
Foto 17. : A. Ducha mixta B. Ducha: Lava ojos	113

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Incompatibilidades de almacenamiento de sustancias peligrosas	34
Figura 2. Clasificación de las sustancias químicas según de la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Tomado del tratado de Basilea, guía para la gestión integral de residuos peligrosos	41
Figura 3. Rutas físicas y biológicas de transporte de sustancias peligrosas, sus fuentes, disposición y potencial de exposición humana	49
Figura 4. Diagrama de etiquetado de residuos químicos	76
Figura 5. Diagrama de envasado de residuos químicos	89
Figura 6. Diagrama de recolección de residuos químicos peligrosos	97
Figura 7 . Almacenamiento provisional y laboratorio de tratamiento de los residuos químicos peligrosos de la Universidad Industrial de Santander	106
Figura 8 . Ejemplo de un carro manual para el transporte interno de residuos. En el se pueden apreciar las siguientes características de diseño (A) ruedas con balineras que permiten fácil desplazamiento soportando gran cantidad de peso, (B) Bandejas recubiertas con polímeros que no son degradados por los químicos, (C) Columnas de soporte que le dan gran estabilidad a toda la estructura	111
Figura 9. Instructivo general sobre el manejo de derrames de residuos químicos peligrosos	121
Figura 10. Instructivo general sobre el manejo de incendios por residuos químicos peligrosos.	122
Figura11. Instructivo general sobre mitigación de incendios y derrames de residuos químicos peligrosos.	124
Figura12. Implementación de un ciclo de un Sistema de Gestión Ambiental.	129
Figura 13. Vista de un sitio de almacenamiento	147

Figura 14. Diseño de bodegas de almacenamiento de residuos químicos peligrosos y las normas de seguridad ante una conflagración.	148
Figura 15. Muros cortafuego. Para evitar la propagación del fuego, las paredes cortafuego deben superar la altura de la cubierta en al menos 50cm	149
Figura 16. Puertas de seguridad. Las puertas de seguridad deben diseñarse para confinar el fuego.	150
Figura 17. Salidas de emergencia. Se deben ubicar bolardos y señales de seguridad para indicar la salida de emergencia y evitar obstrucciones	151
Figura 18. Los drenajes deben conectarse a un foso de almacenamiento para posterior disposición del líquido residual.	152
Figura 19. Confinamiento. Se deben construir bordillos o diques alrededor de la bodega y del sitio de almacenamiento	153
Figura 20. Confinamiento. Se deben construir bordillos o diques alrededor de la bodega y del sitio de almacenamiento	153
Figura 21. Comportamiento del fuego en una bodega con techo con claraboyas después de tres minutos y en una bodega con ventilación	154
Figura 22. Comportamiento del fuego en una bodega con techo cerrado después de tres minutos y en una bodega con ventilación.	155
Figura 23. La ventilación incorrecta por conductos ubicados en la parte inferior de las paredes. Ventilación correcta por conductos tanto en las paredes como en el techo.	156
Figura 24. Señalización del laboratorio de mitigación y el almacén	158
Figura 25. Ejemplos de Señalización, de advertencia, prohibición y obligación	160
Figura 26. Ejemplos de Señalización de equipos de lucha contra incendios, información y complementarias	161
Figura 27. Conexión de un determinado detector de incendio el cual puede dar aviso directamente a los bomberos.	163
Figura 28. Planificación del almacenamiento. Los pasillos deben ser suficientemente amplios para el tráfico. El sistema de estantería debe evitar la caída de sustancias y asegurar su estabilidad	173

Figura 29. Apilamiento. El apilamiento nunca debe exceder la altura recomendada	174
Figura 30. Separación de sustancias peligrosas. No se deben mezclar sustancias peligrosas que sean incompatibles	175
Figura 31. Es prohibido por todas las normas comer en los laboratorios donde se trabajen con químicos o material biológico	179
Figura 32. Equipo de protección personal.	180
Figura 33. Matriz de advertencia de los peligros relacionándolos con el uso de elementos de protección personal	181
Figura 34. Estructura organizacional para la prevención y atención de emergencias.	193
Figura 35. Manejo de derrames. Todos los derrames deben ser tratados inmediatamente. A. No se debe usar agua para drenar el material derramado. B, C y D Se debe utilizar materiales absorbentes y recogerlos residuos.	198
Figura 36. Uso de Agua: directamente a la base del fuego.	202
Figura 37. Polvo Químico: A partir de la base del fuego mover hacia arriba del fuego.	203
Figura 38. CO <sub>2</sub> y halones: Descarga lo más cercano al fuego y mover desde arriba hacia abajo	204
Figura 39. Espuma: No dirigir el flujo sobre el líquido en fuego, sino dejar caer suavemente sobre las llamas.	205

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Residuos químicos laboratorio de cromatografía	8
Tabla 2. Residuos laboratorio de rayos x y estructural	10
Tabla 3. Laboratorio de consultas industriales.	10
Tabla 4. Residuos químicos de los laboratorios de docencia	11
Tabla 5. Tipos de residuos químicos, almacenamiento y disposición final	29
Tabla 6. Listado de mezclas incompatibles de residuos peligrosos generados	33
Tabla 7. Reacciones químicas peligrosas que generan gases tóxicos	35
Tabla 8. Segregación en la fuente de los residuos químicos y peligrosidad de mezclar agentes oxidantes y reductores	35
Tabla 9. Clasificación de los residuos químicos peligrosos de los laboratorios clínicos de una sección de salud	36
Tabla 10. Clasificación de los residuos químicos peligrosos provenientes de laboratorios académicos y prestadores de servicios	369
Tabla 11. Concentraciones superiores a los niveles máximos permisibles de contaminantes en el lixiviado (a prueba TCLP)*	43
Tabla 12. Siglas para la disposición de residuos	47
Tabla 13. Recomendaciones para el uso de envases de polietileno para el almacenamiento de residuos.	58
Tabla 14. Clase de sustancias peligrosas y sus etiquetas correspondientes de las naciones unidas.	70
Tabla 15. Categorías y códigos de embalaje UN <sup>1</sup>	86
Tabla 16. Envases y embalajes para el transporte de sustancias químicas peligrosas.	88
Tabla 17. Noventa (90) residuos peligrosos generados en los laboratorios de las universidades.	90

Tabla 18. Clasificación de los residuos generados en los laboratorios de las Universidades	92
Tabla 19. Procedimiento que debe cumplirse en una correcta gestión de la segregación de los residuos químicos peligrosos ubicado en una zona visible de laboratorio.	101
Tabla 20 . Comportamiento de los materiales usados en la ropa de protección. tratamiento de la UIS. Barrera arquitectónica frente al edificio Jorge Bautista (En el plano general puntos 4 y 5)	105 108
Tabla 21. Tipos de extintores según clases de fuego.	112
Tabla 22. Rotulación de residuos peligrosos al interior del área de almacenamiento.	115
Tabla 23. Colores de seguridad, significado y otras indicaciones sobre su uso.	159
Tabla 24. Contrastes de color para la señalización	162
Tabla 25. Segregación de residuos químicos peligrosos.	176
Tabla 26. Principales fuentes de información antes y durante una emergencia que involucra sustancias químicas peligrosas	187
Tabla 27. Matriz de evaluación de riesgo	191
Tabla 28. Resumen de los agentes extintores que se deben y no se deben usar según la clase que se presente.	205
Tabla 29. Situación, control y mantenimiento de los elementos de protección.	207

## INTRODUCCION

La Universidad Industrial de Santander, además de ser una institución dedicada a la educación superior, es por excelencia un centro de investigación que plantea múltiples propuestas provenientes de la interacción interdisciplinaria de la academia y que buscan dar solución a problemáticas que aquejan a la región y a la propia Universidad. Una inquietud creciente ha surgido con el manejo inadecuado de los residuos químicos peligrosos generados en los laboratorios de la Escuela de Química y de los demás laboratorios que prestan servicios externos a la universidad. Es una grave situación que puede afectar a la comunidad universitaria y generar a su vez un impacto ambiental, si los residuos químicos no tienen un buen manejo en cuanto a su disposición final se refiere.

El presente proyecto, pretende realizar un protocolo para el manejo adecuado de los residuos químicos peligrosos, desde la práctica diaria, pero enfocado con un método que permita aplicar las normativas vigentes, documentando los procedimientos y observaciones, de manera tal que puedan surgir propuestas o recomendaciones que permitan incorporarlas a la práctica cotidiana, y así reducir los efectos secundarios sobre la salud de la propia comunidad universitaria y sobre el medio ambiente.

En general, los alumnos y docentes que realizan prácticas de laboratorio no asumen que las medidas de seguridad o el trabajo de laboratorio no terminan al finalizar el experimento. La eliminación inadecuada de los reactivos y productos utilizados o la ausencia de identificación de los mismos son causas frecuentes de contaminación ambiental y de accidentes. Es por eso imprescindible formular un protocolo de segregación que reúna la información actualizada sobre los aspectos legales y la reglamentación del manejo, almacenamiento y eliminación de los

productos químicos utilizados en los laboratorios, y que contenga además, procedimientos sencillos para la gestión de los mismos.

Para el manejo de los residuos químicos peligrosos generados en los laboratorios de docencia e investigación de la escuela de química, se incluye la segregación, reducción, tratamiento y actividades de disposición final que resulten en la reducción del volumen total o la reducción de la toxicidad de los residuos químicos peligrosos o ambos. La reducción en la fuente, el reciclaje, y el tratamiento en el laboratorio son tres tipos de actividades que reducen el volumen o la toxicidad de cualquier residuo químico peligroso.

Es responsabilidad de la universidad cumplir con la legislación vigente en materia de residuos químicos peligrosos. Para ello, es conveniente elaborar disposiciones o reglamentos internos, que indiquen el protocolo a seguir para el manejo de los residuos generados en los laboratorios. Los procedimientos adoptados en un futuro servirán como material de apoyo en la creación de un sistema de gestión integral de residuos químicos generados dentro de la institución. Los grandes cambios se logran al crear conciencia en los alumnos, operarios técnicos de laboratorio y profesores sobre el destino que debería darse a los residuos químicos peligrosos.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Universidad Industrial de Santander como pionera de la investigación en el Oriente Colombiano y teniendo en cuenta los requerimientos de la industria ha creado numerosos programas académicos, tanto en pregrado como en postgrado para formar profesionales altamente calificados en las áreas de química, ingeniería química, ingeniería de petróleos, biología y programas en ciencias de la salud. Todos estos programas integran en su plan de estudios prácticas de laboratorio que generan la acumulación de residuos químicos peligrosos.

En alguna época, el manejo de los residuos químicos se limitaba al vertimiento de estos al sistema de alcantarillado común de la ciudad, contaminando las fuentes hídricas por numerosas sustancias como metales pesados, fenoles, bencenos entre otros, los cuales como es bien conocido producen en las diversas formas de vida: acumulación, mutación, efectos teratógenos y cancerígenos.

Dentro de la evaluación de la problemática ambiental y con la aparición de la normatividad sobre el manejo de sustancias químicas, se cambió la mentalidad universitaria y se tomó conciencia ambiental para implementar tecnologías adecuadas que permitan mitigar los problemas generados por todos los procesos y operaciones en los laboratorios en los diversos ecosistemas acuáticos y por ende en la salud humana.

En la actualidad, algunas prácticas docentes de laboratorio realizadas en la Escuela de Química, tienen un protocolo inicial que consiste en la aplicación de normas de seguridad en el laboratorio. Dentro de estas normas está contemplada la segregación de las sustancias químicas peligrosas en recipientes aptos y con la

respectiva rotulación, los datos consignados incluyen el nombre de la sustancia química generada como residuo, en algunos casos el nombre del profesor, título de la práctica y fecha. El recipiente de segregación, que por lo general es de vidrio color ámbar, está ubicado dentro de una cubeta plástica o bodega que sirve de protección al recipiente inicial y a su vez facilita la recolección de los líquidos peligrosos, si por accidente hay derrames (Ver foto 1). El recipiente con el residuo de la práctica es llenado, dejando una cámara de aire para evitar que los vapores producidos por los cambios de temperatura escapen al ceder las tapas sellantes.



**Foto 1.** (Autores). Segregación actual de los residuos sólidos

El depósito final de los recipientes con residuos químicos peligrosos no tiene ningún protocolo específico. Se han acumulado primero en un laboratorio uno al lado del otro sin tenerse en cuenta la reactividad que puede producirse entre ellos causada por: un accidente, alteraciones de los recipientes, algún fenómeno natural o mala intención humana que genere inflamabilidad o conflagración. La problemática más grave con los residuos químicos la vive la comunidad

Universitaria en la actualidad. El laboratorio de ingeniería química fue clausurado como depósito lo cual ha obligado a la acumulación de numerosos recipientes por los pasillos, bardas y rincones de las salidas de emergencia de los laboratorios de la Escuela de Química. (Ver foto 2)



**Foto 2. (Autores). Disposición inadecuada de los residuos químicos**

Las sustancias químicas peligrosas en altas cantidades, exponen a la comunidad Universitaria y en especial a la población estudiantil, a posibles contaminaciones que generan detrimentos en su salud.

La acumulación de residuos en los laboratorios, además de ser peligrosa, hace que se sub-utilicen los espacios para realización de prácticas. De otra parte, la acumulación de residuos en la Escuela de Química de la Universidad Industrial de Santander y la carencia de procedimientos claros e inmediatos, para su adecuada gestión, afecta negativamente el importante proceso de acreditación que en la actualidad se adelanta.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVOS GENERALES**

Diseñar un protocolo que establezca rutas a seguir por los residuos químicos generados desde los diferentes laboratorios de la Escuela de Química de la Universidad Industrial de Santander, hasta el Laboratorio de Mitigación de impactos químicos y ambientales

Diseñar un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) para el Laboratorio de Mitigación de impactos químicos y ambientales bajo los parámetros internacionales según la Norma ISO14001

### **2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Diseñar un protocolo de segregación de residuos químicos generados por los laboratorios de la Escuela de Química de acuerdo a la normatividad nacional.
- Plantear procedimientos para la adecuada disposición de los residuos químicos según las normas de seguridad, teniendo en cuenta los recipientes en cada una de las áreas, el sitio y muebles especiales de almacenamiento.
- Establecer la ruta y condiciones de transporte desde la Escuela de Química hasta el almacenamiento de los residuos, bajo normas de seguridad según el decreto 1609-2002
- Establecer criterios ambientales para dotación de las bodegas de almacenamiento antes y después del tratamiento de los residuos químicos, todo

esto enmarcado en la normatividad existente de seguridad y mitigación de impacto ambiental.

### **3. ALCANCE**

Como complemento a la solución de la grave problemática de los residuos químicos en la actualidad, la Escuela de Química de la Universidad Industrial de Santander, una vez establecida una política de manejo de residuos, en un futuro cercano, podría constituirse en un ente asesor en programas de manejo ambiental y en tecnologías de minimización y recuperación de residuos, que permita el manejo práctico, asesoría y transferencia de tecnología en Colombia y posiblemente a nivel internacional.

Este trabajo pretende ser una valiosa herramienta para estudiantes de diversas disciplinas, quienes podrán incluir en su proceso de formación profesional una profundización en aspectos de esta cadena de minimización-recuperación de residuos en los programas académicos de la universidad. Todo este engranaje del sistema de gestión ambiental permitirá fortalecer los vínculos entre la UIS, el sector inter-universitario nacional e internacional y la sociedad en general.

Como medio de divulgación se utilizará la publicación en el periódico institucional Cátedra libre de la Universidad Industrial de Santander, que circula como separata en un periódico local. En este medio se informará a la comunidad universitaria sobre la existencia del protocolo en el manejo de sustancias químicas peligrosas, que deberán poner en ejecución todos los laboratorios que generen residuos tóxicos en la UIS.

Así mismo, se presentarán charlas o conferencias a los estudiantes, docentes y personal de laboratorio, para dar a conocer la documentación sobre el plan de manejo de residuos químicos generados por la Escuela de Química de la Universidad Industrial de Santander


## 4. ANTECEDENTES

La realización de actividades docentes y de investigación conllevan la generación de importantes volúmenes de residuos, los cuales deben ser sometidos a un sistema de minimización de impacto ambiental bajo la normatividad vigente, teniendo en cuenta dos características principales: los volúmenes producidos deben ser los mínimos posibles y, adicionalmente, en su manejo, los procesos de reciclaje son indispensables. En las tablas 1,2,3 y 4 se relacionan los volúmenes de los residuos generados en la Universidad Industrial de Santander.


### 4.1 INVENTARIO INICIAL DE RESIDUOS QUÍMICOS PELIGROSOS PRODUCIDOS EN LOS DIFERENTES LABORATORIOS DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

Inventario único realizado entre los meses de febrero y marzo de 2006.

**Tabla 1.** Residuos químicos laboratorio de cromatografía


INVENTARIO DE RESIDUOS QUÍMICOS GENERADOS			
POR LA ESCUELA DE QUÍMICA			
			 UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER CONSTRUIMOS FUTURO
No CAS DE LOS REACTIVOS	REACTIVO	VOLUMEN	TIPO DE RECIPIENTE EN QUE SE ENCUENTRA ALMACENADO
Nº CAS 75-09-2	Diclorometano residuo de purga	17 litros	Recipiente metálico
Nº CAS: 1336-36-3 Policlorobifenilos CAS: 11097-69-1	Bifenilos policlorados ( PCB's ) + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	24,5 litros	Envase de vidrio ambar
Nº CAS: 1336-36-3 Policlorobifenilos	PCB's en Hexano	20 litros	Envase de vidrio ámbar
Nº CAS 110-54-3	Hexano residuo de purga	6 litros	Envase de vidrio
Nº CAS 67-56-1	Metanol residuo de purga	12 litros	Envase de vidrio
	BF <sub>3</sub> / MeOH	1,5 litros	Envase de vidrio ambar
	Purga de Pesticidas	1,5 litros	Envase de vidrio ambar

	organofosforados		
	Purga de Pesticidas organoclorados	1,5 litros	Envase de vidrio ambar
	Purga de Pesticidas carbamatos	1,5 litros	Envase de vidrio ambar
	Residuos de pulpas	12 litros	Envase de vidrio
	Residuos inorgánicos	8,5 litros	Envase de vidrio
	Residuos de purga de éter de petróleo	1,5 litros	Envase de vidrio
	Residuos orgánicos no Halogenados	17 litros	Envase de vidrio ambar

<b>INVENTARIO DE RESIDUOS QUÍMICOS GENERADOS POR LA ESCUELA DE QUÍMICA</b>			
			
Nº CAS DEL REACTIVO	REACTIVO	VOLUMEN	TIPO DE RECIPIENTE EN QUE SE ENCUENTRA ALMACENADO
	Residuos orgánicos halogenados	9 litros	Envase de vidrio
	hidrocarburos	1,5 litros	Envase de vidrio
Nº CAS 21725-46-2	Triazinas	5 litros	Envase de vidrio
Nº CAS 108-88-3	Tolueno residuos de purga	8 litros	Envase de vidrio ambar
Nº CAS 108-88-3 Nº CAS 67-56-1	Tolueno + metanol residuos de purga	1,5 litros	Envase de vidrio ambar
	Agua contaminada con pesticidas	5 litros	Garrafa
	Residuos de sln. de Mercurio	10 litros	
	Esencias de perfumes	1,5 litros	Envase de vidrio
	Aceite mineral	5 litros	Garrafa
	Fames´s	1,5 litros	
	Material de laboratorio partido	10 kg	Cajas de cartón


**Fuente:** Proyecto de Mitigación de Laboratorio de Química Ambiental. Ángela Marcela Montaña Angarita. Docente UIS.

**Tabla 2.** Residuos laboratorio de rayos x y estructural

<b>INVENTARIO DE RESIDUOS QUÍMICOS GENERADOS POR LA ESCUELA DE QUÍMICA</b>			
			 UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER CONSTRUIMOS FUTURO
Nº CAS DEL REACTIVO	REACTIVO	VOLUMEN	TIPO DE RECIPIENTE EN QUE SE ENCUENTRA ALMACENADO
	Fijador para revelado de película con trazos de plata	5,0 litros	
	Emulsión de crudos	20 litros	
Nº CAS 7664-39-3	Acido fluorhídrico	400 ml	


**Fuente:** Proyecto de Mitigación de Laboratorio de Química Ambiental. Angela Marcela Montaña Angarita. Docente UIS.

**Tabla 3.** Laboratorio de consultas industriales

<b>INVENTARIO DE RESIDUOS QUÍMICOS GENERADOS POR LA ESCUELA DE QUÍMICA</b>			
			 UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER CONSTRUIMOS FUTURO
Nº CAS DEL REACTIVO	REACTIVO	VOLUMEN	TIPO DE RECIPIENTE EN QUE SE ENCUENTRA ALMACENADO
	Residuos de DQO con trazas de plomo, plata y ácido sulfúrico	4 litros	Frasco de vidrio
Nº CAS 67-66-3	Residuos de cloroformo	0,5 litros	Frasco de vidrio
	<b>LABORATORIO DE BIOQUIMICA</b>		
Nº CAS 7647-01-0	Mezcla de ácido clorhídrico + Acido polifosfórico	1 litro	Frasco de vidrio

**Fuente:** Proyecto de Mitigación de Laboratorio de Química Ambiental. Ángela Marcela Montaña Angarita. Docente UIS.

**Tabla 4.** Residuos químicos de los laboratorios de docencia

<b>INVENTARIO DE RESIDUOS QUÍMICOS GENERADOS POR LA ESCUELA DE QUÍMICA</b>			
			 UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER CONSTRUIAMOS FUTURO
<b>Nº CAS DEL REACTIVO</b>	<b>REACTIVO</b>	<b>VOLUMEN</b>	<b>TIPO DE RECIPIENTE EN QUE SE ENCUENTRA ALMACENADO</b>
<b>Química III</b>			
Nº CAS 7664-93-9	Acido sulfúrico, Acido bromhídrico y Bromuro de etilo	4 litros	1 Frasco ámbar
<b>Laboratorio de Química II y Cualitativo (Lb. 213)</b>			
	Permanganato de Potasio	2,5 litros	Frasco de vidrio
	Naftaleno y residuos de azufre	2,5 litros	Frasco de vidrio
	Sales de cobre, hidróxido de sodio, ácido sulfúrico, trazas de sales de plomo, plata y mercurio	5 litros	Frasco de vidrio
<b>Laboratorio de Análisis Químico, Cuantitativo, Técnicas de Análisis (Lb. 215-216)</b>			
	Residuos de mercurio al 5%	7,5 litros	Frasco de vidrio
	Acidos acético, clorhídrico y sulfúrico diluídos y neutralizados con hidróxido de sodio	7,5 litros	Frasco de vidrio
<b>Laboratorio de Química Orgánica I y III (Lb. 217-218)</b>			
	Acetato de plomo, yoduro de sodio, bromuro de potasio, ácido oxálico, urea, butanol, tetracloruro de carbono, sulfato de cobre	12,5 litros	Frasco de vidrio
	Etanol, dioxano, metanol, bencina de petróleo, acetaldehído, eter etílico, cloroforno y $\beta$ -naftol	15 litros	Frasco de vidrio
<b>Laboratorio Orgánica II (Lb. 218)</b>			
	Acido clorhídrico, acido nítrico, timol, ácido sulfúrico, ácido acético, trazas de bromo	1,5 litros	Frasco de vidrio
	Fluoruro de potasio, acetanilida, $\alpha$ -naftol, ácido benzóico, úrea, sulfato de cobre, ácido oxálico, dicromato de potasio	2,5 litros	Frasco de vidrio
<b>Laboratorio de Bioquímica e Inorgánica (Lb. 221)</b>			
	Aceite mineral con metanol	7,5 litros	Garrafa de vidrio
	Acidos, bases y sales de cloruro de níquel, cloruro de cobalto, cloruro de magnesio, cloruro de zinc, cloruro de amonio, etilendiamina, sulfato de níquel, nitrato de hierro, cloruro de cromo, nitrato de sodio y aluminio.	7,5 litros	Frasco de vidrio

<b>Laboratorio de Instrumental (Lb. 318)</b>			
	Dicromato de potasio diluido	2,5 litros	Frasco de vidrio
	Permanganato de Potasio diluido	5,0 litros	Frasco de vidrio
	Tiocianato de potasio al 40%	5,0 litros	Frasco de vidrio
	Nitrato férrico al 60% con trazas de colorantes con 1-10-fenantrolina, rojo de metilo, metil naranja, acido clorhídrico [0,05N], hidróxido de sodio [0,05 N]	2,5 litros	Frasco de vidrio
<b>Laboratorio de Fundamentos de Química Orgánica, Química 1 y Biociencias (Lb. 002-003)</b>			
	Etanol, ciclohexano, ciclohexeno	2,5 litros	Frasco de vidrio
	Permanganato de potasio diluido	2,5 litros	Frasco de vidrio
	Sulfato de cobre	2,5 litros	Frasco de vidrio
<b>Laboratorio de cromatografía</b>			

REACTIVO	VOLUMEN	TIPO DE RECIPIENTE EN QUE SE ENCUENTRA ALMACENADO
Florisil	2 kg	Garrafa de vidrio
Gasolina	4 litros	Envase de vidrio ambar
Base inorgánica (KOH)	5 litros	Envase de vidrio ambar
PCB's + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + Hexano	4 litros	Envase de vidrio ambar
PCB's + Aceite diel + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + Hexano	7 litros	Envase de vidrio
Hidrocarburos BTEX's	4 litros	Envase de vidrio ambar
Aceite siliconado	1 litro	Envase de vidrio ambar
BF3 / MeOH + n-hexano	9 litros	Envase de vidrio ambar
Purga de Pesticidas no halogenados/triazinas	9 litros	Envase de vidrio ambar
Residuos pulpas de frutas	4 litros	Envase de vidrio ámbar
Antioxidantes DPPH	8 litros	Envase de vidrio ámbar
Etanol + antioxidantes	13 litros	Envase de vidrio ámbar
Residuos inorgánicos	8 litros	Envase de vidrio
Residuos de purga Eter de petróleo	6 litros	Envase de vidrio
Residuos orgánicos no halogenados	9,5 litros	Envase de vidrio ámbar
Diclorometano	7 litros	Envase de vidrio
Metanol residuos de purga	5 litros	Envase de vidrio
Acetonitrilo	20,5 litros	Envase de vidrio ámbar
Etanol residuos de purga	2,5 litros	Envase de vidrio ámbar
Hexano residuos de purga	9 litros	Envase de vidrio ámbar
Residuos SnCl <sub>2</sub>	5 litros	Envase de vidrio ámbar
Residuos de sln. de Mercurio	1 litro	
Esencias de perfumes	2,5 litros	Envase de vidrio
Material de laboratorio partido	60 kg	3 Cajas de cartón

<b>LABORATORIO DE ORGANICA</b>			
Nº CAS DEL	REACTIVO	VOLUME	TIPO DE RECIPIENTE EN QUE SE

REACTIVO		N	ENCUENTRA ALMACENADO
	Aceite mineral	12 litros	3 Frascos ámbar, c/u de 4 litros
	Hexano, acetona, Acetato de etilo, Diclorometano (máx. 5%), Cloroformo	24 litros	6 Frascos ámbar, c/u de 4 litros
	Aceite mineral	12 litros	3 Frascos ámbar, c/u de 4 litros
	Hexano, acetona, Acetato de etilo, Diclorometano (máx. 5%), Cloroformo	24 litros	6 Frascos ámbar, c/u de 4 litros
	Eter de petróleo, acetato de etilo	30 litros	2 Garrafas plásticas, c/u de 15 litros
	Eter, Acetona, Acetato de etilo, Diclorometano (máx. 5%)	15 litros	1 Garrafa plástica
	Residuos orgánicos con disolventes	15 litros	2 Garrafa plástica
<b>LABORATORIO DE DOCENCIA- QUÍMICA III</b>			
	Acido sulfúrico, Acido bromhídrico y Bromuro de etilo	4 litros	1 Frasco ámbar
<b>Laboratorio de Fundamentos de Química Orgánica, Química 1 y Biociencias (Lb. 002-003)</b>			
	Solventes orgánicos	2,5 litros	Frasco de vidrio
	Sulfato de cobre	2,5 litros	Frasco de vidrio
<b>Laboratorio de Química II y Cualitativo (Lb. 213)</b>			
	Solventes orgánicos	4 litros	Frasco de vidrio
	Acido sulfúrico diluído	2 litros	Frasco de vidrio
<b>Laboratorio de Química Orgánica I, II y III (Lb. 217 - 218)</b>			
	Residuos orgánicos	16 litros	4 Frascos de vidrio
	Acido benzoico + disulfuro de potasio	4 litros	Frasco de vidrio
<b>LABORATORIO DE INSTRUMENTAL Y FISICOQUÍMICA</b>			
<b>Laboratorio de Instrumental (Lb. 318)</b>			
	Corrosivos e inorgánicos	4 litros	Frasco de vidrio
	Corrosivos	14 litros	Frasco de vidrio
	Tóxicos y flamables	43 litros	Frasco de vidrio
<b>Laboratorio de Fisicoquímica (Lb. 214)</b>			
	Solventes orgánicos	5 litros	Frasco de vidrio
	Corrosivos	8 litros	Frasco de vidrio
	Tóxicos	9 litros	Frasco de vidrio
	Reactivos / Tóxicos	4 litros	Frasco de vidrio

**Fuente:** Proyecto de mitigación de laboratorio de química ambiental. Ángela Marcela Montaña Angarita. Docente UIS

Históricamente en la realización de prácticas de laboratorio en la Universidad Industrial de Santander, se ha carecido de un sistema de minimización de impacto ambiental. Por ello, para las prácticas docentes, por ejemplo, se han manejado reactivos en considerables cantidades.

Adicionalmente los residuos producidos, han sido almacenados sin ningún tipo de especificación y, lo que es más grave aún, se han acumulado en los espacios de trabajo y en las áreas comunes de la Universidad. Los residuos generados, han sido considerados como “desechos” sin dar lugar a un tratamiento que les permita recobrar su utilidad total o parcial. La mayoría de los residuos generados por laboratorios de investigación son recuperables, lo que aminoraría costos en la adquisición de nuevos reactivos. Para darle un mejor manejo a los residuos químicos peligrosos generados por la Escuela de Química se hace necesario el tratamiento en un laboratorio de mitigación especialmente diseñado para tal fin.

En los laboratorios de la Escuela de Química de la Universidad Industrial de Santander se realizan prácticas o actividades de investigación, donde se manejan una cantidad de productos y se efectúan diversas prácticas que conllevan a la generación de residuos, que en la mayoría de los casos son peligrosos para la salud y el medio ambiente, por lo cual se necesita la creación de un SGA.

El Sistema de Gestión Ambiental (SGA) es un conjunto de herramientas de carácter administrativo, que permiten coordinar y controlar los procesos, actividades o servicios a fin de minimizar el impacto adverso al ambiente. Se desarrolla a través de la participación de las personas directamente involucradas, y con una estructura organizacional que otorga los elementos y el apoyo necesario<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> GUÍAS PARA MANEJO SEGURO Y GESTIÓN AMBIENTAL DE 25 SUSTANCIAS QUÍMICAS. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

Las adecuadas condiciones de trabajo en el laboratorio incluyen el control, tratamiento y eliminación de los residuos peligrosos generados en el mismo, por lo que su gestión es un aspecto imprescindible en la organización de todo laboratorio. La gestión de residuos en los laboratorios debe considerar: la minimización, eliminación, el almacenamiento y tratamiento de los residuos químicos peligrosos.

Un estudio del manejo adecuado de los residuos químicos desde la práctica diaria, debe ser enfocado con un método que permita aplicar las normativas vigentes<sup>2</sup>, documentando los procedimientos y observaciones, de manera tal que puedan surgir propuestas o recomendaciones para incorporarlas a la práctica cotidiana, y así reducir los efectos secundarios sobre la salud y el medio ambiente<sup>3</sup>.

En general, los alumnos y docentes que realizan prácticas de laboratorio no asumen que las medidas de seguridad no terminan al finalizar el experimento o trabajo práctico. La eliminación inadecuada de los reactivos y productos utilizados o la ausencia de identificación de los mismos son causas frecuentes de contaminación ambiental y de accidentes. Es por eso, antes que nada, es preciso formular un protocolo que reúna la información actualizada sobre los aspectos legales y la reglamentación del manejo, almacenamiento y eliminación de los productos químicos utilizados en los laboratorios, y que contenga además, procedimientos sencillos para la gestión de los mismos.

---

<sup>2</sup> DECRETO No. 1609 DE 31 jul 2002, Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera

<sup>3</sup> Decreto 1443 de 2004 prevención y control de la contaminación ambiental por el manejo de plaguicidas y desechos o residuos peligrosos.  
DECRETO NUMERO 4741 DE 30 DIC 2005, 'Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral'

Es responsabilidad de la universidad cumplir con la legislación vigente en materia de residuos. Para ello, es conveniente elaborar disposiciones o reglamentos internos, que indiquen el protocolo a seguir para el manejo de los residuos generados en los laboratorios, y por esto los procedimientos pretenden servir como material de apoyo en la creación de un sistema de gestión de residuos químicos generados dentro de nuestra institución.

Actualmente en los laboratorios de la Escuela de Química se realiza la segregación de los residuos químicos, en envase de vidrio de color ámbar, el cual está contenido dentro de una cubeta plástica para evitar derrames (Ver foto 3). El envase es rotulado especificando el tipo de residuo químico, la practica, la fecha y en algunos casos el nombre del profesor.

Los residuos químicos que se están generando en los laboratorios no tienen un proceso de clasificación, almacenamiento y disposición adecuada (Ver foto 2). Centenares de recipientes invaden los pasillos de las salidas de emergencia, bardas y un laboratorio, que en el momento no se encuentra en funcionamiento como se observa en la foto 3.



**Foto 3.** (Autores). Disposición de los residuos en el laboratorio

Es preocupante la forma inadecuada de almacenamiento de residuos de distinta naturaleza sin considerar su peligrosidad por incompatibilidad química al ubicarse muy juntos sin tener en cuenta las condiciones de temperatura, desastres naturales o actividad humana que puedan ocasionar accidentes.



**Foto 4.** (Autores) Disposición de los residuos en el laboratorio

Otro punto a considerar son los grandes volúmenes de sustancias químicas provenientes de los derivados del petróleo y algunos de la industria panelera los cuales llegan a la universidad para análisis preliminares, usando cantidades limitadas de ellos en las prácticas y constituyéndose el resto de la muestra en un problema para su disposición final.

Para lograr una segregación exitosa de los residuos químicos peligrosos se debe partir de una correcta clasificación de los reactivos en los laboratorios para que tanto estudiantes, como profesores y operarios técnicos tengan la suficiente información del producto, ubicación y posibles peligros que pueda ocasionar a la

salud y al medio ambiente (Ver foto 5). Todo esto basado en los procesos de acreditación en normas internacionales como la ISO 9001, ISO 14001 o ISO 18001, las cuales certifican los procedimientos de calidad, medio ambiente y seguridad industrial respectivamente. Estas normas son estrictas en la separación, disposición y marcación de todos los reactivos químicos en el laboratorio y sus buenas prácticas.



**Foto 5.** (Autores). Disposición de los reactivos químicos en el laboratorio de la escuela de química.

El conocimiento de las propiedades de los productos químicos que se manipulan en las prácticas de laboratorio de química, de sus efectos contaminantes y de los posibles tratamientos a aplicar, permitirá trabajar en el laboratorio con condiciones seguras para la salud y para el medio ambiente. Para esto se establecen las medidas con el fin de lograr selectividad tanto en los reactivos como en los residuos químicos. Además del etiquetado de fábrica de los reactivos químicos, es imprescindible para tener una información más completa, una serie de rótulos que especifiquen las propiedades de los productos químicos que se manipulan en las prácticas de laboratorio de química, de sus efectos contaminantes y de los

posibles tratamientos a aplicar. Existen diversos criterios para clasificar las sustancias químicas, según normas internacionales de las Naciones Unidas, las cuales se explicarán en detalle en el capítulo 1.

## 5. MARCO TEORICO

La Universidad Industrial de Santander esta cada vez más interesada en alcanzar y demostrar un sólido compromiso ambiental mediante el control de los impactos de sus actividades, productos y servicios sobre el medio ambiente, acorde a sus políticas y objetivos ambientales. La mejora continua de procesos recurrentes de optimización del sistema de gestión ambiental, para lograr adelantos en el desempeño ambiental global de forma coherente con la política ambiental y los procesos de acreditación a que estos conlleven, es hoy preocupación central de la UIS. Lo anterior enmarcado dentro de los principios del desarrollo sostenible y el mejoramiento de la calidad de vida de los miembros de la comunidad en general en el contexto de una legislación nacional e internacional cada vez más exigente.

La ISO (La organización internacional de normatización) cuyo trabajo es la preparación de normas internacionales a través de comités ISO y que para el caso específico del impacto ambiental ha establecido la ISO 14001 preparada por el comité técnico ISO/TC207 y subcomité técnico SC1, proporciona los elementos de un Sistema de Gestión Ambiental eficaz<sup>4</sup>, para ayudar a lograr metas ambientales y económicas basados en la metodología de: PLANIFICAR, HACER, VERIFICAR, ACTUAR (PHVA). Los requerimientos de Gestión que garantizan el adecuado funcionamiento de un SGA actualmente están estructurados dentro de los siguientes elementos centrales: Política ambiental, planificación, operación, evaluación y acción correctiva, revisión y mejora, haciendo énfasis en su interacción con las actividades de almacenamiento, transporte de sustancias químicas y residuos peligrosos.

Teniendo una organización basada en un Sistema de Gestión Ambiental y la normatividad colombiana sobre el medio ambiente, se establece la metodología para el manejo de residuos químicos peligrosos. Así mismo, se considera residuo

---

<sup>4</sup> NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC-ISO 14001

o desecho peligroso los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con aquellos<sup>5</sup>.

La prevención y el control de los impactos causados por sustancias químicas peligrosas son elementos claves en un Sistema de Gestión Ambiental. Actualmente la tendencia internacional se enfoca a la sustitución de estas sustancias por otras menos peligrosas para la salud y el ambiente. En los casos en que la sustitución no sea una opción, la prevención y el control de los impactos al ambiente implican identificar opciones de minimización del uso de las sustancias peligrosas, de valoración de los residuos peligrosos generados y como última opción, de tratamiento y disposición responsable. Las prácticas de gestión específicas escogidas deben ser apropiadas a las características de la sustancia química o residuo; a las características del sitio y de los procesos, y a la disponibilidad de instalaciones de reutilización, recuperación, tratamiento o disposición<sup>6</sup>.

En el caso particular de los residuos peligrosos, su tiempo de almacenamiento debería corresponder al mínimo posible, solo como un paso previo a su tratamiento y disposición final responsable. Para lograr una gestión eficaz, es conveniente que cada actor asociado con la operación del almacenamiento, tenga claridad sobre su responsabilidad y la de los demás; ésta se debería definir, documentar y comunicar.

---

<sup>5</sup> DECRETO NUMERO 4741 DE 2005, 30 DIC 2005, 'Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral'

<sup>6</sup> GUIA DE SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS DE MINISTERIO DE VIVIENDA Y MEDIO AMBIENTE. CAPITULO 2- 2002

## 5.1 RESIDUO O DESECHO

Un material residual es un subproducto sobrante de una operación o actividad, tanto en los procesos intermedios como por el uso o consumo final. Así pues, se entiende que **residuo** es todo material inútil o no deseado, originado por la actividad humana, en cualquier estado físico (sólido, líquido, gaseoso, y sus respectivas mezclas) y que puede ser liberado en cualquier medio receptor (atmósfera, agua, suelo). Por tanto, los residuos pueden ser sólidos, efluentes líquidos y emisiones gaseosas<sup>7</sup>.

Legalmente, el residuo se define como cualquier objeto, material, sustancia, elemento o producto que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, cuyo generador descarta, rechaza o entrega porque sus propiedades no permiten usarlo nuevamente en la actividad que lo generó ó porque la legislación o la normatividad vigente así lo estipula.

### 5.1.1 Residuo o desecho peligroso.

Es aquel residuo o desecho que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas puede causar riesgo o daño para la salud humana y el ambiente. Así mismo, se considera residuo o desecho peligroso los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos.

En todo caso, un material o producto desechado debe ser tratado como un residuo peligroso siempre que presente alguna de las características explicadas en el siguiente apartado.

---

<sup>7</sup> Guía de control y gestión de residuos peligrosos, Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS), Madrid

## **5.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SEGÚN SU PELIGROSIDAD. (DECRETO 4741 DE 2005).**

Para adecuar los sistemas de segregación, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final, es necesario conocer las características de los residuos sólidos.

**Características Físicas:** Se utilizan cuatro parámetros:

- 1. Composición Gravimétrica:** es el peso porcentual de cada componente en relación con el peso total de los residuos manejados. Se expresa en porcentaje (%).
- 2. Peso específico:** es la relación del peso de residuos en función del volumen que ocupan. Se expresa en  $\text{kg/m}^3$ , su determinación es fundamental para el dimensionamiento de equipos e instalaciones.
- 3. Compresibilidad:** también se conoce como grado de compactación; indica la reducción en volumen que puede sufrir una determinada masa de residuos cuando es sometida a una presión determinada y se expresa en porcentaje (%).
- 4. Producción per cápita:** Relaciona la cantidad de residuos generados diariamente por un habitante de una región determinada. Se expresa en  $\text{kg/hab-día}$ .

**Características Químicas:** Se define mediante tres parámetros:

- 1. Poder Calorífico:** indica la capacidad potencial de calor que puede desprender un material cuando es quemado. Este parámetro es básico para definir un posible método de eliminación, como por ejemplo un tratamiento de incineración, y para establecer un balance energético en un proceso de pirolisis. (Kcal/Kg)
- 2. Potencial de Hidrógeno (pH):** indica el grado de acidez o alcalinidad de los

residuos.

**3. Composición química:** se refiere a los porcentajes de cenizas, materia orgánica, carbono, nitrógeno, humedad, potasio, relación carbono/nitrógeno (C/N), calcio, fósforo, entre otros, los cuales son fundamentales para definir los tipos de tratamientos aplicables a los residuos.

**Características Biológicas:** Es importante conocer la población microbiana y los agentes patógenos presentes en los residuos sólidos.

A continuación se mencionan las características de los residuos peligrosos:

**5.2.1 Inflamable.** Capacidad de un residuo de inflamarse bajo ciertas condiciones o de arder espontáneamente. Por ejemplo, los aceites y disolventes usados, papeles o cartones impregnados con solventes, aceites o combustibles, entre otros. Se considera residuo inflamable aquel que puede arder en presencia de una llama o un chispa bajo ciertas condiciones de presión y temperatura, y presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- Ser un gas que a 20 °C y una atmósfera de presión, arde en una mezcla igual o menor al 13% del volumen del aire.
- Ser un líquido cuyo punto de inflamación es inferior a 60 °C, con excepción de las soluciones acuosas con menos de 24 grados de alcohol en volumen.
- Ser un sólido con la capacidad de producir fuego por fricción, absorción de humedad y alteraciones químicas espontáneas, o de quemar vigorosa y persistentemente dificultando la extinción del fuego, bajo condiciones de temperatura de 25 °C y presión de una atmósfera,.
- Ser un oxidante que puede liberar oxígeno y, como resultado, estimular la combustión y aumentar la intensidad del fuego en otro material.

**5.2.2 Corrosivo.** Capacidad de un residuo de dañar o destruir materiales o tejidos orgánicos por acción química. En caso de fuga, derrames o vertidos, estos

residuos pueden ocasionar graves daños ambientales. Ejemplos: ácidos decapantes agotados (residuos de ácidos utilizados para remover una capa de óxido o de pintura de un objeto metálico), baños alcalinos agotados (usados en la limpieza interna de tuberías) y presentan las siguientes propiedades:

- Ser acuoso y presentar un pH menor o igual a 2 o mayor o igual a 12.5 unidades.
- Ser líquido y corroer el acero a una tasa mayor de 6.35 mm por año a una temperatura de ensayo de 55 °C.

**5.2.3 Reactivo.** Capacidad de las sustancias para reaccionar químicamente liberando energía (calor) o compuestos nocivos (humos, gases, vapores) ya sea por descomposición o por combinación con otras sustancias. En caso de fugas, derrames o vertidos, pueden ocasionar graves daños ambientales. Ejemplos: peróxido de hidrógeno (agua oxigenada), hipocloritos, cianuros. Presentan las siguientes propiedades:

- Generar gases, vapores y humos tóxicos en cantidades suficientes para provocar daños a la salud humana o al ambiente cuando se mezcla con agua.
- Poseer, entre sus componentes, sustancias tales como cianuros, sulfuros, peróxidos orgánicos que, por reacción, liberen gases, vapores o humos tóxicos en cantidades suficientes para poner en riesgo la salud humana o el ambiente.
- Ser capaz de producir una reacción explosiva o detonante bajo la acción de un fuerte estímulo inicial o de calor en ambientes, confinados.
- Aquel que produce una reacción endotérmica o exotérmica al ponerse en contacto con el aire, el agua o cualquier otro elemento o sustancia.
- Provocar o favorecer la combustión

**5.2.4 Tóxico.** Capacidad de los materiales residuales de resultar dañinos o letales al ser ingeridos o absorbidos por un organismo vivo (plantas, animales o personas). En caso de fugas, derrames o vertidos pueden ocasionar graves daños ambientales. Ejemplos: cianuros, aluminio, plaguicidas. Presentan las siguientes propiedades:

- Dosis letal media oral (DL<sub>50</sub>) para ratas menor o igual a 200 mg/kg para sólidos y menor o igual a 500 mg/kg para líquidos, de peso corporal.
- Dosis letal media dérmica (DL<sub>50</sub>) para ratas menor o igual de 1000 mg/kg de peso corporal.
- Concentración letal media inhalatoria (CL<sub>50</sub>) para ratas menor o igual a 10 mg/l.
- Alto potencial de irritación ocular, respiratoria, cutánea y capacidad corrosiva sobre tejidos vivos.
- Susceptibilidad de bioacumulación y biomagnificación en los seres vivos y en las cadenas tróficas.
- Carcinogenicidad, mutagenicidad y teratogenicidad.
- Neurotoxicidad, inmunotoxicidad u otros efectos retardados.
- Toxicidad para organismos superiores, microorganismos terrestres y acuáticos.
- Otros que las autoridades competentes definan como criterios de riesgo de toxicidad humana o para el ambiente.

**5.2.5 Explosivo.** Característica que hace a *un* residuo o desecho peligroso por ser explosivo. Se considera que un residuo (o mezcla de residuos) es explosivo cuando en estado sólido o líquido de manera espontánea, por reacción química, puede desprender gases a una temperatura, presión y velocidad tales que puedan ocasionar daño a la salud humana o al ambiente. Presentan las siguientes propiedades:

- Forman mezclas potencialmente explosivas con el agua.
- Son capaz de producir fácilmente una reacción o descomposición detonante o explosiva a temperatura de 25 °C y presión de 1.0 atmósfera.
- Son una sustancia fabricada con el fin de producir una explosión o efecto pirotécnico.

**5.2.6 Infeccioso.** Un residuo o desecho con características infecciosas se considera peligroso cuando contiene agentes patógenos; los agentes patógenos

son microorganismos (tales como bacterias, parásitos, virus, rickettsias y hongos) y otros agentes tales como priones, con suficiente virulencia y concentración como para causar enfermedades en los seres humanos o en los animales.

**5.2.7 Radiactivo.** Se entiende por residuo radioactivo, cualquier material que contenga compuestos, elementos o isótopos, con una actividad radiactiva por unidad de masa superior a 70 K Bq/Kg (setenta kilo becquerelios por kilogramo) o 2nCi/g (dos nanocuries por gramo), capaces de emitir, de forma directa o indirecta, radiaciones, ionizantes de naturaleza corpusculoza electromagnética que en su interacción con la materia produce ionización en niveles superiores a las radiaciones naturales de fondo.

### **5.3 MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS**

Para el manejo de los residuos generados en los laboratorios de la universidad se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

#### **5.3.1 Segregación de residuos**

- Controlar y disminuir el consumo de insumos (reactivos, materiales, agua, etc.) en cada uno de los laboratorios.
- Segregar en la fuente los residuos. Para los residuos sólidos se dispondrá de tres tipos de bolsas: verdes, grises y rojas; estas bolsas deben ser selladas, marcadas e identificadas con los sellos adhesivos.
- Si se requiere hacer una desactivación previa de un residuo, cada uno de los laboratorios debe hacerse responsable de aplicar el procedimiento establecido y notificarlo en las fichas de disposición de residuos especiales.

### 5.3.2 Vertido controlado por el desagüe

Para la disposición de los residuos líquidos acuosos se deben atender las siguientes recomendaciones:

- Hay residuos que no son peligrosos ni bioacumulables y que se biodegradan rápidamente, por lo que se pueden verter por el desagüe de forma controlada, en pequeñas cantidades, teniendo en cuenta que en **ningún momento** se superen los **límites establecidos**<sup>8</sup>.
- Normalmente se verterán en el desagüe las soluciones acuosas con metanol, etanol y las **soluciones diluidas** de los siguientes compuestos:

**Orgánicos:** acetatos (Ca, Na, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, K), almidón, aminoácidos y sus sales, ácido cítrico y sus sales de Na, K, Mg, Ca y NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, ácido láctico y sus sales de Na, K, Mg, Ca y NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, azúcares, ácido acético, glutaraldehído, formaldehído, entre otros.

**Inorgánicos:** carbonatos y bicarbonatos (Na, K), cloruros y bromuros de (Na, K), carbonatos (Na, K, Mg, Ca, Sr, Ba, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), fluoruros (Ca), yoduros (Na, K), óxidos (B, Mg, Ca, Al, Si, Fe), silicatos (Na, K, Mg, Ca), sulfatos (Na, K, Mg, Ca y NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), acetatos (Ca, Na, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, K) y clorito de sodio.

### 5.3.4 Entrega a una empresa especializada en el manejo de residuos.



Los residuos que no se pueden minimizar ni verter por el desagüe se deben desactivar, segregar, envasar y almacenar temporalmente, hasta que se entreguen, a una **empresa especializada en el manejo y tratamiento de residuos**; en tal caso los recipientes donde se guarden los residuos deben estar



---


<sup>8</sup> Resolución 1074 de 1997 expedida por el Departamento Administrativo del Medio Ambiente DAMA.

debidamente clasificados e identificados por medio de una etiqueta o rótulo adhesivo. En la tabla 5 se relacionan los tipos de residuos generados en la universidad, la forma adecuada de almacenamiento y disposición final, así como la simbología de identificación establecida en el manual de procedimientos para la gestión de residuos hospitalarios y similares en Colombia.

**Tabla 5.** Tipos de residuos químicos, almacenamiento y disposición final

RESIDUO	TIPO DE RECIPIENTE EN QUE SE DEBE DISPONER Y ETIQUETA DE IDENTIFICACIÓN	DISPOSICIÓN Y/O DESACTIVACION
<p><b>Biodegradables</b> Residuos de alimentos, animales o cualquier material biológico no infectado, o que se haya sometido a desactivación de alta eficiencia; papel higiénico y otros residuos orgánicos biodegradables.</p>	Bolsa Verde	Se deposita en el relleno sanitario
<p><b>Reciclables</b> Papeles, plásticos, chatarra, vidrio, telas, partes y equipos obsoletos o en desuso, entre otros.</p>	<p>Bolsa Gris</p> 	Se entrega a la empresa que compra el material reciclado. El vidrio remanente de los laboratorios se coloca en recipientes de cartón provistos para tal fin.
<p><b>Ordinarios o comunes</b> Residuos sólidos de oficinas, pasillos, áreas comunes, cafeterías y demás áreas de uso general.</p>	Bolsa Verde	Se envían al relleno sanitario de la ciudad
<p><b>Residuos de riesgo biológico infecciosos</b> Residuos que contienen microorganismos tales como bacterias, parásitos, virus, hongos, virus oncogénicos y recombinantes como sus toxinas, con el suficiente grado de virulencia y concentración que pueden producir una enfermedad infecciosa en huéspedes susceptibles; que no pueden ser sometidos a una desactivación de alta eficiencia.</p>	<p>Bolsa Roja</p> 	Desactivación previa con H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> o glutaraldehído u otro desinfectante que no contenga halógenos. Se envían luego a incineración.
<p><b>Residuos de animales</b> Animales de experimentación, inoculados con microorganismos patógenos y/o provenientes de animales portadores de animales</p>		Desactivación previa con H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> o glutaraldehído, formaldehído u o otro desinfectante que no contenga halógenos. Se envían luego a incineración. Se mantienen congelados hasta

<p>infectocontagiosos.</p> <p><b>Cortopunzantes</b> Agujas, cuchillas, resto de ampollitas, pipetas, láminas de bisturí o vidrio y cualquier otro elemento que por sus características cortopunzantes pueda lesionar y ocasionar un riesgo infeccioso.</p>	<p><b>Bolsa Roja</b></p>  <p><b>Bolsa Roja</b></p> 	<p>el momento que la empresa contratada los recoja para la incineración.</p> <p>Se almacenan en guardianes ubicados en cada una de las áreas; luego de desactivarlos se colocan en bolsas rojas. Si se aplica algún tipo de desactivación hacerlo con una sustancia que no contenga halógenos. Enviar a incineración</p>
--	---	--

RESIDUO	TIPO DE RECIPIENTE EN QUE SE DEBE DISPONER Y ETIQUETA DE IDENTIFICACIÓN	DISPOSICIÓN Y/O DESACTIVACION
<p><b>Residuos ácidos o básicos</b> Residuos líquidos provenientes de sustancias con carácter ácido o alcalino.</p>	<p>Almacenar en recipientes plásticos.</p> 	<p>Estos residuos se deben neutralizar con una base o ácido débil según sea el caso, hasta obtener un pH cercano a la neutralidad y verter al alcantarillado si no contiene una sustancia tóxica.</p>
<p><b>Residuos de compuestos orgánicos peligrosos.</b> Se consideran residuos orgánicos peligrosos, cualquier residuo sólido o líquido que contenga una sustancia orgánica que presente un riesgo para la salud del ser humano o genere un impacto negativo en el medio ambiente. Se incluyen en este grupo plaguicidas, hidrocarburos aromáticos y residuos de medicamentos, entre otros.</p>	<p>Guardar en un recipiente plástico, de vidrio metálico según las características del residuo.</p> 	<p>Siempre que sea posible estos residuos se deben someter a desactivación; de no ser posible, se deben entregar a una empresa para su tratamiento mediante incineración.</p>
<p><b>Solventes</b> Residuos de solventes como hidrocarburos, alcoholes, ésteres, cetonas, organoclorados, entre otros.</p>	<p>Almacenar en recipientes de vidrio, metálicos o de un material apropiado según las características de la sustancia.</p> 	<p>Si es posible se puede destilar y reutilizar en el laboratorio; si no es posible se debe entregar a una empresa especializada para que los recupere o lo incinere.</p>
<p><b>Residuos de compuestos inorgánicos.</b> Corresponde a residuos de sustancias que contengan concentraciones de aniones como nitritos, nitratos, amonio,</p>	<p>Almacenar en garrafas plásticas.</p>	<p>Si no es posible hacer un tratamiento o desactivación de estos residuos, se deben entregar a una compañía para que los disponga. No se deben diluir estos residuos con el fin de</p>

sulfatos, cloruros, entre otras, con concentraciones elevadas o que superen los parámetros establecidos por la resolución del DAMA 1074 de 1997.



cumplir la norma.

RESIDUO	TIPO DE RECIPIENTE EN QUE SE DEBE DISPONER Y ETIQUETA DE IDENTIFICACIÓN	DISPOSICIÓN Y/O DESACTIVACION
<p><b>Metales pesados</b> Se hace referencia a cualquier residuo líquidos que contenga metales como mercurio, plomo, cadmio, níquel, cobalto, estaño, bario, cromo, antimonio, vanadio, zinc, plata, selenio, arsénico, entre otros.</p>	<p>Se deben disponer en Envases plásticos.</p>	<p>Según la naturaleza de cada uno de estos elementos se puede hacer un tratamiento por precipitación o floculación de los metales. Si no se hace un tratamiento previo, se deben entregar a una empresa especializada para que los disponga. Los lodos resultantes de la precipitación se deben desactivar mediante encapsulamiento con cal u otro tratamiento adecuado y enviarlos a confinamiento.</p>
<p><b>Aceites Usados</b> Productos con base mineral o sintética que se han convertido o tomado inadecuados para el uso asignado o previsto inicialmente.</p>	<p>Se deben disponer en Recipientes plásticos.</p>	<p>Se entregan a una empresa para recuperación o incineración.</p>
<p><b>Radioactivos</b> Sustancias emisoras de energía predecible y continua en forma alfa, beta o de fotones, cuya interacción con la materia, puede dar lugar a la emisión de rayos x y neutrones.</p>	<p>Guardar en lugar debidamente custodiado, no se debe enviar en la ruta de residuos.</p>	<p>Se debe pedir orientación al proveedor del material para su adecuada disposición.</p>

**Fuente:** Manual de procedimientos para la gestión de residuos hospitalarios y similares en Colombia. Universidad de los Andes

## 5.4 SEGREGACIÓN EN LA FUENTE Y ENVASADO DE LOS RESIDUOS QUÍMICOS

Aquellos residuos químicos que no se pueden minimizar, se deben segregar en la fuente, verterlos por el desagüe neutralizados, cuando esto sea posible, darlos a un gestor autorizado o a un laboratorio de mitigación para su tratamiento<sup>9</sup>.

**5.4.1 Criterios para segregación en origen.** Los residuos químicos que se generan en los laboratorios han de ser segregados en la fuente, de acuerdo con los criterios siguientes:

- Se deben segregar los residuos líquidos de los sólidos.
- Se deben segregar los residuos especiales de los inocuos.
- Se deben segregar los residuos cancerígenos de los que no lo son.
- Se deben segregar los residuos especiales entre sí, de acuerdo con el tipo de contaminante.

También es aconsejable que la segregación en la fuente se haga teniendo en cuenta que se debe reducir a un mínimo el trabajo del personal de los laboratorios y las posibilidades de cometer errores durante el proceso de segregación, facilitando al gestor autorizado el tratamiento posterior del residuo.

La segregación en la fuente tiene, entre sus principales objetivos evitar: La mezcla de residuos incompatibles, es decir, los que reaccionen violentamente o exotérmicamente, o los que generen subproductos inflamables o tóxicos y las mezclas que puedan reducir el potencial de reciclaje y reutilización de algunos residuos. (Ver Tabla 6.)

---

<sup>9</sup> MANUAL DE ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS QUIMICAS PELIGROSAS .Mabel Oyarzun Ojeda, Iván Cortes Jara, 2003.

**Tabla 6.** Listado de mezclas incompatibles de residuos químicos segregados.

<b>Mezclas incompatibles</b>	
<b>Acetona</b>	Cloroformo en presencia de una base
<b>Ácido nítrico</b>	Bases. Hipoclorito de sodio. Peróxido de hidrógeno.
<b>Ácido nítrico</b>	Ácido o anhídrido acético.
<b>Ácido pícrico</b>	Sal de metal pesado (Pb, Hg, Ag)
<b>Aldehídos (formaldehído y glutaraldehído)</b>	Ácidos. Ácido hidrocólico. Clorhexidina. Hipoclorito de sodio. Peróxido de hidrógeno.
<b>Alcoholes (metanol y etanol)</b>	Hipoclorito de calcio. Hipoclorito de sodio. Nitrato de plata. Peróxido de hidrógeno. Potasio.
<b>Amoníaco incluyendo las soluciones acuosas</b>	Cloro, Bromo, Yodo
<b>Cloroformo o tetracloruro de carbono</b>	Aluminio o magnesio en polvo
<b>Clorhexidina</b>	Aldehídos. Yodo.
<b>Dietiléter</b>	Cloro.
<b>Éter</b>	Oxígeno. Hipoclorito de sodio. Peróxido de hidrógeno.
<b>Fenol</b>	Hipoclorito. Peróxido de hidrógeno. Aldehídos. Álcalis.
<b>Hipocloritos</b>	Ácido nítrico. Ácido acético. Alcoholes. Aldehídos. Fenol. Peróxido de hidrógeno.
<b>Óxido de plata</b>	Amoníaco + Etanol.
<b>Peróxido de Hidrógeno Ácido peracético</b>	Ácidos y álcalis concentrados. Alcoholes. Aldehídos. Fenol. Hipoclorito de sodio. Yodo. Soluciones con metales.

**Fuente:** José M<sup>a</sup> Clavero Subías y Pere Ysern Comas, OSHA, Universidad Autónoma de Barcelona.2005.

Cuando se manejan residuos es necesario tener en cuenta la compatibilidad entre los mismos. Se entiende por residuos incompatibles a aquellos que al entrar en contacto o mezclarse con otros puede generar calor, fuego, explosión, humos, gases tóxicos o inflamables, disolución de sustancias tóxicas o reacciones violentas. En la figura 1 se presenta en forma esquemática un cuadro de incompatibilidades de residuos<sup>10</sup>

1	OXIDANTES ÁCIDOS MINERALES	1																		
2	Cáusticos	C	2																	
3	Hidrocarburos Aromáticos	C,F		3																
4	Orgánicos Halogenados	C,F CT	C, GI		4															
5	Metales	GI, CF				C,F	5													
6	Metales tóxicos	S	S																	
7	Hidrocarburos Alifáticos	C,F																		
8	Fenoles y cresoles	C,F																		
9	Agentes oxidantes fuertes		C	C,F		C,F	C	C												
10	Agentes reductores fuertes	C,F GT			C,G T							GL C	C,F E	10						
11	Aguas y mezclas que la contienen	C			C,E		S													
12	Sustancias reactivas en agua	Extremadamente reactivas, no mezclar con ningún producto químico o material de desecho.																		12
E	Explosivos																			
F	Fuego																			
GI	Gas inflamatorio																			
GT	Gas tóxico																			
C	Generador de calor																			
S	Solubilización de toxinas																			

<sup>10</sup> Guía para la gestión integral de residuos sólidos, Centro coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y del Caribe.

**Figura 1.** Incompatibilidades de almacenamiento de sustancias peligrosas

A modo de ejemplo, los residuos que contienen agentes oxidantes fuertes (9) son incompatibles con los metales (5), puesto que su contacto puede generar calor y fuego. Tomado del manual de Basilea.

**Tabla 7.** Reacciones químicas peligrosas que generan gases tóxicos.

<b>REACCIÓN QUÍMICA PELIGROSA</b>	<b>GAS TÓXICO LIBERADO</b>
Nitritos +ácidos Nitratos + ácido sulfúrico Ácido nítrico +cobre y metales pesados	Humos nitrosos (bióxido de nitrógeno)
Hipoclorito +ácidos	Cloro, Ácido hipocloroso
Cianuros +ácidos	Ácido cianhídrico
Sulfuros +ácidos	Ácido sulfhídrico
Ácido clorhídrico + sulfuros	Sulfuro de hidrógeno
Ácido clorhídrico + Hipoclorito	Cloro
Ácido clorhídrico + Cianuros	Cianuro de hidrógeno
Ácido clorhídrico + Hipoclorito	Cloro
Ácido sulfúrico + ácido fórmico	Monóxido de carbono
Ácido sulfúrico + ácido oxálico	Monóxido de carbono
Ácido sulfúrico + ácido etílico	Etano
Ácido sulfúrico + bromuro sódico	Bromo y dióxido de azufre
Ácido sulfúrico + sulfocianuro sódico	Sulfuro de carbonilo
Ácido sulfúrico + yoduro de hidrógeno	Sulfuro de hidrógeno
Ácido sulfúrico + algunos metales	Dióxido de azufre
Ácido nítrico + algunos metales	Dióxido de nitrógeno

**Fuente:** Normas Generales para almacenamiento de Sustancias Químicas Universidad de Antioquia, programa de prevención de riesgos ocupacionales, normas generales de almacenamiento. Versión 03. 2005

**Tabla 8.** Segregación en la fuente de los residuos químicos y peligrosidad de mezclar agentes oxidantes y reductores:

<b>Agentes oxidantes</b>	<b>Agentes reductores</b>
ácido nítrico cloratos cromatos dicromatos halógenos y agentes halogenantes	amoníaco anhidro y en solución acuosa carbono compuestos orgánicos fósforo

nitratos perclorato peróxido permanganatos persulfatos trióxido de cromo	hidruros metálicos metales nitritos
---	---

**Fuente:** José M<sup>a</sup> Clavero Subías y Pere Ysern Comas, OSHA, Universidad Autónoma de Barcelona. 2005.

#### 5.4.2 Grupos de segregación de los residuos químicos producidos en la universidad

Los residuos químicos se han clasificado en nueve grupos diferentes teniendo en cuenta los criterios anteriormente dichos (Ver tabla 5). En cualquier caso, cada generador tiene que diseñar, de acuerdo con el responsable autorizado que realizará la recogida de los residuos, un programa de segregación que se ajuste a sus necesidades y características particulares.

**Tabla 9.** Clasificación de los residuos químicos peligrosos de los laboratorios clínicos de una sección de Salud

Grupo	Residuos	Ejemplos
<b>A</b>	Compuestos halogenados y sus mezclas	<i>Mezclas de alcoholes y ácido clorhídrico, diclorometano, dicloroetano, triclorometano, mezclas de ácidos halogenados, etc..</i>
<b>B</b>	Compuestos no halogenados y sus mezclas (hidrocarburos alifáticos y aromáticos, aldehídos, amidas, aminas, ésteres, alcoholes, glicoles, etc.)	<i>Metanol, etanol, isopropanol, formol, acetona, xilol, tolueno, butilacetato, benceno, hexano, ciclohexanona, óxido de propileno, parafina, éter, etc.</i>
<b>C</b>	soluciones acuosas que	<i>Acetato de uranio, citrato de plomo,</i>

	contienen metales pesados (arsénico, cadmio, mercurio, plomo, etc.), colorantes orgánicos, etc.	<i>wolframio, cloruro de oro, IC-bisulfito metálico, nitrato de plata, tiosulfato de sodio, tetróxido de osmio, etc..</i>
<b>D</b>	Líquidos residuales concentrados de los analizadores, contaminados con compuestos tóxicos	<i>Líquidos residuales de los analizadores que utilizan la técnica del cianuro de hemoglobina</i>
<b>E</b>	Ácidos fuertes	<i>Sulfúrico, clorhídrico, nítrico, perclórico, etc.</i>
<b>F</b>	Bases fuertes	<i>Hidróxido de sodio, de potasio, de amonio, etc.</i>
<b>G</b>	Baños reveladores y fijadores agotados	<i>Baños reveladores y fijadores agotados</i>
<b>H</b>	Medicamentos	<i>-Caducados - en unidosis sin especificación o fecha de caducidad - de nevera, se sospecha que se ha alterado su estabilidad</i>
<b>J</b>	Otros residuos que no pertenecen a los grupos ya considerados	<i>Marcapasos, filtros de los analizadores, placas radiográficas, geles, resinas, parafina, aceites lubricantes, aceites con PCB, mercurio, fluorescentes, lámparas de mercurio, pilas, baterías, lodos de depuradora, etc.</i>

**Fuente:** José M<sup>a</sup> Clavero Subías y Pere Ysern Comas, OSHA, Universidad Autónoma de Barcelona.2005.

En el caso particular de los laboratorios, además de los residuos químicos generados en cantidades importantes (p. e. xilol, formol, líquidos concentrados de los analizadores, etc.), se produce una miscelánea de residuos que se generan en pequeñas cantidades, lo que hace muy difícil recogerlos en envases diferentes. Es

muy importante determinar cuáles de estos residuos son compatibles y se pueden mezclar y envasar juntos, y cuáles necesitan un envase sólo para ellos. Estas mezclas se clasificarán como pertenecientes a un grupo determinado, en función del componente mayoritario; por ejemplo, si es un compuesto halogenado, la mezcla se tendrá que clasificar como grupo A.

#### **5.4.3 Clasificación de residuos químicos peligrosos provenientes de laboratorios industriales y académicos de la Universidad Industrial de Santander**

Entre los residuos generados en los laboratorios que se han citado en la introducción, se exponen los siguientes grupos de clasificación de residuos peligrosos.

Grupo I: Disolventes halogenados.

Grupo II: Disolventes no halogenados.

Grupo III: Disoluciones acuosas.

Grupo IV: Ácidos.

Grupo V: Aceites.

Grupo VI: Sólidos.

Grupo VII: Especiales.

Como ya se ha comentado, esta clasificación está orientada a la posterior gestión de los residuos por parte del personal de los diferentes laboratorios generadores y de un transportador autorizado.<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> OSHA, Universidad Autónoma de Barcelona José M<sup>a</sup> Clavero Subías, Pere Ysern Comas. 2005. Tecnología Química y Medio Ambiente. Belén Gállego Peiré, Francisco Travesa Aijón Centro nacional de condiciones de trabajo Enrique Gadea Carrera Xavier Guardino Solá

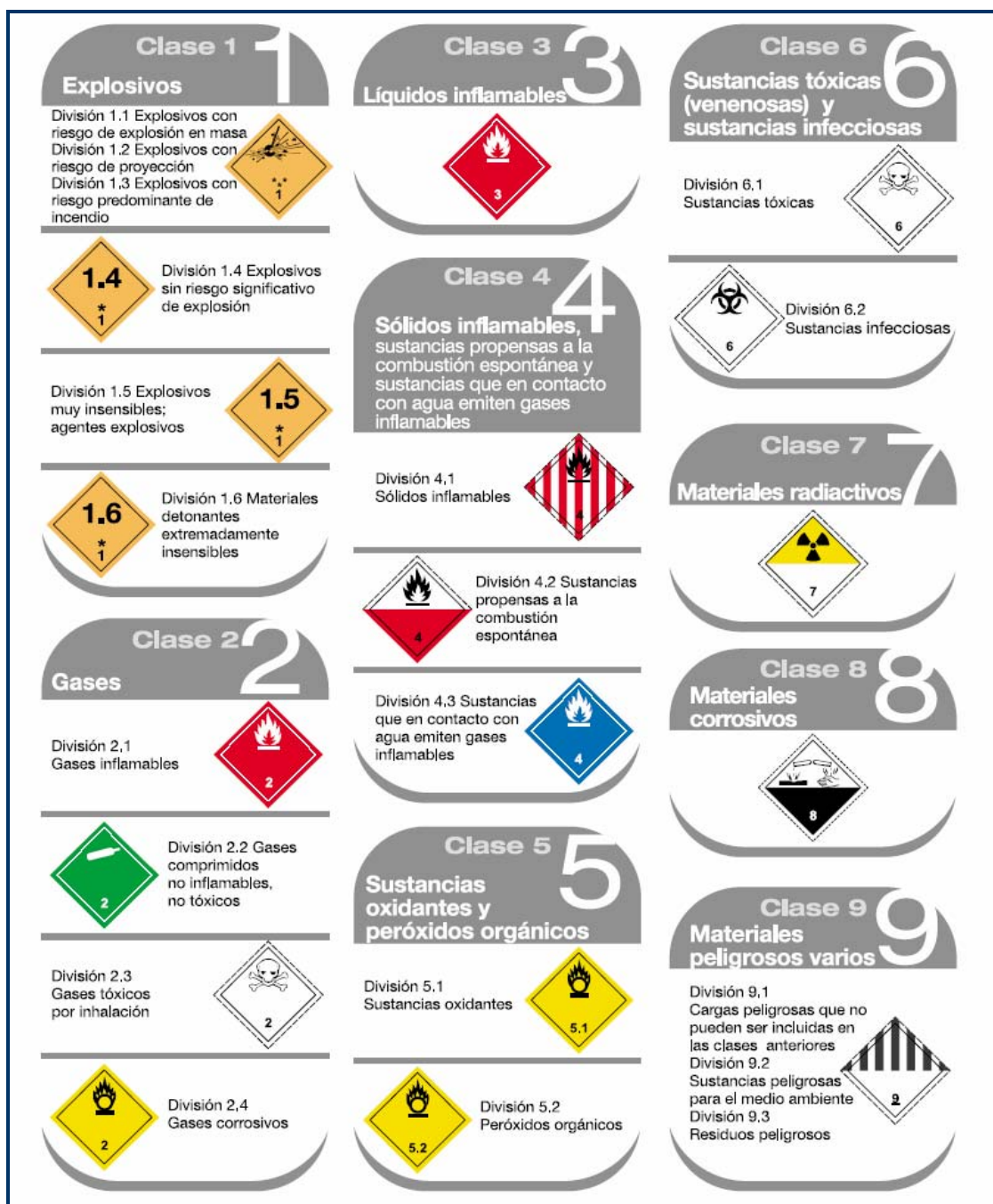
**Tabla 10.** Clasificación de residuos químicos peligrosos provenientes de laboratorios académicos y prestadores de servicios.

GRUPO	RESIDUOS	EJEMPLO
I	Disolventes halogenados	Se entiende por tales, los productos líquidos orgánicos que contienen más del 2% de algún halógeno. Se trata de productos muy tóxicos e irritantes y en algún caso cancerígenos. Se incluyen en este grupo también las mezclas de disolventes halogenados y no halogenados, siempre que el contenido en halógenos de la mezcla sea superior al 2%. Ejemplos: Cloruro de metileno, bromoformo, PCBs, etc.
II	Disolventes no halogenados	Se clasifican aquí los líquidos orgánicos inflamables que contengan menos de un 2% en halógenos. Son productos inflamables y tóxicos y, entre ellos, se pueden citar los alcoholes, aldehídos, amidas, cetonas, ésteres, glicoles, hidrocarburos alifáticos, hidrocarburos aromáticos y nitrilos. Es importante, dentro de este grupo, evitar mezclas de disolventes que sean inmiscibles ya que la aparición de fases diferentes dificulta el tratamiento posterior.
III	Disoluciones acuosas	Este grupo corresponde a las soluciones acuosas de productos orgánicos e inorgánicos. Se trata de un grupo muy amplio y por eso es necesario establecer divisiones y subdivisiones, tal como se indica a continuación. Estas subdivisiones son necesarias ya sea para evitar reacciones de incompatibilidad o por requerimiento de su tratamiento posterior: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Soluciones acuosas inorgánicas: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Soluciones acuosas básicas: Hidróxido sódico, hidróxido potásico.</li> <li>○ Soluciones acuosas de metales pesados: Níquel, plata, cadmio, selenio, fijadores.</li> <li>○ Soluciones acuosas de cromo VI.</li> <li>○ Otras soluciones acuosas inorgánicas: Reveladores, sulfatos, fosfatos, cloruros.</li> </ul> </li> <li>• Soluciones acuosas orgánicas o de alta DQO: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Soluciones acuosas de colorantes.</li> <li>○ Soluciones de fijadores orgánicos: Formol, fenol, glutaraldehído.</li> <li>○ Mezclas agua/disolvente: Eluyentes de cromatografía, metanol/agua.</li> </ul> </li> </ul>

GRUPO	RESIDUOS	EJEMPLO
IV	Ácidos	Corresponden a este grupo los ácidos inorgánicos y sus soluciones acuosas concentradas (más del 10% en volumen). Debe tenerse en cuenta que su mezcla, en función de la composición y la concentración, puede producir alguna

		reacción química peligrosa con desprendimiento de gases tóxicos e incremento de temperatura. Para evitar este riesgo, antes de hacer mezclas de ácidos concentrados en un mismo envase, debe realizarse una prueba con pequeñas cantidades y, si no se observa reacción alguna, llevar a cabo la mezcla. En caso contrario, los ácidos se recogerán por separado.
<b>V</b>	<b>Aceites</b>	Este grupo corresponde a los aceites minerales derivados de operaciones de mantenimiento y, en su caso, de baños calefactores.
<b>VI</b>	<b>Sólidos</b>	Se clasifican en este grupo los productos químicos en estado sólido de naturaleza orgánica e inorgánica y el material desechable contaminado con productos químicos. No pertenecen a este grupo los reactivos puros obsoletos en estado sólido (grupo VII). Se establecen los siguientes subgrupos de clasificación dentro del grupo de Sólidos: Sólidos orgánicos: A este grupo pertenecen los productos químicos de naturaleza orgánica o contaminada con productos químicos orgánicos como, por ejemplo, carbón activo o gel de sílice impregnados con disolventes orgánicos. Sólidos inorgánicos: A este grupo pertenecen los productos químicos de naturaleza inorgánica. Por ejemplo, sales de metales pesados. Material desechable contaminado: A este grupo pertenece el material contaminado con productos químicos. En este grupo se pueden establecer subgrupos de clasificación, por la naturaleza del material y la naturaleza del contaminante y teniendo en cuenta los requisitos marcados por el gestor autorizado.
<b>VII</b>	<b>Especiales</b>	A este grupo pertenecen los productos químicos, sólidos o líquidos, que, por su elevada peligrosidad, no deben ser incluidos en ninguno de los otros grupos, así como los reactivos puros obsoletos o caducados. Estos productos no deben mezclarse entre sí ni con residuos de los otros grupos. Ejemplos: - Comburentes (peróxidos). - Compuestos pirofóricos (magnesio metálico en polvo). - Compuestos muy reactivos [ácidos fumantes, cloruros de ácido (cloruro de acetilo), metales alcalinos (sodio, potasio), hidruros (borohidruro sódico, hidruro de litio), compuestos con halógenos activos (bromuro de benzilo), compuestos polimerizables (isocianatos, epóxidos), compuestos peroxidables (éteres), restos de reacción, productos no etiquetados]. - Compuestos muy tóxicos (tetraóxido de osmio, mezcla crómica, cianuros, sulfuros, etc.). - Compuestos no identificados.

A continuación se listan las clases de sustancias peligrosas, indicando el pictograma en las etiquetas (ver figura 2)



**Figura 2.** Clasificación de las sustancias químicas según de la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Tomado del tratado de Basilea, guía para la gestión integral de residuos peligrosos.

Los programas de manejo y control tienen como base fundamental, una legislación que define a los residuos peligrosos los clasifica y provee criterios para la identificación de los mismos<sup>12</sup>. La facilidad para la identificación de los residuos peligrosos tiene una gran importancia en la legislación que se aplica bajo el principio de "el contaminador paga", es decir, que el generador es responsable del manejo adecuado de sus residuos. Consecuentemente se debe saber identificar los residuos peligrosos y cumplir con los requerimientos que la legislación estipula.

Existen tres enfoques para la clasificación de los residuos peligrosos: (Yakowitz, 1988):

- A través de una descripción cualitativa por medio de listas que indican el tipo, origen y componentes del residuo. (Ver anexo 1: Normas Internacionales de Seguridad Química).
- La definición del residuo a través de ciertas características que involucran el uso de pruebas normalizadas, por ejemplo pruebas de lixiviación donde el contenido de ciertas sustancias en el lixiviado determinan si el residuo es peligroso o no. (Ver Tabla 7).
- La definición del residuo con relación a límites de concentración de sustancias peligrosas dentro del mismo residuo.

---

<sup>12</sup> Manual del Programa RESPEL (Residuos Peligrosos)., Alberto Sylvester y Juan Joseli, Técnico de Procesamiento de Datos y asistente de cómputo del CEPIS, respectivamente. Asimismo, la Ing. Wanda Riso, Profesional Joven del CEPIS, colaboró en el desarrollo de los bancos de datos del Programa RESPEL.

**Tabla 11.** Concentraciones superiores a los niveles máximos permisibles de contaminantes en el lixiviado (a prueba TCLP)\*

CONTAMINANTE	NÚMERO CAS <sup>1</sup>	NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE EN EL LIXIVIADO (mg/L) <sub>2</sub>
Arsénico	7440-38-2	5.0
Bario	7440-39-3	100.0
Benceno	71-43-2	0.5
Cadmio	7440-43-9	1.0
Tetracloruro de carbono	56-23-5	0.5
Clordano	57-74-9	0.03
Clorobenceno	108-90-7	100.0
Cloroformo	67-66-3	6.0
Cromo	7440-47-3	5.0
o-Cresol <sup>3</sup>	95-48-7	200.0
m-Cresol	108-39-4	200.0
n-Cresol	106-44-5	200.0
Cresol	-	200.0
2,4-D	94-75-7	10.0
1,4-Diclorobenceno	106-46-7	7.5
1,2-Dicloroetano	107-06-2	0.5
1,1-Dicloroetileno	75-35-4	0.7
2,4-Dinitrotolueno	121-14-2	0.13
Endrín	72-20-8	0.02
Heptacloro (y sus	76-44-8	0.008
Hexaclorobenceno	118-74-1	0.13
Hexaclorobuadieno	87-68-3	0.5
Hexacloroetano	67-72-1	3.0
Plomo	7439-92-1	5.0
Lindano	58-89-9	0.4
Mercurio	7439-97-6	0.2
Metoxiclor	72-43-5	10.0
Metil etil cetona	78-93-3	200.0
Nitrobenceno	98-95-3	2.0
Pentaclorofenol	87-86-5	100.0
Piridina	110-86-1	5.0
Selenio	7782-49-2	1.0
Plata	7440-22-4	5.0
Tetracloroetileno	127-18-4	0.7
Toxafeno	8001-35-2	0.5
Tricloroetileno	79-01-6	0.5
2,4,5-Triclorofenol	95-95-4	400.0
2,4,6-Triclorofenol	88-06-2	2.0
2,4,5-TP (silvex)	93-72-1	1.0
Cloruro de vinilo	75-01-4	0.2

**Fuente:** Decreto 4741 del 2005 anexo III concentraciones superiores a los niveles máximos permisibles en el lixiviado.

\* Residuo o desecho tóxico, prueba de lixiviación para característica de toxicidad (conocida como prueba TCLP procedimiento de lixiviación característico de toxicidad)

CAS= Chemical Abstract Service

<sup>2</sup> El límite de cuantificación es superior al límite de control calculado. Por tanto, el límite de cuantificación se toma como el límite de control.

<sup>3</sup> Si las concentraciones de o-, p- y m-cresol no pueden ser diferenciadas, se debe usar la concentración total de cresol y su límite de control será igual a 200 mg/L.

Fuente: Subparte 261.24 del Título 40 del Código Federal de Regulaciones de los Estados Unidos de América.

Cada una de estas tres alternativas tiene sus ventajas y desventajas. Mientras que la primera es más fácil de administrar, las otras dos presentan una descripción más clara y precisa de los residuos<sup>13</sup>. Frecuentemente, los países utilizan una combinación de estos sistemas, dándole más énfasis a uno sobre el otro. Por ejemplo, en los Estados Unidos, la legislación provee un listado extenso de sustancias que determinan la peligrosidad a un residuo y métodos analíticos para su detección. Asimismo, incluye una lista más corta de residuos según el proceso productivo que lo origina (Environmental Protection Agency, EPA, 1980). En Alemania, el listado principal de residuos está relacionado con su procedencia y la legislación señala los límites de concentración de ciertas sustancias químicas (Gemeinsomes Ministerialblatt, GMB, 1990). Algunos países de América Latina y el Caribe han legislado el control de los residuos peligrosos, específicamente, Argentina (Argentina, 1992), Brasil (CETESB, 1985), Colombia (Ley 253 de 1995, por la cual se aprueba el convenio de Basilea, sobre el control del transporte internacional de desechos peligrosos y su eliminación), México (1992), y Venezuela (Venezuela, 1988). En estas leyes se pueden encontrar definiciones y

---

<sup>13</sup> Guía para la integración de residuos químicos peligrosos. Centro coordinador del convenio de Basilea para América latina y el caribe. Javier Matínez. 2005

sistemas de clasificación de residuos peligrosos, que han sido adaptados de la legislación de otros países o de convenios internacionales.

Se ha adoptado un sistema de clasificación cualitativo, basado en las propiedades de los residuos, tales como composición, estado físico y característica de peligrosidad. De esta forma se reducen los análisis de laboratorio para determinar si el residuo es peligroso. Esto es de gran importancia para la Universidad, ya que la sofisticada infraestructura de laboratorio requerida para el análisis de los residuos es costosa y escasa. Si bien es imposible prescindir de los análisis para la determinación de algunas de las características de peligrosidad, se ha tratado de limitar los requerimientos analíticos al mínimo indispensable. Cabe destacar que el Convenio de Basilea (PNUMA, Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente, 1989) establece un sistema de clasificación de residuos peligrosos para el transporte transfronterizo de los mismos (ver Anexo 2 Clasificación de residuos según el Convenio de Basilea sobre el Control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación) el cual ha sido adoptado para usos internos por algunos países, como por ejemplo Argentina (Argentina, 1992).

#### **5.4.4 Factores a considerar para la eliminación de residuos.**

Los residuos generados en el laboratorio pueden tener características muy diferentes y producirse en cantidades variables, aspectos que inciden directamente en la elección del procedimiento para su eliminación.

Entre otros, se pueden citar los siguientes factores:

- Volumen de residuos generados.
- Periodicidad de generación.
- Facilidad de neutralización.

- Posibilidad de recuperación, reciclado o reutilización.
- Costo del tratamiento y de otras alternativas.
- Valoración del tiempo disponible.

Todos estos factores combinados deberán ser convenientemente valorados con el objeto de optar por un modelo de gestión de residuos adecuado y concreto. Así por ejemplo, si se opta por elegir una empresa especializada en eliminación de residuos, se debe concertar de antemano la periodicidad de la recogida y conocer los procesos empleados por la empresa, así como su solvencia técnica. La elección de una empresa especializada es recomendable en aquellos casos en que los residuos son de elevada peligrosidad y no les son aplicables los tratamientos generales habitualmente utilizados en el laboratorio.

## **5.5 ETIQUETA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN LA UNIVERSIDAD**

La casilla del nombre del residuo debe especificar el tipo de residuo químico peligroso que contiene el recipiente; en la casilla de código se llenará con el asignado por la universidad para cada uno de los residuos; se debe indicar el responsable del residuo (docente, investigador o coordinador del laboratorio), el edificio donde se ubica el laboratorio y la extensión, la fecha de envasado o fecha en que se sella y se entrega el recipiente a servicios generales; la cantidad de residuo expresada en litros o kilogramos, la dependencia o laboratorio; el rótulo de transporte corresponde al pictograma que identifica el tipo de riesgo que puede ocasionar, el tipo corresponde a una sigla (ver tabla 12).

**Tabla 12.** Siglas para la disposición de residuos

RESIDUO	SIGLA
<b>INFECCIOSO</b>	INF
<b>RESIDUOS DE ANIMALES</b>	RA
<b>CORTOPUNZANTES</b>	COR
<b>ACIDOS O BASICOS</b>	ACIDO / BASICO
<b>ORGANICOS</b>	ORG
<b>HALOGENADOS</b>	HALG
<b>INORGANICOS</b>	INOR
<b>METALES PESADOS</b>	MET
<b>ACEITES USADOS</b>	ACEITES
<b>RADIOACTIVOS</b>	RAD

**Fuente:** Manual de procedimientos para la gestión de residuos hospitalarios y similares en Colombia. Universidad de los Andes

## **5.6 ENTREGA Y TRANSPORTE DE RESIDUOS**

Los residuos químicos (líquidos o sólidos) debidamente identificados, se entregarán al personal de servicios generales, cuando el coordinador del área lo considere pertinente; para tal fin debe dar la indicación al responsable de Servicios Generales sobre el día y la hora en que se deben recoger los residuos correctamente identificados teniendo en cuenta las planillas informativas de las sustancias.

## **5.7 PLANILLA INFORMATIVA SOBRE LOS RESIDUOS PELIGROSOS**

**-Identificación química:** Nombre del producto<sup>14</sup>.

**-Información sobre el productor:** Nombre, dirección número de teléfono y teléfono de emergencia, ingredientes peligrosos mayoritarios de la mezcla

**-Información de Identificación:** Lista de sustancias químicas peligrosas.

---

<sup>14</sup> Guías ambientales de almacenamiento y transporte por carretera de sustancias químicas peligrosas. Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial de Colombia.

Dependiendo del estado, la lista puede contener todos los componentes químicos, incluso aquellos que no son peligrosos, o sólo aquellos que tienen estándares demarcados en la legislación. Ya que los productos químicos son usualmente conocidos por nombres diferentes, todos los nombres comunes usados en el mercado deben ser anotados. Asimismo, el límite legal de exposición permitido para cada ingrediente de la sustancia peligrosa debe ser anotado.

**-Características Físicas/Químicas:** Punto de combustión, presión y densidad de vapor, punto de ebullición, tasa de evaporación, entre otros, del residuo mayoritario.

**-Información sobre riesgos de fuego y explosión:** Punto de combustión, límites de combustión, métodos de extinción, procedimientos especiales contra el fuego, peligros especiales de explosión o fuego.

**-Información sobre Reactividad:** Cómo reaccionan ciertos materiales cuando se mezclan o se almacenan junto con otros.

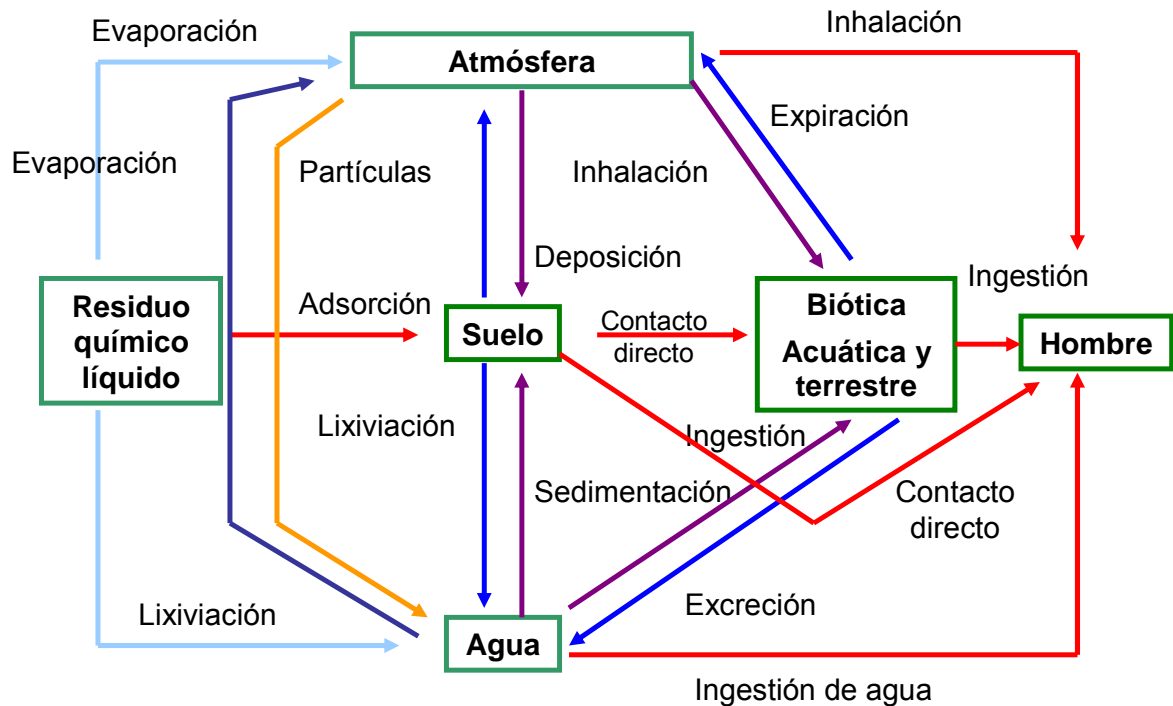
**-Información sobre Riesgos para la Salud:** Efectos que los residuos químicos pueden causar (agudos = inmediatos; crónicos = a largo plazo), vías de entrada de la sustancia química al cuerpo (pulmones, piel o boca), síntomas, procedimientos de emergencia y primeros auxilios.

**-Precauciones para un manejo y uso seguro:** Qué hacer en caso que un residuo químico se derrame o fugue, cómo deshacerse de los desperdicios del material químico, cómo manipular y almacenar materiales de manera segura.

**-Medidas de Control:** Ventilación (local, general, etc.), tipo de respirador/filtro que debe usarse, guantes protectores, ropa y equipo adecuados, etc.

En la Figura 3, se observa que la importancia relativa de cada ruta depende de las propiedades físicas o químicas y de las características tanto del depósito de residuos como de la geología del suelo.

**Figura 3.** Rutas físicas y biológicas de transporte de sustancias peligrosas, sus fuentes, disposición y potencial de exposición humana.



Principales consecuencias: Ante una emergencia con residuos peligrosos se pueden afectar a (1) las personas, (2) el medio ambiente y (3) la propiedad privada. Las rutas potenciales de los residuos químicos peligrosos en cualquier emergencia provocada por accidente, descuidos o mala intención, van hacia el ambiente, los seres vivos y los humanos.

### 5.7.1 Procedimientos para eliminación-recuperación de residuos.

(Ver anexo 4. Tratamiento de residuos químicos peligrosos)

Los procedimientos para la eliminación de los residuos son varios y el que se apliquen unos u otros, dependerá de los factores citados anteriormente, siendo generalmente los más utilizados:

## **Vertido**

Recomendable para residuos no peligrosos y para peligrosos mediante neutralización o tratamiento adecuado. El vertido se puede realizar directamente a las aguas residuales o bien a un vertedero. Los vertederos deben estar preparados convenientemente para prevenir contaminaciones en la zona y preservar el medio ambiente.

## **Incineración**

Los residuos son quemados en un horno y reducidos a cenizas. Es un método muy utilizado para eliminar residuos de tipo orgánico y material biológico. Debe controlarse la temperatura y la posible toxicidad de los humos producidos. La instalación de un incinerador sólo está justificada por un volumen importante de residuos a incinerar o por una especial peligrosidad de los mismos. En ciertos casos se pueden emplear las propias calderas disponibles en los edificios y cementeras.

## **Recuperación**

Este procedimiento consiste en efectuar un tratamiento al residuo que permita recuperar algún o algunos elementos o sus compuestos que por su elevado valor o toxicidad se hace aconsejable no eliminar. Es un procedimiento especialmente indicado para los metales pesados y sus compuestos.

## **Reutilización – Reciclado**

Una vez recuperado un compuesto, la solución ideal es su reutilización o reciclado, ya que la acumulación de productos químicos sin uso previsible en el

laboratorio no es recomendable. El mercurio es un ejemplo claro en este sentido. En algunos casos, el reciclado puede tener lugar fuera del laboratorio, ya que el producto recuperado (igual o diferente del contaminante originalmente considerado) puede ser útil para otras actividades distintas de las del laboratorio.

### 5.7.2 Procedimientos generales de actuación

A continuación se describen los procedimientos generales de tratamiento y eliminación para sustancias y compuestos o grupos de ellos que por su volumen o por la facilidad del tratamiento pueden ser efectuados en el laboratorio, agrupados según el procedimiento de eliminación más adecuado.

#### - Tratamiento y vertido<sup>15</sup>.

**Haluros de ácidos orgánicos:** Añadir  $\text{NaHCO}_3$  y agua. Verter al desagüe.

**Clorhidrinas y nitroparafinas:** Añadir  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Neutralizar. Verter al desagüe.

**Ácidos orgánicos sustituidos (\*):** Añadir  $\text{NaHCO}_3$  y agua. Verter al desagüe.

**Aminas alifáticas (\*):** Añadir  $\text{NaHCO}_3$  y pulverizar agua. Neutralizar. Verter al desagüe.

**Sales inorgánicas:** Añadir un exceso de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  y agua. Dejar en reposo (24h). Neutralizar (HCl 6M). Verter al desagüe.

**Oxidantes:** Tratar con un reductor (disolución concentrada). Neutralizar. Verter al desagüe.

---

<sup>15</sup> NTP 276: Eliminación de residuos en el laboratorio: procedimientos generales, Elimination des déchets en laboratoire: Procédés généraux Laboratory waste disposal: General procedures. Enrique Gadea Carrera Ldo. en Ciencias Químicas, Xavier Guardino Solá. Dr. en Ciencias Químicas. CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

**Reductores:** Añadir  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  y agua (hasta suspensión). Dejar en reposo (2h). Neutralizar. Verter al desagüe.

**Cianuros:** Tratar con  $(\text{ClO})_2 \text{Ca}$  (disolución alcalina). Dejar en reposo (24h). Verter al desagüe.

**Nitrilos:** Tratar con una disolución alcohólica de  $\text{NaOH}$  (conversión en cianato soluble), evaporar el alcohol y añadir hipoclorito cálcico. Dejar en reposo (24h). Verter al desagüe.

**Hidracinas (\*):** Diluir hasta un 40% y neutralizar ( $\text{H}_2 \text{SO}_4$ ). Verter al desagüe.

**Alcalis cáusticos y amoníaco:** Neutralizar. Verter al desagüe.

**Hidruros:** Mezclar con arena seca, pulverizar con alcohol butílico y añadir agua (hasta destrucción del hidruro). Neutralizar ( $\text{HCl}$  6M) y decantar. Verter al desagüe. Residuo de arena: enterrarlo.

**Amidas inorgánicas:** Verter sobre agua y agitar. Neutralizar ( $\text{HCl}$  3M ó  $\text{NH}_4 \text{OH}$  6M). Verter al desagüe.

**Compuestos internometálicos (cloruro de sulfúrico, tricloruro de fósforo, etc.):** Rociar sobre una capa gruesa de una mezcla de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  y cal apagada. Mezclar y atomizar agua. Neutralizar. Verter al desagüe.

**Peróxidos inorgánicos:** Diluir. Verter al desagüe.

**Sulfuros inorgánicos:** Añadir una disolución de  $\text{FeCl}_3$  con agitación. Neutralizar ( $\text{Na}_2 \text{O}_3$ ). Verter al desagüe.

**Carbueros:** Adicionar sobre agua en un recipiente grande, quemar el hidrocarburo que se desprende. Dejar en reposo (24h). Verter el líquido por el desagüe. Precipitado sólido: tirarlo a un vertedero.

(\*) Estas sustancias o sus residuos también pueden eliminarse por incineración.

#### **- Incineración**

**Aldehídos:** Absorber en vermiculita ó mezclar con un disolvente inflamable. Incinerar.

**Alcalinos, alcalinotérreos, alquilos, alcóxidos:** Mezclar con  $\text{Na}_2 \text{CO}_3$ , cubrir con virutas. Incinerar.

**Clorhidrinas, nitroparafinas (\*\*):** Incinerar.

**Compuestos orgánicos halogenados:** Absorber sobre vermiculita, arena o bicarbonato. Incinerar.

**Ácidos orgánicos sustituidos (\*\*):** Absorber sobre vermiculita y añadir alcohol, o bien disolver directamente en alcohol. Incinerar.

**Aminas aromáticas:** Absorber sobre arena y  $\text{Na}_2 \text{CO}_3$ . Mezclar con papel o con un disolvente inflamable. Incinerar.

**Aminas aromáticas halogenadas, nitrocompuestos:** Verter sobre  $\text{NaHCO}_3$ . Mezclar con un disolvente inflamable. Incinerar.

**Aminas alifáticas (\*\*):** Mezclar con un disolvente inflamable. Incinerar.

**Fosfatos orgánicos y compuestos:** Mezclar con papel o arena y cal apagada. Incinerar.

**Disulfuro de carbono:** Absorber sobre vermiculita y cubrir con agua. Incinerar. (Quemar con virutas a distancia).

**Mercaptanos, sulfuros orgánicos:** Mezclar con un disolvente inflamable. Incinerar.

**Éteres:** Mezclar con un disolvente inflamable. Incinerar. Si hay peróxidos llevarlos a lugar seguro (canteras, etc.) y explosionarlos.

**Hidracinas (\*\*):** Mezclar con un disolvente inflamable. Incinerar.

**Hidruros (\*\*):** Quemar en paila de hierro.

**Hidrocarburos, alcoholes, cetonas, ésteres:** Mezclar con un disolvente inflamable. Incinerar.

**Amidas orgánicas:** Mezclar con un disolvente inflamable. Incinerar.

**Ácidos orgánicos:** Mezclar con papel o con un disolvente inflamable. Incinerar.

(\*\*) Estas sustancias o sus residuos también pueden eliminarse mediante un procedimiento de tratamiento y vertido.

**- Recuperación<sup>16</sup>.**

**Desechos metálicos:** Recuperar y almacenar (según costos).

---

<sup>16</sup> Manual de Utilización de los productos químicos peligrosos en el B.O. García del Cid. Elena Marcos Alonso. Unidad de Tecnología Marina. 20-4-05

**Mercurio metal:** Aspirar, cubrir con polisulfuro cálcico y recuperar.

**Mercurio compuestos:** Disolver y convertirlos en nitratos solubles. Precipitarlos como sulfuros. Recuperar.

**Arsénico, bismuto, antimonio:** Disolver en HCL y diluir hasta aparición de un precipitado blanco (SbOCl y BiOCl). Añadir HCl 6M hasta redisolución. Saturar con sulfhídrico. Filtrar, lavar y secar.

**Selenio, telurio:** Disolver en HCl. Adicionar sulfito sódico para producir SO<sub>2</sub> (reductor). Calentar. (se forma selenio gris y telurio negro). Dejar en reposo (12h). Filtrar y secar.

**Plomo, cadmio:** Añadir HNO<sub>3</sub> (Se producen nitratos). Evaporar, añadir agua y saturar con H<sub>2</sub>S. Filtrar y secar.

**Berilio:** Disolver en HCl 6M, filtrar. Neutralizar (NH<sub>4</sub>H 6M). Filtrar y secar.

**Estroncio, bario:** Disolver en HCl 6M, filtrar. Neutralizar (NH<sub>4</sub>OH 6M). Precipitar (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>). Filtrar, lavar y secar.

**Vanadio:** Añadir a Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (capa) en una placa de evaporación. Añadir NH<sub>4</sub>OH 6M (pulverizar). Añadir hielo (agitar). Reposar (12h). Filtrar (vanadato amónico) y secar.

**Otros metales (talio, osmio, deuterio, erbio, etc.):** Recuperación

**Disolventes halogenados:** Destilar y almacenar.

Todos los productos que no tengan un uso más o menos inmediato en el laboratorio, es recomendable devolverlos al suministrador o entregarlos a un

laboratorio al que le pueda ser de utilidad. Entre estos productos se pueden citar, los metales recuperados (Pb, Cd, Hg, Se, etc.), cantidades grandes de mercaptanos (especialmente metilmercaptano), disolventes halogenados destilados, entre otros.

### **5.7.3 Recomendaciones generales**

A continuación se resumen una serie de recomendaciones generales aplicables al tratamiento de residuos en el laboratorio:

- Considerar las disposiciones legales vigentes, tanto a nivel general, como local.
- Consultar las instrucciones con el objeto de elegir el procedimiento adecuado.
- Informarse de las indicaciones de peligro y condiciones de manejo de las sustancias (frases R y S). (Ver anexo 2).
- No se deben tirar al recipiente de basuras habitual (papeleras, etc.), trapos, papeles de filtro u otras materias impregnables o impregnadas.
- Previamente se debe efectuar una neutralización o destrucción de los mismos.
- Deben retirarse los productos inflamables.
- Debe evitarse guardar botellas destapadas.
- Deben recuperarse en lo posible, los metales pesados.
- Se deben neutralizar las sustancias antes de verterlas por los desagües y al efectuarlo, hacerlo con abundante agua.

Cuando se produzcan derrames debe actuarse con serenidad, evacuar al personal innecesario, evitar contaminaciones en la indumentaria y en otras zonas del laboratorio y utilizar la información disponible sobre residuos<sup>17</sup>.

---

<sup>17</sup> TURUGUET MAYOL D. Y GUARDINO SOLA X..Procedimientos para la eliminación de residuos (Traducción del "Laboratory Waste Disposal Manual". Editado por la M. C.A.). Documento Técnico 20, INSHT, Madrid, 1983

## **5.8 MECÁNICA DE FUNCIONAMIENTO PARA LA RECOGIDA SELECTIVA**

### **5.8.1 Tipos de envases.**

Para el envasado y correspondiente separación de los residuos químicos se emplean distintos tipos de bidones o recipientes, dependiendo del tipo de residuo y de la cantidad producida. Para los residuos químicos peligrosos del grupo I al VII (Ver tabla 13) es recomendable emplear envases homologados para el transporte de materias peligrosas. La elección del tipo de envase también depende de cuestiones logísticas como la capacidad de almacenaje del laboratorio o centro. Algunos tipos de posibles envases a utilizar son los siguientes:

- Contenedores (garrafas) de polietileno de 5 o 30 litros de capacidad. Se trata de polietileno de alta densidad resistente a la mayoría de productos químicos, aptos para los residuos, tanto sólidos como líquidos, de los grupos I a VII. También pueden emplearse envases originales procedentes de productos, siempre que estén correctamente etiquetados y marcados.
  
- Bidones de polietileno de 60 y 90 litros de capacidad y boca ancha, destinados al material desechable contaminado.
  
- Cajas estancas de polietileno con un fondo de producto absorbente, preparadas para el almacenamiento y transporte de reactivos obsoletos y otros productos especiales.
  
- Envases de seguridad, provistos de cortafuegos y compensación de presión, idóneos para productos muy inflamables (muy volátiles) o que desprendan malos olores.

Todos estos tipos de envases pueden ser suministrados por la empresa gestora o por empresas especializadas del sector. En la utilización de envases de polietileno, es preciso tener en cuenta algunas recomendaciones, las cuales se resumen en la siguiente tabla:

**Tabla 13.** Recomendaciones para el uso de envases de polietileno para el almacenamiento de residuos.

Producto	Recomendación
Bromoformo Sulfuro de carbono	No utilizar
Ácido butírico Ácido benzoico Bromo Bromobenceno	No utilizar en periodos de almacenaje superior a un mes
Cloruro de amilo Cresoles Dietiléter Éter Haluros de ácido Nitrobenceno Percloroetileno Tricloroetano Tricloroetileno	No utilizar con el producto a temperaturas superiores a 40° C.
Diclorobencenos	No utilizar en periodos de almacenaje superiores a un mes

**Fuente:** Pictogramas e indicaciones de peligro, de acuerdo con lo dispuesto en el anexo II del Real Decreto 363/1995. Universidad Autónoma de Barcelona

### 5.8.2 Etiquetado e identificación de los envases<sup>18</sup>.

Todo envase de residuos peligrosos debe estar correctamente etiquetado (indicación del contenido) e identificado (indicación del productor). La identificación incluye los datos del laboratorio productor, la referencia concreta de la unidad

<sup>18</sup> Ley 155 de 1993, Etiquetado de productos químicos y NTC 4702 Embalajes, envases y requisitos técnicos.

(nombre, clave o similar), el nombre del responsable del residuo y las fechas de inicio y final de llenado del envase. La función del etiquetado es permitir una rápida identificación del residuo, así como informar del riesgo asociado al mismo, tanto al usuario como al gestor. A continuación se propone una codificación de etiquetas de distinto color:

- Grupo I: Etiqueta de color naranja.
- Grupo II: Etiqueta de color verde.
- Grupo III: Etiqueta de color azul.
- Grupo IV: Etiqueta de color rojo.
- Grupo V: Etiqueta de color marrón.
- Grupo VI: Etiqueta de color amarillo.
- Grupo VII: Etiqueta de color lila.

### **5.8.3 Almacenamiento temporal.**

Desde el momento de la generación de un residuo hasta la retirada por parte de la empresa gestora, el almacenamiento de los residuos es responsabilidad del productor, teniendo en cuenta las recomendaciones de almacenamiento de residuos químicos peligrosos, este no debe excederse en períodos superiores a seis meses y si esto ocurre es necesario tomar medidas para que estos residuos (ácidos o básicos) no terminen corroyendo los envases.

En algunos casos, en función de las cantidades generadas y de la periodicidad de recogida, además del almacenamiento general, puede ser recomendable disponer de un local específico para el almacenamiento de los residuos que también debe cumplir la normativa específica NTC ISO 14001.

Si las cantidades son pequeñas o los tipos de residuos no implican riesgo muy elevado de incendio o toxicidad, los contenedores pueden almacenarse juntos.

Debe evitarse el apilamiento, habilitándose estanterías metálicas y depositándose en el suelo los contenedores grandes (de 30 litros), reservando las estanterías superiores para los contenedores pequeños (de 1, 2, 5 y 10 litros).



**Foto 6 .** Almacenamiento correcto de los residuos químicos en los laboratorios generadores.

## 6. METODOLOGÍA

El proceso metodológico propuesto para la segregación, almacenamiento y transporte de los residuos peligrosos, según el sistema de Gestión Ambiental ISO 14001 se desarrolló en cuatro etapas, así:

**1. DISEÑO DEL PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS EN LOS LABORATORIOS DE DOCENCIA DE LA ESCUELA DE QUÍMICA**



**2. ESTABLECIMIENTO DE LAS RUTAS DE TRANSPORTE DE RESIDUOS QUÍMICOS PELIGROSOS DEL LUGAR DE GENERACIÓN AL LUGAR DE ALMACENAMIENTO.**



**3. TRAZO DEL PROTOCOLO DE ALMACENAMIENTO EN EL LABORATORIO DE MANEJO DE RESIDUOS.**



**4. PLANTEAMIENTO DEL PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y EL PLAN DE CONTINGENCIA EN LA BODEGA DE ALMACENAMIENTO DEL LABORATORIO DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.**

A continuación se presenta el manual de segregación de residuos, rutas de transporte y almacenamiento de los residuos químicos peligrosos generados en la Escuela de Química de la Universidad Industrial de Santander.

## **CAPÍTULO 1**

### **7. DISEÑO DEL PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS QUÍMICOS EN LOS LABORATORIOS DE DOCENCIA DE LA ESCUELA DE QUÍMICA**

#### **7.1 GESTIÓN DE RESIDUOS QUÍMICOS PELIGROSOS EN LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

En la Universidad Industrial de Santander se establecerá el siguiente sistema para la gestión de los residuos peligrosos generados en sus laboratorios.

- Cada laboratorio nombra un responsable general de residuos el cual es el encargado de la Gestión Interna. Si se dispone de almacén para residuos, es conveniente que se nombre un gestor seleccionado por el comité de gestión ambiental, encargado de coordinar todas las actividades en cuanto al manejo de las sustancias químicas desde los laboratorios productores hasta el almacenamiento de los residuos peligrosos, esto incluye el transporte.
- Si la universidad dispone de diversas unidades productoras de residuos, se nombra asimismo un encargado de residuos por cada unidad productora, los cuales serán coordinados por el responsable general.
- El responsable elabora una normativa interna de funcionamiento que da a conocer a todos los interesados, determinando las obligaciones de cada implicado

en el proceso. El cumplimiento y vigilancia de esta normativa es una tarea de todos los implicados en el proceso de gestión interna de los residuos.

- El responsable aplica una ficha predeterminada de control de residuos. Esta ficha contiene, al menos, la siguiente información: datos del productor de los residuos (laboratorio, departamento, y responsable), fecha y datos de los residuos producidos (grupo, contenido principal del residuo, número de envases y volumen de cada envase). Una copia de esta ficha se entrega al gestor o encargado por el comité de gestión ambiental para la comprobación de la información y la salida de los residuos del almacenamiento temporal.

- El responsable se encarga de mantener un stock de contenedores y etiquetas adecuado a las necesidades del centro. Los encargados mantienen los stocks en el ámbito de cada unidad.

- El gestor del comité de gestión ambiental facilita los envases que se vayan a utilizar, las etiquetas, los formularios de segregación, los embalajes y mantiene el control sobre la utilización correcta de estos recursos.

- El productor individual o los laboratorios productores, en el momento que decidan que una sustancia, producto o material es residuo, lo depositan en el envase adecuado, situado dentro del recinto de trabajo.

- Cuando un envase esté lleno en su 90%, el encargado del laboratorio solicita al gestor del comité de gestión ambiental la salida o retiro de los residuos al sitio de almacenamiento y laboratorio de mitigación, registrando la fecha de llenado final. El gestor del comité ambiental lo traslada al lugar de almacenamiento, verificando el correcto diligenciamiento de las etiquetas y planillas de control de residuos.

- El responsable del laboratorio generador controla la producción de residuos, su manipulación por el distinto personal, el seguimiento de las normas de seguridad, así como el correcto envasado, etiquetado, identificación y almacenamiento temporal.

- El responsable establece, de acuerdo con la empresa gestora (contratada por la universidad), el calendario anual de recogidas para aquellos residuos especiales que no serán sometidos a almacenamiento y tratamiento químico dentro de la universidad. Este calendario de recogida lo da a conocer a todas las unidades productoras o laboratorios y a sus encargados para su programación. Este calendario contempla, al menos, una retirada cada dos meses para los residuos de los grupos I al VII.

- En el momento de la salida, el gestor del comité de gestión ambiental comprueba la correspondencia de los residuos retirados con las planillas expedidas por los encargados de las unidades productoras o laboratorios.

- El transportista autorizado o la empresa gestora contratada por la universidad para retirar los residuos químicos peligrosos que no son almacenados, ni tratados, expide un albarán o recibo de los residuos que recoge. Una copia de este albarán es entregada a la empresa productora, en este caso la universidad, para su archivo interno. Con posterioridad, la empresa gestora remite un certificado de los residuos retirados. El responsable y el gestor del comité de gestión ambiental controlan la recepción de albaranes y certificados.

Los laboratorios generadores o el comité de gestión ambiental disponen de un plan de protección del medio ambiente, para el reciclaje de los envases de polietileno de 5 o más litros de los grupos I a VII.

## **7.2 INSTRUCCIONES GENERALES PARA LA MANIPULACIÓN DE LOS RESIDUOS.**

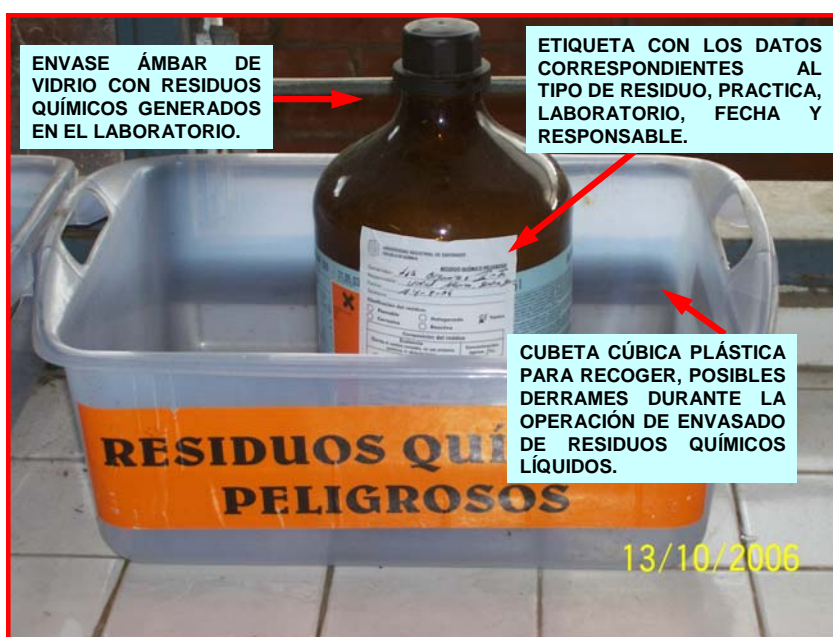
- Siempre debe evitarse el contacto directo con los residuos, utilizando los equipos de protección individual, adecuados a sus características de peligrosidad. Esto es especialmente importante en el caso de los guantes y de la protección respiratoria, ya que no existen equipos que protejan frente a todos los productos (ver anexo 3, normas de seguridad en el laboratorio).
- Todos los residuos deberán considerarse peligrosos, asumiendo el máximo nivel de protección en caso de desconocer sus propiedades y características.
- En lo posible, se utilizarán materiales de envases y de laboratorio, que puedan ser descontaminados con facilidad, sin generar riesgos adicionales al medio ambiente. En caso contrario, se empleará material de un solo uso que pueda ser eliminado por un procedimiento estándar después del contacto con el producto.
- No se deben manipular residuos en solitario.
- Escoger el tipo de envase para almacenar el residuo.
- Para los residuos líquidos, no se emplearán envases mayores de 30 litros, para facilitar su manipulación y evitar riesgos innecesarios.
- El transporte de envases de 30 litros o más, se realizará en carretillas para evitar riesgos de rotura y derrame.

- El vertido de los residuos a los envases correspondientes debe hacerse de forma lenta y controlada. Esta operación será interrumpida si se observa cualquier fenómeno anormal, como la producción de gases o el incremento excesivo de temperatura. Para trasvasar líquidos en grandes cantidades, se empleará una bomba, preferiblemente de accionamiento manual; en el caso de utilizar una bomba eléctrica, ésta debe ser antideflagrante. En todos los casos se comprobará la idoneidad del material de la bomba con el residuo trasvasado.
  
- Una vez acabada la operación de vaciado se cerrará el envase hasta la próxima utilización. De esta forma se reduce la exposición del personal a los productos implicados.
  
- Siempre que sea posible, los envases se depositarán en el suelo para prevenir la caída a distinto nivel. No se almacenarán residuos a más de 170 cm de altura.
  
- Dentro del laboratorio, los envases en uso no se dejarán en zonas de paso o lugares que puedan generar tropiezos<sup>19</sup>.

---

<sup>19</sup> GADEA, E. y X. GUARDINO NTP-276. Eliminación de residuos en el laboratorio: procedimientos generales. INSHT, 1991.  
GADEA, E. NTP-359. Seguridad en el laboratorio: Gestión de residuos tóxicos y peligrosos en pequeñas cantidades. INSHT, 1994

### 7.3 SEGREGACIÓN DE LOS RESIDUOS QUÍMICOS EN LOS LABORATORIOS DE DOCENCIA DE LA ESCUELA DE QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.



**Foto 7.** (Autores) Seguridad en el laboratorio durante el proceso de segregación de residuos químicos

La segregación de los residuos químicos es un procedimiento que se inicia con la elección del recipiente adecuado. El proceso de llenado del recipiente comprende varias prácticas durante las cuales deben segregarse los residuos químicos de la misma naturaleza para evitar reacciones violentas que generen situaciones de emergencia. El nivel máximo de llenado debe equivaler a un 90% del recipiente.

La mayor parte de los residuos peligrosos que se generan en los laboratorios no son productos inertes, por lo que tienden a sufrir cambios (generación de gases y vapores o transformaciones químicas), al reaccionar con otros materiales y también con los recipientes que los contienen, los cuales terminan en mal estado por acción corrosiva de las sustancias contenidas.

Estas reacciones internas son consecuencia del inadecuado almacenamiento, carente del control mínimo de algunas variables como son la temperatura, la exposición solar e incluso el uso apropiado de recipientes y tapas. Esto implica riesgos de incendio o explosión.

#### **7.4 ETIQUETADO Y ROTULACIÓN DE LAS SUSTANCIAS PARA ALMACENAMIENTO SEGÚN LA NTC ISO 14001.**

El rotulado lleva la información que especifica el tipo de residuo, el laboratorio generador, la fecha de inicio y terminación del llenado, el responsable del laboratorio, el docente que realizó las prácticas y la entrega del residuo al responsable de llevarlo a un almacén para su disposición final. En lo posible los rótulos deben tener pictogramas que adviertan de su peligrosidad a las personas que los manipulan.

La Ley 55 de 1993 establece que todos los productos químicos deben llevar una etiqueta fácilmente comprensible para los trabajadores, de tal forma que proporcione información esencial sobre su clasificación, los peligros asociados y las precauciones de seguridad que deban observarse.

El etiquetado y rotulado de las mercancías peligrosas se realiza de acuerdo a las recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas formuladas por

las Naciones Unidas<sup>20</sup>, reglamentado en Colombia por la Norma Técnica 1692 la cual es de obligatorio cumplimiento conforme al Decreto 1609/02.

Las pautas establecidas para las etiquetas en la Norma Técnica Colombiana ISO 14001 son:

- Medir por lo menos 100 mm x 100 mm, salvo en caso de bultos que debido a su tamaño solo pueden llevar etiquetas más pequeñas.
- El método de marcado deberá garantizar que la información sea identificable después de estar tres meses sumergido en agua.
- Tener una línea del mismo color que el símbolo, a 5 mm del borde de las mismas en todo su perímetro.
- La parte superior de la etiqueta en el producto se reservará para el símbolo y en la parte inferior se ubicarán el texto, el número de la clase o de la división y la letra del grupo de compatibilidad de la sustancia peligrosa. Las etiquetas de las divisiones 1.4, 1.5 y 1.6 llevarán en la mitad superior, el número de la división, y si es el caso, la letra del grupo de compatibilidad y en ángulo inferior el número de la clase. (Ver figura 2 sobre la clasificación de las sustancias químicas según la Organización de las Naciones Unidas).
- En la Clase 5 el número de la división de la sustancia deberá figurar en el ángulo inferior de la etiqueta.
- Los símbolos, textos y los números deberán imprimirse en negro, excepto en las etiquetas de la Clase 8, en las que el texto y el número de la clase deben figurar

---






<sup>20</sup> Libro Naranja de la Organización de las Naciones Unidas, y la norma técnica colombiana NTC 1692.






en blanco y en las etiquetas con fondo rojo, verde o azul, en las que pueden figurar en blanco. (Ver Tabla 14.)






- Deben ser resistentes a la intemperie, es decir sin degradación notable.



**Tabla 14.** Clase de sustancias peligrosas y sus etiquetas correspondientes de las naciones unidas.

CLASE DE SUSTANCIAS PELIGROSAS Y SUS ETIQUETAS CORRESPONDIENTES		
<p>CLASE 1</p> <p><b>EXPLOSIVOS</b></p>	<p><b>División 1.1</b> Explosivos con riesgos de explosión en masa.</p>	
	<p><b>División 1.2</b> Explosivos con riesgo de proyección.</p>	
	<p><b>División 1.3</b> Explosivos con riesgo de predominante incendio.</p>	
	<p><b>División 1.4</b> Explosivos sin riesgos significativos de explosión.</p>	

	<b>División 1.5</b> Explosivos muy insensibles; agentes explosivos.	<p>CLASS 1 Explosive 1.5</p> 
	<b>División 1.6</b> Materiales detonantes extremadamente insensibles.	<p>CLASS 1 Explosive 1.6</p> 
<p>Clase 2</p> <p><b>Gases</b></p>	<b>División 2.1</b> Gases inflamables.	<p>CLASS 2 Division 2.1</p> 
	<b>División 2.2</b> Gases comprimidos no inflamables, no tóxicos.	<p>CLASS 2 Division 2.2</p> 
	<b>División 2.3</b> Gases tóxicos por inhalación.	<p>CLASS 2 Division 2.3</p> 

	División 2.4 Gases corrosivos.	<p>CLASS 2 Division 2.2</p> 
<p>Clase 3</p> <p><b>Líquidos inflamables</b></p>		<p>CLASS 3</p> 
<p>Clase 4</p> <p><b>Sólidos inflamables,</b> sustancias propensas a la combustión espontánea y sustancias que en contacto con el agua emiten gases inflamables</p>	<p><b>División 4.1</b> Sólidos inflamables</p>	<p>CLASS 4 Division 4.1</p> 
	<p><b>División 4.2</b> Sustancias propensas a la combustión espontánea.</p>	<p>CLASS 4 Division 4.2</p> 
	<p><b>División 4.3</b> Sustancias que en contacto con el agua emiten gases inflamables.</p>	<p>CLASS 4 Division 4.3</p> 

<p>Clase 5</p> <p><b>Sustancia oxidantes y peróxidos orgánicos</b></p>	<p><b>División 5.1</b> Sustancias oxidantes.</p>	<p>CLASS 5 Division 5.1</p> 
	<p><b>División 5.2</b> Peróxidos orgánicos.</p>	<p>CLASS 5 Division 5.2</p> 
<p>Clase 6</p> <p><b>Sustancias tóxicas</b> (venenosas) y sustancias infecciosas.</p>	<p><b>División 6.1</b> Sustancias tóxicas.</p>	<p>CLASS 6 Division 6.1</p> 
	<p><b>División 6.2</b> sustancias infecciosas.</p>	<p>CLASS 6</p> 
<p>Clase 7</p> <p><b>Materiales radioactivos</b></p>		<p>CLASS 7</p> 

<p>Clase 8</p> <p><b>Materiales corrosivos</b></p>		<p>CLASS 8</p> 
<p>Clase 9</p> <p><b>Materiales peligrosos varios</b></p>	<p><b>División 9.1</b> Cargas peligrosas que no pueden ser incluidas en las clases anteriores.</p> <p><b>División 9.2</b> Sustancias peligrosas para el medio ambiente.</p> <p><b>División 9.3</b> residuos peligrosos.</p>	<p>CLASS 9</p> 

**Fuente:** Clasificación según las naciones Unidas, convenio de Basilea.

#### 7.4.1 Elaboración de rótulos y etiquetas para los envases de los residuos químicos peligrosos de la Universidad Industrial de Santander.

El etiquetado tiene como principal objetivo identificar el residuo peligroso y reconocer la naturaleza del peligro que representa, alertando a las personas involucradas en el transporte, manejo sobre las medidas de precaución y prohibiciones. Los envases de residuos peligrosos deben estar debidamente identificados por medio de etiquetas de riesgo, especificando la identidad, cantidad, procedencia del residuo y la clase de peligro involucrado.

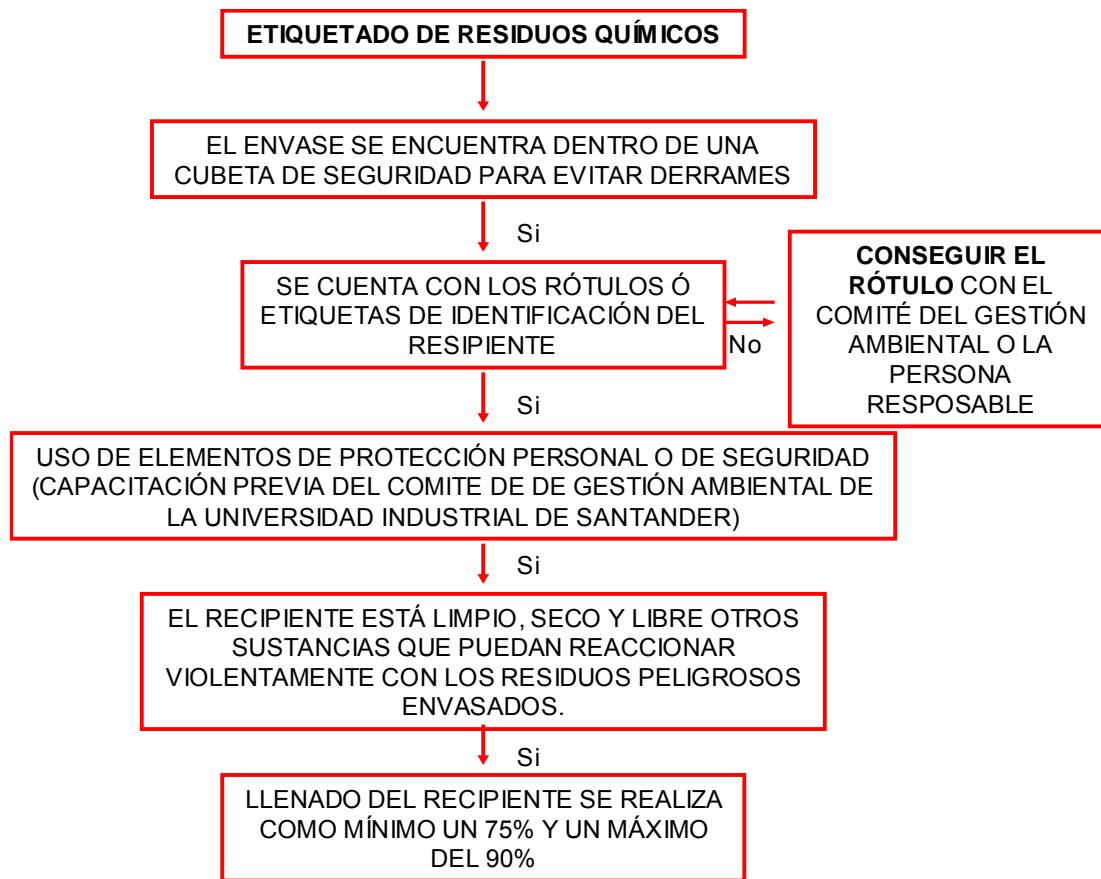
La Organización de las Naciones Unidas (ONU) establece listas en las cuales se identifican las sustancias peligrosas, asignándoles un número de cuatro dígitos,

asimismo establece una clasificación de riesgos dividida en 9 grupos con varias divisiones y los modelos de símbolos o pictogramas de las etiquetas de riesgo con las cuales se deben identificar los envases.

Al interior de cada institución hay libre albedrío para el diseño de rótulos o etiquetas así como de planillas que permiten llevar de forma clara y ordenada todos los procedimientos relacionados con los residuos químicos peligrosos generados al interior de la universidad.


La importancia de diseñar etiquetas o rótulos y planillas para procedimientos internos, radica en la fácil comprensión de la información por todos los miembros de la universidad que están implicados (alumnos, profesores, operarios técnicos, directivos, etc.) en todos los procesos desde la segregación, almacenamiento temporal y procesos de recuperación en el laboratorio de mitigación de la UIS.

La información es imprescindible para evitar y minimizar los riesgos, tanto ambientales como laborales. Las etiquetas de los productos constituyen la fuente de información más cercana sobre los residuos y contienen la información básica que se necesita. En la figura 4, se observa los pasos para llevar a cabo el correcto etiquetado de los residuos químicos peligrosos.



**Figura 4.** Diagrama de etiquetado de residuos químicos

En este trabajo se proponen dos tipos de etiquetas para la identificación de los residuos químicos que serán adoptadas según el comité de gestión ambiental.

 <b>DISOLVENTES HALOGENADOS</b>	
Código de Identificación del residuo	<p style="text-align: center;">F</p>  <p style="text-align: center;"><b>INFLAMABLE</b></p>
Datos del titular del residuo Nombre: _____ Dirección: _____ _____ Teléfono: _____ Departamento: _____ _____	
Fecha de envasado:	
Fecha de salida del residuo:	Responsable del transporte:

**Formato 1.** Etiquetas de residuos de disolventes halogenados

 <b>DISOLVENTES NO HALOGENADOS</b>	
Código de Identificación del residuo	<p style="text-align: center;">F</p>  <p style="text-align: center;"><b>INFLAMABLE</b></p>
Datos del titular del residuo Nombre: _____ Dirección: _____ _____ Teléfono: _____ Departamento: _____ _____	
Fecha de envasado:	
Fecha de salida del residuo:	Responsable del transporte:



**Formato 2.** Etiquetas de residuos de disolventes no halogenados

 <b>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</b> CONSTRUIAMOS FUTURO		<h2>DISOLUCIONES ÁCIDAS INORGÁNICAS</h2>	
Código de Identificación del residuo		C	
Datos del titular del residuo Nombre: _____ Dirección: _____ _____ Teléfono: _____ Departamento: _____ _____			
Fecha de envasado:		<b>CORROSIVO</b>	
Fecha de salida del residuo:		Responsable del transporte:	

**Formato 3.** Etiquetas de residuos de disoluciones ácidas inorgánicas

 <b>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</b> CONSTRUIAMOS FUTURO		<h2>DISOLUCIONES BÁSICAS INORGÁNICAS</h2>	
Código de Identificación del residuo		T	
Datos del titular del residuo Nombre: _____ Dirección: _____ _____ Teléfono: _____ Departamento: _____ _____			
Fecha de envasado:		<b>TÓXICO</b>	
Fecha de salida del residuo:		Responsable del transporte:	

**Formato 4.** Etiquetas de residuos de disoluciones básicas inorgánicas

 <b>PRODUCTOS QUÍMICOS LABORATORIO</b> CONSTRUIMOS FUTURO	
Código de Identificación del residuo	<p style="text-align: center;">T</p>  <p style="text-align: center;"><b>TÓXICO</b></p>
Datos del titular del residuo Nombre: _____ Dirección: _____ _____ Teléfono: _____ Departamento: _____ _____	
Fecha de envasado:	
Fecha de salida del residuo:	Responsable del transporte:

**Formato 5.** Etiquetas de productos químicos de laboratorio.

 <b>RESIDUOS CON METALES PESADOS</b> CONSTRUIMOS FUTURO	
Código de Identificación del residuo	<p style="text-align: center;">Xn</p>  <p style="text-align: center;"><b>NOCIVO</b></p>
Datos del titular del residuo Nombre: _____ Dirección: _____ _____ Teléfono: _____ Departamento: _____ _____	
Fecha de envasado:	
Fecha de salida del residuo:	Responsable del transporte:

**Formato 6.** Etiquetas de residuos con metales pesados



 <b>RESIDUOS SANITARIOS</b> CONSTRUIMOS FUTURO	
Código de Identificación del residuo	
Datos del titular del residuo Nombre: _____ Dirección: _____ _____ Teléfono: _____ Departamento: _____ _____	
Fecha de envasado:	
Fecha de salida del residuo:	Responsable del transporte:

**Formato 7.** Etiquetas de residuos sanitarios

 <b>RESIDUOS CITOTÓXICOS</b> CONSTRUIMOS FUTURO	
Código de Identificación del residuo	
Datos del titular del residuo Nombre: _____ Dirección: _____ _____ Teléfono: _____ Departamento: _____ _____	
Fecha de envasado:	
Fecha de salida del residuo:	Responsable del transporte:

**Formato 8.** Etiquetas de residuos citotóxicos



Otros tipos de etiquetas de segregación de residuos químicos peligrosos.

 <b>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</b> CONSTRUIMOS FUTURO		<b>RESIDUO PELIGROSO</b> <b>DISOLVENTES</b> <b>HALOGENADOS</b>		
Nombre del Residuo				
Código				
Responsable	Tipo de envase	Estado del envase		
Fecha de envasado	Fecha de entrega	Cantidad en Kg ó L		
Dependencia y/o laboratorio				
Responsable del transporte	Fecha recibo almacén	Tratamiento		
Observaciones:				



**Formato 9.** Etiquetas de residuos peligrosos de disolventes halogenados

 <b>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</b> CONSTRUIMOS FUTURO		<b>RESIDUO PELIGROSO</b> <b>DISOLVENTES</b> <b>NO HALOGENADOS</b>		
Nombre del Residuo				
Código				
Responsable	Tipo de envase	Estado del envase		
Fecha de envasado	Fecha de entrega	Cantidad en Kg ó L		
Dependencia y/o laboratorio				
Responsable del transporte	Fecha recibo almacén	Tratamiento		
Observaciones:				

**Formato 10.** Etiquetas de residuos peligrosos de disolventes no halogenados

 <b>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</b> CONSTRUIMOS FUTURO		<h1>DISOLUCIONES ÁCIDAS INORGÁNICAS</h1>		
Nombre del Residuo				
Código				
Responsable	Tipo de envase	Estado del envase		
Fecha de envasado	Fecha de entrega	Cantidad en Kg ó L		
Dependencia y/o laboratorio				
Responsable del transporte	Fecha almacén	recibo	Tratamiento	
Observaciones:				

**Formato 11.** Etiquetas de residuos peligrosos de disoluciones ácidas inorgánicas

 <b>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</b> CONSTRUIMOS FUTURO		<h1>RESIDUO PELIGROSO</h1> <h2>RESIDUOS QUÍMICOS TÓXICOS</h2>		
Nombre del Residuo				
Código				
Responsable	Tipo de envase	Estado del envase		
Fecha de envasado	Fecha de entrega	Cantidad en Kg ó L		
Dependencia y/o laboratorio				
Responsable del transporte	Fecha almacén	recibo	Tratamiento	
Observaciones:				

**Formato 12.** Etiquetas de residuos químicos peligrosos

		<b>RESIDUO PELIGROSO</b> <b>RESIDUOS CON</b> <b>METALES PESADOS</b>			
<b>NOCIVO</b>					
Nombre del Residuo					
Código					
Responsable		Tipo de envase		Estado del envase	
Fecha de envasado		Fecha de entrega		Cantidad en Kg ó L	
Dependencia y/o laboratorio					
Responsable del transporte		Fecha almacén		recibo Tratamiento	
Observaciones:					

**Formato 13.** Etiquetas de residuos peligrosos con metales pesados

## 7.5 CONTROL DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS.

- El almacenamiento de los residuos, peligrosos y no peligrosos, debe hacerse en un lugar específico y con medidas antiincendios, bajo cubierta, señalizado y con prohibición expresa de no fumar. Para el caso de los residuos peligrosos, el acceso debe ser controlado.
  
- Controlar las condiciones de almacenamiento de los residuos peligrosos, como refrigeración, temperatura ambiente, hermeticidad, uso de extintores, daños al medio ambiente, entre otros.

## 7.6 EMBALAJES Y ENVASES.

Una forma de disminuir los riesgos e impactos al ambiente durante el almacenamiento y transporte de residuos peligrosos, es utilizar embalajes y envases adecuados; contruidos y sellados de tal forma que prevengan cualquier derrame o fuga y elaborados en materiales resistentes al ataque de la sustancia peligrosa que contienen. Los recipientes reutilizables deben estar diseñados para que se puedan abrir y cerrar repetidas veces sin pérdida del contenido. En la foto 8 se observa un inadecuado uso de recipientes que contienen residuos químicos peligrosos los cuales superan el nivel máximo de llenado, además se aprecia mal estado en sus tapas y rótulos.



**Foto 8.** (Autores) Almacenamiento incorrecto de residuos peligrosos

El correcto llenado de los envases implica entre otras normas que la parte externa de los embalajes/envases no debe quedar contaminada con materiales peligrosos para evitar quemaduras, lesiones por acción de las sustancias químicas o reacciones por incompatibilidad.

Para el envasado, almacenamiento y transporte de mercancías peligrosas es conveniente utilizar envases de acuerdo al tipo de residuo, que aseguren su durabilidad y resistencia<sup>21</sup>.

Durante el transporte interno de residuos químicos peligrosos no se recomienda los recipientes de vidrio.

La Norma Técnica Colombiana 4702 divide los embalajes/envases en tres grupos, según el grado de peligro que presentan, excepto para las Clases 1,2 y 7, divisiones 5.2 y 6.2 y las sustancias de reacción espontánea de la división 4.1:

- Grupo embalaje/envase I Sustancias muy peligrosas
- Grupo embalaje/envase II Sustancias medianamente peligrosas
- Grupo embalaje/envase III Sustancias poco peligrosas

El etiquetado de los embalajes emplea un código de tres caracteres para designarlos, que comprende: Un numeral arábigo que indica la clase de embalaje, seguido de una(s) letra(s) mayúscula(s) en caracteres latinos que indica la naturaleza del material del embalaje/envase, seguido, si es necesario, de un numeral arábigo que indica la categoría del embalaje dentro del tipo al que pertenece. Para embalajes compuestos se emplean dos letras mayúsculas en caracteres latinos para indicar la naturaleza de los materiales, la primera indica el

---

<sup>21</sup> Transporte de sustancias químicas peligrosas, por disposición del Decreto 1609/02. Embalajes y envases requisitos técnicos establecidos en la Norma Técnica Colombiana 4702 (1– 9).

material del recipiente interior y la segunda el material del embalaje exterior. Para embalajes combinados sólo se emplea el código numérico para el embalaje exterior. (Ver tabla 16)

El marcado indica que el embalaje cumple con los requisitos establecidos en la norma técnica. La marca no confirma necesariamente que el embalaje pueda ser empleado para alguna sustancia en particular.

Las marcas de especificación deben estar estampadas, impresas o marcadas de alguna forma sobre el embalaje que garantice una adecuada permanencia y un contraste, para que sean fácilmente visibles y comprensibles. Los embalajes/envases interiores no requieren marcas.

Todos los embalajes deben llevar marcas duraderas, legibles y ubicadas en una posición y tamaño relacionado con el bulto, de manera que sean fácilmente visibles; excepto para algunos embalajes destinados a gases de la Clase 2, materiales radiactivos de la Clase 7 y algunos embalajes utilizados para artículos de la Clase 9,

Los códigos utilizados para designar los tipos de embalaje UN, el material del embalaje/envase y los códigos calificadores de los embalajes son los que se presentan en la Tabla 15.

**Tabla 15.** Categorías y códigos de embalaje UN<sup>1</sup>

Tipo de embalaje/envase		Material de embalaje/envase		Códigos calificadores de embalajes	
Código	Descripción	Código	Descripción	Código	Descripción
1	Bidón	A	Acero (todos los tipos y revestimientos)	V	Embalaje especial
2	* Tonel (barril) de madera	B	Aluminio	U	Embalaje especial para sustancias infecciosas
3	Cuñete (jerricán)	C	Madera natural	W	** Está fabricado con una especificación diferente de aquella indicada para

					embalajes exteriores, únicos y compuestos
4	Caja	D	Madera contrachapada	T	Embalaje de recuperación
5	Saco	F	Madera reconstituida		
6	Embalaje compuesto	G	Cartón prensado		
7	* Recipiente a presión	H	Material plástico		
		L	Textiles		
		M	* Papel, multicapa o multihojas		
		N	* Metal (excluido el acero y el aluminio)		
		P	* Vidrio, porcelana o loza		

1. Número UN: Es un código específico o número de serie para cada mercancía peligrosa, asignado por el sistema de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), y que permite identificar el producto sin importar el país del cual provenga. A través de este número se puede identificar una mercancía peligrosa que tenga etiqueta en un idioma diferente al español. Esta lista se publica en el Libro Naranja de las Naciones Unidas "Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas" elaboradas por el comité de expertos en transporte de mercancías peligrosas, del Consejo Económico y Social, versión vigente.

\* No empleado para el transporte aéreo. \*\* El transporte por vía aérea de tales embalajes, está sujeto a la aprobación por escrito del Estado de origen. Para consultar datos referentes a embalajes exteriores, únicos y compuestos UN ver las NTC 4702-1/9

**Fuente:** Norma Técnica Colombiana NTC 4702-1/9. "Embalajes y envases para transporte de mercancías peligrosas".

Las letras mayúsculas «IP» en caracteres latinos, indican «embalaje/envase interior» (Inner Packaging = IP);- seguido de un numeral arábigo que indica la clase de embalaje/envase interior. En la siguiente tabla se presenta la designación para los embalajes/envases interiores.

**Tabla 16.** Envases y embalajes para el transporte de sustancias químicas peligrosas.

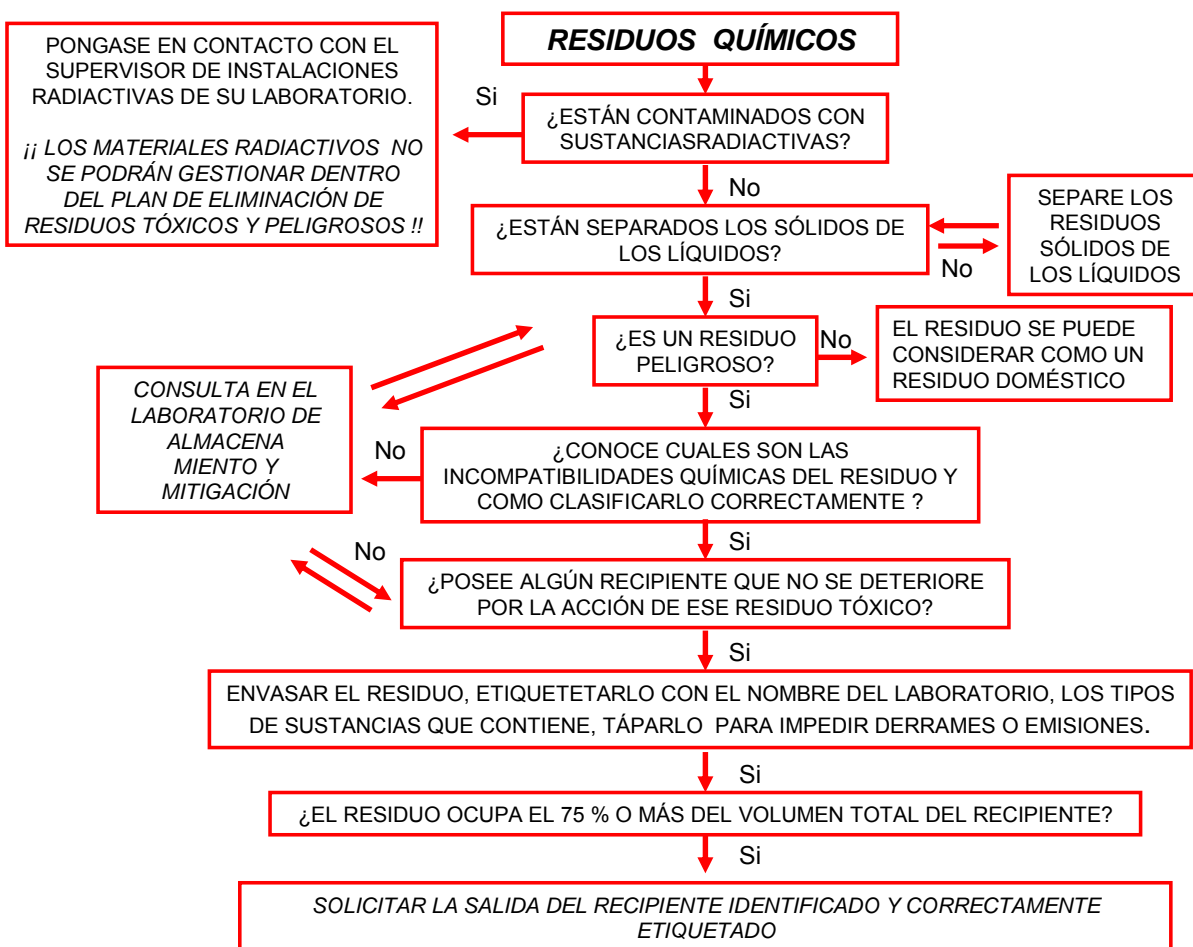
<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
IP1	Loza, vidrio o cera
IP2	Plástico
IP3 e IP3A	Latas, botes o tubos de metal
IP3	Metal (excluyendo el Aluminio)
IP3A	Aluminio
IP4	Sacos de papel multihojas
IP5	Sacos de plástico
IP6	Latas o Cajas de fibra
IP7 e IP7A	Recipientes (aerosoles)
*IP7B	Recipientes (aerosoles)
IP8	Ampollas de vidrio
IP9	Tubos flexibles metálicos o de plástico
IP10	Sacos, papel con aluminio/plástico

**Fuente:** Norma Técnica Colombiana NTC 4702-1/9 “Embalajes y envases para transporte de mercancías peligrosas”.

Nota: \* Especificación europea ver numeral 3.3 NTC 4702-1/9

### **7.6.1 Requisitos de los envases/ embalajes.**

En la figura 5 se observa el procedimiento general para llevar a cabo el envasado de los residuos químicos peligrosos generados por los laboratorios de la Escuela de Química.



**Figura 5.** Diagrama de envasado de residuos químicos.

Los requisitos que deben cumplir los envases/embalajes para el manejo y transporte en condiciones normales de las mercancías peligrosas son:

- La aprobación de los embalajes/envases se realizará mediante ensayos que aseguren los niveles de seguridad deseados.
- Envases/embalajes de buena calidad, construidos y sellados de tal forma que prevengan cualquier posibilidad de derrame o fuga que se presente bajo condiciones normales de transporte, por cambios de temperatura, presión o humedad, a causa de cambios climáticos o geográficos.

- La parte externa de los embalajes/envases no debe quedar contaminada con materiales peligrosos, estas condiciones se aplican para embalajes nuevos como para embalajes reutilizados<sup>22</sup>.
- El envase contará además con una etiqueta de identificación del residuo y el generador usando letra legible y de tamaño apropiado.
- Es conveniente que el responsable del laboratorio tenga el conocimiento para la identificación de los residuos con el fin de elegir el recipiente adecuado teniendo en cuenta su grado de peligrosidad. En la tabla 17 y 18 se observa la clasificación de 90 residuos químicos peligrosos.
- Todas las etiquetas deben ser resistentes a la intemperie y estar adosadas al envase en un lugar visible, sobre un color contrastante.

**Tabla 17.** Noventa (90) residuos peligrosos generados en los laboratorios de las universidades.

	Nombre del residuo peligroso		Nombre del residuo peligroso
<b>ÁCIDOS</b>	Acido acético	<b>INFLAMABLE</b>	Aceites
	Acido clorhídrico		Acetona
	Acido nítrico		Acetonitrilo
	Acido sulfúrico		Acetonitrilo-agua
	Amonio		Auramina
	Hidróxido de sodio		Carbones, astillas, aserrín de combustión
	Mezcla ac. clorhídrico y fluorhídrico		Diamino bencidina
	Mezcla ac. clorhid y perclorico		Dianicidina orto
	Mezcla ac. clorhid y sulfúrico		Difenilamina
	Mezcla ac. clorh, sulf, acético		Etanol
	Mezcla ac. clorhid, fosf, nítrico, fluorhídrico		Fenol
	Mezcla hidróxido Ba, Na, K		Formaldehido
	Mezcla hidróxido Na, molibdato amonio, sulfato		Formalina
	Soluciones corrosivas		Hexano
Solución para ac. determinación Kappa	Karl Fisher		

<sup>22</sup> Normas Técnicas Colombianas 4702-1/9 "Embalajes y envases para transporte de mercancías peligrosas".

	<b>Solución para ác Urónico</b>		Metanol
<b>TÓXICO</b>	Bromuro de etidio		Metilbutilcetona
	Cloroformo		Mezcla acetona, etanol
	Colorante con metanol		Mezcla acetona, metanol
	Diclorometano con solventes		Mezcla benceno, formaldehído
	Dicromato de sodio y mercurio		Mezcla benceno, metanol
	Diclorometano		Mezcla etanol, metanol
	Gel de bromuro de etidio		Mezcla etanol, metanol, acetato etilo
	Inorgánicos con metales pesados		Mezcla etanol, metanol, xilol
	Líquido revelador y fijador		Mezcla Etanol, tolueno y hexano
	Mercurio		Mezcla etanol, xileno
	Metales pesados de Ag, Cr		Mezcla eter, acetona
	Mezcla cloroformo, diclorometano		Mezcla fenol, metanol
	Mezcla diclorometano, cloroformo		Mezcla formaldehido, tetraborato
	Mezcla diclorometano, hexano		Mezcla metanol, agua
	Mezcla diclorometano y otros		Mezcla solventes
	Mezcla fenol-bromuro		Mezcla tolueno, THF, propanol
	Mezcla fenol-cloroformo		Mezcla tolueno, xileno
	Minerales residuales		Naftaleno
	N-1 naftildietilendiaminodicloro		Parafinas residuales
	Plomo sólido		Parafina sólida
	Precipitados de Metales pesados		Paraformaldehido
	Residuos de DQO		Reactivos orgánicos
	Residuos minerales		Tolueno
	Sales de mercurio		Tolueno/lecitina
	Solución con arsénico		Xilol
	Solución con cadmio		<b>REACTIVO</b>
	Solución para hexenurónicos		
	Sulfocrómica		
	Tetracloruro de carbono		
		Licores de digestión pulpa	
		Licor negro	
		Nitrato de amonio y nitrato de sodio	

**Fuente:** Fernando Márquez Romegialli, Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción- Chile.

En la tabla 18 se observa ejemplos de los residuos químicos que siguen el sistema de segregación que contempla la siguiente clasificación:

- Orgánicos halogenados
- Orgánicos no halogenados
- Orgánicos no halogenados aromáticos y fenoles
- Líquidos orgánicos con metales pesados

- Líquidos inorgánicos con metales
- Ácidos sin sulfuros, cianuros y metales pesados
- Ácidos con sulfuros, cianuros y metales pesados
- Ácidos orgánicos
- Bases sin sulfuros, cianuros y metales pesados
- Bases con sulfuros, cianuros y metales pesados
- Bases orgánicas
- Sólidos inorgánicos
- Sólidos orgánicos

**Tabla 18.** Clasificación de los residuos generados en los laboratorios de las universidades

<b>Orgánicos no Halogenados</b>	<b>Orgánicos no Halogenados Aromáticos y Fenoles</b>
Aceites	Auramina
Acetona	Dianicidina orto
Acetonitrilo	Difenilamina
Acetonitrilo-agua	Fenol
Etanol	Formaldehído
Hexano	Formalina
Metanol	Karl Fisher
Metilbutilcetona	Mezcla benceno, formaldehído
Mezcla acetona, etanol	Mezcla benceno, metanol
Mezcla acetona, metanol	Mezcla fenol, metanol
Mezcla etanol, metanol	Mezcla formaldehído, tetraborato
Mezcla etanol, metanol, acetato etilo	Mezcla tolueno, THF, propanol
Mezcla etanol, metanol, xilol	Mezcla tolueno, xileno
Mezcla Etanol, tolueno y hexano	Naftaleno
Mezcla etanol, xileno	ToluenoTolueno/lecitina
Mezcla eter, acetona	
Mezcla metanol, agua	<b>Sólidos Orgánicos</b>
Mezcla solventes	Carbones, astillas, aserrín de combustión
Xilol	Diamino bencidina
	Parafinas residuales
Ácido sin sulfuros, cianuros y metales pesados	Parafina sólida

Acido clorhídrico	Paraformaldehido
Acido nítrico	
Acido sulfúrico	Ácidos orgánicos
Mezcla ac. clorhídrico y fluorhídrico	Ácido acético
Mezcla ac. clorhid y perclorico	
Mezcla ac. clorhid y sulfúrico	<b>Bases sin sulfuros, cianuros y metales pesados</b>
Mezcla ac. clorh, sulf, acético	Amonio
Mezcla ac. clorhid, fosf, nítrico, fluorhídrico	Hidróxido de sodio
Soluciones corrosivas	Mezcla hidróxido Ba, Na, K
Solución para ac. determinación Kappa	Mezcla hidróxido Na, molibdato amonio, sulfato
Solución para ác Urónico	
<b>Compuestos halogenados y sus mezclas</b>	
Mezclas de alcoholes y ácido clorhídrico	diclorometano
Dicloroetano	mezclas de ácidos halogenados
Triclorometano	PCBs

**Fuente:** Fernando Márquez Romegialli, Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de concepción- Chile.

## 7.7 DOCUMENTACIÓN INTERNA DEL LABORATORIO

Una planilla es un documento que tiene contenida una información recogida durante un procedimiento y que puede ser utilizado como reporte histórico o simplemente como un formato de inventario de un proceso que permita generar estadísticas para el laboratorio. Este documento necesita ser diligenciado sin enmendaduras con datos claros y teniendo en cuenta que la información consignada sea veraz, para esto se necesita del entrenamiento y entendimiento de estos documentos.

El responsable o coordinador de laboratorio es el encargado de realizar el diligenciamiento de la documentación interna del laboratorio, en el formato 15 se encuentra los datos que el laboratorio registra en el momento de la generación de residuos que debe contener lo siguiente: identificación del laboratorio generador,

los números telefónicos, el responsable o coordinador de laboratorio y toda la información relacionada con los residuos químicos como son la cantidad de residuo en Kg o l y el residuo mayoritario contenido en cada envase. El laboratorio para llevar un control en la segregación asigna códigos establecidos previamente por el comité de gestión ambiental de la UIS.

El gestor del comité de gestión ambiental verifica que la información consignada en el formato 14 concuerde con la que se encuentra en los rótulos o etiquetas de los envases de los residuos peligrosos con el fin de autorizar la salida de estos desechos. Si la información es correcta el gestor del comité de gestión ambiental revisa el sellado, la identificación de los envases y permite la salida de dichos residuos.

 <p>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER CONSTRUIAMOS FUTURO</p>		<p>SOLICITUD DE SALIDA DE RESIDUOS PELIGROSOS DE LOS LABORATORIOS GENERADORES</p>	
<p>Para: UNIDAD DE CONTROL DE RESIDUOS QUÍMICOS PELIGROSOS DE LA UNIDERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.</p> <p>SERVICIO DE ATENCIÓN TEL.: 6557888 Ext. 444512 Fax: 6551099</p>			
<p>Nombre del solicitante:</p>			
<p>Facultad :</p>		<p>Laboratorio :</p>	
<p>TEL:</p>	<p>Correo electrónico</p>		<p>Fax:</p>
<p>Fecha de solicitud:</p>		<p>Fecha de salida:</p>	
<p><b>Código Residuo</b></p>	<p><b>Nº recipientes</b></p>	<p><b>Capacidad en litros</b></p>	<p><b>Tipo de sustancias que contiene el recipiente</b></p>
<p>NO RELLENAR EL ESPACIO DEL CÓDIGO.</p>			

Cada envase debe ser identificado individualmente.

**Firma de la persona que realiza la solicitud y sello del laboratorio generador.**

*(Cualquier información que se encuentre consignada en este formulario debe ser cierta, bajo la responsabilidad del solicitante).*

**Formato 14.** Documento recogida interna de residuos peligrosos

**Fuente:** Autores

DATOS DEL PRODUCTOR						
 <p>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER CONSTRUIMOS FUTURO</p>		LABORATORIO: _____ _____ <b>(Indicar Laboratorio, edificio y numero dependencia)</b>				
RESPONSABLE: _____						
TIPO DE RESIDUO	CÓDIGO DEL RESIDUO	TIPO DE ENVASE	CANTIDAD		FECHA DE SALIDA	DESTINO DEL RESIDUO
			( Kg ó L )	ENVASES		
DISOLVENTES HALOGENADOS						
DISOLVENTES NO HALOGENADOS						
SOLUCIONES ACUOSAS INORGÁNICAS						
SOLUCIONES ACUOSAS ORGÁNICAS						
ÁCIDOS						
ACEITES						
ENVASES CONTAMINADOS						
ESPECIALES REACTIVOS DE LABORATORIO						

ESPECIALES BROMURO DE ELIDIÓ						
ESPECIALES MEZCLAS CRÓMICAS						
ESPECIALES SALES CIANURADAS						
ESPECIALES PESTICIDAS						
ESPECIALES OTROS						
BIOPELIGROSOS						
CITOTÓXICO						

**Formato 15.** Planilla Del Laboratorio Generador.

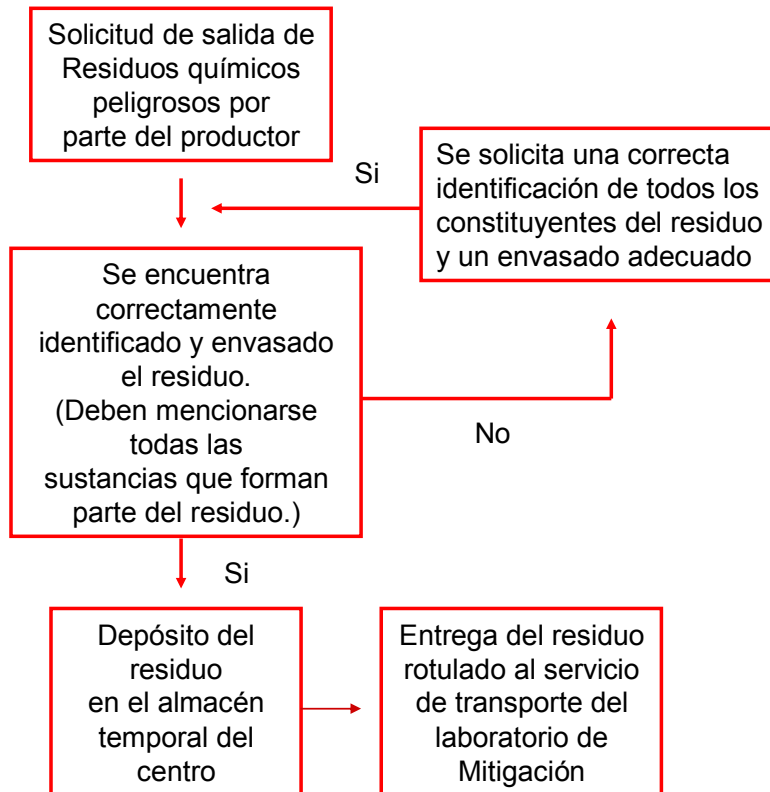
**Fuente:** Autores

### **7.8 PROCEDIMIENTO GENERAL PARA LA RECOGIDA DE LOS RESIDUOS**

Con objeto de minimizar los riesgos derivados de la manipulación de los residuos químicos peligrosos, cualquier laboratorio interesado en retirar los envases de residuos deberá comunicarlo vía fax o correo electrónico a los responsables del laboratorio de almacenamiento temporal y mitigación de la Universidad Industrial de Santander. Para ello deberá utilizar el formulario de solicitud de retiro de residuos peligrosos. En este formulario deberán figurar todos los datos relativos al productor con objeto de poder solucionar inmediatamente cualquier situación que se pueda plantear y que dificulte la gestión. Cada envase debe identificarse por separado para que, en caso de que se produzca una situación que lo requiera, se puedan solicitar datos complementarios.

Los productores son los responsables de los residuos que generan, el comité de gestión ambiental facilita y realiza la gestión más adecuada de los mismos dentro de las posibilidades de la Universidad. En caso de que los productores proporcionen información confusa, incompleta o falsa, las responsabilidades derivadas de una gestión incorrecta de los residuos declarados, recaerán exclusivamente sobre los mismos.

Una vez que se compruebe que los residuos se encuentren perfectamente identificados y envasados, serán retirados del lugar donde se encuentren y depositados en el almacén temporal de residuos químicos para su disposición final. En la figura 6 se encuentra el diagrama de recolección de residuos químicos peligrosos.



**Figura 6.** Diagrama de recolección de residuos químicos peligrosos

En el caso que los residuos no se encuentren perfectamente envasados (existan deformaciones en los envases, pérdidas, cierre defectuoso, etc.) e identificados (debe figurar obligatoriamente el nombre de todas las sustancias que forman parte del residuo y la concentración aproximada de cada una de ellas), se solicitará que se corrija la situación y mientras tanto el residuo no podrá ser retirado y permanecerá en el mismo lugar hasta que se subsane la situación planteada.

Cualquier situación que pueda generar un riesgo especial por la presencia de alguna de las sustancias que forman parte del residuo deberá ser comunicado al responsable designado por el comité de gestión ambiental, con objeto de que pueda gestionarse correctamente el residuo, preservando fundamentalmente la seguridad de las personas y el medio ambiente.

La reposición de envases vacíos se realizará siguiendo la solicitud de los laboratorios productores, mediante el formulario de suministro de los envases que necesiten.

Los envases llevarán adjuntada una etiqueta con objeto de identificar exclusivamente cada uno de ellos. Esta etiqueta deberá permanecer en el envase hasta su retirada definitiva del lugar<sup>23</sup>.

En el caso que se necesiten envases de una capacidad diferente a las que figuran en el formulario o de algún material especial deberán comunicarlo al comité de gestión ambiental o persona encargada para que suministre los recursos que solicitan los laboratorios generadores.

La solicitud de rótulos para los envases debe concebirse con suficiente antelación por parte de los distintos centros de Universidad para evitar desabastecimiento que ocasionen situaciones anómalas, por ello es esencial que exista una buena planificación por parte de los laboratorios productores. En cualquier caso las situaciones especiales de urgencia también podrán ser atendidas poniéndose en contacto con el comité de gestión ambiental o persona encargada.

---

<sup>23</sup> **Manual Básico de residuos.** Unidad de Mantenimiento, Unidad de medio Ambiente. C/ San Fernando, 25, 2ª Planta 41004-Sevilla. TEL: 954557888.Fax. 95-4551099. [mantenimiento@us.es](mailto:mantenimiento@us.es). [www.forpasa.us.es/uma](http://www.forpasa.us.es/uma).

## **7.9 NORMAS BÁSICAS A SEGUIR POR LOS LABORATORIOS PRODUCTORES**

Con objeto de minimizar los riesgos derivados de la generación de residuos dentro del laboratorio es esencial respetar unas normas básicas por parte de los laboratorios productores.

1. El llenado de los recipientes debe hacerse en zonas preferiblemente de poco tránsito y lejos de toda fuente de calor o de la incidencia de la luz directa del sol.
2. Todos los recipientes deberán estar perfectamente identificados con una etiqueta o rótulo donde se conozca todos los constituyentes que forman parte del residuo químico. La identificación del recipiente debe contener la mayor cantidad de datos, evitando los nombres genéricos o ambiguos. De igual forma no se debe identificar los recipientes con nombre confusos o abreviaturas, con el nombre en otro idioma que no sea el español.
3. Es imprescindible que los envases no se encuentren manchados o impregnados exteriormente de algún residuo, para evitar el riesgo por contacto accidental de las personas que manipulan los mismos.
4. El laboratorio productor identifica los componentes mayoritarios y minoritarios de cada uno de los residuos almacenados en los envases. Para esto debe capacitar al personal a cargo de esta labor, la cual debe realizarse con toda seriedad y profesionalismo.
5. Las personas que soliciten la salida de los residuos químicos serán los responsables de la veracidad de los datos declarados y por lo tanto de las incidencias que puedan derivarse por ocultar la información.

6. Todos los residuos potencialmente infecciosos deberán estar esterilizados, mediante procedimientos químicos o físicos, antes de ser eliminados. No se pueden eliminar sustancias contaminadas con organismos biológicos o sustancias derivadas de los mismos potencialmente patógenos para el hombre o cualquier otro ser vivo.

7. Es conveniente dejar un 10% de cada envase sin llenar como norma de seguridad. Esta medida debe realizarse de una manera estricta sobre todo si las sustancias que contiene el recipiente tienen una presión de vapor alta. Los recipientes que se encuentren llenos hasta el borde no se retirarán del lugar donde se encuentren. El laboratorio productor deberá hacer el trasvase de los residuos para que se pueda retirar en condiciones aceptables.

8. Es ideal retirar los residuos químicos en recipientes de plástico rígido, bien sea garrafas o contenedores de boca ancha.

9. La presencia de residuos carcinogénicos, mutagénicos, tóxicos, teratogénicos, que reaccionen con el agua desprendiendo gases tóxicos o que puedan originar fuego o explosiones se deben relacionar explícitamente en la planilla de salida de los residuos químicos, con objeto de planificar una manipulación segura de los mismos.

10. Los recipientes a utilizar serán preferentemente los suministrados por el comité de gestión ambiental teniendo en cuenta las indicaciones anteriormente en cuanto a los envases de vidrio.

11. No se podrán retirar los envases mal sellados, deteriorados o que presenten derrames o fugas. Será responsabilidad del laboratorio productor el trasvase del contenido a un recipiente adecuado.

12. Sólo se eliminarán los envases de residuos de los departamentos donde se facilite información explícita y detallada de las sustancias que se quieran excluir. La ausencia de datos o falta de información por parte de los productores dificultará la retirada de los residuos de los centros.

13. Con objeto de minimizar los residuos que se generan en los diferentes laboratorios los envases de productos químicos vacíos deberán enjuagarse convenientemente y eliminarse como si fuese vidrio convencional. No es conveniente usar envases de vidrio. Estos tipos de envase pueden romperse o quebrarse durante el proceso de transporte generando objetos cortantes y punzantes. De igual forma dentro del programa de gestión de residuos peligrosos de la Universidad no se admitirán envases de bebidas ni comida, porque se deben considerar basura convencional.

**Tabla 19.** Procedimiento que debe cumplirse en una correcta gestión de la segregación de los residuos químicos peligrosos ubicado en una zona visible de laboratorio.

<b>PUNTOS ESENCIALES QUE DEBEN CUMPLIRSE PARA FACILITAR LA CORRECTA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS</b>
--

- |  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1- El formulario de solicitud de salida de residuos peligrosos diligenciado y remitido al comité de gestión ambiental.</li><li>2- El recipiente o envase debidamente identificado y deben figurar todas las sustancias presentes en el mismo de una forma comprensible.</li><li>3- El recipiente no presenta roturas o deformaciones.</li><li>4- El recipiente no debe encontrarse manchado exteriormente.</li><li>5- El recipiente debe estar herméticamente cerrado.</li><li>6- Dentro de la gestión de los residuos cortantes no se deben gestionar los envases de productos químicos agotados.</li></ol> |
|--|

### **7.13 RECICLAJE Y RECUPERACIÓN**

Las siguientes instancias de reciclaje de residuos peligrosos se realizarán dentro de la Universidad:

Reincorporación al mismo proceso del cual proviene.

Reincorporación del subproducto en otro proceso dentro de la Universidad.

Reincorporación del subproducto fuera de la Universidad previo seguimiento al subproducto.

El reciclaje de un residuo químico peligroso, debe verse como un valor económico para la universidad y no solo como un problema de difícil solución. El reciclaje exitoso parte de la segregación óptima en el lugar de origen evitando disminuir el potencial de minimización. Esta alternativa consigue poner a disposición, de la comunidad universitaria y laboratorios, reactivos para nuevas prácticas.

## **CAPÍTULO 2**

### **8. ESTABLECIMIENTO DE LAS RUTAS DE TRANSPORTE DE RESIDUOS QUÍMICOS PELIGROSOS DEL LUGAR DE GENERACIÓN AL LUGAR DE ALMACENAMIENTO**

#### **8.1 TRANSPORTE INTERNO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS**

El transporte de sustancias químicas dentro de un edificio puede, potencialmente, ser la causa de exposición de sus ocupantes a dichos productos. Los derrames que pudieran producirse fuera de los lugares de almacenamiento, laboratorios etc, podrían llevar a concentraciones peligrosas de vapores y gases que se distribuirían por todo el edificio.

##### **8.1.1 Consideraciones generales**

Cuando son transportados, los productos químicos, sustancias y materiales de investigación deben estar rotulados con su correcto nombre químico. Son aceptables las etiquetas escritas a mano pero no son aceptables las formulas y estructuras químicas. Las muestras provenientes de ensayos de laboratorio deben tener etiquetas firmemente adheridas que incluyan el nombre del investigador.

Antes de iniciar el transporte debe verificarse que todos los productos materiales estén bien cerrados. Para el movimiento de productos químicos y materiales biológicos deben emplearse los ascensores de carga, nunca de los de pasajeros.

Cuando no existan los ascensores de carga, debe procurarse realizar el transporte cuando los ascensores estén libres.

Para el transporte de varios productos químicos al mismo tiempo debe utilizarse un carrito a mano, con bordes largos, para evitar que los materiales se deslicen durante el movimiento. Siempre deben emplearse carritos firmes y que tengan un centro de gravedad bajo. Los que tienen ruedas grandes pueden amortiguar mejor las irregularidades del piso y la entrada a los ascensores. Al efectuar el transporte en carritos hay que tener en cuenta el peso y la buena distribución de la carga.

Cuando se movilizan varias botellas en un carrito debe usarse siempre un contenedor secundario como caja, bandeja o canasta para evitar que las botellas se desplomen. Durante el transporte se evitará todo movimiento o sacudida innecesaria de las botellas, en particular de aquellas que contengan líquidos con bajo "flash point", como el éter. No deben transportarse al mismo tiempo, sustancias químicas incompatibles (Ver Figura 1).

Siempre que se transporten productos químicos fuera del laboratorio o área de trabajo, el contenedor secundario debe ser irrompible, hecho de un material compatible con el producto químico. Esto es especialmente importante cuando los productos circulan por áreas tales como pasillos, ascensores, etc., donde los efectos de los derrames serían aún severos.

Al transportar productos químicos deben usarse anteojos de seguridad y guantes del tipo que corresponda. En la tabla 16 se encuentran relacionados los materiales resistentes a los diferentes químicos con los cuales se elaboran distintos tipos de prendas desde guantes, petos, fontaneros, botas.

**Tabla 20.** Comportamiento de los materiales usados en la ropa de protección.

SUBSTANCIA	Hule Natural	Neopreno	Cloruro de Polivinilo	Hule Butílico	Vautex	Vitón	Nitrilo
Ácidos inorgánicos fuertes HCl, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , HF	R-M	E-B	E	E	E	E	E
Ácidos oxidantes HNO <sub>3</sub>	M	R-M	B-R	E	E	E	E
Cloro	M	B	E	E	E	E	E
Benceno	N/R	B	B	N/R	B	B	N/R
Dibromuro de etileno	R – M	M-R	R	R	E	E	R
Tetrahidrofurano	N/R	N/R	N/R	N/R	N/R	N/R	N/R
Isodecaldehido	M – R	M –R	M – R	E	E	E	E
Alcohol arílico	E	E	E	E	E	E	E
Anilina	M	M	M	E	E	N/R	E
Acrlonitrilo	M	M	M	E	M	N/R	R
Acrlato de etilo	R	R	R	R	N/R	N/R	N/R
Metil etil cetona	N/R	N/R	R	R	N/R	N/R	N/R
Alcohol metílico	E	E	E	E	E	R	E
Fenol	M	R	R	E	E	E	E
Amoniaco	E	E	E	E	E	E	E
NaOH (50%)	E	E	E	E	E	E	E

**Fuente:** The texas a&m university system

**Notas:**

**E** : Excelente. Resistencia mínima a la penetración de 8 horas.

**B** : Bueno. Resistencia mínima a la penetración de 2 horas.

**R** : Regular. Resistencia mínima a la penetración de 1 hora.

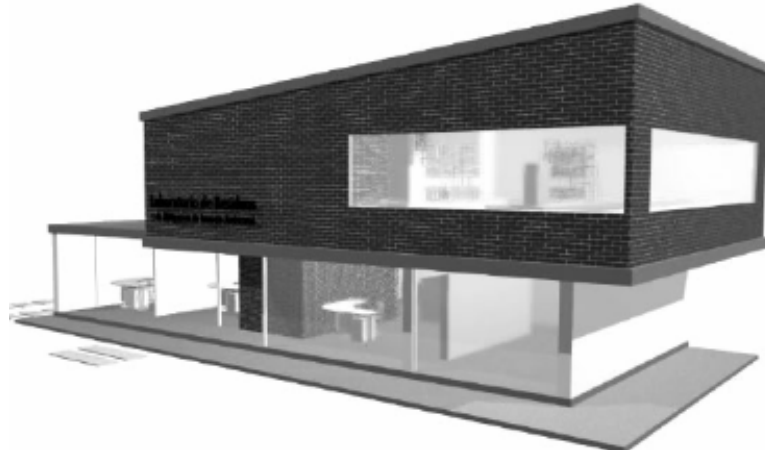
**M** : Malo. Resistencia mínima a la penetración de ½ hora.

**N/R** : No recomendable. Ataque químico por el material peligroso

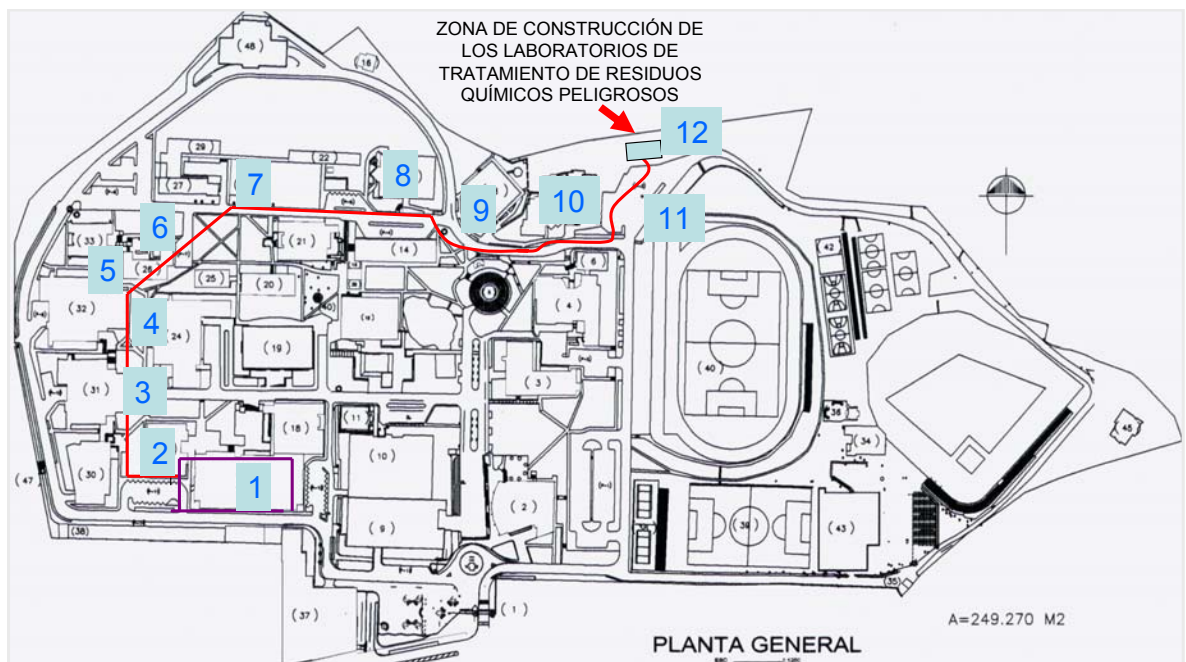
**8.1.2. Identificación de las rutas de acceso y tránsito.**

A continuación se presenta una propuesta de la ruta principal para el transporte interno de residuos químicos peligrosos desde los laboratorios de la escuela de

química hacia el almacenamiento temporal y laboratorio de mitigación e impactos químicos ambientales. Ver figura 7.

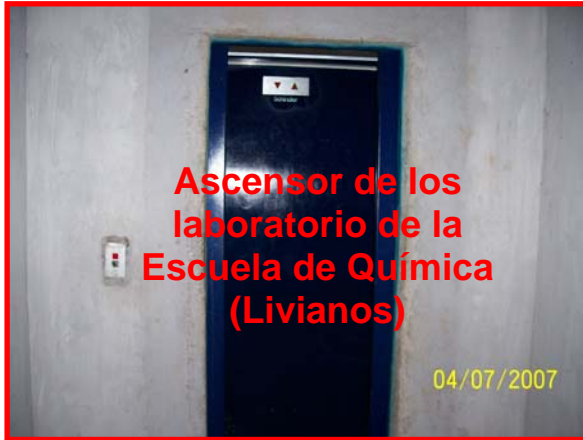


**Figura 7.** Almacenamiento provisional y laboratorio de mitigación de los residuos químicos peligrosos de la Universidad Industrial de Santander



**Figura 9.** Plano de la Universidad Industrial de Santander, ruta de transporte de residuos químicos de los laboratorios de la Escuela de Química al laboratorio de mitigación de la Universidad.

Ruta de transporte interno de residuos realizado con carros manuales



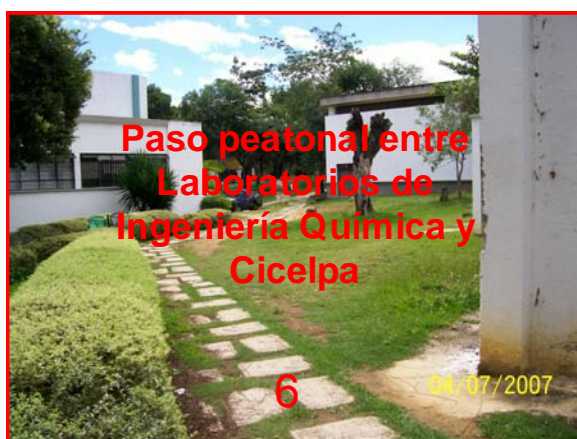
**Foto 10.** (Autores) Transporte interno de residuos peligrosos desde los laboratorios de la Escuela de Química hacia el área de almacenamiento temporal y los laboratorios de tratamiento de la UIS. Salida de los laboratorios de livianos (en el plano general puntos 1 y 2)



**Foto 11.** (Autores) Transporte interno de residuos peligrosos desde los laboratorios de la Escuela de Química hacia el área de almacenamiento temporal y los laboratorios de tratamiento de la UIS. Paso por el parqueadero del edificio de postgrado y cruce a la izquierda por el paso peatonal (en el plano general puntos 2 y 3)



**Foto 12.** (Autores) Transporte interno de residuos peligrosos desde los laboratorios de la Escuela de Química hacia el área de almacenamiento temporal y los laboratorios de tratamiento de la UIS. Barrera arquitectónica frente al edificio Jorge Bautista (En el plano general puntos 4 y 5)



**Foto 13.** (Autores) Transporte interno de residuos peligrosos desde los laboratorios de la Escuela de Química hacia el área de almacenamiento temporal y los laboratorios de tratamiento de la UIS. (En el plano general puntos 6 y 7)



**Foto14.** (Autores) Transporte interno de residuos peligrosos desde los laboratorios de la Escuela de Química hacia el área de almacenamiento temporal y los laboratorios de tratamiento de la UIS. (En el plano general puntos 8 y 9)



**Foto15.** (Autores) Transporte interno de residuos peligrosos desde los laboratorios de la Escuela de Química hacia el área de almacenamiento temporal y los laboratorios de tratamiento de la UIS. (En el plano general puntos 10 y 11)



**Fotos 16.** (Autores) Transporte interno de residuos peligrosos desde los laboratorios de la Escuela de Química hacia el área de almacenamiento temporal y los laboratorios de tratamiento de la UIS. (En el plano general punto 12)

### 8.1.3 Identificación de los equipos de apoyo para el manejo de residuos peligrosos al interior de la universidad.

Los equipos de apoyo a la gestión de residuos peligrosos son:

- **Móviles:** Se debe disponer de un carro para el laboratorio, un montacarga, un furgón o cualquier otro vehículo, que cumpla con las condiciones técnicas para el transporte de residuos químicos peligrosos. En la figura 9 se observa un carro manual para el laboratorio que cumple con todas las normas técnicas. Para el transporte de los residuos químicos desde los laboratorios productores hasta el laboratorio de almacenamiento y mitigación, el carro manual, debe cumplir con unas dimensiones de 80 cm de ancho por 1.30 cm de largo.



**Figura 8.** Ejemplo de un carro manual para el transporte interno de residuos. En él se pueden apreciar las siguientes características de diseño (A) ruedas con balineras que permiten fácil desplazamiento soportando gran cantidad de peso, (B) Bandejas recubiertas con polímeros que no son degradados por los químicos, (C) Columnas de soporte que le dan gran estabilidad a toda la estructura.

- **Contenedores** de 200 litros y contenedores menores de 5, 10 y 20 litros. Por ningún motivo se recomiendan envases de vidrio.

- **Zonas de manejo:** El área de almacenamiento temporal y del laboratorio de mitigación debe contar con equipos de apoyo en el transporte interno residuos químicos peligrosos, acompañado de una correcta señalización visible desde cualquier ángulo de las instalaciones, todo esto enmarcado por un programa de seguridad industrial<sup>24</sup>:

- **Extintores** de 50 kg (2 unidades) para el combate inmediato de eventuales conatos de incendio, mientras llega la brigada de incendios de la universidad.

<sup>24</sup> GUÍA DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS EN EL LABORATORIO CENTRO POLITÉCNICO SUPERIOR. UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA.

Existen distintos tipos de fuego dependiendo del material de origen, por ejemplo a partir de sólidos, líquidos, gases, metales o de origen eléctrico. Debe decidirse en cada caso el agente extintor adecuado: agua pulverizada o a chorro, polvo seco, polvo polivalente, espuma, hidrocarburos halogenados o CO<sub>2</sub> (ver Tabla 21)

**Tabla 21.** Tipos de extintores según clases de fuego.

Clases de fuego	Agentes extintores						
	Agua chorro	Agua pulverizada	Espuma física	Polvo seco	Polvo polivalente	Nieve carbónica CO <sub>2</sub>	Halones
<b>A SÓLIDOS</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>
<b>B LÍQUIDOS</b>	<b>NO</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>
<b>C GASES</b>	<b>NO</b> Extingue <b>SI</b> Limita propag.			<b>SI</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>
<b>D METALES</b>	<b>NO*</b>	<b>NO*</b>	<b>NO*</b>	<b>NO*</b>	<b>NO*</b>	<b>NO*</b>	<b>NO*</b>
<b>E ELÉCTRICOS</b>	<b>NO</b>	<b>SI</b> HASTA 20.000 V	<b>NO</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b> HASTA 1.000 V	<b>SI</b>	<b>SI</b>
CLAVES: <b>SI</b> Bueno <b>SI</b> Aceptable <b>NO</b> Inaceptable o Peligroso * REQUIERE AGENTES ESPECIALES							

**Fuente:** Rosell Farrás ingeniero técnico químico. centro nacional de condiciones de trabajo Francia.

Para su uso en el laboratorio, la experiencia demuestra que los más prácticos y universales son los de CO<sub>2</sub>. Por la presencia de instrumental eléctrico, productos químicos reactivos, otros agentes extintores podrían producir agresiones irreparables a los equipos o nuevos focos de incendios. El extintor portátil, debe ser de fácil manejo y poco peso, puede volcar, romper o proyectar el material de vidrio que se halla en las poyatas, generando, nuevos focos de incendio, vertidos o reacciones imprevistas. Es totalmente desaconsejable la utilización de extintores

no adecuados a las características del material que arde, ya que pueden favorecer los procesos de combustión. (Ver sección Incendios página 215).

- **Medios de contención de residuos peligrosos:** Se contará con un stock de tambores metálicos de 220 litros, para el envasado. La cantidad mínima será estimada una vez puesto en operación el área de almacenamiento temporal de los residuos peligrosos.

- **Medios de soporte de envases:** Se contará con un stock de pallets (1,2 m x 1,2 m) como medios de soporte, que permitan el almacenamiento y apilamiento seguro y ordenado de los tambores.

- **Material absorbente:** Se contará al menos, con un tambor de 220 litros para la contención de derrames (por ejemplo. arena, cal).

- **Duchas:** Se instalará una ducha con lava ojos, con la finalidad de proteger al personal ante la eventual contaminación con algún residuo. En la foto 17. Se muestra los tipos de duchas se seguridad que debe haber en un laboratorio donde se manipulen sustancias químicas. Estas necesitan de un mantenimiento periódico para su correcto funcionamiento. (Ver **Anexo 3.** Normas de seguridad del laboratorio)

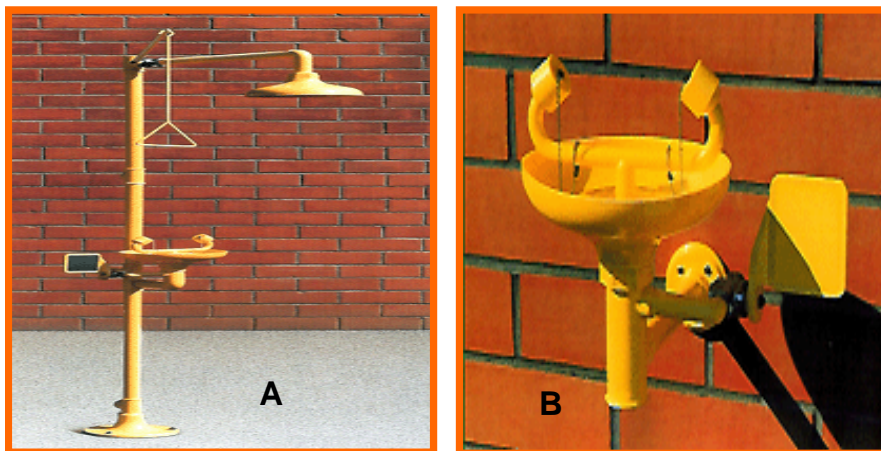


Foto 17. : A. Ducha mixta B. Ducha: Lava ojos

**Fuente:** [www.quimicaorganica.net](http://www.quimicaorganica.net)

#### **8.1.4 Señalización en los lugares de almacenamiento temporal de residuos peligrosos al interior de la Universidad Industrial de Santander.**



Las especificaciones que se deben tener en cuenta en el área de almacenamiento temporal son:



- ✓ Un letrero en el portón de acceso que contenga la expresión “acceso restringido a particulares, área almacenamiento temporal (AAT) de residuos químicos peligrosos”.
  
- ✓ En la zona inmediata al ingreso del AAT, un letrero que indique la distribución de los residuos al interior del área (mapa con un color característico por zona). Además de una cartelera que indique el uso de elementos de protección para el manejo de las sustancias químicas en cuestión. (guantes, botas, peto, casco, tapabocas, etc.)
  
- ✓ Señalización que indique las diferentes rutas, salidas de emergencia y su posterior reunión en un punto de encuentro que permita evaluar la situación, el reconocimiento de personal y la actuación de la brigada de seguridad industrial o bomberos. .
  
- ✓ Las diferentes zonas al interior del área de almacenamiento de residuos peligrosos, estarán demarcadas mediante colores característicos. Demarcación de los pisos con pinturas de alta resistencia y reflectivas que señalen pasillos, áreas de ubicación de los residuos, ubicación de extintores y las posibles rutas de salida de emergencia de las instalaciones. Las paredes y columnas deben seguir señalizaciones con pinturas, cintas reflectivas, pictogramas y avisos luminosos

(ver tabla 22). Deben existir lámparas recargables, que en caso de fallar el sistema eléctrico, mantengan iluminadas las rutas de evacuación. Por lo menos debe existir un equipo de auto contenido (máscara con una bala de oxígeno).

✓ Los contenedores de los residuos químicos peligrosos en el interior del área de almacenamiento, incluirán los rombos correspondientes a la peligrosidad de los residuos. A continuación se presenta la rotulación a considerar:

**Tabla 22.** Rotulación de residuos peligrosos al interior del área de almacenamiento.

ROTULACIÓN	CARACTERÍSTICA DE PELIGROSIDAD
	<p><b>Residuos inflamables</b></p>
	<p><b>Residuos tóxicos</b></p>

	<p style="text-align: center;"><b>Residuos corrosivos</b></p>
	<p style="text-align: center;"><b>Residuos peligrosos varios o mezcla de residuos peligrosos</b></p>

**Fuente:** Plan de manejo de residuos peligrosos Universidad de Concepción. Abril 2006.

### **8.1.5 Capacitación al personal relacionado con el manejo de residuos peligrosos.**

Es necesario capacitar al personal de la universidad para el trabajo en el transporte interno de residuos, contacto con sustancias o residuos peligrosos.

Estas capacitaciones deben ser de carácter obligatorio.

#### **- CAPACITACIÓN AL PERSONAL EJECUTIVO DE LA UNIVERSIDAD**

Se necesita llevar a cabo la capacitación del personal administrativo donde se destaquen conceptos “macro” o “globales”, es decir, aquellos que pueden influir

(positiva o negativamente) en el Sistema de Gestión Ambiental de la Universidad Industrial de Santander. Los temas principales que se deben relacionar en las charlas son OSHAS 18001, NTC ISO 9001 y NTC ISO 14001. La vinculación de todos los entes debe contar con la participación del señor rector, autoridades y todos los decanos de las distintas facultades. Entre los tópicos a considerar se destacan los siguientes:

- Política ambiental
- Consideraciones de la legislación nacional vigente asociada a los residuos químicos peligrosos generados por la Universidad Industrial de Santander.
- Índices para la evaluación de la gestión del manejo de residuos.
- Costos asociados al manejo adecuado de residuos químicos.
- Conceptos de mejoramiento continuo e innovación.
- Sistema de Gestión Ambiental

**- CAPACITACIÓN AL PERSONAL: COORDINADOR DEL TRANSPORTE INTERNO DE RESIDUOS PELIGROSOS.**

La capacitación a nivel de supervisores o coordinadores de facultades y laboratorios generadores, se hace teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- ✓ Aspectos ecológicos asociados al manejo de residuos químicos peligrosos.
- ✓ Introducción a la gestión ambiental
- ✓ Consideraciones de la legislación nacional vigente asociada a los residuos.
- ✓ Índices para la evaluación de la gestión del manejo de residuos internos, desde la generación hasta la disposición final.
- ✓ Ventajas de un manejo adecuado de residuos químicos peligrosos, su valoración económica y costos asociados al manejo.
- ✓ Infraestructura asociada al manejo de ejemplos prácticos en la manipulación de residuos.
- ✓ Alternativas de gestión y conceptos de mejoramiento continuo e innovación.

- ✓ Emergencias y contingencias asociadas al manejo de residuos químicos peligrosos.

#### **- CAPACITACIÓN AL PERSONAL OPERATIVO**

Los trabajadores encargados del transporte interno de residuos peligrosos deben tener las siguientes herramientas específicas:

- ✓ Aspectos ecológicos asociados al manejo y transporte interno de residuos químicos peligrosos, en las diferentes rutas de los laboratorios generadores hasta la disposición final.
- ✓ Introducción a la gestión ambiental y aspectos de seguridad, en el manejo de los residuos químicos peligrosos.
- ✓ Actividades y ventajas en el manejo de los residuos durante su transporte interno.
- ✓ Emergencias y contingencias asociadas al transporte interno de los residuos químicos peligrosos.

#### **8.1.6 Plan de contingencia para el transporte interno de residuos químicos peligrosos en la Universidad Industrial de Santander.**

El Plan de Contingencia tiene el propósito de establecer un itinerario de acción organizado, planificado y coordinado que debe ser seguido en caso de incendio, explosión, descargas accidentales, derrames de residuos peligrosos o sus constituyentes durante el transporte interno y que pueda poner en riesgo la salud de los trabajadores y de la comunidad universitaria en general.

## **Objetivo**

El objetivo del plan de contingencia es establecer los lineamientos necesarios para realizar un manejo seguro de los residuos químicos peligrosos ante situaciones de emergencia.

## **Alcance**

Este plan es aplicable tanto al personal de la universidad encargado del transporte interno de los residuos, como al personal de colaboradores que participen directa o indirectamente en todas las etapas del manejo.

### **8.1.6.1 Identificación de riesgos<sup>25</sup>.**

#### **Los principales riesgos asociados al manejo de residuos peligrosos son:**

- ✓ Áreas de almacenamiento de residuos químicos peligrosos creadas para el almacenamiento temporal hasta el momento en que sean trasladados para su tratamiento y/o disposición final externa.
  
- ✓ El transporte interno de los residuos en vehículos manuales o montacargas, así como camiones o furgones usados para el transporte interno y externo.

---

<sup>25</sup> MANEJO SEGURO DE RESIDUOS PELIGROSOS. DR. FERNANDO MÁRQUEZ ROMEGIALLI  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD DE  
CONCEPCIÓN. Casilla 53-C, Correo 3, Concepción-Chile. Fonos : 56-41-204534 , 56-41-204755 ;  
Fax : 56-41-247491. Email : fmarquez@diq.udec.cl

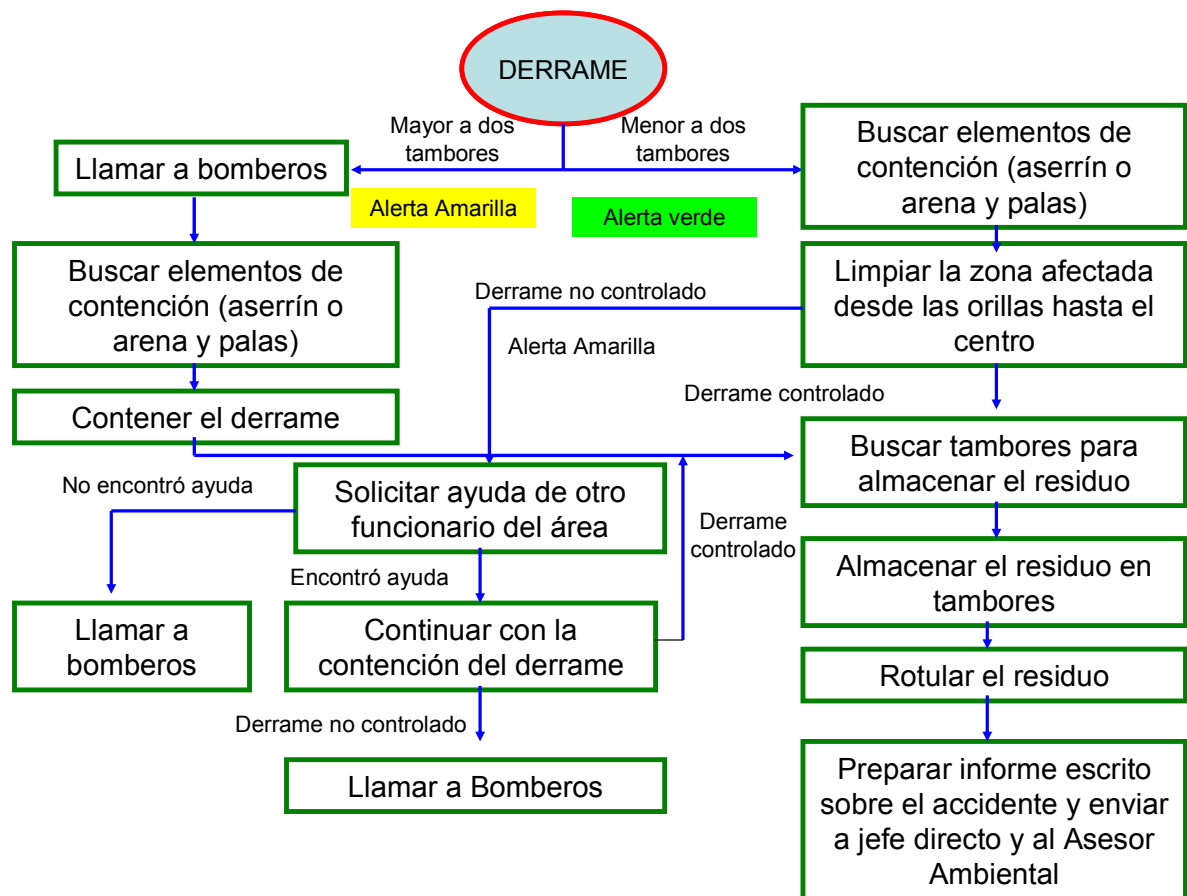
**Las principales actividades que se presentan durante el manejo de residuos peligrosos son:**

- ✓ Carga y descarga de residuos químicos durante el transporte interno y externo.
- ✓ Almacenamiento de residuos dentro del área de almacenamiento temporal.

**8.1.6 Las principales situaciones de emergencia que pueden presentarse durante el manejo de residuos peligrosos son:**

- ✓ *Derrames por vertidos accidentales sobre el suelo.* En la figura 9 se muestra un esquema de procedimiento de emergencia de un derrame. Este procedimiento, es el resultado de un análisis sobre el cual se plantea las acciones a tomar por el personal a cargo.

## Instructivo general para la respuesta y control ante derrames

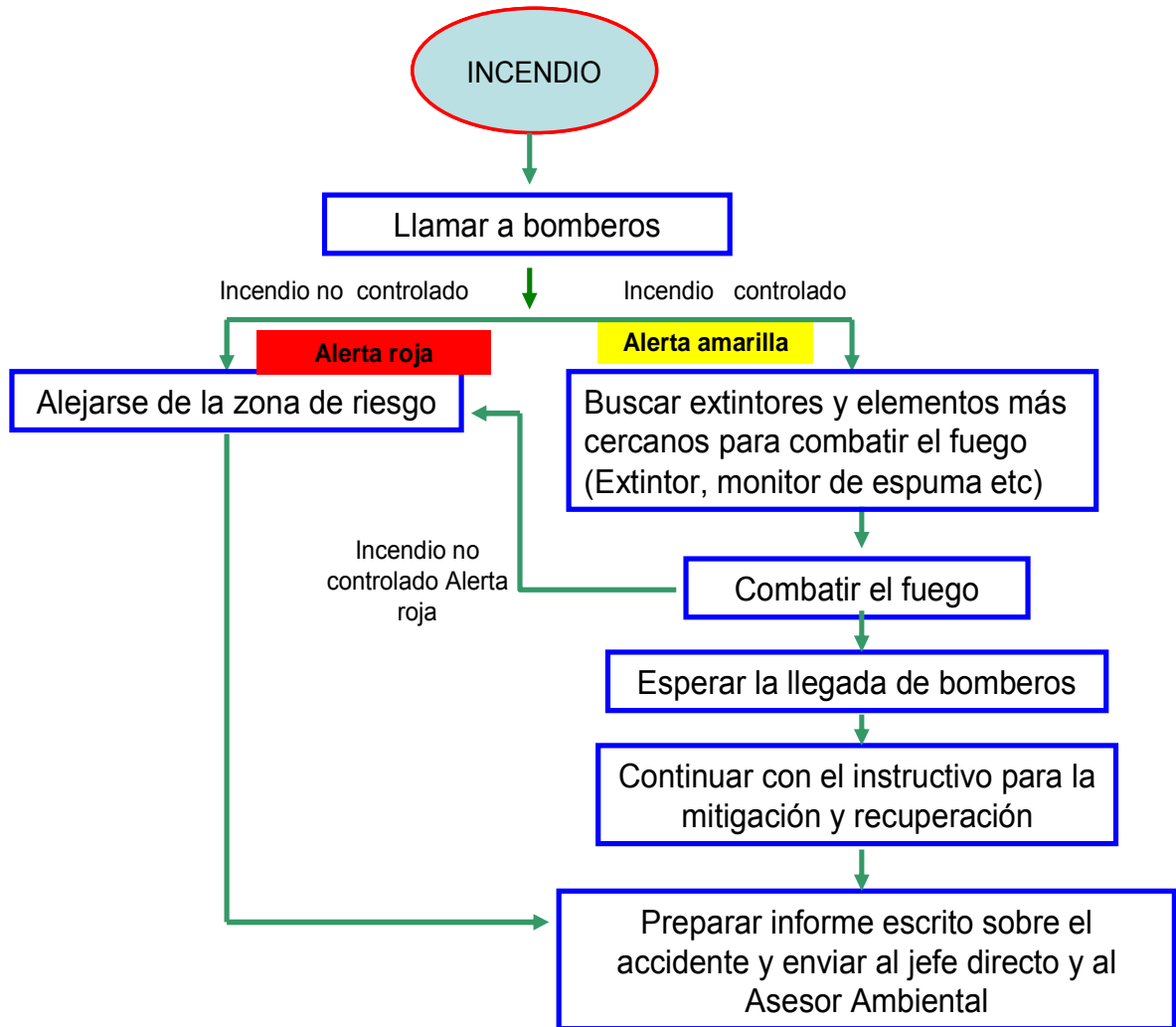


**Figura 9.** Instructivo general sobre el manejo de derrames de residuos químicos peligrosos.

**Fuente:** Plan de manejo de residuos peligrosos Universidad de Concepción. Abril 2006

✓ *Incendios por reacción de oxidación rápida* entre un combustible y un comburente (generalmente el oxígeno del aire). Un incendio en una instalación, se manifiesta por llamas y humo. En la figura 10 se plantea de forma esquemática un plan de contención de incendio de residuos químicos peligrosos.

- Instructivo general para la respuesta y control ante incendios



**Figura10.** Instructivo general sobre el manejo de incendios por residuos químicos peligrosos.

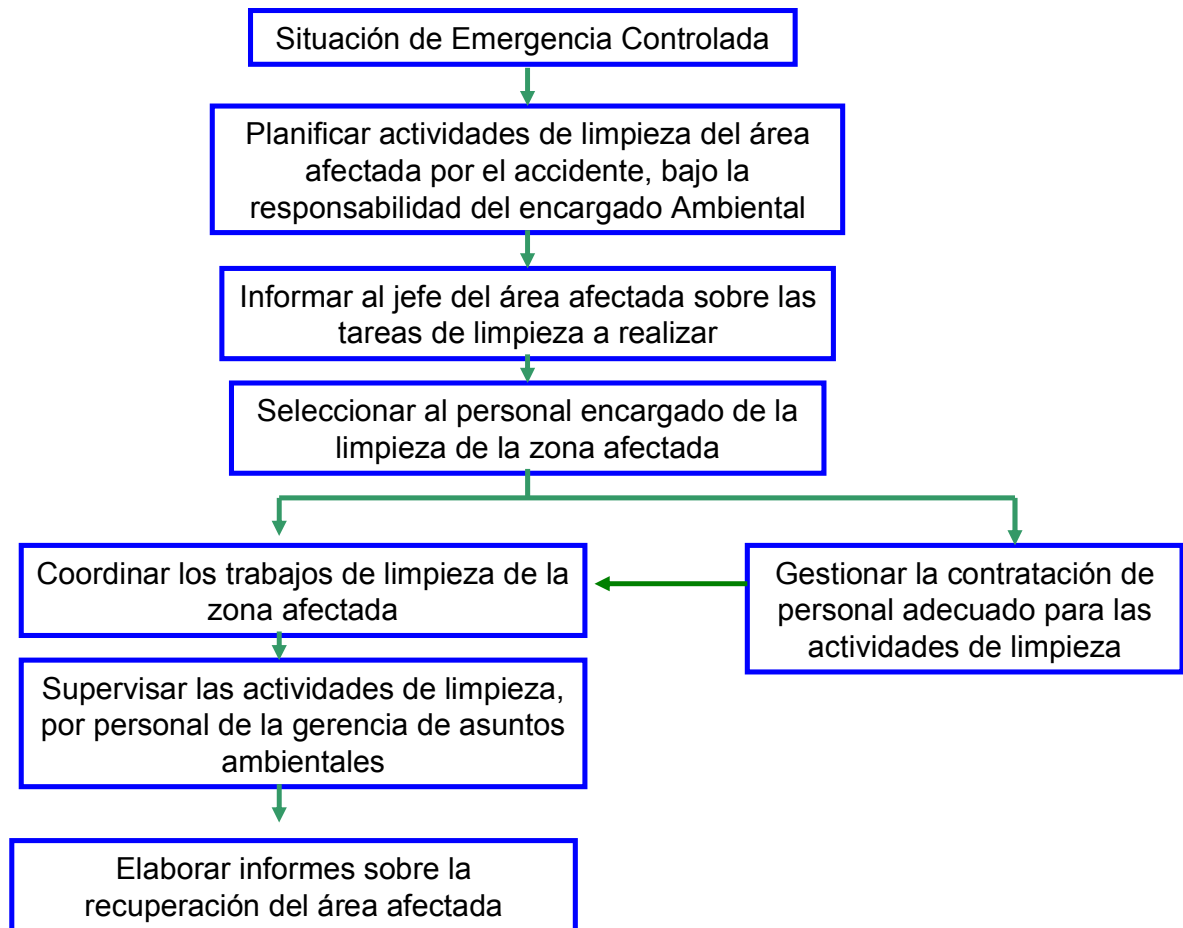
**Fuente:** Plan de manejo de residuos peligrosos Universidad de Concepción. Abril 2006

✓ *Fugas por escape accidental de sustancias (tóxicas o no) hacia el exterior del recipiente que las contiene.* En el caso de gases y vapores, el efecto principal es la formación de una nube. Las consecuencias en la población dependerá del producto, la concentración, la distancia, el tiempo de exposición y las condiciones meteorológicas.

✓ *Explosión por una reacción producida a gran velocidad, con expansión muy violenta de gases.* El efecto principal de las explosiones es la generación de ondas de presión, que pueden destruir construcciones cercanas. En el exterior pueden producirse roturas de cristales y daños materiales de menor magnitud. Otro efecto a tener en cuenta es la proyección de fragmentos.

Considerando la naturaleza de los residuos generados en la universidad, las principales situaciones de emergencia corresponden a derrames y en menor medida a posibles incendios. En la figura 11 se plantea un procedimiento de mitigación una vez termine la emergencia.

**- Instructivo general para la mitigación de derrames e incendios en situación controlada**



**Figura11.** Instructivo general sobre mitigación de incendios y derrames de residuos químicos peligrosos.

**Fuente:** Plan de manejo de residuos peligrosos Universidad de Concepción. Abril 2006

### **8.1.7 Identificación y ubicación del personal que atenderá las emergencias**

Ante situaciones de emergencia se contará con personal de operación normal de transporte interno de residuos peligrosos y una brigada conformada por miembros

de diferentes secciones de la universidad, todos con capacitaciones en la atención de emergencias y primeros auxilios. Ante una emergencia, son los primeros en reaccionar y desarrollar las primeras etapas del plan de contingencia.

#### **- Planes de Prevención**

Para evitar situaciones de emergencia, es necesario establecer herramientas que apoyen la prevención. Al respecto, la universidad debe desarrollar diferentes procedimientos para el manejo seguro de sus residuos.

La universidad cuenta con diferentes hojas de datos de seguridad del transporte interno de residuos peligrosos. Este documento sirve para informar al trabajador sobre los cuidados que debe tener para manejar adecuadamente el residuo que transporta o manipula. Por tal razón estará disponible en los lugares donde se generen y almacenen los residuos, además el transportista contará con una copia al momento de trasladar dichos residuos.

Otra medida de prevención que la universidad implementará es la capacitación y entrenamiento: Se considera indispensable que las personas y entidades involucradas en el plan de contingencia, participen en los entrenamientos y simulacros, para la adecuada implementación del mismo. Después de cada simulacro o emergencia, el plan de contingencia se debe evaluar, con el fin de actualizar, complementar y adecuar su información. Este plan es de carácter permanente al igual las capacitaciones, entrenamientos y simulacros. Lo anterior, es determinado por el comité de gestión ambiental, el comité de seguridad industrial y el comité de salud ocupacional de la Universidad Industrial de Santander.

## - Niveles de Alerta

Es de gran importancia tener claro el nivel de alerta de cada emergencia, de tal manera que no se genere pánico en el personal generando respuestas inmediatas.

**Nivel 1:** Nivel de emergencia que puede ser controlado por el personal de operación normal del área (por ejemplo, derrames menores a dos tambores de 200 l).

**Nivel 2:** Nivel para emergencias de mediana envergadura, las cuales necesitan apoyo de la brigada contra Incendios para ser controlada (por ejemplo, derrames mayores a dos tambores de 200 l, incendios controlables o conato de incendio).

**Nivel 3:** Nivel para emergencias de gran envergadura, donde sólo se puede hacer cargo personal especializado de bomberos.

## **CAPÍTULO 3**

### **9. PROTOCOLO DE ALMACENAMIENTO EN EL LABORATORIO DE MITIGACIÓN E IMPACTOS QUÍMICOS AMBIENTALES**

El almacenamiento de residuos químicos consiste en la contención temporaria de los mismos en un depósito especialmente acondicionado, a la espera del reciclaje, tratamiento o disposición final. Si bien el depósito puede estar dentro o fuera del predio donde se generan los residuos, los requerimientos de diseño y operación serán similares y estarán condicionados para los residuos manejados.

El tiempo de almacenamiento debe ser lo más breve posible, en Europa y Estados Unidos el tiempo suele variar entre 1 y 3 meses. En países que no cuentan con una adecuada infraestructura para el tratamiento y disposición de los residuos químicos peligrosos, los tiempos pueden ser mucho mayores. Para aquellos casos en los cuales los residuos deban permanecer almacenados por un período largo de tiempo (por ejemplo varios meses) se requerirán condiciones de almacenamiento más exigentes, así como mayores controles.

Cuando por alguna causa justificada la duración del almacenamiento no pueda ser definida claramente, se deben tomar medidas y realizar controles similares a los que se realizarían en instalaciones de disposición final. En estos casos se debe prestar especial atención, de modo que el almacenamiento no constituya una forma de disposición incontrolada, para lo cual se requiere que la Universidad Industrial de Santander implemente un Sistema de Gestión Ambiental (SGA), que debe ejecutarse a través de un comité ambiental, según lo especificado por la norma 14001.

En los depósitos, los residuos pueden ser almacenados a granel o previamente acondicionados en distintos tipos de contenedores debidamente estibados. Para el caso de líquidos a granel se pueden utilizar tanques aéreos o enterrados, mientras que para los sólidos se utilizarán silos o plataformas especialmente acondicionadas<sup>26</sup>.

## **9.1 POLÍTICA AMBIENTAL**

La política es el paso más significativo en la implementación de un SGA. Corresponde a una declaración por parte de la organización, en cabeza de la alta gerencia, de sus compromisos y propósitos en relación con el medio ambiente. Toda política ambiental debería incluir los compromisos de cumplimiento de requisitos legales, prevención de la contaminación y mejora continua del desempeño ambiental. Es fundamental que todo el personal la conozca y se apropie de ella, que cada actividad se estructure y se ejecute acatando sus lineamientos.

La puesta en práctica de esta declaración para una organización que realiza actividades de transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas, significará que se identifiquen los aspectos e impactos ambientales relacionados con ellas, junto con su estado de cumplimiento legal asociado y en consecuencia se implementen medidas de prevención y control ambiental. En la figura 13. se especifica todos los roles que deben cumplirse en la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental

---

<sup>26</sup> Parrafo 1., Decreto 4741 de 2005.



**Figura12.** Implementación de un ciclo de un Sistema de Gestión Ambiental.

**Fuente:** Norma Técnica colombiana ISO 14001

Con el fin de satisfacer los requisitos de la ISO 14001, los siguientes principios deben incorporarse en el SGA:

1. Debe establecerse y mantenerse una política ambiental.
2. Deben establecerse y mantenerse procedimientos para identificar: aspectos ambientales, normas ambientales.

3. Deben documentarse objetivos y metas ambientales.
4. Debe establecerse y mantenerse un programa de gestión ambiental para asistir a la organización en el logro de sus objetivos y metas. Deben definirse, documentarse y comunicarse los roles, responsabilidad y autoridad para la implementación y mantenimiento del SGA.
6. Deben identificarse y suministrarse recursos (económicos, personal) para apoyar el SGA.
7. Debe nombrarse un representante de la dirección que dirija el SGA y todas las actividades relacionadas.
8. Debe capacitarse a los empleados en el SGA.
9. Deben establecerse y mantenerse procedimientos para la comunicación interna y externa.
10. Deben crearse, mantenerse y controlarse procedimientos para la administración de la información del SGA. Deben establecerse y mantenerse procedimientos para controlar aquellas operaciones y actividades que pudieran ocasionar importantes impactos ambientales.
12. Deben implementarse procedimientos que orienten la respuesta ante situaciones de emergencia. Estos procedimientos debieran incluir maneras de evitar o reducir impactos que pueden resultar de accidentes o situaciones de emergencia.
13. Deben implementarse procedimientos para controlar, medir operaciones y actividades que pueden ocasionar impactos ambientales importantes.

14. Deben establecerse y mantenerse procedimientos para investigar e iniciar acciones correctivas y preventivas.
15. Deben establecerse y mantenerse procedimientos para la identificación, mantenimiento y eliminación de registros del SGA.
16. Llevar a cabo auditorias periódicas del SGA.

## **9.2 PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL EN EL ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS.**

La etapa de planificación corresponde a la definición de objetivos ambientales y de un programa o programas de gestión ambiental para lograr su cumplimiento. El cumplimiento de los objetivos debe dar solución de los principales problemas ambientales de la organización.

Una forma sistemática para determinar los principales problemas asociados en una organización que almacena o transporta sustancias y residuos químicos peligrosos es por medio de la identificación de los aspectos ambientales en cada una de las actividades en que están involucradas éstas.

### **9.2.1 Los aspectos ambientales relacionados con el manejo de residuos químicos peligrosos son:**

- Almacenamiento de sustancias corrosivas.
- Almacenamiento de sustancias comburentes.
- Generación de aguas residuales tipo doméstico en las bodegas.
- Generación de emisiones atmosféricas por el vehículo de transporte o por sistemas de sellados inadecuados en el almacenamiento.

- Generación de residuos peligrosos a partir de sustancias derramadas.
- Generación de baterías y aceites usados de vehículos.
- Generación de ruidos producidos por vehículos.
- Generación de papel de la oficina de la bodega.

Para determinar cuáles *aspectos ambientales son significativos* es conveniente valorar y ponderar todos los aspectos ambientales. Los criterios de valoración pueden involucrar la gravedad del impacto, la ocurrencia, el grado de control, el estado de cumplimiento legal y la imagen pública, entre otros. En todos los casos la metodología de valoración debería dar un peso relevante al criterio de cumplimiento legal, de manera que se dé prioridad a aquellos aspectos ambientales que impliquen incumplimiento. En el Marco Legal aplicable a actividades de almacenamiento y transporte de sustancias químicas y residuos químicos peligrosos, es imprescindible la valoración de los aspectos ambientales significativos que involucren su manipulación, con el fin de evitar impactos ambientales, procesos de mitigación y pérdida de recursos.

Ya que los aspectos ambientales significativos representan los principales problemas ambientales a los que se enfrenta una organización, deberían ser involucrados en los objetivos ambientales. Para definir el alcance de estos objetivos es conveniente tener en cuenta principalmente el nivel de exigencia de los requisitos legales o el nivel de mejoramiento al que se quiera llegar. Pero además estos objetivos deben ser coherentes con las opciones tecnológicas, los requisitos financieros, operativos y de negocio, y los puntos de vista de las partes interesadas tales como la comunidad afectada, los trabajadores y los clientes, entre otros. Objetivos ambientales relacionados con el almacenamiento y transporte de sustancias químicas y residuos peligrosos pueden incluir:

- Disminución de la vulnerabilidad de la organización a sustancias químicas, mediante la implementación de sistemas de ingeniería y procedimientos operativos para la prevención y preparación ante emergencias.
- Eliminar la generación de residuos peligrosos por obsolescencia de materias primas peligrosas.
  
- Disminución de la generación de residuos peligrosos por fallas en operación o mantenimiento de equipos.
  
- Disminución del aporte de carga química contaminante a la planta de tratamiento de agua residual y a los sistemas de control de contaminación atmosférica mediante la adopción de controles de ingeniería y procedimientos operativos.
  
- Aumentar el porcentaje de residuos peligrosos valorizables respecto a los no valorizables.

Para garantizar que los objetivos se logren, es conveniente establecer claramente, por medio de uno o varios programas, las actividades necesarias para llegar a tal fin.

### **9.3 IMPLEMENTACIÓN DEL SGA PARA EL ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS. PELIGROSOS.**

Normalmente una organización ya cuenta con elementos administrativos, como son:

- Estructura organizacional establecida y funcionando.
  
- Responsabilidades claramente definidas para todos los cargos que incluyan el componente ambiental en los casos que aplique.

- Procedimientos que garanticen la identificación de las necesidades del entrenamiento y evaluación del SGA.
  
- Canales de comunicación adecuadamente definidos al interior de la organización y que permitan la interacción con partes interesadas externas.
  
- Procedimientos que garanticen el control de los documentos, incluyendo la adecuada identificación, uso y preservación de los registros ambientales o relacionados.

Si se requiere, estos elementos deberían ser mejorados o ampliados para dar cubrimiento al SGA, facilitando de esta manera la implementación de las actividades que hacen parte del programa o programas de gestión ambiental.

#### **9.4 OPERACIÓN DE MANEJO CON RESIDUOS QUÍMICOS.**

Los procesos para minimizar los impactos al medio ambiente y la preparación ante emergencias, se crean o se fortalecen con la ejecución de los programas de gestión ambiental. Es necesario que estos procedimientos incluyan condiciones específicas de operación que cubran situaciones que pudieran conducir a desviaciones de la política o los objetivos ambientales y que estas condiciones sean monitoreadas permanentemente. Es conveniente que las actividades de mantenimiento hagan parte de estos procedimientos.

Procedimientos relacionados con control operacional y respuesta a emergencias en actividades almacenamiento y transporte de sustancias y residuos peligrosos pueden incluir:

- Clasificación, etiquetado y rotulado de sustancias o residuos peligrosos.

- Transporte de sustancias y residuos químicos peligrosos.
- Inspección de vehículos de transporte de sustancias o residuos peligrosos.
- Carga y descarga de sustancias químicas peligrosas.
- Almacenamiento de materias primas y productos químicos peligrosos.
- Control de inventario de sustancias químicas peligrosas.
- Manipulación de sustancias químicas peligrosas.
- Orden y aseo en instalaciones de almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.
- Mantenimiento de equipos críticos que involucren sustancias peligrosas, como montacargas.
- Inspección de instalaciones en donde se almacenan sustancias peligrosas.
- Manejo de residuos peligrosos hasta su almacenamiento temporal.
- Almacenamiento temporal de residuos peligrosos.
- Tratamiento de residuos peligrosos.
- Disposición de residuos peligrosos.
- Plan de emergencias.

- Plan de evacuación.
- Plan de contingencia contra derrames o fugas.
- Plan de contingencia contra incendios.
- Realización y evaluación de simulacros.

## **9.5 EVALUACIÓN Y ACCIÓN CORRECTIVA**

Para verificar que haya conformidad con los requisitos legales, con las condiciones específicas en los procedimientos de control operacional, con los objetivos propuestos y en general, para la evaluación del desempeño ambiental de la organización, es necesario el levantamiento de indicadores de gestión ambiental, para cuya conformación es indispensable el tratamiento de la información consignada en los registros ambientales.

Los indicadores ambientales se pueden clasificar en indicadores de desempeño ambiental gerencial (IDG) y en Indicadores de desempeño ambiental operacional (IDO). Los IDG proporcionan información acerca de los esfuerzos de la gerencia por influir en el desempeño ambiental de la organización. Los IDO suministran información acerca del desempeño ambiental de las operaciones de la organización. A continuación se presentan algunos ejemplos de IDO e IDG relacionados con sustancias químicas peligrosas:

### **9.5.1 Indicadores de Desempeño Ambiental Gerencial:**

- Número de objetivos alcanzados.

- Número de iniciativas de prevención de la contaminación implementadas.
- Número de empleados que participan en programas ambientales.
- Número de proveedores con SGA implementado o certificado.
- Grado de cumplimiento de los requisitos legales.
- Costos atribuibles a multas y sanciones.
- Número de simulacros de emergencia realizados.
- Retorno sobre la inversión de proyectos de mejoramiento ambiental.
- Ingresos por ventas atribuibles al mejoramiento de las condiciones de seguridad de transporte y almacenamiento de las sustancias químicas fabricadas.
- Número de inquietudes o comentarios por parte de la comunidad sobre el desempeño ambiental de la organización.
- Número de reportes de prensa sobre el desempeño ambiental de la organización.

#### **9.5.2 Indicadores de Desempeño Ambiental Operacional:**

- Número de casos de incumplimiento a procedimientos de control operacional.
- Cantidad de materiales reciclados o reutilizados.

- Número de eventos de emergencia que involucren sustancias químicas peligrosas.
  
- Número de horas de mantenimiento preventivo al equipo por año.
  
- Cantidad de residuos peligrosos por año o por unidad de producto.
  
- Cantidad de residuos peligrosos reutilizables o recuperables producidos por año.
  
- Total de residuos peligrosos para disposición final.
  
- Cantidad de residuos peligrosos almacenados en las instalaciones.
  
- Cantidad de residuos peligrosos convertidos a material reutilizable por año.
  
- Cantidad de residuos peligrosos eliminados debido a sustitución del material.
  
- Carga de sustancias químicas peligrosas descargadas en aguas residuales o en la atmósfera, por año.
  
- Cantidad de residuos químicos peligrosas descargadas en aguas residuales o la atmósfera, por unidad de producto. Otra herramienta importante de verificación es la auditoría ambiental.

Una auditoría ambiental es un proceso sistemático, documentado y objetivo para determinar si se cumplen los requisitos establecidos por la organización, que hacen parte del SGA. Se recomienda que por lo menos una vez al año se realice una auditoría. Normalmente el informe de auditoría es un documento de entrada al proceso de revisión gerencial.

Cuando se identifica alguna no conformidad (no cumplimiento) con los requisitos especificados por la universidad es conveniente identificar la causa principal del problema para tomar medidas correctivas que sean coherentes con la magnitud del problema y el impacto ambiental encontrado, de manera que se prevenga la recurrencia de la no conformidad.

## **9.6 VISIÓN Y MEJORA**

Es conveniente que regularmente, al menos una vez al año, la universidad revise el SGA para analizar su efectividad y sus resultados. Esta revisión debería basarse en los resultados de las auditorías internas, los informes sobre el estado de cumplimiento de los requisitos legales y el plan estratégico de la Universidad. En este caso los IDG y los IDO también son una herramienta importante para la toma de decisiones. El informe de revisión gerencial deberá incluir decisiones que permitan el mejoramiento del desempeño ambiental, como por ejemplo la inclusión de nuevos objetivos más exigentes y la actualización de la política ambiental.

## **9.7 ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS Y RESIDUOS PELIGROSOS**

Durante el almacenamiento de sustancias químicas y residuos químicos peligrosos es necesario tomar medidas de prevención y control para evitar daños a la salud de los trabajadores e impactos negativos al ambiente. En el caso particular de los residuos químicos peligrosos, su tiempo de almacenamiento deberá corresponder al mínimo posible, solo como un paso previo a su tratamiento y disposición final responsable

### **9.7.1 Responsabilidad**

Para lograr una gestión eficaz es conveniente que cada actor asociado con la operación del almacenamiento tenga claridad sobre su responsabilidad y la de los demás. Existen obligaciones específicas para aquellos responsables de las operaciones de almacenamiento de sustancias y residuos químicos<sup>27</sup>.

### **9.7.2 Responsabilidad de los laboratorios generadores de las sustancias o residuos peligrosos.**

El dueño de las sustancias o residuo químico peligroso tiene responsabilidad por los impactos que puedan causar estas sustancias al medio ambiente, por tanto debe asegurarse que su almacenamiento cause el menor impacto posible.

Es directamente responsable de:

- Asegurarse que las sustancias que se suministran sean adecuadamente clasificadas y etiquetadas<sup>28</sup>.

Se recomienda que además de asumir las responsabilidades anteriormente mencionadas, adopte las siguientes<sup>29</sup>:

---

<sup>27</sup> Capítulo V del Decreto 1609/02 del Ministerio de Transporte.

<sup>28</sup> La NTC 1692 "Transporte de mercancías peligrosas. Clasificación, etiquetado y rotulado.

<sup>29</sup> Programa Ambiental de las Naciones Unidas. Oficina de Industria y Ambiente (Unep / Ieo).

Almacenamiento de Materiales Peligrosos. Guía Técnica para Depósitos de Materiales Peligrosos. Paris, 1990. 80 P. II. Reporte Técnico No. 13.

- Asegurarse que las instalaciones sean adecuadas para el tipo de sustancias o residuos que se requiere almacenar.
  
- Confirmar que los sistemas de emergencias son adecuados y se inspeccionan constantemente.
  
- Verificar que los trabajadores son competentes para asumir el almacenamiento requerido.
  
- Preparar y entregar la información pertinente de las sustancias peligrosas para permitir un almacenamiento seguro.
  
- Asegurarse que el prestador del servicio de almacenamiento entienda los requerimientos necesarios para el almacenamiento de las sustancias o residuos peligrosos.
  
- Asegurarse que el prestador del servicio de almacenamiento reciba formalmente la información de la peligrosidad de las sustancias, las recomendaciones para el manejo seguro y las instrucciones para el caso de derrames.
  
- Verificar que las responsabilidades de los laboratorios generadores y del prestador del servicio de almacenamiento estén claramente registradas en el contrato.
  
- Entregar la información sobre teléfonos de emergencia en caso de derrames, incendios o intoxicaciones.

### **9.7.3 Funciones del laboratorio de mitigación e impactos ambientales**

Quien presta el servicio de almacenamiento debe ser responsable de:

- Asegurarse de que todas las sustancias peligrosas almacenadas estén debidamente etiquetadas o marcadas. Se recomienda utilizar el sistema de identificación de la Organización de las Naciones Unidas de acuerdo a las recomendaciones dadas en la NTC 1692 «Transporte de mercancías peligrosas, clasificación, etiquetado y rotulado».
  
- Verificar que las hojas de seguridad han sido proporcionadas de acuerdo a la NTC 4435<sup>30</sup> y son puestas a disposición de los trabajadores y de sus representantes. (Ver anexo 1, Normas internacionales de seguridad química).
  
- Cuando se reciban residuos peligrosos sin etiquetar sin tener en cuenta las hojas de seguridad, se deberá obtener la información pertinente del proveedor o de otras fuentes y no se deben almacenar con otras sustancias antes de disponer e interpretar dicha información.
  
- Mantener un registro de residuos peligrosos almacenados en la bodega, con referencia a las hojas de seguridad apropiadas. El registro deberá ser accesible a todos los trabajadores interesados y sus representantes.
  
- Velar por que cuando se transfieran residuos químicos peligrosos a otros recipientes o equipos, se indique el contenido de estos últimos garantizando la información de la identidad de estas sustancias, de los riesgos que entraña su utilización y de todas las precauciones de seguridad que se deben tomar.

---

<sup>30</sup> Norma NTC 4435 “Transporte de mercancías. Hojas de Seguridad para materiales. Preparación”

- Asegurarse que los trabajadores no estén expuestos a residuos peligrosos por encima de los límites de exposición establecidos por la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales de los Estados Unidos (ACGIH)<sup>31</sup>.
- Informar a los trabajadores sobre los peligros de los residuos que se manipulan en la bodega.
- Instruir a los trabajadores sobre la forma de acceder y usar la información que aparece en las etiquetas y en las hojas de seguridad.
- Utilizar las hojas de seguridad, junto con la información específica del lugar de trabajo, como base para la documentación y comunicación de instrucciones para los trabajadores.
- Capacitar a los trabajadores en forma continua sobre los procedimientos y prácticas que deben seguir.
- Conocer y cumplir las leyes y regulaciones ambientales a nivel nacional, regional y local que se aplican a este tipo de actividad, así como las relacionadas con salud ocupacional, seguridad industrial y demás regulaciones que sean pertinentes<sup>32</sup>.
- Definir los responsables de la operación, la seguridad, el medio ambiente y las comunicaciones con las autoridades y medios.
- Suministrar y mantener equipo apropiado, organizar sistemas de trabajo seguro (permisos de trabajo, auditorías, informes, etc.), hacer énfasis en la conformación

---

<sup>31</sup> Resolución No. 02400 de 1979 del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (hoy Ministerio de la Protección Social).

<sup>32</sup> Resolución 1016 de 1989 de los Ministerios de Trabajo y Seguridad Social y de Salud. Lineamientos del Plan Nacional de Contingencia (Decreto 321/99. Ministerio del Interior).

de grupos de seguridad entre los trabajadores y asegurar que proveedores, contratistas y visitantes conozcan los riesgos y cumplan las reglas de seguridad.

#### **9.7.4 Administrador o encargado de la bodega de almacenamiento del laboratorio de mitigación de impactos químicos y ambientales.**

Se recomienda que dentro de las obligaciones asignadas a la persona encargada de la administración de la bodega se incluyan las siguientes<sup>33</sup>:

- Asignar labores y procedimientos de trabajo.
- Diseñar y mantener el plan de almacenamiento.
- Capacitarse en temas relacionados con la actividad; por ejemplo: carga y descarga, almacenamiento, control de la contaminación y seguridad industrial entre otros.
- Analizar accidentes ocurridos en esta actividad y establecer formas de prevenir su recurrencia.
- Revisar la eficiencia de las prácticas y procedimientos de trabajo desde el punto de vista ambiental y de seguridad.
- Promover y mantener el conocimiento entre el personal a su cargo sobre el manejo seguro de las sustancias peligrosas y el impacto ambiental generado por sus labores.
- Establecer programas de entrenamiento efectivos.

---

<sup>33</sup> Consejo Colombiano de Seguridad (CCS). Almacenamiento de Sustancias Peligrosas. Código CI No.20

- Contribuir a la implementación de planes de emergencia para eventuales incendios, explosiones, inundaciones, etc. y mantener informados a los niveles gerenciales.
  
- Vigilar que los residuos peligrosos estén adecuadamente etiquetados.
  
- Vigilar que las hojas de seguridad correspondan a las sustancias peligrosas almacenadas.

#### **9.7.5 Responsabilidades de los operarios en el sitio de almacenamiento del laboratorio de mitigación.**

Todo el personal que tenga contacto con los residuos peligrosos además de las responsabilidades asignadas en el contrato debe<sup>34</sup>:

- Asegurarse que todas las sustancias peligrosas recibidas para ser almacenadas estén etiquetadas de acuerdo a las capacitaciones dadas.
  
- Actividades manejo seguro de residuos peligrosos en el trabajo, eliminando o disminuyendo los riesgos e impactos ambientales. Estas actividades se mencionan a continuación:
  1. Leer y entender las etiquetas, hojas de seguridad y los procedimientos antes de manipular las sustancias químicas peligrosas.
  
  2. Usar adecuadamente el equipo de protección personal suministrado.

---

<sup>34</sup> Congreso De La República de Colombia. 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, 1990. Bogotá 1993.

3. Conocer la ubicación de las hojas de seguridad, equipos, dispositivos y salidas de emergencia.

4. Participar en los entrenamientos y simulacros del Plan de Emergencia.

- Informar inmediatamente al administrador o supervisor sobre incidentes operacionales, por ejemplo, derrames, conatos de incendio, etc.

- Mantener su sitio de trabajo ordenado y limpio.

## **9.8 CONDICIONES DEL SITIO DE ALMACENAMIENTO**

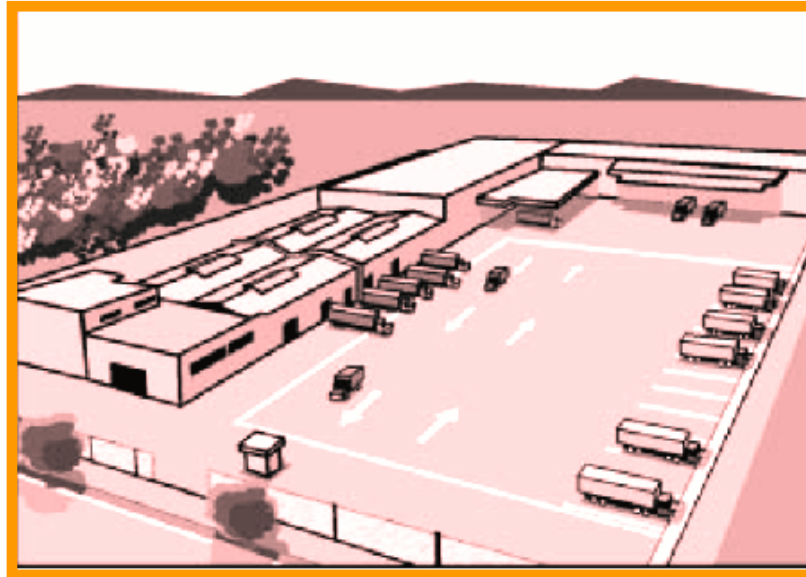
Un factor importante para disminuir los impactos ambientales en un sitio de almacenamiento, es contar con un lugar adecuado que reúna todas las condiciones necesarias para esta actividad. Para los nuevos sitios destinados al almacenamiento de sustancias y residuos peligrosos se recomienda que dentro de la planeación se contemplen los requisitos aquí descritos.

### **9.8.1 Ubicación<sup>35</sup>.**

Idealmente todo lugar de almacenamiento de sustancias y residuos peligrosos debe estar alejado de zonas densamente pobladas, de fuentes de captación de agua potable, de áreas inundables y de posibles fuentes externas de peligro. La ubicación debe cumplir con lo dispuesto en el plan de ordenamiento territorial del municipio donde se desarrolle la actividad.

---

<sup>35</sup> Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Química. Protección Civil [On Line]. Equipo de protección personal. Disponible en World Wide Web [http://www.fquim.unam.mx/sitio/pcivil\\_01.asp](http://www.fquim.unam.mx/sitio/pcivil_01.asp)

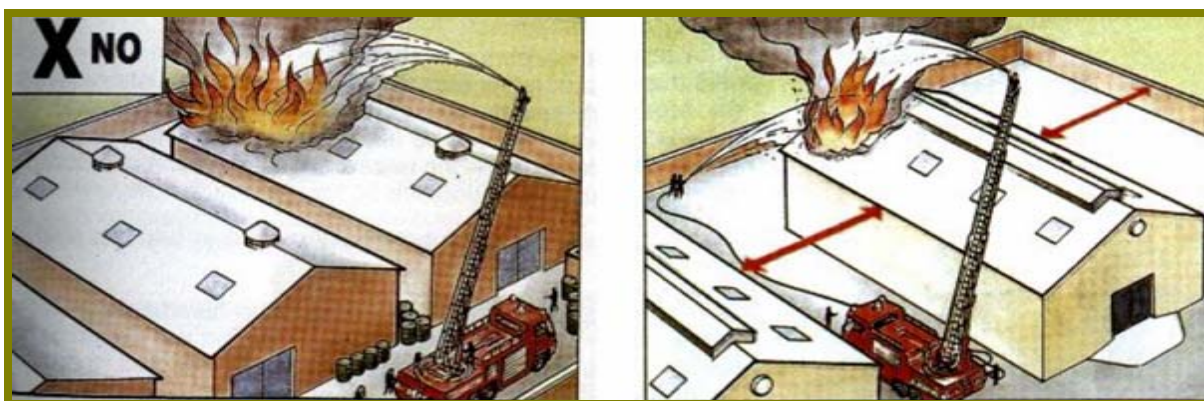


**Figura 13.** Vista de un sitio de almacenamiento

La bodega de almacenamiento de sustancias y residuos peligrosos debe estar ubicada en un sitio de fácil acceso para el transporte y para situaciones de emergencia. Es conveniente que esté sobre terreno estable para soportar la obra civil prevista. Es indispensable que se escoja un sitio dotado de servicios de electricidad, agua potable, red sanitaria y pluvial. El sistema de drenaje debe evitar que en caso de emergencia corrientes contaminadas alcancen las fuentes de agua o el alcantarillado público.

### **9.8.2 Diseño**

La bodega debe ser diseñada de tal manera que permita la separación de materiales incompatibles por medio de edificios o áreas separadas, muros cortafuego u otras precauciones aceptables, así como también permitir movimientos y manejo seguro de las sustancias y residuos químicos peligrosos; debe existir espacio suficiente para las condiciones de trabajo y permitir el acceso libre por varios costados en caso de emergencia.



**Figura 14.** Diseño de bodegas de almacenamiento de residuos químicos peligrosos y las normas de seguridad ante una conflagración.

El diseño de la bodega debe atender a la naturaleza de los materiales a ser almacenados. Para la segregación de materiales incompatibles se debe estudiar la conveniencia de dividir el área en compartimientos o secciones. Los materiales de construcción no deben ser combustibles y la estructura del edificio debe ser de concreto armado o acero. Las edificaciones nuevas deben cumplir con las normas Colombianas de diseño y construcción sismo resistentes<sup>36</sup>. Las áreas de oficina deben estar fuera del área de riesgo. Los pasillos de circulación serán lo suficientemente amplios de modo que permitan el movimiento seguro del personal.

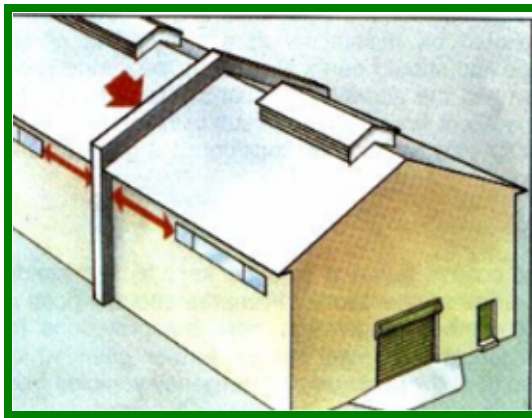
### **9.8.3 Muros cortafuego.**

Las paredes externas y las divisiones internas, diseñadas para actuar como rompedores de fuego deben ser de material sólido, que resista el fuego durante tres horas y se deben construir hasta una altura de al menos 50 cm por encima de la cubierta de techo más alto o deben tener algún otro medio para impedir la

---

<sup>36</sup> Las edificaciones nuevas deben cumplir con las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistentes (NSR – 98), adoptadas por la Ley 400 de 1997 y el Decreto 33 de 1998 y sus versiones posteriores.

propagación del fuego<sup>37</sup>. Los materiales más adecuados, que combinan resistencia al fuego con resistencia física y estabilidad son el concreto, los ladrillos y los bloques de cemento. Los muros cortafuego deben ser independientes de la estructura para evitar su colapso de toda la edificación en caso de incendio. Cuando existen cañerías, ductos y cables eléctricos, estos se deben cubrir con materiales retardantes del fuego.



**Figura 15.** Muros cortafuego. Para evitar la propagación del fuego, las paredes cortafuego deben superar la altura de la cubierta en al menos 50cm.

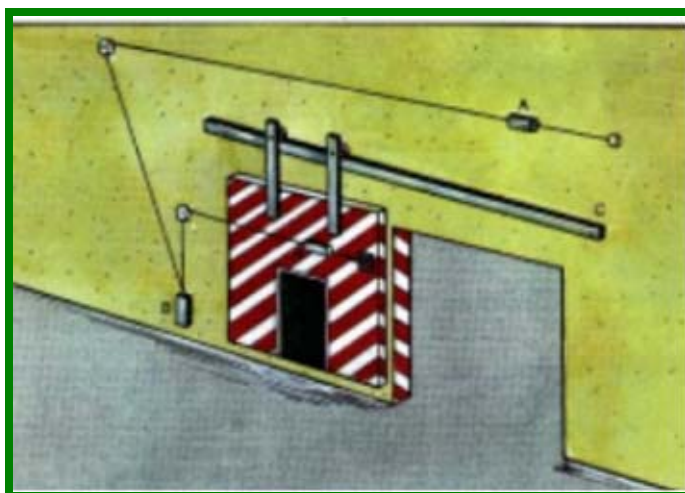
#### **9.8.4 Puertas de seguridad.**

El número de puertas de acceso de las mercancías debe ser el mínimo necesario para una operación de almacenamiento eficiente. No obstante, la previsión en materia de preparación ante emergencias hace que se requiera un mayor número de puertas que den paso a vehículos en situaciones de emergencia<sup>38</sup>.

---

<sup>37</sup> Se deben atender los requisitos establecidos en el Título J “Requisitos de protección contra fuego en edificaciones” de la NSR – 98.

<sup>38</sup> Programa Ambiental de las Naciones Unidas. Oficina de Industria y Ambiente (Unep / Ieo). Almacenamiento de Materiales Peligrosos. Guía Técnica para Depósitos de Materiales Peligrosos. Paris, 1990. 80 P. II. Reporte Técnico No. 13.



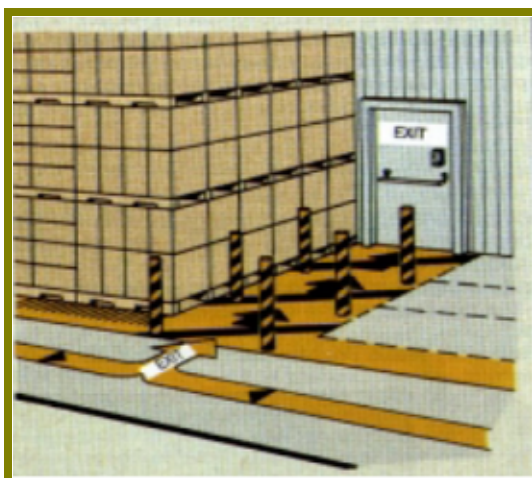
**Figura 16.** Puertas de seguridad. Las puertas de seguridad deben diseñarse para confinar el fuego.

### **9.8.5 Salidas de emergencia<sup>39</sup>**

Deben existir salidas de emergencias distintas a las de las puertas principales de ingreso de mercancías. Al planificar la ubicación de estas salidas se deben tener en cuenta todas las emergencias posibles, evitando, como principal condicionante, que alguien pueda quedar atrapado. Se debe asegurar que la salida de emergencia esté suficientemente señalizada. Las puertas deberán abrirse en el momento de la evacuación sin que haya necesidad del uso de llaves ni mecanismos que requieran un conocimiento especial. Su diseño debe incluir pasamanos de emergencia y debe facilitar la evacuación incluso en la oscuridad o en un ambiente de humo denso. Todas las áreas deben tener la posibilidad de evacuación hacia al menos dos direcciones.

---

<sup>39</sup> Congreso de la República de Colombia. 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, 1990. Bogotá 1993.



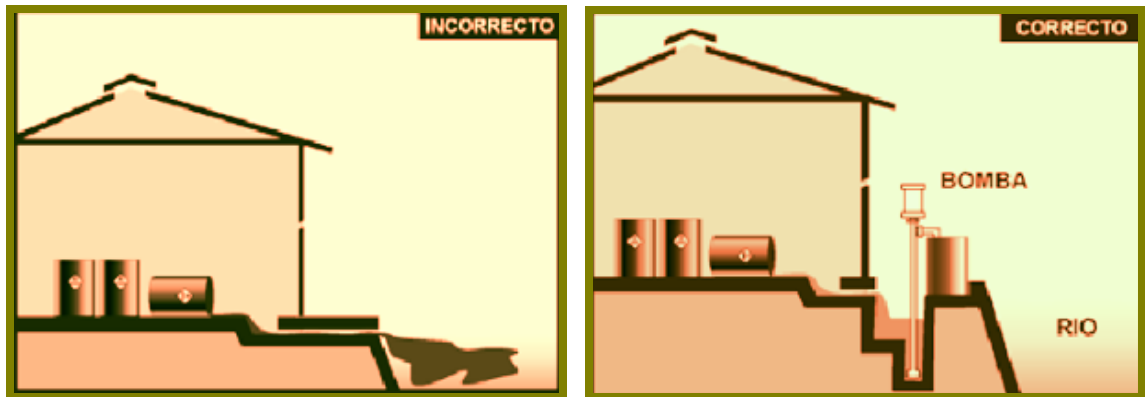
**Figura 17.** Salidas de emergencia. Se deben ubicar bolardos y señales de seguridad para indicar la salida de emergencia y evitar obstrucciones

#### **9.8.6 Piso**

Debe ser impermeable para evitar infiltración de contaminantes y resistente a las sustancias y/o residuos que se almacenen. Debe ser liso sin ser resbaloso y libre de grietas que dificulten su limpieza. Su diseño debe prever posibles derrames, por tanto se recomienda un desnivel del piso de mínimo el 1% con dirección a un sistema colector y la construcción de un bordillo perimetral de entre 20 y 30 cm. de alto.

#### **9.8.7 Drenaje**

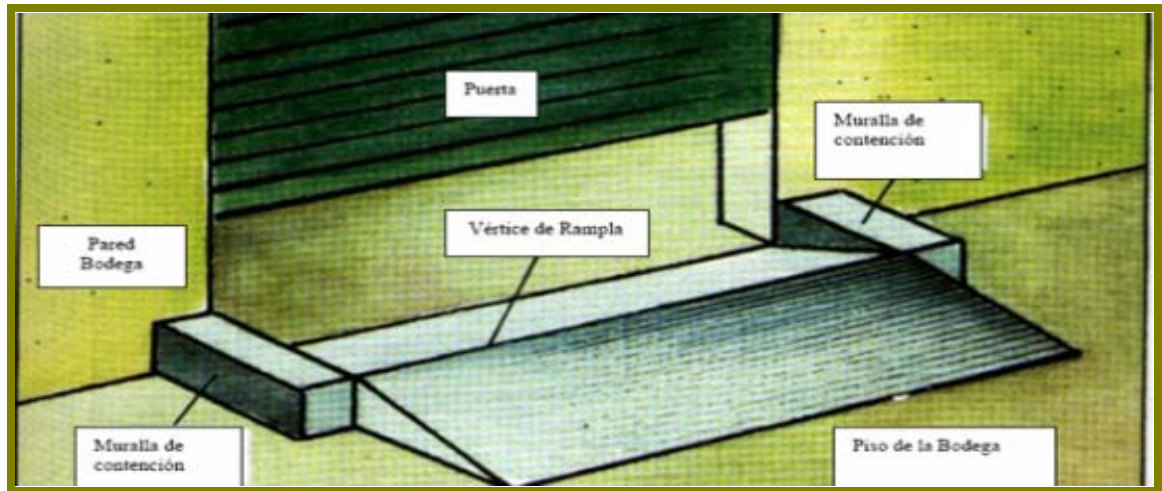
Se deben evitar drenajes abiertos en sitios de almacenamiento de sustancias y residuos peligrosos, para prevenir la descarga a cuerpos de agua o al sistema de alcantarillado público. Este tipo de drenajes son adecuados para evacuar el agua lluvia de los techos y alrededores de la bodega. Los drenajes se deben proteger de posibles daños causados por el paso de vehículos o el movimiento de estibas. 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.



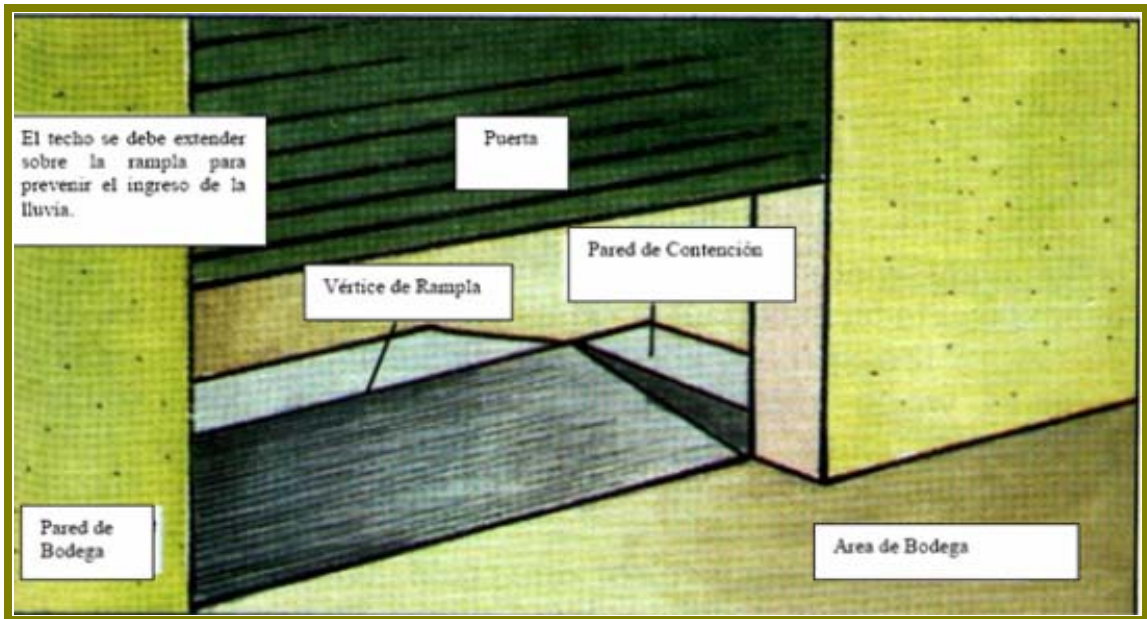
**Figura 18.** Los drenajes deben conectarse a un foso de almacenamiento para posterior disposición del líquido residual.

### 9.8.8 Confinamiento

En el caso que un incendio de grandes dimensiones involucre sustancias o residuos peligrosos, es primordial que el agua contaminada usada para el control del fuego sea retenida para evitar la contaminación del suelo y de cuerpos de agua. Esto es posible por medio de elementos de confinamiento tales como diques o bordillos. Todas las sustancias peligrosas almacenadas deben estar ubicadas en un sitio confinado mediante paredes o bordillos perimetrales. En las puertas de las bodegas es necesario construir rampas que actúen como diques pero que además permitan la circulación de vehículos y personas. Para sitios de almacenamiento externo es necesario construir alrededor de todo el perímetro interno un bordillo de confinamiento resistente.



**Figura 19.** Confinamiento. Se deben construir bordillos o diques alrededor de la bodega y del sitio de almacenamiento



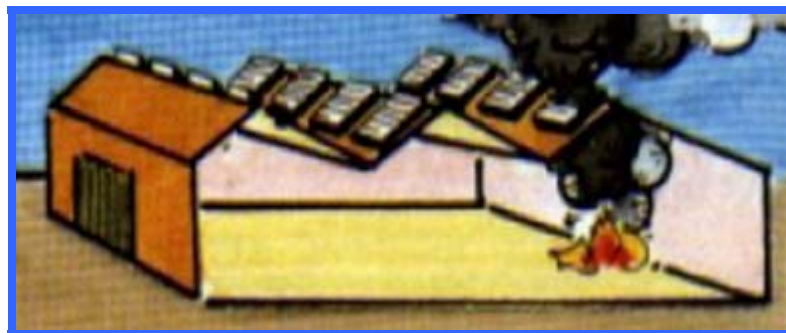
**Figura 20.** Confinamiento. Se deben construir bordillos o diques alrededor de la bodega y del sitio de almacenamiento

### 9.8.9 Techos

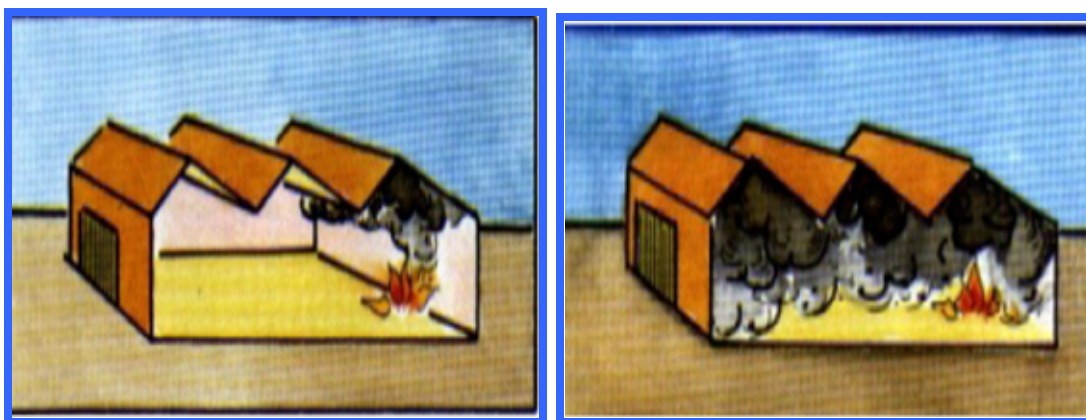
Deben estar diseñados de tal forma que no admitan el ingreso de agua lluvia a las instalaciones, pero que permitan la salida del humo y el calor en caso de un incendio. Esto debido a que la rápida liberación del humo y el calor mejorará la visibilidad de la fuente de fuego y retardará su dispersión lateral.

La estructura de soporte del techo debe construirse con materiales no combustibles. La madera dura o los marcos de madera tratada son aceptables siempre y cuando la cubierta no sea combustible. Las cubiertas deben ser fabricadas con un material que se disgregue fácilmente con el fuego y en consecuencia permita la salida del humo y el calor.

Cuando el techo sea una construcción sólida, el escape del humo y el calor se puede hacer ya sea mediante la ubicación de paneles transparentes de bajo punto de fusión o mediante paneles de ventilación de al menos un 2% de abertura respecto al área del piso. Los paneles de ventilación deberían estar permanentemente abiertos o estar habilitados para abrirse manual o automáticamente en caso de fuego.



**Figura 21.** Comportamiento del fuego en una bodega con techo con claraboyas después de tres minutos y en una bodega con ventilación



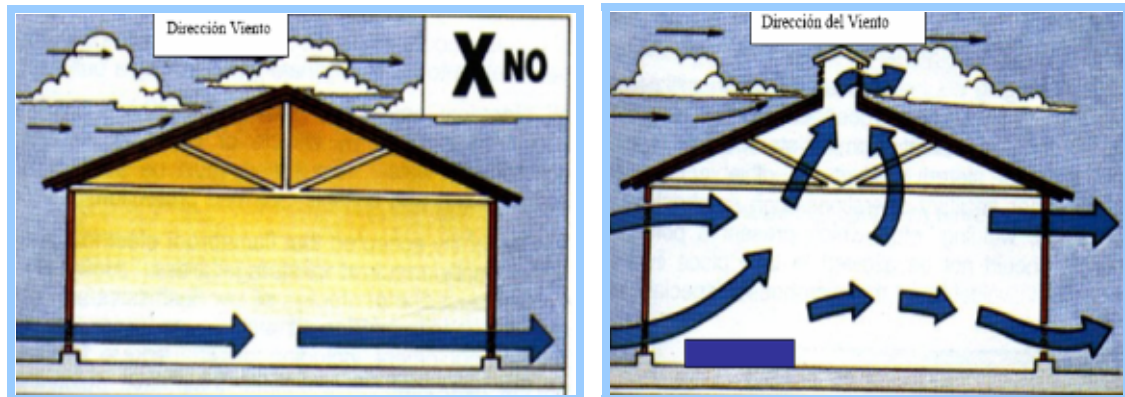
**Figura 22.** Comportamiento del fuego en una bodega con techo cerrado después de tres minutos y en una bodega con ventilación.

#### **9.8.10 Ventilación<sup>40</sup>.**

La bodega debe tener óptima ventilación natural o forzada dependiendo de las sustancias peligrosas almacenadas y la necesidad de proveer condiciones confortables de trabajo. Una adecuada ventilación se puede lograr localizando conductos de ventilación en la pared, cerca al nivel del piso y conductos de ventilación en el techo y/o en la pared justo debajo del techo. La ventilación debe ser diseñada y construida sin que las aberturas en los muros perimetrales le resten la resistencia requerida al fuego. En las zonas que lo requieran se puede instalar ventilación forzada. Los equipos empleados incluyen difusores y ventiladores ubicados de forma estratégica en las paredes, ventanas y techos de las edificaciones.

---

<sup>40</sup> Servicio de Salud Metropolitana del Medio Ambiente. Sesma. Gobierno de Chile [On Line]. Manual de Almacenamiento y Manejo Seguro de los Productos Químicos (Archivo Pdf). Disponible en World Wide Web <[Http://www.Sesma.Cl/Sitio/Pag/Saludlaboral/Indexjssaludlaboralproc.Asp](http://www.Sesma.Cl/Sitio/Pag/Saludlaboral/Indexjssaludlaboralproc.Asp)



**Figura 23.** La ventilación incorrecta por conductos ubicados en la parte inferior de las paredes. Ventilación correcta por conductos tanto en las paredes como en el techo.

### 9.8.11 Equipos eléctricos e iluminación

Cuando las operaciones se realicen solo durante el día y la iluminación natural sea adecuada y suficiente, no será necesario instalar iluminación artificial. Las instalaciones de equipos eléctricos e iluminación en las bodegas de almacenamiento de sustancias peligrosas deben atender los requisitos del Código Eléctrico Colombiano “CEC” (Norma Técnica Colombiana NTC-2050) oficializado mediante Resolución 1936 de 1987 de la Superintendencia de Industria y Comercio. En el capítulo 5 del CEC, en sus secciones 500 a 505 se establecen los requisitos de alambrado y equipos eléctricos y electrónicos a cualquier tensión, instalados en los lugares considerados como peligrosos según la siguiente clasificación<sup>41</sup>:

<sup>41</sup> Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Código Eléctrico Colombiano. Primera Actualización. Bogotá: Icontec, 1998, II. (NTC 2050). Oficializado mediante Resolución 1936 de 1987 de la Superintendencia de Industria y Comercio. En el capítulo 5 del CEC, en sus secciones 500 a 505 se establecen los requisitos de alambrado y equipos eléctricos y electrónicos a cualquier tensión, instalados en los lugares considerados como peligrosos.

- Clase I: Aquellos en los que hay o puede haber presente en el aire gases o vapores inflamables en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o inflamables.
- Clase II: Son los lugares que resultan peligrosos por la presencia de polvos combustibles.
- Clase III: Lugares en los que se manipulan, fabrican o usan fibras fácilmente combustibles o materiales que no producen partículas combustibles.

En todos los casos en que se requiera iluminación artificial y conexiones para equipos eléctricos, se debe asignar a personal competente para la instalación y el mantenimiento.

#### **9.8.12 Protección contra relámpagos**

Toda bodega que almacene materiales inflamables debe considerar en el diseño la instalación de equipos de protección contra relámpagos, como por ejemplo pararrayos.

#### **9.8.13 Señalización**

La señalización tiene por objeto establecer colores y señales normalizadas que adviertan a los trabajadores la presencia de un riesgo o la existencia de una prohibición u obligación, con el fin de prevenir accidentes que afecten la salud o el medio ambiente. Las instrucciones de seguridad deben estar en español. Es conveniente el uso de símbolos fáciles de entender como se observa en la figura 24. Las señales deberán colocarse en un lugar estratégico a fin de atraer la

atención de quienes sean los destinatarios de la información. La señalización deberá tener en cuenta los siguientes aspectos:<sup>42</sup>



**Figura 24.** Señalización del laboratorio de mitigación y el almacén

- ✓ Señalizar todas las áreas de almacenamiento y estanterías.
- ✓ Señalizar el uso obligatorio de los equipos de protección personal para acceder a los sitios de almacenamiento de sustancias o residuos peligrosos.
- ✓ Señalizar todos los lugares de almacenamiento con las correspondientes pictogramas de obligación a cumplir con determinados comportamientos, tales como no fumar, uso de equipo de protección personal, entre otros.
- ✓ Señalizar que sólo personal autorizado puede acceder a sitios de almacenamiento de sustancias peligrosas.
- ✓ Señalizar los corredores, las vías de circulación de montacargas y otros vehículos utilizando franjas continuas de un color blanco. La delimitación deberá respetar las distancias necesarias de seguridad entre vehículos y objetos próximos; entre peatones y vehículos.
- ✓ Instalar señales en todos los sitios de trabajo, que permitan conocer a todos los trabajadores situaciones de emergencia cuando estas se presenten o las instrucciones de protección requeridas. Se recomienda que la señalización de emergencia en las bodegas de almacenamiento se realice mediante señales acústicas o comunicaciones verbales. También se pueden utilizar señales luminosas en zonas donde la intensidad de ruido ambiental no lo permita o las

<sup>42</sup> Universidad de Sevilla. Servicio de Mantenimiento. Unidad de Medio Ambiente [On Line]. Sustancias Peligrosas. Almacenamiento de Sustancias Peligrosas (Archivo Pdf). Disponible en World Wide Web <[Http:// www.Forpas.Us.Es/Uma/Rquimico.Html](http://www.Forpas.Us.Es/Uma/Rquimico.Html)

capacidades físicas auditivas estén limitadas, pero esta situación no es común para bodegas de almacenamiento de los residuos químicos.

✓ Señalizar los equipos contra incendios, las salidas, recorridos de evacuación y la ubicación de los primeros auxilios. Antes de la implementación de una señal se aconseja formar e informar a todos los trabajadores con suficiente antelación para que ésta sea cumplida. Deberá establecerse un programa de revisiones periódicas para controlar el correcto estado y aplicación de la señalización, teniendo en cuenta las modificaciones de las condiciones de trabajo<sup>43</sup>.

✓ Cuando en una determinada área de trabajo ocurra la necesidad de señalar diferentes aspectos de seguridad, pueden ubicarse las señales de forma conjunta en el acceso a dicha área, agrupándolas por tipos de señales.

Los tipos de señales de seguridad deben cumplir con lo establecido en el capítulo I del Título V del Estatuto de Seguridad Industrial<sup>44</sup>, sobre código de colores de seguridad el cual, indica entre otros requisitos, que se deben utilizar los colores básicos recomendados por la American Standards Association (A.S.A.). (Ver tabla 23)

**Tabla 23.** Colores de seguridad, significado y otras indicaciones sobre su uso.

<b>COLOR</b>	<b>SIGNIFICADO</b>	<b>INDICACIONES Y PRECISIONES</b>
<b>ROJO</b>	Señal de prohibición	Comportamientos peligrosos
	Peligro-alarma	Alto, parada, dispositivos de desconexión de emergencia. Evacuación
	Material y equipos de lucha contra incendios	Identificación y localización
<b>AMARILLO, O AMARILLO ANARANJADO</b>	Señal de advertencia	Atención, precaución. Verificación

<sup>43</sup> Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. [On Line] Guía Técnica de Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo. Barcelona. Disponible en World Wide Web [Http://www.Mtas.Es/Insht/Practice/G\\_Senal.Htm](http://www.Mtas.Es/Insht/Practice/G_Senal.Htm)

<sup>44</sup> Resolución 2400/79 del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social

<b>AZUL</b>	Señal de obligación	Comportamiento o acción específica. Obligación de utilizar un equipo de protección individual
<b>VERDE</b>	Señal de salvamento o de auxilio	Puertas, salidas, pasajes, material, puestos de salvamento o de socorro, locales
	Situación de seguridad	Vuelta a la normalidad

**Fuente:** Guía técnica de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Sobre los tipos de señales de seguridad es adecuado seguir las directrices establecidas en la Norma Técnica Colombiana NTC 1461 sobre Colores y Señales de Seguridad<sup>45</sup>.

Los tipos de señales de seguridad que pueden ser utilizados son:



**Figura 25.** Ejemplos de Señalización, de advertencia, prohibición y obligación

<sup>45</sup> Instituto Colombiano de Normas Técnicas Y Certificación. Higiene y Seguridad. Colores y Señales de Seguridad (Primera Actualización). Bogotá. Icontec: II (N Tc 1461).



**Figura 26.** Ejemplos de Señalización de equipos de lucha contra incendios, información y complementarias

- ✓ Señales de advertencia: forma triangular, bordes negros. Pictograma negro sobre fondo amarillo. El color amarillo deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal. Ejemplos de información: sustancias inflamables, sustancias corrosivas, sustancias tóxicas, sustancias comburentes, material suspendido, etc.
- ✓ Señales de prohibición: forma redonda, pictograma negro sobre fondo blanco, bordes y banda rojos (transversal descendente de izquierda a derecha atravesando el pictograma a 45° respecto a la horizontal). El color rojo deberá cubrir como mínimo el 35% del área de la señal. Ejemplos de información: prohibido fumar, prohibido apagar con agua, no tocar, prohibido el paso, etc.
- ✓ Señales de obligación o acción de mando: forma redonda, pictograma blanco sobre fondo azul. El color azul deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal. Ejemplos de información: protección obligatoria de la vista, protección

obligatoria de la cabeza, protección obligatoria de las vías respiratorias, protección obligatoria de los pies, etc.

✓ Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios: forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo rojo. El color rojo deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal. Ejemplos de información: manguera para incendios, escalera de mano, extintor, teléfono para lucha contra incendios, etc.

✓ Señales de información: forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo verde. El color verde deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal. Ejemplos de información: primeros auxilios, camilla, ducha de seguridad, primeros auxilios, lavador de ojos.

✓ Señales complementarias. Color de base blanco y texto negro o color de base el mismo de la señal y el color de texto con el contraste correspondiente. La forma de la señal será rectangular y no contendrá ningún símbolo gráfico.

**Tabla 24.** Contrastes de color para la señalización

<b>COLOR DE SEGURIDAD</b>	<b>COLOR DE CONTRASTE</b>
ROJO	BLANCO*
AMARILLO O AMARILLO ANARANJADO	NEGRO
AZUL	BLANCO
VERDE	BLANCO

**Fuente:** Guía técnica de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

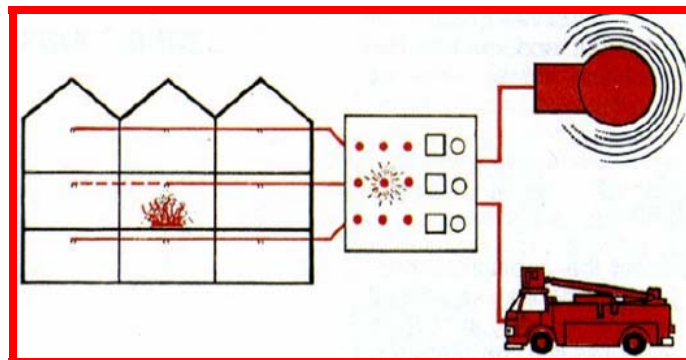
\* El color de contraste para blanco será negro y para negro será blanco.

#### 9.8.14 Dispositivos de detección de fuego y sistemas de respuesta

Con respecto a los límites la bodega debe estar rodeada por una cerca o muralla protectora que debe mantenerse en buen estado. La línea de la cerca debe dejar suficiente espacio para las posibles emergencias en caso de derrames. Durante la noche se debe tener personal de seguridad o sistema de alarmas o de iluminación, que den aviso de una emergencia. Se recomienda ubicar una ducha de emergencias y fuente lava ojos cada 200 m<sup>2</sup> para atender rápidamente un accidente ocasional por contacto con estas sustancias.

#### 9.8.15 Detectores de incendio

Existen distintos tipos de detectores de incendio, entre los que se pueden contar los detectores de llamas, que son del tipo infrarrojo o ultravioleta o ambos; detectores de humo, que son de dos tipos, por “ionización” o por “efecto óptico”; detectores de calor, que son generalmente menos afectados por falsas alarmas que los detectores de humo, sin embargo, por definición, solo responden cuando un fuego ha desarrollado suficiente calor y por lo tanto se pueden considerar como de acción retardada. En la figura 27 se muestra una conexión de un determinado detector de incendio el cual puede dar aviso directamente a los bomberos.



**Figura 27.** Conexión de un determinado detector de incendio el cual puede dar aviso directamente a los bomberos.

### **9.8.16 Sistema de rociadores**

La ventaja de este sistema, comparado con los detectores de calor y de humo, es que inicia la alarma y simultáneamente puede entregar una protección continua contra el fuego. La principal desventaja es el costo. También se debe tener en cuenta el hecho de que el agua no es siempre el mejor sistema de extinción, como en el caso de sustancias que reaccionan con ella, por ejemplo, los metales de sodio y de potasio.

### **9.8.17 Sistemas de respuesta**

Es necesario contar con una brigada de emergencias integrada por personal que labora en las instalaciones de la institución o con una brigada del cuerpo de bomberos. Si se requiere por el tipo especial de sustancias peligrosas almacenadas, se puede contar con sistemas de mangueras retractiles, pitones de agua a presión o con espuma y otros tipos de equipos como mantas contra el fuego, polvos químicos, etc.

### **9.8.18 Condiciones específicas según peligrosidad**

Para garantizar el control de riesgos e impactos al ambiente es necesario la selección de una bodega específica para una clase de sustancia determinada. Al seleccionar o construir una bodega para el almacenamiento de sustancias químicas específicas, se sugiere que se tengan en cuenta los siguientes requisitos:

#### **- Explosivos<sup>46</sup>**

---

<sup>46</sup> Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. Resolución No. 02400 de 1979. Por la cual se establecen Algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo. Bogotá, 1979.

Deben estar situados a una distancia suficientemente alejada de todo edificio o zona habitada, carreteras y vías férreas, teniendo en cuenta la cantidad de explosivos y detonantes que se van a almacenar. El acceso debe estar restringido a personal autorizado.

✓ Muros contruidos sólidamente y a pruebas de balas y fuego. El techo debe ser liviano.

✓ Se debe propender por ventilación e iluminación natural. Si se requiere iluminar artificialmente el área alrededor y dentro de la infraestructura, deberá hacerse por medio de proyectores a distancia, con linternas o equipo de alumbrado eléctrico tipo antichispas.

✓ Deberá estar protegido con un sistema de pararrayos que cubra su área total, sin que ninguna de la partes del sistema tenga contacto con la estructura.

**- Gases comprimidos: inflamables, no inflamables y tóxicos<sup>47</sup>.**

✓ Debe haber un área exclusiva para cilindros, lejos de fuentes térmicas.

✓ El material de construcción debe ser incombustible, el techo liviano, piso sólido; los muros pueden ser metálicos o de rejillas.

✓ La bodega debe contar con ventilación suficiente para evitar concentración de gases que puedan originar explosión, asfixia o envenenamiento.

---

<sup>47</sup> Servicio de Salud Metropolitana del Medio Ambiente. Sesma. Gobierno de Chile [On Line]. Manual de Almacenamiento y Manejo Seguro de los Productos Químicos (Archivo Pdf). Disponible en World Wide Web <[Http://www.Sesma.Cl/Sitio/Pag/Saludlaboral/Indexjssaludlaboralproc.Asp](http://www.Sesma.Cl/Sitio/Pag/Saludlaboral/Indexjssaludlaboralproc.Asp)

✓ Dependiendo de la compatibilidad de los gases, su almacenamiento se debe hacer áreas separadas.

✓ Se debe contar con sistemas de detección automática de incendio<sup>48</sup>.

### **- Sólidos inflamables**

✓ Se recomienda que los muros externos tengan un tiempo de resistencia al fuego de 3 horas.

✓ Los muros no deben tener aberturas.

✓ Muros divisorios internos de una misma bodega con resistencia al fuego por 120 minutos (hasta la cubierta).

✓ Elementos soportantes verticales con resistencia al fuego por 120 minutos.

✓ Elementos soportantes horizontales con resistencia al fuego por 120 minutos.

✓ Cubierta del techo con resistencia al fuego menor a 60 minutos, sin planchas metálicas.

✓ Sistema de control de derrame, siendo posible poseer elementos absorbentes que permitan retirar fácilmente la sustancia peligrosa o bien, poseer cámara de contención exterior a la bodega.

✓ Bodega con una distancia mínima de 3 m, entre ella y muro lindante.

---

<sup>48</sup> Resolución numero 80505 de marzo 17 de 1997. "Por la cual se dicta el reglamento técnico al cual debe someterse el almacenamiento, manejo, comercialización mayorista y distribución de Gas Licuado del Petróleo, GLP".

- ✓ Se debe contar con un sistema de detección automático de incendio.
- ✓ Se deben evitar las instalaciones eléctricas, pero si se requieren deberán estar protegidas adecuadamente y presentar conexión a tierra.
- ✓ Mantener la temperatura suficientemente baja para evitar problemas con los vapores existentes.

#### **- Líquidos inflamables**

Se aplican las mismas condiciones de los sólidos inflamables<sup>49</sup>.

#### **- Materiales radiactivos<sup>50</sup>.**

- ✓ La bodega en que se almacenen los equipos estará construida con un material sólido que asegure que la radiación al exterior no exceda en dos veces la radiación de fondo.
- ✓ En caso de que la bodega se ubique en una obra provisoria y, por tanto, los materiales requeridos para la construcción del recinto no se ajusten a lo señalado anteriormente, se deberá construir un recinto en concreto reforzado, provisto de un marco con una tapa metálica de protección, con un sistema de cierre con porta candado, que lo asegure de terceras personas. Esta bodega puede estar ubicada al interior de otra construcción que puede ser de material liviano, pero deberá contar con un acceso independiente y exclusivo.

---

<sup>49</sup> Almacenamiento de combustibles líquidos derivados del petróleo se aplica las disposiciones del Decreto 283/90. y el Decreto 1521/98 "Por el cual se reglamenta el almacenamiento, manejo, para las estaciones de servicio"

<sup>50</sup> Servicio de Salud Metropolitana del Medio Ambiente. Sesma. Gobierno de Chile [On Line]. Manual de Almacenamiento y Manejo Seguro de los Productos Químicos (Archivo Pdf). Disponible en World Wide Web <[Http://www.Sesma.Cl/Sitio/Pag/Saludlaboral/Indexjssaludlaboralproc.Asp](http://www.Sesma.Cl/Sitio/Pag/Saludlaboral/Indexjssaludlaboralproc.Asp)

✓ También se puede considerar la construcción de una caseta sobre el nivel del terreno completamente aislado con capacidad exclusiva para él o los densímetros nucleares en obra, con la señalización exterior, además de leyendas visibles: peligro zona de radiación, solo acceso a personas autorizadas y símbolo internacional de radiación en sus cuatro costados.

#### **9.8.19 Otras instalaciones.**

Idealmente, no debería haber oficinas, vestieres o cuartos de basura como parte integral de la bodega de almacenamiento. Si estas instalaciones existen dentro de la bodega, se debería construir una estructura de separación que tenga una resistencia al fuego de al menos 60 minutos

## CAPITULO 4

### 10. PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y EL PLAN DE CONTINGENCIA EN LA BODEGA DE ALMACENAMIENTO DEL LABORATORIO DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

#### 10.1 OPERACIÓN DE ALMACENAMIENTO

Dentro de todas las actividades de una empresa que almacena sustancias químicas peligrosas, el manejo y ubicación de las sustancias dentro de la bodega son acciones que deben ser controladas y monitoreadas periódicamente para evitar la generación de impactos ambientales adversos.

##### 10.1.1 Condiciones de la operación<sup>51</sup>.

Para el manejo de sustancias químicas y residuos peligrosos se debe establecer un sistema de documentación para todo el personal que incluya:

- a) Instrucciones de la operación segura y correcta de todos los equipos incluyendo equipo de protección personal y del almacenamiento de los materiales peligrosos.
- b) Hojas de Seguridad para todas las sustancias peligrosas almacenadas.
- c) Instrucciones y procedimientos sobre higiene, seguridad y medio ambiente.
- d) Instrucciones y procedimientos sobre emergencias.

---

<sup>51</sup> Programa Ambiental de las Naciones Unidas. Oficina de Industria y Ambiente (Unep / Ieo). Almacenamiento de Materiales Peligrosos. Guía Técnica para Depósitos de Materiales Peligrosos. Paris, 1990. 80 P. II. Reporte Técnico No. 13.

### **10.1.2 Etiquetado**

La Ley 55 de 1993 establece que todos los productos químicos deben llevar una etiqueta fácilmente comprensible para los trabajadores de tal forma que proporcione información esencial sobre su clasificación, los peligros asociados y las precauciones de seguridad que deban observarse<sup>52</sup>.

Colombia no cuenta con un sistema de clasificación de sustancias químicas peligrosas específico para almacenamiento y ya que esta actividad está muy ligada a la de transporte, se recomienda realizar la clasificación y etiquetado tomando como base el Sistema Internacional de la Organización de las Naciones Unidas<sup>53</sup>.

### **10.1.3 Recepción, despacho y transporte**

Antes de recibir las sustancias químicas o residuos químicos peligrosos en la bodega de almacenamiento, se deben tener a disposición las hojas de seguridad de dichas sustancias para su identificación y así prever todas las medidas necesarias para su manipulación. Al recibir la sustancia peligrosa se debe solicitar una planilla de relación verificando que las sustancias o residuos peligrosos estén debidamente etiquetados y que los envases estén en buenas condiciones. Si estos no se encuentran en buen estado se deben tomar las acciones necesarias para evitar accidentes.

Si para recibir o despachar sustancias peligrosas tiene que cambiarse de envase original, debe asegurarse que el recipiente receptor sea de un material y diseño

---

<sup>52</sup> Congreso De La República de Colombia. 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, 1990. Bogotá 1993.

<sup>53</sup> Norma Técnica Colombiana 1692 «Transporte de mercancías peligrosas. Clasificación, etiquetado y rotulado», que por disposición del Decreto 1609/02, es de obligatorio cumplimiento para el transporte. En el Anexo II se indica la clasificación y etiquetado de acuerdo a lo establecido en esta Norma Técnica.

adecuado para la sustancia, que esté limpio y libre de trazas de sustancias distintas a la que se va a envasar. No es aconsejable utilizar un mismo recipiente para almacenar sustancias diferentes<sup>54</sup>.

El recibo y despacho de sustancias químicas peligrosas lo debe realizar una persona capacitada y entrenada. Se debe establecer un sistema de control administrativo que involucre la supervisión por personal calificado y con experiencia, para asegurarse que el ingreso de la sustancia es seguro y cumple con todos los requerimientos corporativos.

#### **10.1.4 Planificación del almacenamiento**

- El almacenamiento de sustancias peligrosas debe estar basado en un plan documentado, de tal manera que en caso de un incidente sea posible tener una visión general del tipo y volumen de las sustancias involucradas. Es aconsejable dividir el área de almacenamiento en sectores y demarcar cada sección claramente.

**- Un plan de almacenamiento deberá incluir<sup>55</sup>:**

✓ Volumen total máximo de almacenamiento.

✓ Volumen máximo de almacenamiento por clase.

✓ Secciones de almacenamiento donde están localizadas las distintas clases de sustancias

✓ Cantidad almacenada según sustancias y clases de sustancias.

---

<sup>54</sup> Bejarano J. Módulo de Seguridad Química. Sistemas de Identificación de Materiales Peligrosos.

<sup>55</sup> Consejo Colombiano de Seguridad (CCS). Almacenamiento de Sustancias Peligrosas. Código CI No.20.

✓Plano de la bodega donde se ilustre la ubicación de las distintas clases de sustancias químicas.

**- También se sugiere incluir los siguientes registros:**

✓Registros de recepción (sustancia, clase de sustancia, fecha de recepción, recomendaciones especiales).

✓Registro de despacho (sustancia, clase de sustancia, fecha de despacho).

✓Registro de inspección de deterioro o caducidad de las sustancias.

- Se recomienda que el plan de almacenamiento este a disposición en las oficinas principales y se actualice permanentemente, atendiendo los siguientes criterios:<sup>56</sup>

✓Ubicación de las sustancias de acuerdo con las características de peligrosidad y sus incompatibilidades.

✓Pasillos de tráfico peatonal con al menos 0,75 m (ancho) y para los de tráfico vehicular 0,5 m de margen a lado y lado, con respecto al ancho de los montacargas.

✓Pasillo peatonal perimetral de 0,7 m entre los materiales almacenados y los muros para permitir acceso a la inspección, libre movimiento del aire, espacio para el control del fuego y protección de los residuos en caso de derrumbamiento del muro.

---

<sup>56</sup> Consejo Colombiano de Seguridad (CCS). Almacenamiento de Sustancias Peligrosas. Código CI No.20 – A

- ✓ Apilamiento de envases frágiles en que los que se transportan sustancias combustibles, tóxicas u oxidantes a una altura máxima de 0,4 m.
  
- ✓ Apilamiento de otros contenedores en los que se almacenan sustancias combustibles, tóxicas u oxidantes a una altura máxima de 1,50 m.
  
- ✓ Sustancias organizadas de manera que los montacargas y los equipos de emergencia puedan moverse libremente. Señalizar claramente los pasillos de movimiento de los montacargas y mantenerlos libres de obstrucción para evitar accidentes.
  
- ✓ Apilamiento de recipientes y bultos no superior a tres metros, a menos que se utilice un sistema de estantería que evite la caída de las sustancias y se asegure su estabilidad. Se debe prestar especial atención a las sustancias que tengan el mensaje de “Este lado hacia arriba”.



**Figura 28.** Planificación del almacenamiento. Los pasillos deben ser suficientemente amplios para el tráfico. El sistema de estantería debe evitar la caída de sustancias y asegurar su estabilidad



**Figura 29.** Apilamiento. El apilamiento nunca debe exceder la altura recomendada

### 10.1.5 Separación de sustancias

Una regla básica para el almacenamiento de sustancias peligrosas es no mezclar sustancias que sean incompatibles a fin de minimizar los riesgos de incendio, explosión o contaminación<sup>57</sup>.

---

<sup>57</sup> Normas Técnicas Colombianas para uso y transporte de mercancías peligrosas según clase (NTC 3966, 2880, 2801, 3967, 3968, 3969, 3970, 3971 y 3972)



**Figura 30.** Separación de sustancias peligrosas. No se deben mezclar sustancias peligrosas que sean incompatibles

Las sustancias o residuos pueden ser de diferentes composición química, así pertenezcan a la misma clase, para lo cual se debe consultar la ficha de seguridad correspondiente y determinar las prescripciones específicas de segregación. En la segregación también se debe tener en cuenta una sola etiqueta de riesgo secundario (Ver tabla 25).

**Tabla 25.** Segregación de residuos químicos peligrosos.

Clase	1.1 1.2 1.5	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	3	4.1	4.2	4.3	5.1	5.2	6.1	6.2	7	8	9
Explosivos 1.1, 1.2, 1.5	*	*	*	4	2	2	4	4	4	4	4	4	2	4	2	4	x
Explosivos 1.3	*	*	*	4	2	2	4	3	3	4	4	4	2	4	2	2	x
Explosivos 1.4	*	*	*	2	1	1	2	2	2	2	2	2	x	4	2	1	x
Gases inflamables 2.1	4	4	2	x	x	x	2	1	2	x	2	2	x	4	2	1	x
Gases no tóxicos, no inflamables 2.2	2	2	1	x	x	x	1	x	1	x	x	1	x	2	1	x	x
Gases venenosos 2.3	2	2	1	x	x	x	2	x	2	x	x	2	x	2	1	x	x
Líquidos inflamables 3	4	4	2	2	1	2	x	x	2	1	2	2	x	3	2	x	x
Sólidos inflamables 4.1	4	3	2	1	x	x	x	x	1	x	1	2	x	3	2	1	x
Sustancias que pueden experimentar combustión espontánea 4.2	4	3	2	2	1	2	2	1	x	1	2	2	1	3	2	1	x
Sustancias peligrosa en contacto con el agua 4.3	4	4	2	x	x	x	1	x	1	x	2	2	x	2	2	1	x
Sustancias comburentes 5.1	4	4	2	2	x	x	2	1	2	2	x	2	1	3	1	2	x
Peróxidos orgánicos 5.2	4	4	2	2	1	2	2	2	2	2	2	x	1	3	2	2	x
Sustancias venenosas 6.1	2	2	x	x	x	x	x	x	1	x	1	1	x	1	x	x	x
Sustancias infecciosas 6.2	4	4	4	4	2	2	3	3	3	2	3	3	1	x	3	3	x
Materiales Radioactivos	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	1	2	x	3	x	2	x
Sustancias corrosivas 8	4	2	2	1	x	x	x	1	1	1	2	2	x	3	2	x	x
Sustancias y artículos peligrosos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	v

varios 9																			
----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**Fuente:** Normas Técnicas Colombianas para el Transporte de Mercancías Peligrosas

Las cifras y los símbolos que aparecen en el cuadro remiten a las expresiones definidas en la presente sección, con esta correspondencia:

\* - En lo que respecta a la segregación entre sustancias químicas de la Clase 1. Véase la NTC 3966

<p>1. Explosivos</p> <p>2.1. Gases inflamables</p> <p>2.2. Gases no inflamables</p> <p>3. Líquidos inflamables</p> <p>4.1 Sólidos inflamables</p> <p>4.2. Espontáneamente combustibles</p> <p>4.3. Peligro al contacto con humedad</p> <p>5.1 Sustancias oxidantes</p> <p>5.2 peróxidos orgánicos</p> <p>6.1. Tóxicos</p> <p>7. Sustancias Radiactivas</p> <p>8. Corrosivos</p> <p>9. Otros menos peligrosos</p>	<p><b>INDICACIONES</b></p> <p><b>1. LEJOS DE:</b> significa que deben estar separados de manera que los materiales incompatibles no puedan actuar uno sobre otros de forma peligrosa en caso de accidente, pero pudiendo estar colocados en el mismo compartimiento.</p> <p><b>2. SEPARADO DE:</b> estar separados en el mismo compartimiento.</p> <p><b>3. SEPARADO POR UN COMPARTIMENTO O TODA UNA BODEGA DE:</b> se exige una separación longitudinal o vertical constituida por un compartimiento intermedio completo.</p> <p><b>4. SEPARADO LONGITUDINALMENTE POR COMPARTIMENTO GRANDE O BODEGA APARTE</b></p> <p>X. No se recomienda separación especial.</p>
--	---

### 10.1.6 Transporte interno de sustancias

Dentro de la operación de almacenamiento es necesario transportar internamente las sustancias para su ubicación dentro de la bodega, para lo cual normalmente se utiliza montacargas. Los montacargas pueden ser eléctricos o utilizar combustibles tales como ACPM, gasolina o gas licuado (GLP). En general se recomienda para

sitios cerrados como bodegas el uso de montacargas eléctricos; para evitar riesgos y contaminación generados por los motores de combustión interna.

### **10.1.7 Higiene personal y equipo de seguridad**

Todos los operarios de la bodega de almacenamiento de sustancias y residuos peligrosos deben asearse y cambiarse de ropa al final de la jornada de trabajo. Los trabajadores que manipulan sustancias tóxicas, deben lavarse y cambiarse de ropa antes de ingerir alimentos. Para tal fin se debe contar con instalaciones separadas de cambio y aseo personal. Se debe contar con un sistema de lavado de ropa contaminada, ya sea que se realice en la propia instalación o fuera de ella por entidades especializadas. La ropa de trabajo y la ropa de calle deben mantenerse en guardarropas separados si hay riesgo de contaminación con sustancias peligrosas.

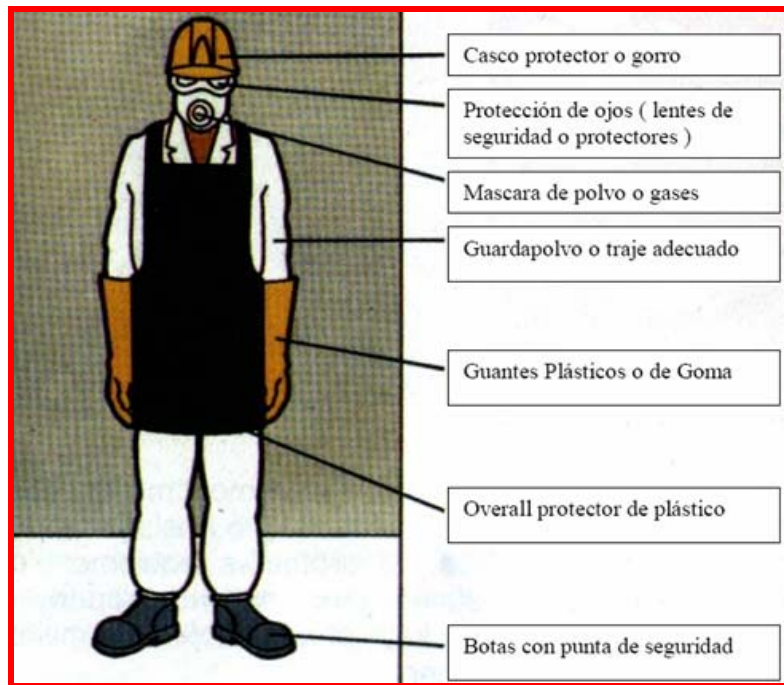
Se debe prohibir comer, beber y fumar en las áreas de trabajos donde existan sustancias o residuos peligrosos. La Figura 31 ilustra una de las actividades de estricta prohibición.



**Figura 31.** Es prohibido por todas las normas comer en los laboratorios donde se trabajen con químicos o material biológico

Para trabajo rutinario con sustancias y/o residuos peligrosos se debe contar al menos con el siguiente equipo de seguridad. En la figura 32 la ilustración muestra los implementos de protección personal.

- Casco protector.
- Lentes de seguridad o anteojos de seguridad.
- Mascaras para polvo o gases peligrosos.
- Ropa de protección contra salpicaduras químicas.
- Guantes.
- Delantal plástico o de goma.
- Botas de seguridad con punteras.



**Figura 32.** Equipo de protección personal.

El tipo de operaciones que se efectúan y las características determinará el equipo de seguridad que se debe utilizar (ver figura 33).

Equipo especial de emergencia debe mantenerse en la parte exterior de las instalaciones en proximidad a las entradas.

CATEGORIA TOXICOLOGICA		MEDIDAS DE PROTECCION A USAR					
PELIGROSIDAD	FRASE DE ADVERTENCIA	ROPA Y EQUIPO PROTECTOR					
Extremadamente peligroso	Peligro						
Altamente peligroso	Cuidado						
Moderadamente peligroso	Cuidado						
Ligeramente peligrosos	Precaución						

**Figura 33.** Matriz de advertencia de los peligros relacionándolos con el uso de elementos de protección personal.

#### 10.1.8 Manejo de visitantes<sup>58</sup>.

Es conveniente establecer y documentar procedimientos para el manejo de visitantes con el fin de asegurar la integridad física del visitante en caso de emergencia y para evitar actos inseguros que puedan afectar al visitante u ocasionar una emergencia en la empresa. Algunas recomendaciones para el manejo de visitantes son:

- No permitir el acceso de los visitantes a zonas restringidas a personal externo, salvo en casos autorizados.
- Antes de iniciar la visita indicarle al visitante el o los procedimientos a seguir durante su permanencia en las instalaciones, incluyendo los procedimientos en caso de emergencia.

<sup>58</sup> Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Transporte de Sustancias Químicas Peligrosas. Bogotá.(Ntc 3966, Ntc 2880, Ntc 2801, Ntc 3967, Ntc 3968, NTC 3969, NTC 3970, NTC 3971 y NTC 3972).

- Si el visitante requiere recorrer las áreas de almacenamiento se debe suministrar equipo de protección personal.

#### **10.1.9 Manejo de residuos**

Todos los residuos incluyendo material de empaque, deberán ser manejados de una manera ambientalmente segura y responsable. Los residuos potencialmente peligrosos incluyen productos obsoletos, productos fuera de especificación, material contaminado, residuos líquidos y material absorbente que ha sido utilizado para limpieza de derrames. La disposición ambientalmente segura de estos residuos es a menudo difícil lo que implica que en algunos casos se deba consultar a personal experto o a las autoridades ambientales.

#### **10.1.10 Entrenamiento**

Es fundamental efectuar un entrenamiento en seguridad y manejo seguro de sustancias peligrosas para todo el personal. Las reuniones regulares de seguridad, sesiones de entrenamiento y prácticas de emergencia se deben efectuar como una oportunidad para revisar los procedimientos, los planes de emergencia y la información relevante que sea de utilidad para el personal. Todos los miembros de la brigada contra incendios deben ser entrenados en el uso del equipo contra incendios así como en los planes de emergencias.

Se recomienda que el programa de capacitación incluya como mínimo los siguientes temas:

- ✓ Clasificación de las sustancias químicas peligrosas.
- ✓ Reconocimiento de los símbolos utilizados en la identificación de las sustancias químicas peligrosas.
- ✓ Forma de obtener y usar la información que aparece en las etiquetas y Hojas de Seguridad.

- ✓ Información sobre los peligros que implica la exposición a estas sustancias.
- ✓ Manejo y uso del equipo de protección.
- ✓ Medidas en caso de una emergencia.
- ✓ Procedimientos operativos normalizados y prácticas seguras sobre:

1. Embalaje. Rotulado y etiquetado
2. Recepción
3. Despacho
4. Almacenamiento
5. Manipulación
6. Disposición adecuada de residuos
7. Descontaminación y limpieza<sup>59</sup>.

#### **10.1.11 Orden y aseo**

Se deben observar las siguientes prácticas:

- ✓ Los materiales deben ser frecuentemente inspeccionados para localizar fugas o daños mecánicos.
- ✓ Los pisos deben mantenerse limpios y libres de polvo con particular atención a las superficies grasosas.
- ✓ Toda el área debe mantenerse libre de polvo, trapos, basura, disponiendo de recipientes adecuados metálicos o plásticos para recoger los residuos en forma regular.

---

<sup>59</sup> Ley 55 de julio 2 de 1993 sobre capacitación, entrenamiento y seguridad en la utilización de las sustancias peligrosas en el trabajo.

✓Se debe evitar la ubicación de materiales combustibles en el área almacenamiento de sustancias inflamables, a menos que sea estrictamente necesario para la operación.

✓Después de todo trabajo, incluido el mantenimiento, los materiales y equipos se deben limpiar adecuadamente.

✓Todas las vías de evacuación, y equipo de emergencia se deben mantener en forma adecuada.

#### **10.1.12 Permisos de trabajo**

Un “permiso de trabajo” consiste en un documento escrito autorizando al personal para trabajar en una labor no rutinaria, advirtiendo los posibles daños o peligros y detallando las medidas de prevención a tomar para asegurarse de que el trabajo será efectuado en forma segura.

### **10.2 MEDIDAS AMBIENTALES PARA EL ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS**

En el almacenamiento de sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos están involucradas actividades que pueden impactar adversamente el ambiente y la salud humana. Es responsabilidad de cada uno de los actores presentes en estas actividades tomar medidas de control operacional orientadas a la prevención y mitigación para la eliminación o minimización del impacto asociado.

#### **10.2.1 Manejo de emergencias durante el almacenamiento y transporte de sustancias peligrosas**

Durante cualquier etapa del almacenamiento y transporte de sustancias químicas y residuos peligrosos existe la posibilidad de enfrentarse a situaciones de emergencias, tales como incendios, explosiones, fugas o derrames. Estas emergencias se pueden prevenir aplicando normas legales y técnicas relacionadas con el manejo adecuado de combustibles, de equipos eléctricos, de fuentes de calor y de sustancias peligrosas.

No obstante el cumplimiento de lo anterior, siempre se debe estar preparado para responder ante una emergencia. La preparación ante emergencias debe llevarse a cabo indistintamente del tamaño de la organización o del riesgo que ésta genere<sup>60</sup>. Para dar pronta respuesta a una emergencia, la organización debe tener diseñado y organizado un plan de emergencia.

El Plan de Emergencia es aquel en el cual se definen las políticas, la organización y los métodos, que indican la manera de enfrentar una situación de emergencia o desastre tanto en lo general como en lo particular. El objetivo de un Plan de Emergencia es proporcionar un conjunto de directrices e información destinadas a la adopción de procedimientos técnicos y administrativos estructurados para facilitar respuestas rápidas y eficientes en situaciones de emergencia. En términos generales, un plan debe tener las siguientes características<sup>61</sup>:

✓Posibilitar la restricción de los daños a un área determinada, previamente designada para evitar que los impactos sobrepasen los límites de seguridad preestablecidos;

---

<sup>60</sup> Consejo Colombiano de Seguridad (CCS). Manual para la elaboración de planes empresariales de emergencia y contingencias y su integración con el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres. Bogotá D.C. Junio 2003.

<sup>61</sup> Lainha MA y Haddad E. Curso de auto instrucción en prevención, preparación y respuesta para desastres conproductos químicos. [On line]. Fecha de Publicación no reportada. Disponible en <http://www.cepis.ops-oms.org/tutorial1/e/bienvenida.html>.

✓Contemplar las acciones necesarias para evitar que situaciones (internas o externas), de las instalaciones involucradas en el accidente, contribuyan a su agravamiento;

✓Ser un instrumento práctico que facilite respuestas rápidas y eficaces en situaciones de emergencia.

✓Ser lo más sucinto posible y contemplar, clara y objetivamente, las atribuciones y responsabilidades de las personas involucradas.

### **10.3 PLAN DE EMERGENCIAS (PREPARACIÓN Y RESPUESTA)**

#### **10.3.1 Preparación**

Las etapas que hacen parte de la preparación son:

Realización del análisis de riesgos

Organización del Plan de Emergencias

Implementación y mantenimiento del Plan de Emergencias.

#### **- Análisis de riesgos**

El análisis de riesgos tiene por objetivo identificar y evaluar cuales son aquellos eventos o condiciones que pueden llegar a ocasionar una emergencia. Este análisis se convierte en una herramienta para establecer las medidas de prevención y control de los riesgos asociados a la actividad de la organización, al entorno físico y al entorno social en el cual desarrolla sus funciones. El resultado de un análisis de riesgos es la identificación de “escenarios de riesgo”, que se constituye en el punto de partida para la organización de un Plan de Emergencias.

**Tabla 26.** Principales fuentes de información antes y durante una emergencia que involucra sustancias químicas peligrosas.

FUENTE	ENLACE
CISPROQUIM,	Línea gratuita de información para emergencias las 24 horas: 01 8000 916012; (1) 2886012
CISTEMA	Línea gratuita de información para emergencias las 24 horas: 01 8000 941414; 01 8000 511414
Centro Regional de Información sobre Desastres (CRID). Es un centro de la Organización Panamericana de la Salud, que tiene su sede en Costa Rica. Este centro genera mucha información relacionada con desastres naturales y tecnológicos de utilidad para los encargados de tomar decisiones, cuenta con una Biblioteca Virtual de Desastres.	<a href="http://www.crid.desastres.net/crid/index.htm">http://www.crid.desastres.net/crid/index.htm</a>
OCDE. Chemical Accidents: En este sitio se encuentran en texto completo las monografías de la OCDE relacionadas con esta temática.	<a href="http://www.oecd.org/ehs/accident.htm">http://www.oecd.org/ehs/accident.htm</a>
El Programa de la Organización de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente cuenta con varios sitios de interés: Una página dedicada sólo al tema de desastres que permite hacer búsquedas de los documentos que están relacionados con el tema y la página APELL. Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level: Process for responding to technological accidents: este sitio brinda información sobre las publicaciones, estudios de casos y registro de accidentes seleccionados en todo el mundo desde 1970.	<a href="http://www.unep.org">http://www.unep.org</a> <a href="http://www.uneptie.org/apell/home.html">http://www.uneptie.org/apell/home.html</a> ,
UNEP-Chemical. Es un sitio dedicado a brindar información de temas de interés relacionados con sustancias químicas.	<a href="http://www.chem.unep.ch/default.htm">http://www.chem.unep.ch/default.htm</a>
Organización Marítima Internacional	<a href="http://www.unep.org/unep/partners/un/imo/home.htm">http://www.unep.org/unep/partners/un/imo/home.htm</a>

FUENTE	ENLACE
Agencia Internacional de Energía Atómica	<a href="http://www.iaea.org/worldaton">http://www.iaea.org/worldaton</a>
Organización de las Naciones Unidas para el desarrollo Industrial/ UNIDO.	<a href="http://www.unido.org">http://www.unido.org</a>
Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA): Este sitio está dedicado sólo a emergencias químicas y brinda para los tomadores de decisión muchas directrices que pueden ser adaptadas a la realidad nacional.	<a href="http://www.epa.gov/swercepp/">http://www.epa.gov/swercepp/</a>
CDC y NIOSH. Fichas Internacionales de Seguridad de Sustancias Químicas a texto completo. Estas fichas fueron producidas por el Programa Internacional de Seguridad de Sustancias Químicas de la Organización Mundial de la Salud (IPCS/ OMS) y brindan información concreta sobre las sustancias químicas y las acciones de emergencia para cada una de ellas.	<a href="http://www.cdc.gov/niosh/ipcs/icstart.html">http://www.cdc.gov/niosh/ipcs/icstart.html</a> .
ERG. Guía Norteamericana de Respuesta en Caso de Emergencia (GRENA) Desarrollada conjuntamente por el Ministerio de Transporte de Canadá, el Departamento de Transporte de los Estados Unidos (DOT) y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes de México (SCT).	<a href="http://www.tc.gc.ca/canutec/erg_gmu/erg2000_menu.htm">http://www.tc.gc.ca/canutec/erg_gmu/erg2000_menu.htm</a>
MSDS. Material Safety Data Sheet. Permite el acceso a varios sitios donde se encuentra información sobre hojas de seguridad de sustancias químicas.	<a href="http://www.ilpi.com/msds/index.html">http://www.ilpi.com/msds/index.html</a> .
Chemical Hazard Response Information System (CHRIS). Además de brindar información sobre propiedades fisicoquímicas de las sustancias, riesgo de incendio, reactividad química, datos de transporte, etc., que pueden ser utilizados por diversos usuarios, brinda un resumen de la sustancia, sus características, acciones de emergencia y medidas de primeros auxilios.	<a href="http://152.121.2.2/hq/g-m/mor/Articles/CHRIS.htm">http://152.121.2.2/hq/g-m/mor/Articles/CHRIS.htm</a> .

**Fuente:** Curso de auto instrucción en prevención, preparación y respuesta para desastres con productos químicos (2)

Un requisito necesario para el desarrollo de un análisis de riesgos objetivo es el acceso a información técnica actualizada de fuentes confiables.

En la Tabla 23 el análisis de riesgos está conformado por las etapas de identificación y caracterización de los peligros y amenazas, el análisis de vulnerabilidad por amenaza, la evaluación del riesgo y la identificación de escenarios de riesgo.

#### **- Identificación y caracterización de los peligros y las amenazas.**

Entendiéndose peligro como una fuente o situación con potencial de daño en términos de lesión o enfermedad, daño a la propiedad, al ambiente de trabajo, al medio ambiente o una combinación de estos, y amenaza como la probabilidad de que un fenómeno de origen natural o humano, potencialmente capaz de causar daño y generar pérdidas, se produzca en un determinado tiempo y lugar.

En la identificación de peligros, la organización debe realizar una observación y estudio detallado de los procesos, las actividades que realiza y su entorno, indicando cuales son aquellas situaciones que pueden generar una emergencia. Una vez identificados los peligros, estos deben ser analizados según su probabilidad de ocurrencia, en términos de amenaza.

Las sustancias químicas están asociadas con peligros de origen tecnológico, como por ejemplo el almacenamiento o transporte de gases tóxicos o líquidos corrosivos, la inflamabilidad de una sustancia, la presencia de materiales radiactivos, el deterioro de la vía, los cuales pueden interactuar con peligros de origen natural y social, como por ejemplo la presencia de una falla geológica, de ríos, de volcanes, las condiciones atmosféricas adversas en la zona, o las condiciones políticas y sociales de la región.

La probabilidad de ocurrencia de las amenazas relacionadas con el almacenamiento y transporte de sustancias y residuos peligrosos, tales como la fuga de un gas tóxico o el derrame de un combustible, se pueden ver potenciadas por la probabilidad de amenazas de tipo natural o social como por ejemplo el desbordamiento de un río, una erupción volcánica o un atentado terrorista.

**- Análisis de vulnerabilidad por amenaza.**

Es el proceso mediante el cual se determina el nivel de exposición y predisposición a la pérdida de un elemento o grupo de elementos ante una amenaza específica. El grado de vulnerabilidad que tiene una empresa frente a una amenaza específica está directamente relacionado con la organización interna que ésta tiene para prevenir o controlar aquellos factores que originan el peligro, al igual que su preparación para minimizar las consecuencias una vez sucedan los hechos.

Algunas de las características de una organización que almacena o transporta sustancias peligrosas que deben ser evaluadas para determinar la vulnerabilidad son:

- Las rutas de transporte
- La ubicación de la organización
- La facilidad de acceso a y evacuación de las instalaciones
- Recursos externos para control de emergencias
- Las características de las instalaciones y de los vehículos
- Las actividades que se desarrollan
- Descripción de la ocupación. Número de personas que laboran, horarios, visitantes, etc.
- Recursos físicos con los cuales cuenta la empresa para la prevención y atención de emergencias

## - Evaluación del riesgo

El riesgo es definido como la probabilidad de ocurrencia de consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular y durante un tiempo de exposición determinado. Se obtiene de relacionar la amenaza con la vulnerabilidad de los elementos expuestos.

**Tabla 27.** Matriz de evaluación de riesgo

AMENAZA			VULNERABILIDAD
Muy probable	Probable	Poco probable	
Riesgo alto	Riesgo alto	Riesgo medio	Alta
Riesgo alto	Riesgo medio	Riesgo bajo	Media
Riesgo medio	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Baja - mínima

**Fuente:** Manual para la elaboración de planes empresariales de emergencia y contingencias y su integración con el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres

## - Definición de los escenarios de riesgo

Entendiéndose por estos como la descripción de un futuro posible y de la trayectoria asociada a él. El escenario de riesgo es la interacción de los diferentes factores de riesgo (amenaza y vulnerabilidad) en un territorio y en un momento dado. Debe describir y permitir identificar el tipo de daño y pérdidas que pueden generarse en caso de presentarse un evento peligroso en unas condiciones dadas de vulnerabilidad.

## - Organización del Plan de Emergencias

El análisis de riesgos es un requisito para la organización del plan de emergencia ya que permite identificar los escenarios de riesgo. De esta manera se facilita la proyección adecuada de las siguientes acciones:

- Aislamiento

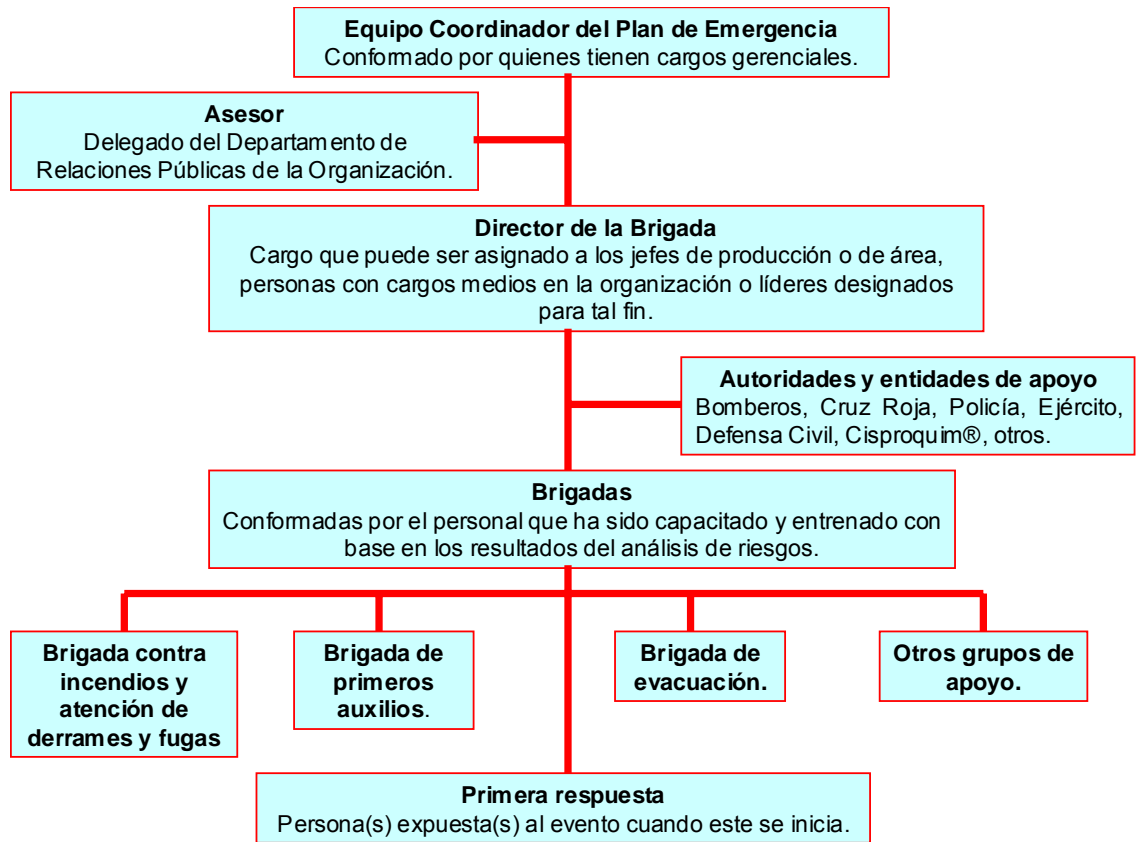
- Señalización
- Definición de puntos de encuentro y vías de escape
- Determinación de la cantidad y localización estratégica de equipos de seguridad y protección individual
- Definición de procedimientos contra derrames, fugas e incendios.

Es importante resaltar que por cada escenario de riesgo se debe establecer un procedimiento para pronta respuesta en caso de presentarse la emergencia asociada al escenario específico. Esto implica que el número de procedimientos debería ser igual al número de escenarios de riesgo identificados en la etapa de análisis de riesgos. A estos procedimientos usualmente se les asigna el nombre de Planes de Contingencia, los cuales hacen parte de un plan integral de emergencia. Por lo general, un Plan de Emergencias para la atención de eventos provocados por productos o actividades peligrosas debe seguir la siguiente estructura:

1. Introducción
2. Características de las instalaciones y actividades
3. Objetivo
4. Área de alcance
5. Estructura organizacional
6. Funcionamiento
7. Procedimientos de lucha contra emergencias:
  - Evaluación;
  - Aislamiento y evacuación;
  - Lucha contra incendios;
  - Control de fugas
  - Control de derrames
  - Reparaciones de emergencia;

Acciones para evitar el reavivamiento de incendios (después de la emergencia):

- Formulario de registro de emergencias;
- Lista de acciones;
- Recursos materiales;
- Fichas de información sobre sustancias químicas;



**Figura 34.** Estructura organizacional para la prevención y atención de emergencias.

### **10.3.2 Respuesta**

Tan pronto ocurra una emergencia, se debe colocar en marcha el Plan de Emergencia diseñado por la organización, siguiendo los procedimientos allí establecidos.

#### **- Respuesta a los incidentes**

Existen actividades básicas para el sistema de respuesta al incidente que se pueden dividir en cinco segmentos amplios que interactúan entre sí:

#### **1. Reconocimiento<sup>62</sup>.**

Por lo general, uno de los primeros pasos que se debe seguir en la atención de una emergencia que involucran sustancias y residuos peligrosos es el reconocimiento del tipo y grado de riesgo presente del incidente. Es necesario identificar las sustancias implicadas y determinar sus propiedades químicas y físicas. El reconocimiento requiere el uso de toda la información disponible, resultados de muestras, datos históricos, observación visual, análisis instrumental, rótulos, etiquetas, documentos de transporte y otras fuentes para identificar las sustancias implicadas.

#### **2 Evaluación.**

El reconocimiento facilita la información básica referente a los residuos químicos peligrosos involucrados en la emergencia. La evaluación implica la determinación de sus efectos o impacto potencial en la salud pública, propiedades y el ambiente. Su potencial de impacto real depende de la localización del incidente, tiempo y otras condiciones específicas del lugar.

---

<sup>62</sup> Lainha MA y Haddad E. Curso de auto instrucción en prevención, preparación y respuesta para desastres con productos químicos. [On line]. Fecha de Publicación no reportada. Disponible en <http://www.cepis.ops-oms.org/tutorial1/e/bienvenida.html>.

### **3. Control.**

El control se realiza a través de métodos destinados a la prevención y reducción del impacto del incidente. Por lo general, se establecen acciones preliminares de control tan rápido como sea posible. Al obtener información adicional a través del reconocimiento y evaluación, se modifican las acciones iniciales de control o se establecen otras. Las medidas de control incluyen tratamientos químicos, físicos y biológicos, así como técnicas de descontaminación, con el objetivo de reestablecer las condiciones normales. También se incluyen medidas sobre la salud pública, por ejemplo, el abandono o corte del suministro de agua potable para prevenir la contaminación causada por la sustancia en las personas a causa de derrames en cursos de agua.

### **4. Información.**

La información es un componente importante del Plan de Emergencias. Todas las actividades que componen el plan de emergencias, se basan en el proceso de recibir y transmitir información. Ésta es un elemento de apoyo al reconocimiento, evaluación y control. Además, es un elemento de soporte para los elementos de acción que ofrece datos para la toma de decisiones. Asimismo, es el resultado del balance de los demás elementos. La información proviene de tres fuentes:

- Inteligencia: Información obtenida de registros o documentos existentes, letreros, etiquetas, rótulos, configuración de los recipientes, observación visual, informes técnicos y otros.
- Instrumentos de lectura directa: Información obtenida con relativa rapidez a través de instrumentos.
- Muestreo: Información obtenida a través de la recolección de porciones representativas del medio o materiales para su posterior análisis en los laboratorios de campo o fijos.

Para que la atención del incidente sea efectiva, es necesario establecer una base de información precisa, válida y oportuna. Durante el desarrollo del incidente, se reúne, procesa y aplica un flujo intenso de información.

## **5. Seguridad.**

Todas las intervenciones para atender emergencias que involucran residuos químicos peligrosos, presentan diversos riesgos. Para establecer un programa de protección contra tales riesgos, se debe analizar las características fisicoquímicas de las sustancias y relacionarlas con cada operación de respuesta. Toda organización de atención de emergencias químicas debe contar con un programa efectivo de seguridad, incluidos los exámenes médicos, equipos de seguridad apropiados, procedimientos operacionales estandarizados y un activo programa de capacitación.

### **- Respuesta a eventos específicos.**

A continuación se describen ejemplos de procedimientos de atención para las principales emergencias con sustancias o residuos químicos peligrosos. Esta información es de carácter básico y debe ser complementada a partir de información específica de las actividades de almacenamiento y transporte de sustancias y residuos peligrosos, la estructura organizacional y las condiciones de infraestructura y ambientales involucradas.

## 1. Derrames.

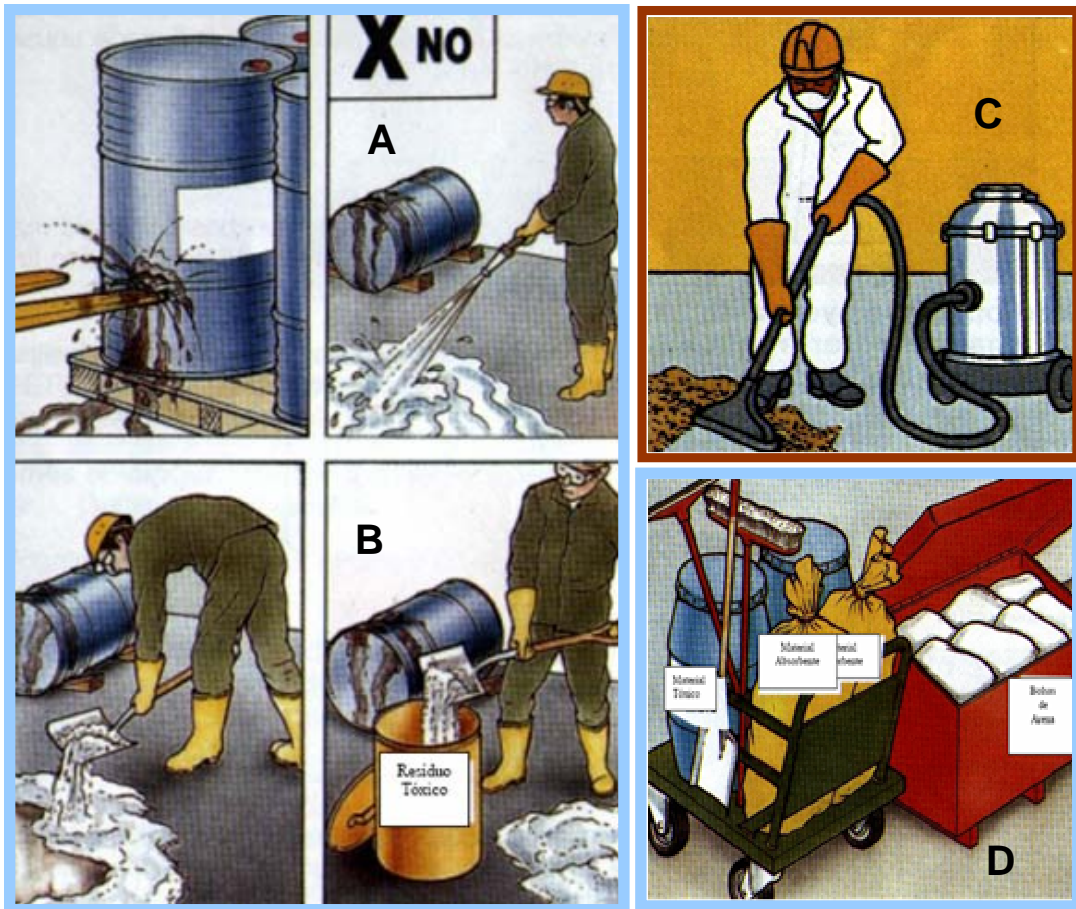
Para minimizar los peligros, todos los derrames o fugas de materiales peligrosos se deben atender inmediatamente. Se recomienda tener a disposición los siguientes elementos para atender los derrames<sup>63</sup>:

- Equipo de protección personal
  
- Tambores vacíos, de tamaño adecuado
  
- Material autoadhesivo para etiquetar los tambores
  
- Material absorbente que depende de la sustancia química a absorber y tratar
  
- Soluciones con detergentes
  
- Escobas, palas antichispas, embudos, etc.

Todo el equipo de emergencia y seguridad debe ser revisado constantemente y mantenido en forma adecuada para su uso eventual. El equipamiento de protección personal debe estar descontaminado y debe ser limpiado después de su uso. Los derrames líquidos deben ser absorbidos con un sólido absorbente adecuado, compatible con la sustancia derramada. El área debe ser descontaminada de acuerdo a las instrucciones dadas por personal capacitado, y los residuos deben ser dispuestos de acuerdo a las instrucciones dadas en las Hojas de Seguridad.

---

<sup>63</sup> Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Oficina de Industria y Ambiente. (UNEP / IEO). Almacenamiento de Materiales Peligrosos. Guía técnica para depósitos de materiales peligrosos. Paris, 1990. 80 p. il. Reporte técnico No. 13.



**Figura 35.** Manejo de derrames. Todos los derrames deben ser tratados inmediatamente. A. No se debe usar agua para drenar el material derramado. B, C y D Se debe utilizar materiales absorbentes y recoger los residuos.

Los sólidos derramados deben ser aspirados con aspiradoras industriales. Se pueden utilizar palas y escobas pero utilizando arena para disminuir la dispersión de polvo.

### **10.3.3 Establecimiento de procedimientos, por escrito, para actuar con seguridad frente a un posible derrame o fuga de una sustancia química peligrosa.<sup>64</sup>:**

#### **a. Identificar la sustancia y evaluar el incidente**

- Evaluar el área.
- Localizar el origen del derrame o fuga
- Buscar la etiqueta de la sustancia peligrosa para identificar contenido y riesgos
- Recurrir a las Hojas de Seguridad o Tarjetas de Emergencia
- Identificar los posibles riesgos en el curso del derrame, como materiales, equipos y trabajadores
- Anotar todo lo observado, para comunicarlo adecuadamente al mando superior
- Intentar detener el derrame o fuga, solo si se puede hacer en forma segura. Solucionarlo a nivel del origen y detener el derrame de líquidos con materiales absorbentes. En esta etapa se debe utilizar elementos de protección personal
- Evitar el contacto directo con la sustancia

#### **b. Notificar al mando superior**

- Entregar toda la información que pueda a la supervisión directa, para que se proceda al control de la emergencia.  
Esto incluye equipos, materiales y áreas afectadas. Señalando ubicación, sustancias comprometidas, cantidad, su dirección y condición actual.
- Buscar más información y recurrir a asesoría externa si es necesaria.

---

<sup>64</sup> Universidad de Santiago de Chile. [On Line]. Compendio para manejo, tratamiento y monitoreo de residuos peligrosos en un laboratorio químico o bioquímico Disponible. Word Wide Web: <<http://lauca.usach.cl/ima/buenambiente/residuos.htm>

### **c. Asegurar el área**

- Alertar a los demás compañeros sobre el derrame y evitar que se acerquen.
- Ventilar el área
- Acordonar con barreras, rodeando el área contaminada
- Rodear con materiales absorbentes equipos o materiales
- Apagar todo equipo o fuente de ignición
- Disponer de algún medio de extinción de incendio

### **d. Controlar y contener el derrame.**

- Antes de comenzar con el control o contención del derrame, se debe colocar los elementos de protección personal necesarios
- Localizar el origen del derrame y controlar el problema a este nivel
- Contener con barreras y/o materiales absorbentes. Se pueden utilizar: esponjas, cordones absorbentes o equipos especiales como las aspiradoras
- Si el problema es en el exterior, hacer barreras con tierra y zanjas
- Evitar contaminar el medio ambiente

### **e. Limpiar la zona contaminada**

- Intentar recuperar la sustancia
- Absorber o neutralizar. Para el caso de ácidos o bases proceder a la neutralización
- Lavar la zona contaminada con agua, en caso que no exista contraindicación
- Señalizar los recipientes donde se van depositando los residuos. Todos los productos recogidos, deben tratarse como residuos peligrosos.

#### **f. Descontaminar los equipos y el personal.**

- Disponer de una zona de descontaminación
- Lavar los equipos y ropa utilizada
- Las personas que intervinieron en la descontaminación deben bañarse

### **10.4 INCENDIOS**

Debe efectuarse una eficiente coordinación con las brigadas de bomberos locales, para obtener asistencia inmediata en caso de un incendio. Debe además contarse con una brigada contra incendio interna que coordine las operaciones de atención del incendio.

El personal que trabaja en las instalaciones debe ser entrenado en el combate contra el fuego y la forma de usar los extintores en caso de emergencia, debiéndose efectuar ejercicios o simulacros en forma regular para revisar las condiciones de los equipos de combate contra el fuego y familiarizar al personal en su uso.

En el caso de incendio, se deben efectuar las siguientes acciones en forma inmediata, y simultáneamente según el tipo de emergencia<sup>65</sup>.

- Hacer sonar la alarma y despejar el área de todo el personal excepto de los que participan en la emergencia.
- Llamar a las brigadas contra incendios especiales del cuerpo de bomberos.
- Tratar de extinguirlo, si es posible, y si no lo es, al menos limitarlo y prevenir que se extienda a otras instalaciones adyacentes hasta el arribo de bomberos, sin provocar el riesgo a las vidas humanas.

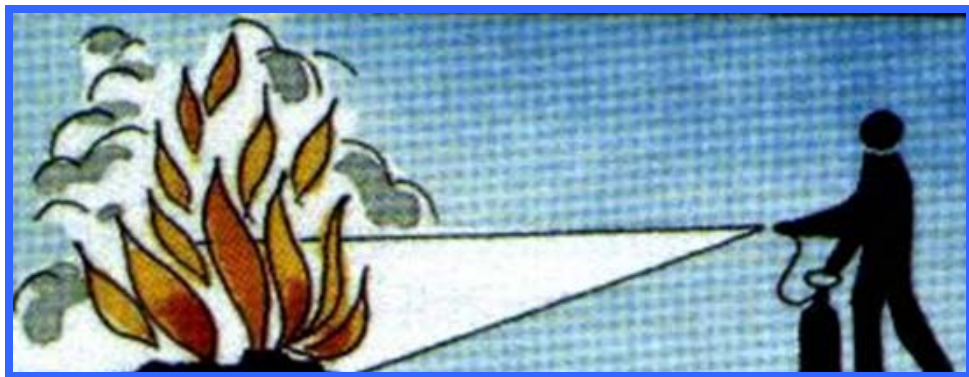
---

<sup>65</sup> Universidad de Santiago de Chile. [On Line]. Compendio para manejo , tratamiento y monitoreo de residuos peligrosos en un laboratorio químico o bioquímico Disponible. Word Wide Web:<<http://lauca.usach.cl/ima/buenambiente/residuos.htm>

- Asegurar que los encargados de las instalaciones sean avisados y estén pendientes de la llegada del cuerpo de bomberos;
- Avisar a los servicios médicos correspondientes;

Para combatir el incendio, la brigada debe tomar las siguientes medidas: trabajar con el viento a favor, trabajar lo más lejos posible de la fuente del fuego en caso de una posible explosión, y enfriar las instalaciones adyacentes con agua. A continuación se presentan diferentes medios de extinción de incendios y sus condiciones de uso:

- **Agua.** El agua actúa como un medio refrigerante, es decir reduce la temperatura del producto que se quema hasta un punto por debajo del punto de inflamación y por lo tanto extingue el fuego. El agua debe ser usada preferentemente en forma de rocío fino o de neblina en vez de chorro. Esto permite aumentar el potencial de enfriamiento y prevenir la extensión del fuego. Además del uso como elemento de extinción, el agua actúa como elemento de minimización de la extensión del fuego al usarse en el enfriamiento de materiales, estanques, equipos, cañerías, etc.



**Figura 36.** Uso de Agua: directamente a la base del fuego.

Se debe tener el cuidado sin embargo, al usar grandes cantidades de agua para atacar incendios con sustancias tóxicas ya que pueden ocurrir reacciones violentas con el agua, o ésta puede alcanzar cuerpos de agua a través de los drenajes internos. El agua nunca debe utilizarse con reactivos tales como carburo de calcio, isocianatos, óxido de calcio (caliza), ciertos compuestos de halógenos tales como cloruro de acetilo, cloruro de aluminio, y metales como sodio y calcio. Cuando se almacenen este tipo de materiales se debe discutir los riesgos especiales con las brigadas de bomberos. El uso de agua con extintores debe dirigirse directamente a la base del fuego<sup>66</sup>:

•**Polvo químico seco.** Es efectivo generalmente sobre solvente inflamable, aerosoles, sustancias que reaccionan violentamente con agua y en incendios ocasionados por equipos eléctricos. El polvo químico seco se utiliza normalmente en extintores portátiles para tratar fuegos pequeños y por lo tanto, aunque se considera de gran importancia, se utiliza básicamente en la primera etapa de extinción.

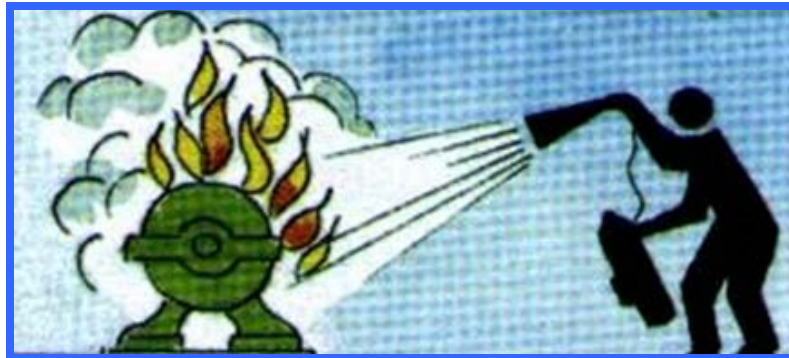


**Figura 37.** Polvo Químico: A partir de la base del fuego mover hacia arriba del fuego.

---

<sup>66</sup> Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Oficina de Industria y Ambiente. (UNEP / IEO). Almacenamiento de Materiales Peligrosos. Guía técnica para depósitos de materiales peligrosos. Paris, 1990. 80 p. il. Reporte técnico No. 13.

•**Dióxido de carbono.** Los extintores de dióxido de carbono son generalmente efectivos para extinguir incendios en que estén involucrados solventes inflamables, sustancias que reaccionan con el agua y equipos eléctricos. Sin embargo, al igual que el polvo químico, solo se usa como ayuda primaria.



**Figura 38.** CO<sub>2</sub> y halones: Descarga lo más cercano al fuego y mover desde arriba hacia abajo.

•**Espumas.** Un número de diferentes tipos de espumas existen en forma comercial y son recomendables para ciertas clases de sustancias químicas, pero se requiere una destreza especial para su aplicación, siendo preferible en la mayoría de los casos utilizar polvos químicos. En incendios en que intervengan sustancias inmiscibles con el agua, tales como petróleo, kerosene, gasolina, benceno, estireno e hidrocarburos en general, se puede utilizar eficientemente espuma de fluoroproteínas o espuma de film acuoso.



**Figura 39.** Espuma: No dirigir el flujo sobre el líquido en fuego, sino dejar caer suavemente sobre las llamas.

**Tabla 28.** Resumen de los agentes extintores que se deben y no se deben usar según la clase que se presente.

CLASES DE FUEGO	AGENTE EXTINTOR	NO USAR
Materiales sólidos (madera, papel, trapos etc)	Agua (mejor pulverizante) polvo polivalente	Polvo normal
Líquidos y sólidos licuables (disolventes, aceites, ceras, etc)	Polvo normal, polvo polivalente	Agua, polvo especial
Gases y vapores (Butano, acetileno etc)	Polvo polivalente	Agua, CO <sub>2</sub> , espumas, halones, polvo especial
Metales ligeros (magnesio, litio, sodio, titanio, aluminio)	Polvo especial o arena seca	Agua, CO <sub>2</sub> , espuma, halones, polvo normal o polvo polivalente
Equipos y aparatos eléctricos	Halones o CO <sub>2</sub>	Agua, arena, espuma, polvos

**Fuente:** Normas y medidas generales en la práctica rutinaria de un laboratorio de análisis químico. Luis Evelio Alfaro Carvajal. Universidad Nacional. Costa Rica.

## 10.5 SEGURIDAD EN EL LABORATORIO

(Ver Anexo 3. Normas de seguridad del laboratorio )

El trabajo de laboratorio tiene dos características principales que son: la utilización de gran variedad de productos químicos, frecuentemente en pequeñas cantidades y a menudo con peligrosidad y toxicidad elevadas, y la realización de operaciones

muy diversas con ellos. La experiencia indica que los pequeños incidentes o accidentes que se producen en los mismos pueden ser controlados y tener unos efectos mínimos si se dispone de elementos de protección de laboratorio, adecuados y en número suficiente.

La eficacia de estos elementos está supeditada a su idoneidad y correcto funcionamiento, su buen estado de mantenimiento, y a un suficiente entrenamiento y formación del personal de laboratorio.

Los elementos de protección del laboratorio están constituidos básicamente por: duchas de seguridad, fuentes lavaojos, mantas ignífugas, extintores, neutralizadores y equipos para ventilación de emergencia. Desde el punto de vista práctico, deben hallarse ubicados en lugares en los que su utilización implique un mínimo desplazamiento desde el conjunto de puestos de trabajo en los que exista el factor de riesgo que desencadene la necesidad de su utilización. Todo el personal del laboratorio debe conocer la ubicación de los distintos equipos de protección a su vez estos deben ubicarse en lugares perfectamente demarcados.

Las duchas y fuentes lavaojos pueden disponerse como equipo conjunto o de forma separada, considerando la proximidad de conducciones de agua y desagües. El lugar elegido para su instalación debe ser fácilmente accesible y visible, preferiblemente en la dirección de salida del laboratorio, y no debe tener en las proximidades tomas ni aparatos eléctricos. La zona de ubicación debe mantenerse libre de materiales, aparatos y productos. Es importante considerar que la situación de las duchas y fuentes lavaojos, en determinados casos, puede significar un entorpecimiento en situaciones de evacuación.

En la tabla 29: se resumen a modo de recomendación una serie de aspectos relativos a la situación de los diversos elementos de protección, su control y mantenimiento.

**Tabla 29.** Situación, control y mantenimiento de los elementos de protección.

ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	SITUACIÓN	CONTROL Y MANTENIMIENTO
DUCHA FUENTE LAVAOJOS	Lugar alcanzable en menos de 15 s desde cualquier puesto de trabajo. En dirección a la salida habitual del laboratorio.	Caudal, calidad del agua y correcto funcionamiento del sistema.
MANTA IGNÍFUGA	Laboratorio, o unidad, en que se trabaje con productos inflamables. Cerca de la mesa de trabajo.	No precisa mantenimiento.
EXTINTOR	Laboratorio, o unidad, en que se trabaje con productos inflamables. En un extremo de la mesa de trabajo y en la dirección habitual de salida del laboratorio. Almacén de productos inflamables.	Revisión anual y retimbrado cada 5 años. Debe estar contemplado en el plan general de medios de extinción del edificio.
NEUTRALIZADORES	Lugar centralizado. Cerca de las mesas de trabajo. En el almacén de productos.	Control de stock. Gestión de los residuos <sup>B)</sup>

**Fuente:** GUARDINO X. et. al. Seguridad y Condiciones de Trabajo en el Laboratorio INSHT, Barcelona, 1992

A. Se debe designar por el responsable del laboratorio a una persona encargada del seguimiento del programa de mantenimiento.

B. Los residuos generados por la vía de vertidos, una vez neutralizados deben recogerse y gestionarse de acuerdo con el programa de residuos general del laboratorio.

El laboratorio de química es un lugar que puede ser peligroso si no se respetan unas normas básicas de trabajo. La mayoría de los productos químicos son nocivos de una u otra forma, pero si se manejan correctamente no hay razón alguna para que puedan afectarnos.

## **10.6 NORMAS GENÉRICAS DE TRABAJO EN LABORATORIOS**

### **10.6.1 Indicaciones sobre hábitos personales a respetar en laboratorios**

- Prohibición de fumar
- Prohibición de comer
- Prohibición de beber
- No guardar alimentos ni bebidas en los frigoríficos del laboratorio.
- No realizar reuniones o celebraciones.
- Mantener abrochados batas y vestidos.
- Llevar el pelo recogido.
- No llevar pulseras, colgantes, mangas anchas ni prendas sueltas que puedan engancharse en montajes, equipos o máquinas.
- Lavarse las manos antes de dejar el laboratorio.
- No dejar objetos personales en las superficies de trabajo.

### **10.6.2 Indicaciones sobre hábitos de trabajo a respetar en laboratorios**

- Obligación de llevar equipos de protección individual determinados.
- Obligatoriedad de llevar ropa específica para el trabajo.
- No trabajar solo.
- No efectuar pipeteos con la boca.
- Obligación de leer la etiqueta o consultar las fichas de seguridad de productos antes de utilizarlos por primera vez.
- Etiquetar adecuadamente los frascos y recipientes a los que se haya transvasado algún producto o donde se hayan preparado mezclas, identificando su contenido, a quién pertenece y la información sobre su peligrosidad (reproducir el etiquetado original).
- No tocar con las manos desnudas ni probar los productos químicos.
- No llenar los tubos de ensayo más de dos o tres centímetros.
- Calentar tubos de ensayo de lado y utilizando pinzas.

- Encender mecheros con encendedores piezoeléctricos largos, nunca cerillas ni encendedores.
- Utilizar siempre gradillas y soportes.
- No trabajar separado de las bancadas.
- No tomar nunca los tubos de ensayo con las manos, siempre con pinzas.
- Comprobar la temperatura de los materiales antes de cogerlos directamente con las manos.
- Utilizar las vitrinas de gases siempre que sea posible.
- Asegurar la desconexión de equipos, agua y gas al terminar el trabajo.
- Recoger materiales, reactivos, equipos, etc., al terminar el trabajo
- Emplear y almacenar sustancias inflamables en las cantidades imprescindibles.
- Mantener las bancadas limpias y sin productos, libros, cajas o accesorios innecesarios para el trabajo que se está realizando.

### **10.6.3 Indicaciones sobre obligaciones o requisitos para uso de ciertos laboratorios:**

- Tener seguro de accidentes.
- Haber cumplimentado los protocolos de admisión determinados (firma de fichas de admisión u otro tipo de protocolo).
- Realizar únicamente tareas enmarcadas en el ámbito de trabajo del laboratorio
- Realizar únicamente tareas para las que se ha sido autorizado.
- Ser autorizados para el uso o entrada en un laboratorio.
- Ser autorizados para el uso de un producto, equipo o instalación concreta.

#### **10.6.4 Indicaciones en caso de accidentes**

##### Vertidos accidentales

Actuar rápidamente para su absorción, neutralización o eliminación. La actuación concreta a seguir para cada producto debe fijarse mediante la consulta a las fichas de seguridad de los productos y fijarse durante la planificación de las prácticas.

Algunos ejemplos:

- Líquidos inflamables: absorber con carbón activo o productos específicos.
- Ácidos: neutralizar con bicarbonato o emplear productos específicos comercializados al efecto.
- Bases: neutralizar con bicarbonato o emplear productos específicos comercializados al efecto.

##### Salpicaduras

En piel y ojos:

- Lavarse con abundante agua (mediante un lavaojos si es en los ojos).
- No intentar neutralizar.
- Acudir al médico inmediatamente.

En batas o vestidos:

- Quitarse rápidamente la ropa, lavándola o colocándola bajo la ducha, según la magnitud de la impregnación
- Si hay contacto con la piel, acudir al médico.

##### Ingestión

- Si es un ácido, beber solución de bicarbonato.
- Si es una base, beber bebidas ácidas.
- Disponer de información sobre los productos que se manipulan consultando su fichas de seguridad o a un servicio de información toxicológica cuando sea posible.
- Acudir al médico con una etiqueta del producto.

#### Incendio

- Dar la alarma inmediatamente.
- Apagar los pequeños fuegos tapándolos, sin utilizar agua.
- Escoger el tipo de extintor adecuado, consultando el modo de empleo.
- Si prende la ropa, utilizar ducha o manta de seguridad.
- Si se evacua el laboratorio, cerrar las puertas al salir.

## CONCLUSIONES

El manejo integral de los residuos químicos peligrosos inicia con la segregación responsable desde los laboratorios productores. Esta actividad realizada por alumnos, docentes y operarios técnicos; corresponde al cumplimiento de un protocolo específico que permita obtener los mejores resultados en procesos posteriores como la reutilización y tratamiento, según normas Internacionales. Esto último ayudará a la Universidad Industrial de Santander a lograr metas ambientales y económicas.

El protocolo sobre el manejo de residuos químicos peligrosos es la directriz que se debe seguir para la solución exitosa a una problemática que la Universidad afronta por la gran acumulación de recipientes cuyo contenido es desconocido en la mayoría de los casos. El protocolo, en su socialización, busca crear conciencia sobre el destino que debería dársele a los residuos químicos generados, además de inducir cambios de actitud en toda la Comunidad Universitaria, beneficiando así su salud y el medio ambiente.

Para lograr una gestión eficaz es importante que el personal interno de la Universidad tenga claridad sobre las operaciones de almacenamiento, para esto se debe hacer uso de las fichas de seguridad química y tener conocimientos sobre las características de los residuos químicos según el decreto 4741 de 2005 que clasifica los residuos según su peligrosidad.

Los residuos originados en la Universidad Industrial de Santander son producidos en diferentes facultades y distantes de la zona donde será ubicado el laboratorio de Mitigación de Impactos Químicos y Ambientales. Por lo anterior es necesario

implementar rutas de transporte interno que, de forma segura, permitan el desplazamiento por vías que puedan además, ser utilizadas por la comunidad Universitaria.

El laboratorio es la zona donde se lleva a cabo un sin número de análisis químicos, es imperioso que todas las personas comprometidas en estas actividades conozcan y discernan fácilmente las diferentes normas de seguridad. Por medio de un adecuado planeamiento, manejo de los reactivos y uso de los diferentes instrumentos en los análisis de rutina, se pueden obtener buenos resultados. Se debe tener un conocimiento amplio sobre los reactivos utilizados en los análisis y el manejo de los residuos para evitar accidentes.

## RECOMENDACIONES

Es indispensable que la Universidad mantenga de forma permanente los diferentes programas ambientales ejecutados por el Comité de Gestión Ambiental así como al personal operativo. Esta recomendación se hace con base en observaciones realizadas durante la ejecución del trabajo por parte Comité de Gestión Ambiental hasta el mes de Marzo del 2007, tiempo en el cual se hizo una labor disciplinada y responsable por parte de los funcionarios encargados. En la actualidad esta responsabilidad se efectúa de forma desordenada o simplemente las actividades están suspendidas.

La segregación los residuos químicos peligrosos no debe seguir realizándose en los recipientes de vidrio.. La Universidad debe adquirir recipientes apropiados para contener los residuos generados, para evitar la corrosión de las tapas y posibles roturas de la garrafa al momento del transporte.

Este trabajo constituye la elaboración de un protocolo para manejo de residuos químicos peligrosos líquidos. Sin embargo, el manejo integral de los residuos aplica también a los sólidos que se registran en los laboratorios de la Escuela de Química de la UIS como son: Papel absorbente, papel filtro, tierra diatomácea, recipientes vacíos, guantes desechables, agujas, tapabocas desechables, limpiadores de mesones, entre otros. Este tipo de residuo debe tener un manejo adecuado por parte de los laboratorios generadores y no tratarlos como residuos residenciales.

La correcta disposición de los residuos peligrosos permite la recuperación de algunos espacios de laboratorios de la Escuela de Química para llevar a cabo prácticas de docencia. Los procedimientos de minimización, almacenamiento y

disposición de los residuos se deben difundir en la comunidad a través de seminarios sobre la documentación del plan de manejo de residuos químicos y sobre las rutas de transporte hasta el laboratorio de Mitigación de Impactos Químicos y Ambientales.

Dentro del plan de manejo de residuos químicos, el comité de Gestión Ambiental a través del Gestor Ambiental, debe hacer cumplir la normatividad interna de la Universidad Industrial de Santander, garantizando las normas de seguridad, el envasado, etiquetado y transporte de los desechos peligrosos.

Se deben realizar planes de contingencias para la preparación ante posibles emergencias que se presenten en el manejo de los residuos químicos peligrosos durante la segregación, transporte interno, almacenamiento y disposición final en el laboratorio de Mitigación e impactos químicos Ambientales. Estas capacitaciones deben ser el resultado de un trabajo continuo mediante la creación de una brigada integrada por personal de diferentes secciones de la Universidad.

## **BIBLIOGRAFIA**

Congreso de la República., Decreto Ley 2811 de 1974., Código de los Recursos Naturales.

Congreso de la República., Ley 55 de 1993., Aprobó 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, 1990.

Congreso de la República., Ley 253 de 1996., Por el cual se aprueba el Convenio de Basilea.

Congreso De la República., Ley 400 de 1997., Por la cual se adoptan normas sobre Construcciones Sismo Resistentes.

Congreso de la República., Ley 430 de 1998., Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.

Presidencia de la República., Ley 769 de 2002., Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre

Ministerio de Minas y Energía., Decreto 283 de 1990., Reglamenta el almacenamiento, manejo, transporte, distribución de combustibles líquidos derivados del petróleo y el transporte por carro tanques de petróleo crudo.

Ministerio de Minas y Energía., Decreto 353 de 1991., Por el cual se reglamenta la ley 26 de 1989 que dicta algunas disposiciones sobre la distribución de combustibles líquidos derivados del petróleo y se modifica parcialmente el decreto 283 de 1990.

Ministerio del Medio Ambiente., Decreto 948 de 1995., Por el cual se reglamentan; parcialmente, la Ley 23 de 1973; el Decreto-Ley 2811 de 1974; la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire».

Modificado por el Decreto 2107 de noviembre 30 de 1995.

DECRETO NUMERO 4741(30 DIC 2005)., «Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral»

Ley 430 del 16 de enero de 1998, por la cual se dictan normas., Prohibitivas en materia ambiental referente a los desechos., Peligrosa y se dictan otras disposiciones

Convenio de basilea sobre el control de los movimientos., Transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, Hecho en basilea el 22 de marzo de 1989., Aprobado por la ley 253 de 1996 (enero 9)

Ley 55 de 1993 establece que todos los productos químicos deben llevar una etiqueta tomando como base el Sistema Internacional de la Organización de las Naciones Unidas, adoptado en la Norma Técnica Colombiana 1692 «Transporte de mercancías peligrosas. Clasificación, etiquetado y rotulado, que por disposición del Decreto 1609/02, es de obligatorio cumplimiento para el transporte. En el Anexo II se indica la clasificación y etiquetado de acuerdo a lo establecido en esta Norma Técnica.

Con la aprobación del Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables por medio del Decreto Ley 2811 en 1974 se dio inicio a la gestión ambiental en el país; Posteriormente con el Código Sanitario Nacional, aprobado en 1978, se establecieron los lineamientos generales en materia de regulación de la calidad del agua y del aire, así como el manejo de los residuos sólidos.

Decreto 1609 del 31 de julio de 2002 de los Ministerio de Transporte, Medio Ambiente y otros “Manejo y Transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera”. Soportado técnicamente por 22 Normas Técnicas Colombianas (NTC) elaboradas por el Instituto Colombiano de Normalización Técnica, ICONTEC..

Ley 253 de 1996., Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones. Congreso de la República Ley 430 de 1998

Ministerio del Medio ambiente En relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire. Decreto 948 de 1995

Ministerio del Medio Ambiente Por la cual se dictan regulaciones para impedir la introducción al territorio nacional de residuos peligrosos. Resolución 189 de 1994

Dirección Nacional de Estupefacientes En la cual se dispone el control de algunas sustancias peligrosas. Resolución 0001 de 1995

NTC1692 Transporte de mercancías peligrosas, clasificación, marcado y rotulado  
Decreto 1609 de 2002, Decreto 283 de 1990.

NTC 4435 emitida el 22 de Julio de 1998 Documento que describe los riesgos de un material peligroso y suministra información sobre cómo se puede manipular, usar y almacenar el material con seguridad

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4532, emitida el 28 de octubre de 1998, Tarjeta de Emergencia: Documento que contiene información básica sobre la identificación del material peligroso y datos del fabricante, identificación de peligros, protección personal y control de exposición , medidas de primeros auxilios, medidas para extinción de incendios, medidas para vertido accidental, estabilidad y reactividad e información sobre el transporte,

## GLOSARIO

**Absorción:** Es la penetración de una sustancia en la estructura interna de otra. En bioquímica, paso de sustancias a través de la membrana celular o tejidos especializados, del medio externo al medio interno de un organismo vivo.

**Acidosis:** Perturbación del equilibrio iónico en el organismo con tendencia a disminuir el pH por debajo de 7,35 como consecuencia de pérdida de bases o bien en el aumento de ácidos.

**Adición nucleofílica:** Tipo de reacción química generada por la atracción electrónica entre una sustancia rica en electrones y otra que carece de ellos para formar una sola molécula.

**Adsorción:** Incorporación de sustancias gaseosas sobre la superficie externa de un sólido.

**Agente mutagénico:** Agentes como radiaciones ionizantes o algunas sustancias químicas, que interactúan directa o indirectamente con el ADN y que provocan mutaciones.

**Agente teratogénico:** Sustancia capaz de provocar malformaciones en el embrión.

**Agua freática:** Agua subterránea que se encuentra bajo la capa o zona límite de la superficie de saturación terrestre (nivel freático).

**Albúmina:** Sustancia perteneciente al grupo de las albúminas. Es una proteína de bajo peso molecular, soluble en agua y soluciones diluidas de sales. Coagula por acción del calor. Se encuentran en los animales y los vegetales: en el suero (sero-albúmina), en la leche (lacto-albúmina), en los músculos, etc.

**Amalgama:** Aleación de mercurio con otro metal.

**Apilar:** Amontonar, poner en pila o montón, colocar una sobre la otra.

**Ataxia:** Incapacidad de controlar los movimientos musculares voluntarios.

**Autoridad competente:** Autoridad nacional o internacional designada o reconocida por el Estado para un determinado fin.

**Azeótropo:** Mezcla de dos o más sustancias principalmente líquidas que, para una presión determinada, hierve a una temperatura fija teniendo el líquido y el vapor la misma composición. Se denomina también mezcla azeotrópica.

***Bacillus sp:*** Tipo de bacteria presente en la naturaleza.

**Bauxita:** Mineral compuesto de óxidos hidratados de aluminio, de color rojizo. Anteriormente era considerado como un mineral único. Su formación es frecuente en ambientes tropicales.

**Bioacumulación:** La absorción y concentración de químicos tóxicos, metales pesados y ciertos pesticidas en plantas y animales.

**Biocida:** Sustancia química que destruye algunos animales o detiene su desarrollo.

**Bioconcentración:** Ver bioacumulación.

**Bidón:** Embalaje/envase cilíndrico con tapa y fondo planos o convexos, hecho de metal, cartón, plástico, madera contrachapada u otro material. Esta definición también incluye los embalajes/envases de otras formas como, por ejemplo, los embalajes/envases redondos de cuello cónico o piramidal o los embalajes/envases que tienen forma de balde. No incluye, en cambio, ni los toneles ni los cuñetes (jerricanes).

**Bulto:** Embalaje con su contenido tal como se presenta para el transporte

**Bradocardia:** Lentitud anormal del pulso cardiaco.

**Broncoaspiración:** Es el paso del material sólido (generalmente, el que contiene el estómago) al árbol bronquial como consecuencia del desarreglo de los reflejos de cierre de la glotis, en pacientes con alteración del nivel de conciencia. Esta circunstancia puede ocasionar espasmos bronquiales e incluso el desarrollo de neumonías de carácter necrotizante.

**Cadena del transporte:** Está compuesta por aquellas personas naturales o jurídicas (remitente, destinatario, empresa de transporte, propietario o tenedor del vehículo y conductor) que intervienen en la operación de movilización de mercancías peligrosas de un origen a un destino.

**Carbón activado:** Carbón tratado especialmente para obtener una gran capacidad de absorción de gases o vapores. En sustancias líquidas se usa como agente decolorante y para retirar impurezas.

**Carga estática:** Es la carga eléctrica en reposo ubicada en la superficie de un cuerpo, usualmente generada por fenómenos de inducción.

**Caseína:** Tipo de proteína que contiene fósforo. Es el principal constituyente de la proteína de la leche. Coagula por la acción de ácidos en presencia de iones de calcio.

**Catalizador:** Sustancia que modifica la velocidad de una reacción química, permaneciendo inalterada al final de la misma. Existe también un grupo de catalizadores biológicos llamados enzimas.

**Catarsis salina:** Inducción del vómito por acción de una bebida salina.

**Caja:** Embalaje/envase con cara rectangular o poligonales enterizas, hecho de metal, madera natural, madera contrachapada, madera reconstituida, cartón, plástico u otro material apropiado. Se permiten pequeños orificios para facilitar la manipulación o la apertura de la caja o para reunir los requisitos de clasificación, siempre que no ponga en peligro la integridad del embalaje/envase.

**Certificado del curso de capacitación básico obligatorio para conductores de vehículos que transportan mercancías peligrosas:** Es el documento que acredita que una persona está capacitada, preparada y la autoriza para la operación de vehículos destinados al transporte de mercancías peligrosas.

**Contenedor:** Elemento de transporte destinado a facilitar el acarreo de mercancías embaladas o no, por una o más modalidades de transporte, sin necesidad de proceder a operaciones intermedias de recarga. Debe poseer una estructura permanentemente cerrada, rígida y suficientemente resistente para ser usada repetidamente, y estar provisto de dispositivos que faciliten su manejo, ya sea al ser transportado de un medio de transporte a otro o al pasar de una a otra modalidad de transporte.

**Cuñete (jerricán):** Embalaje/envase de metal o plástico, de sección transversal rectangular o poligonal.

**Célula epitelial:** Células que constituyen el tejido epitelial que actúa como cubierta protectora de ciertas superficies, ya sea el exterior de un órgano o el revestimiento de la pared de una cavidad orgánica.

**Centrifugación:** Operación de separación de mezclas de líquidos inmiscibles de diferente densidad o mezclas líquido, sólido por acción de fuerzas generadas por la rotación a alta velocidad de la masa a separar.

**Cianosis:** Coloración azul violeta de la piel y mucosas, acentuada en las extremidades, normalmente debida a una mala oxigenación de la sangre, y que suele ser consecuencia de un trastorno cardiaco o respiratorio.

**Citoplasma:** Cuerpo de la célula que circunda al núcleo, lugar donde se efectúan las principales funciones de la vida celular.

**Contracorriente:** En ingeniería química, disposición de corrientes en un equipo de tal manera que una va en sentido opuesto de la otra.

**Convertidor catalítico:** Dispositivo de acción catalítica ubicado en el tubo de escape de gases de los automóviles que permite reducir las emisiones contaminantes de estos vehículos al medio ambiente.

**Cristalización:** Proceso por el que una sustancia adopta la forma de sólido cristalino partiendo de la misma sustancia fundida o de su disolución en un solvente apropiado. La cristalización se produce cuando se alcanza una concentración mayor a la saturación.

**Cromatografía de gases:** Proceso analítico en el que se separan los componentes de una mezcla, haciendo que se evapore en una corriente de gas transportador que pasa a través de un lecho sólido adsorbente.

**Cromóforo:** Parte de una molécula susceptible de interacción con la luz por absorción selectiva de algunas longitudes de onda, lo que hace que esta molécula aparezca coloreada.

**Cromosoma:** Nombre que recibe la estructura formada por ácidos nucleicos y proteínas presente en todas las células vegetales y animales. El cromosoma contiene el ácido nucleico, ADN, que se divide en pequeñas unidades llamadas genes.

**Deshidrogenación:** Proceso por el cual el hidrógeno se separa de los compuestos que lo contienen por medios químicos.

**Desecho peligroso:** Mercancía peligrosa que queda, sobra o resulta de un proceso productivo, que no se puede por ningún medio, método y/o proceso utilizarse nuevamente, y que por sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológicas, oxidantes, nocivas, cancerígenas infecciosas o irritantes representa un peligro para los seres humanos, un riesgo para el equilibrio ecológico y el ambiente, cuando entran en contacto con ellos.

**Diálisis:** Separación de los solutos de una disolución a partir de las distintas velocidades de difusión de éstos en una membrana semipermeable.

**Documentos del transporte:** Son aquellos documentos de porte obligatorio, requeridos como requisitos para el transporte de mercancías peligrosas y que pueden ser solicitados en cualquier momento y lugar por la autoridad competente

***Escherichia coli***: Bacilo aerobio gram-negativo que no produce esporas, con forma de bastón (bacilo), que pertenece a la familia de los entero bacteriáceas. Esta bacteria se encuentra en el tracto intestinal de los mamíferos. Las especies de *Escherichia coli* oportunistas producen infecciones sólo si abandonan el colon. Otros grupos producen hasta el 90% de las diarreas infantiles y la denominada diarrea del viajero.

**Edema**: Infiltración y retención excesiva de líquido contenido en los intersticios de los tejidos, en especial el tejido conjuntivo.

**Electrólisis**: Descomposición o transformación de compuestos químicos, líquidos o disueltos, mediante el paso de corriente eléctrica.

**Electrolito**: Sustancia pura que en solución acuosa se disocia en iones de modo que puede efectuar una electrólisis. Son ejemplos las disoluciones de ácidos, bases y sales en agua.

**Emisión**: Producción de partículas, gases o vapores, generados en procesos que pueden tener contacto íntimo con el aire en alguna de sus etapas. Normalmente se le da la connotación de contaminante.

**Embalaje/envase combinado**: Combinación de embalajes/envases para fines de transporte, constituida por uno o varios embalajes/envases interiores sujetos dentro de un embalaje/envase exterior. (4)

**Embalaje/envase compuesto**: Embalaje/envase consistente en un embalaje/envase exterior y un receptáculo interior unidos de modo que el receptáculo interior y el embalaje/envase exterior formen un embalaje/envase integral. Una vez montado, dicho embalaje/envase sigue constituyendo una sola unidad integrada que se llena, se almacena, se transporta y se vacía como tal.

**Embalaje/envase:** Receptáculo y todos los demás componentes o materiales necesarios para que el receptáculo desempeñe su función de contención.

**Embalaje:** Es un contenedor o recipiente que contiene varios empaques.

**Empaque:** Cualquier recipiente o envoltura que contenga algún producto de consumo para su entrega o exhibición a los consumidores.

**Emergencia:** Toda situación generada por la ocurrencia o inminente de un evento adverso, que requiere de una movilización de recursos sin exceder la capacidad de la respuesta.

**Empresa de servicio público de transporte terrestre automotor de carga:** Es aquella persona natural o jurídica legalmente constituida y debidamente habilitada por el Ministerio de Transporte, cuyo objeto social es la movilización de cosas de un lugar a otro en vehículos automotores apropiados en condiciones de libertad de acceso, calidad y seguridad de los usuarios.

**Envase:** Recipiente destinado a contener productos hasta su consumo final.

**Etiqueta:** Advertencia que se hace sobre el riesgo de una mercancía, por medio de colores o símbolos, se ubican sobre los diferentes empaques o embalajes de las mercancías.

**Enlace covalente blindado:** Nombre genérico para enlaces covalentes en donde la compatibilidad de los átomos de los elementos que intervienen en el enlace es elevada, generando un enlace difícil de romper.

**Epiglotis:** Órgano lobular, ubicado en la parte superior al inicio del tracto laringofaríngeo, que en el momento de la deglución cierra la abertura superior de la laringe.

**Eritrocito:** Glóbulo rojo.

**Etiqueta :** Información impresa que advierte sobre un riesgo de una mercancía peligrosa, por medio de colores o símbolos, el cual debe medir por lo menos 10 cm. X 10 cm. , salvo en caso de bultos, que debido a su tamaño solo puedan llevar etiquetas mas pequeñas, se ubica sobre los diferentes empaques o embalajes de las mercancías.

**Eutrificación:** Crecimiento excesivo y anormal de la flora en lagos y lagunas, causado por un incremento de los nutrientes (nitrógeno y fósforo).

**Fórmula estructural:** Tipo de representación de sustancias químicas que indica la localización de los átomos, radicales, o iones en relación unos con otros, así como el número y la localización de los enlaces químicos.

**Fórmula molecular:** Tipo de representación de sustancias químicas que muestra el número real y la clase de átomos de una entidad química.

**Fotólisis:** Fenómeno de rompimiento molecular por acción de la luz solar.

**Gas Licuado:** Denominación general dada a sustancias muy volátiles que se mantienen en estado líquido por medio de la acción de alta presión y baja temperatura.

**Glaucoma:** Enfermedad caracterizada por el aumento de la tensión intraocular, consecuencia de la excesiva producción de humores oculares y causa la atrofia de la retina y nervio óptico.

**Gravedad específica:** Es el peso de un volumen dado de cualquier sustancia, referido al peso de un volumen igual de agua. Debido a que estas medidas varían con la temperatura, se acostumbra reportar los valores para las dos temperaturas a las que se realizaron los ensayos.

**Grupo de compatibilidad:** Conjunto de mercancías de la clase 1 “Explosivos” que se consideran “compatibles” cuando se pueden estibar o transportar varias al mismo tiempo en condiciones de seguridad, sin aumentar de manera apreciable la probabilidad de accidente o la magnitud de los efectos de tal accidente, respecto a una cantidad determinada.

**Hoja de Seguridad:** Documento que describe los riesgos de un material peligroso y suministra información sobre cómo se puede manipular, usar y almacenar el material con seguridad, que se elabora de acuerdo con lo estipulado en la Norma Técnica Colombiana NTC 4435, emitida el 22 de julio de 1998.

**ICONTEC:** Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, que mediante Decreto 2269 de 1993 es reconocido como el Organismo Nacional de Normalización.

**Hemoglobina:** Pigmento de los glóbulos rojos que se halla en la sangre de los vertebrados y algunos invertebrados. Participa activamente en el proceso de respiración con el intercambio de gases.

**Hepatomegalia:** Aumento del tamaño del hígado provocado por diversas causas patológicas o no.

**Hexosa:** Tipo de azúcar compuesto de seis átomos de carbono.

**Hidrocarburos alicíclicos:** Son hidrocarburos alifáticos que tienen unidos entre sí los átomos de carbono de los extremos de la cadena formando un anillo.

**Hidrocarburos aromáticos:** Son aquellos que se derivan del benceno, bien por la existencia en su anillo de cadenas laterales o por la existencia de varios ciclos.

**Hidrólisis:** Descomposición química de una sustancia por acción del agua.

**Hipertensión:** Aumento anormal de la tensión arterial.

**Hipotensión:** Disminución anormal de la tensión arterial.

**Incompatibilidad:** Es el proceso que sufren las mercancías peligrosas cuando puestas en contacto entre sí puedan sufrir alteraciones de las características físicas o químicas originales de cualquiera de ellas con riesgo de provocar explosión, desprendimiento de llamas o calor, formación de compuestos, mezclas, vapores o gases peligrosos, entre otros.

**Ictericia:** Coloración amarilla de piel y mucosas, debido a la impregnación de los tejidos con sales biliares. Generalmente son síntomas de afecciones del hígado y enfermedades hemolíticas.

**Licuefacción:** Proceso por el cual un gas se transforma en líquido

**Lignina:** Compuesto aromático complejo que forma parte de los tejidos de sostén de los vegetales.

**Límite de inflamabilidad:** Intervalo de concentraciones de una sustancia volátil inflamable, disuelta en aire, dentro de las cuales se presenta riesgo de explosión.

Los valores de las concentraciones se acostumbran expresar como porcentaje en volumen.

**Linfocitos:** Variedad de glóbulo blanco en la sangre, de pequeñas dimensiones.

**Lista de mercancías peligrosas:** Es el listado oficial que describe más exactamente las mercancías peligrosas transportadas más frecuentemente a nivel internacional y que se publican en el Libro Naranja de la Organización de las Naciones Unidas titulado "Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas", elaboradas por el comité de expertos en transporte de mercancías peligrosas, del Consejo Económico y Social, versión vigente

**Líquido inflamable:** Líquidos, o mezclas de ellos, o líquidos que contienen sólidos en solución o en suspensión (por ejemplo: pinturas, barnices, lacas, etc., pero sin incluir sustancias que se clasifican de otra parte por sus características de peligro), que emiten vapores inflamables a temperaturas máximas de 60,5 °C, en ensayos en copa cerrada, o máximo 65,6 °C en ensayos de copa abierta, denominadas comúnmente como punto de inflamación. Sin embargo, los líquidos con un punto de inflamación superior a 35 °C, que no mantienen la combustión, no es necesario considerarlos como inflamables para el propósito de esta norma. Los líquidos presentados para transporte a temperaturas que se encuentran en su punto de inflamación o por debajo de él se consideran en cualquier caso como líquidos inflamables. Los líquidos inflamables también incluyen sustancias que son transportadas o presentadas para transporte a temperaturas elevadas en estado líquido, y que emanan vapores inflamables a la máxima temperatura de transporte o por debajo de ella.

**Lixiviación:** Proceso de lavado que realiza el agua que se infiltra en el suelo. La lixiviación es responsable de un problema medioambiental muy grave, ya que

produce la contaminación de los suelos y de las aguas subterráneas o superficiales cuando el agua de lluvia arrastra sustancias contaminantes presentes, por ejemplo, en un relleno sanitario.

**Membrana mucosa:** Capa de tejido que se encuentra recubriendo varias cavidades tubulares del cuerpo (intestinos, traquea, etc.).

**Membranas de intercambio iónico:** Membranas formadas por resinas de intercambio iónico, las cuales presentan actividad aniónica o catiónica.

**Metabolismo:** Conjunto de los cambios y transformaciones químicas y biológicas que se producen continuamente en los seres vivos.

**Mitigación :** Definición de medidas de intervención dirigidas a reducir o minimizar el riesgo o contaminación.

**Mielo fibrosis:** Trastorno de la médula ósea en el cual la médula es reemplazada por tejido fibroso.

**Mutagénesis:** Proceso de cambio brusco y permanente de uno o varios caracteres hereditarios, que sobreviene de modo espontáneo, o que es provocado por cualquier agente externo como virus, radiación o sustancias químicas.

**Narcosis:** Estado de inconsciencia profunda, provocado por una sustancia química narcótica como el éter etílico o el formol.

**Necrosis:** Muerte de una o varias células. Puede ocurrir de modo natural como sucede en la epidermis, o bien, en el curso de una enfermedad.

**Nefritis:** Inflamación aguda o crónica del riñón.

**Neumonitis:** Enfermedad infecciosa localizada en el pulmón.

**Neuropatía periferal:** Cualquier enfermedad asociada con el sistema nervioso periférico.

**Neutropenia:** Disminución patológica de un tipo de glóbulos blancos presentes en la sangre

**Niebla:** Suspensión estable de gotas de una sustancia líquida en un gas.

**Norma Técnica Colombiana (NTC):** Norma técnica aprobada o adoptada como tal, por el organismo nacional de normalización.

**Norma Técnica:** Es el documento establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido, que suministra, para uso común y repetido, reglas, directrices y características para las actividades o sus resultados, encaminadas al logro del grado óptimo de orden en un contexto dado. Las normas técnicas se deben basar en los resultados consolidados de la ciencia, la tecnología y la experiencia y sus objetivos deben ser los beneficios óptimos para la comunidad.

**Número UN:** Es un código específico o número de serie para cada mercancía peligrosa, asignado por el sistema de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), y que permite identificar el producto sin importar el país del cual provenga. A través de este número se puede identificar una mercancía peligrosa que tenga etiqueta en un idioma diferente al español. Esta lista se publica en las «Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas. Reglamentación Modelo» elaboradas por el Comité de Expertos en Transporte de Mercancías Peligrosas de la Organización de las Naciones Unidas, versión vigente.

**Organismo Nacional de Normalización:** Entidad reconocida por el gobierno nacional, cuya función principal es la elaboración, adopción y publicación de normas técnicas nacionales y la adopción como tales, de las normas elaboradas por otros entes de normalización.

**Plan de contingencias:** Componente del plan de emergencias y desastres que contiene los procedimientos para la pronta respuesta en caso de presentarse un evento específico.

**Plan de Emergencias:** Definición de políticas, organizaciones y métodos, que hincan la manera de enfrentar una situación de emergencia o desastre, en lo general y en lo particular, en sus distintas fases.

**Peso molecular:** La medida de la masa atómica de una molécula

**pH:** Medida del carácter ácido o básico de una sustancia en medio acuoso.

**Presión de vapor:** Presión que ejerce el vapor en equilibrio con el líquido o el sólido que lo origina a determinada temperatura.

**Punto de auto inflamación:** Es la temperatura mínima a la que un líquido desprende suficiente cantidad de vapor que, en contacto con el aire, forma una mezcla capaz de arder en las proximidades de la superficie del líquido.

**Punto de ebullición:** Temperatura a la que una sustancia líquida pasa a estado gaseoso a una presión determinada.

**Punto de fusión:** Temperatura a la cual una sustancia pasa del estado sólido al estado líquido.

**Queratina:** Proteína muy fibrosa y resistente que representa la mayor parte del material contenido en las células que forman la epidermis de la piel, así como las del pelo, uñas, escamas, plumas, picos, cuernos y pezuñas de los animales.

**Receptáculo:** Recipiente de contención destinado a recibir y contener sustancias o artículos, incluido cualquier dispositivo que lleve.

**Remitente:** Cualquier persona natural o jurídica, organización u organismo que presente una mercancía para su transporte.

**Residuo Peligroso:** Mercancía peligrosa ya sea en estado líquido, sólido o gaseoso que queda, sobra o resulta de un proceso productivo, que se puede reutilizar y que por sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológicas, nocivas, cancerígenas, infecciosas o irritantes y que expuesto en el ambiente, representa un peligro para los seres humanos, así como para la vida silvestre y acuática.

**Residuo Peligroso:** Se denomina residuo peligroso, aquél que por sus características, infecciosas, combustibles, inflamables, explosivas, radioactivas, volátiles, corrosivas, reactivas o tóxicas pueda causar daño a la salud humana o al medio ambiente. Así mismo, se consideran residuos peligrosos los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos. (Res. 189/94)

**Radiación ultravioleta:** Radiación electromagnética cuyas longitudes de onda van aproximadamente desde los 400 nm, el límite de la luz violeta, hasta los 15 nm, donde empiezan los rayos X. La radiación ultravioleta puede producirse

artificialmente mediante lámparas de arco; la de origen natural proviene principalmente del sol.

**Radicales libres:** Cualquier molécula independiente que contiene uno o más electrones sin aparear y que por tanto son muy reactivas. Por lo común, estas especies poseen una vida media muy corta.

**Reacción endotérmica:** Tipo de reacción química en donde se absorbe calor del medio circundante a la reacción.

**Reacción exotérmica:** Tipo de reacción química en la cual se libera calor al medio circundante.

**Reacciones fotoquímicas:** Son aquellas en las que se suministra energía lumínica para iniciar la reacción química.

**Reglamento Técnico:** Es el acto expedido por la entidad competente, en el que se establecen las características de un producto o servicio o los procesos con él relacionados, con inclusión de las disposiciones administrativas aplicables, y cuya observancia es obligatoria. También puede incluir prescripciones en materia de terminología, símbolos, embalaje, marcado o etiquetado aplicables a un producto, proceso o método de producción, o tratar exclusivamente de ellas.

**Rinitis:** Inflamación aguda o crónica de la mucosa nasal ocasionada por un proceso alérgico.

**Saponificación:** Descomposición de un cuerpo graso, por acción de hidróxidos metálicos, en una sal de ácido graso conocida como jabón.

**Rótulo:** Advertencia que se hace sobre el riesgo de una mercancía, por medio de colores y símbolos que se ubican sobre las unidades de transporte (remolque, semirremolque y remolque balanceado) y vehículos de carga.

**Scrubber:** Lavador de gases.

**Shock:** Situación de insuficiencia circulatoria aguda de la sangre. Es el resultado de la incapacidad del corazón de bombear un volumen adecuado de sangre a la presión necesaria para que pueda llegar a los principales órganos del cuerpo.

**Sintomatología:** Grupo de manifestaciones subjetivas de un trastorno por parte de un enfermo, que puede tener correspondencia o no con algún signo.

**Sistema nervioso:** Conjunto de los elementos que en los organismos animales están relacionados con la recepción de los estímulos, la transmisión de los impulsos nerviosos o la activación de los mecanismos de los músculos.

**Smog:** Mezcla de niebla con partículas de humo, formada cuando el grado de humedad en la atmósfera es alto y el aire está tan quieto que el humo se acumula cerca de su fuente. El smog reduce la visibilidad natural y, a menudo, irrita los ojos y el aparato respiratorio.

**Saco:** Embalaje/envase flexible, hecho de papel, película plástica, material textil, material tejido u otro material apropiado.

**Segregar:** Separar, apartar o aislar una mercancía peligrosa de otra que puede ser o no peligrosa, de acuerdo con la compatibilidad que exista entre ellas. Separación física de diferentes grupos de productos, por ejemplo en bodegas separadas o por una pared resistente al fuego dentro de la bodega.

**Señal de advertencia:** Una señal que advierte de un riesgo o peligro.

**Señal de obligación:** Una señal que obliga a un comportamiento determinado.

**Señal de prohibición:** Una señal que prohíbe un comportamiento susceptible de provocar un peligro.

**Señal indicativa:** Una señal que proporciona otras informaciones distintas de las previstas las demás señales.

**Separación:** Ubicación de diferentes grupos de sustancias peligrosas en áreas separadas dentro de una bodega.

**Sólido inflamable:** Sustancias sólidas que, en las condiciones que se dan durante el transporte, se encienden con facilidad o pueden causar o activar incendios por fricción; sustancias autoreactivas o afines que experimentan una fuerte reacción exotérmica; explosivos insensibilizados que pueden explotar si no están suficientemente diluidos.

**Sustancia comburente:** Sustancias que, sin ser necesariamente combustibles, pueden liberar oxígeno y en consecuencia estimular la combustión y aumentar la velocidad de un incendio en otro material.

**Sustancia corrosiva:** Sustancias que por su acción química, causan lesiones graves a los tejidos vivos que entran en contacto o si se produce un escape puede causar daños de consideración a otras mercancías o a los medios de transporte, o incluso destruirlos, y pueden así mismo provocar otros riesgos.

**Sustancia explosiva:** Sustancia sólida o líquida, o mezcla de sustancias, que de manera espontánea por reacción química, pueden desprender gases a una temperatura, presión y velocidad tales que causen daños en los alrededores.

**Sustancia infecciosa:** Sustancias que contienen microorganismos viables como: bacterias, virus, parásitos, hongos y rickettsias, o un recombinantes, híbridos o mutantes, que se sabe causan enfermedades en los animales o en los humanos.

**Sustancia peligrosa:** Son aquellas que aisladas o en combinación con otras, por sus características infecciosas, tóxicas, explosivas, corrosivas, inflamables, volátiles, combustibles, radiactivas o reactivas pueden causar daño a la salud humana, a los recursos naturales renovables o al medio ambiente. (Dec. 948/95)

**Sustancia pirotécnica:** Sustancia o mezcla de sustancias destinadas a producir efectos por medio de calor, luz, sonido, gas o humo, o combinación de éstos, como resultado de reacciones químicas exotérmicas, autosostenidas, no detonantes.

**Sustancia radiactiva:** Se entiende por sustancia radiactiva toda aquella cuya actividad específica sea superior a 70 kBq/kg (0,002 mCi/g). Por actividad específica se entiende en este contexto, la actividad por unidad de masa de un radionúclido o, respecto de un material en el que radionúclido tenga una distribución uniforme

**Tarjeta de emergencia:** Documento que contiene información básica sobre la identificación del material peligroso y datos del fabricante, identificación de peligros, protección personal y control de exposición, medidas de primeros auxilios, medidas para extinción de incendios, medidas para vertido accidental, estabilidad y reactividad e información sobre el transporte, que se elabora de acuerdo con lo estipulado en la Norma Técnica Colombiana NTC 4532, emitida el 28 de octubre de 1998

**Taquicardia:** Aumento del número de latidos del corazón (más de 100 por minuto en el adulto y 150 en el niño).

**Trombosis:** Formación y desarrollo de un coágulo en la sangre.

**Tropósfera:** Capa de la atmósfera que se extiende desde la superficie de la tierra hasta una altura aproximada de 10 km.

**Tonel (barril) de madera:** Embalaje/envase de madera natural, de sección transversal circular y paredes convexas, formado con duelas y testas, y provistos de aros.

**Tóxico (veneno):** Sustancias que pueden causar la muerte o lesiones graves o que pueden ser nocivas para la salud humana, si se ingieren o inhalan o entran en contacto con la piel.

**Trasiego:** Es la operación de llenado y vaciado de recipientes, por diferencia de presión, que se efectúa por gravedad, bombeo o por presión.

**Unidad de transporte:** Es el espacio destinado en un vehículo para la carga a transportar, en el caso de los vehículos rígidos se refiere a la carrocería y en los articulados al remolque o al semirremolque.

**Vermiculita:** Mineral del grupo de los silicatos, que se usa para adsorción de sustancias químicas líquidas.

**Vehículos vinculados:** Vehículos de transporte de carga de servicio público destinado al transporte de mercancías por carretera, que mediante contrato regido por las normas del derecho privado, establece una relación contractual con una persona natural o jurídica, con el fin de prestar un servicio de transporte de mercancías peligrosas.

**Vida media:** Tiempo necesario para que el 50% de una sustancia se degrade.

**Zeolitas:** Tipo de silicatos hidratados que se encuentran en las grietas de las rocas eruptivas. Se conocen también como tamices moleculares cuando se generan de manera artificial.

## ABREVIATURAS

**ACGIH:** American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales. Esta organización establece los límites de exposición ocupacional recomendados para sustancias químicas y agentes físicos.

**AIHA:** American Industrial Hygiene Association. Asociación Americana de Higienistas Industriales.

**CAS:** Número asignado por el Chemical Abstracts Service Chemical Registry System. Un número de registro CAS designa una sola sustancia, en la medida en que su estructura haya sido identificada en términos de átomos, enlaces de valencia y disposición espacial. También puede definir una sustancia compleja y variable que no se puede describir en función de su estructura.

**CL50:** Concentración Letal 50. Concentración de una sustancia que mata al 50% de los animales de estudio en una investigación toxicológica.

**DHHS:** U.S. Department of Health & Human Services. Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos.

**DL50:** Dosis Léthal 50. Cantidad de una sustancia que mata al 50% de los animales de estudio en una investigación toxicológica.

**DLLo:** La mínima concentración de una sustancia tóxica que mata los organismos de prueba.

**EPA:** Environmental Protection Agency. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.

**FDA:** Food and Drug Administration. Agencia federal de los Estados Unidos que se dedica a la protección de la salud del público por medio del control en drogas y alimentos.

**IARC:** International Agency for Research on Cancer. Agencia Internacional para Investigación sobre Cáncer. Organización reconocida científicamente para clasificar los carcinógenos potenciales.

**IDLH:** Immediately dangerous to life and health. Inmediatamente peligroso para la salud y la vida. Es la máxima concentración de un químico para la cual una persona dispone de 30 minutos para abandonar el área de exposición sin aparición de efectos sobre la salud. Se usa para la determinación de equipos de respiración.

**LDo:** La mayor concentración de una sustancia tóxica para la cual ninguno de los organismos expuestos muere.

**NIOSH:** National Institute of Occupational Safety and Health. Es una agencia de servicio público que prueba y certifica dispositivos respiratorios y de muestreo de aire.

**NOEC:** No Observed Effect Concentration. Concentración máxima para la cual no se observan efectos en organismos expuestos. Generalmente se utiliza como una medida de ecotoxicidad.

**OSHA:** Occupational Safety and Health Administration. Administración de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional de los Estados Unidos.

**PEL:** Permissible exposure limit. Límite de exposición permisible. Límite de exposición ocupacional establecido bajo la autoridad de la OSHA. Por reglamentación, este límite nunca se puede exceder en ninguna instalación de los Estados Unidos.

**ppb:** Partes por billón. Concentración en peso de una sustancia que representa la cantidad de microgramos de ésta presentes en un kilogramo de muestra.

**ppm:** Partes por millón. Concentración en peso de una sustancia que representa la cantidad de miligramos de ésta presentes en un kilogramo de muestra.

**STEL:** short-term exposure limit. Es un tipo de TLV definido por la ACGIH para periodos cortos de tiempo.

**TLm:** median tolerance limit. Es la concentración de una sustancia tóxica para la cual el 50% de los organismos expuestos sobrevive. Se aplica por lo regular a organismos acuáticos.

**TLV:** Threshold limit value. Límite para un material en el cual o por debajo del cual los trabajadores no deberían presentar problemas para la salud. Se expresa como un promedio ponderado en el tiempo (TWA) para un día de 8 horas, como un límite de exposición a corto plazo en periodos de 15 minutos (STEL) o como un valor límite que no se debe exceder bajo ninguna circunstancia.

**TWA:** Time-weighted average. Promedio ponderado en el tiempo. Es un tipo de muestreo que se utiliza para la determinación de concentraciones medias de sustancias en ambientes de trabajo, por lo general se usa de 15 minutos para exposiciones cortas o de 8 horas para exposiciones prolongadas.

**VOC:** volatile organic compound. Familia de sustancias altamente volátiles que están asociadas con la generación de ozono en la atmósfera baja.

---

\* Monografía

\*\* Facultad de Ciencias, Escuela de Química, Angela Marcela Montaña Angarita Msc, PhD.

\* Monograph

\*\* Science faculty. Chemistry department, Angela Marcela Montaña Angarita Msc, PhD.