

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS



**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN Y TRATAMIENTO
PARA LOS RESIDUOS Y DESECHOS PELIGROSOS
GENERADOS EN LOS LABORATORIOS ACADÉMICOS DE
LA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA
DE ALIMENTOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL
SALVADOR**

PRESENTADO POR:

**LEÓN POCASANGRE, VANESSA GUADALUPE
RAMÍREZ ESTRADA, GUILLERMO EDUARDO
RIVERA CHAVARRÍA, DIEGO ALBERTO**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO QUÍMICO

CIUDAD UNIVERSITARIA "DR. FABIO CASTILLO FIGUEROA", ENERO 2020

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR :

MSc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL :

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DECANO :

PhD. EDGAR ARMANDO PEÑA FIGUEROA

SECRETARIO :

ING. JULIO ALBERTO PORTILLO

**ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE
ALIMENTOS**

DIRECTOR :

ING. SARA ELISABEHT ORELLANA BERRÍOS

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

INGENIERO QUÍMICO

Título :

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN Y TRATAMIENTO
PARA LOS RESIDUOS Y DESECHOS PELIGROSOS
GENERADOS EN LOS LABORATORIOS ACADÉMICOS DE
LA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA
DE ALIMENTOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL
SALVADOR**

Presentado por :

**LEÓN POCASANGRE, VANESSA GUADALUPE
RAMÍREZ ESTRADA, GUILLERMO EDUARDO
RIVERA CHAVARRÍA, DIEGO ALBERTO**

Trabajo de Graduación Aprobado por :

Docente Asesora :

ING. EUGENIA SALVADORA GAMERO DE AYALA

San Salvador, Enero 2020

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesora :

ING. EUGENIA SALVADORA GAMERO DE AYALA

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios Todopoderoso por permitirme culminar esta meta, gracias a Dios porque siempre colocó a las personas correctas en mi camino, gracias a Dios por guiarme, protegerme y bendecirme infinitamente.

Gracias a mi padres, por siempre estar ahí, por siempre apoyarme, por siempre recibirme con los brazos abiertos, por ser mi principal apoyo, gracias por formarme en principios y valores, gracias por todo el esfuerzo realizado, ha valido totalmente la pena.

Gracias a mi hermano, que a su manera siempre me ha apoyado. Darte ánimos para seguir adelante, eres capaz de lograr todo lo que te propongas y estaré ahí para celebrarlo y apoyarte.

Gracias a la Fundación Gloria de Kriete a través de su Programa Oportunidades por enseñarme tantas cosas, por formarme y desarrollarme tanto a nivel personal como académico, cambiaron mi vida, hicieron mis sueños realidad, gracias infinitas.

Gracias a todas las personas que estuvieron presente en mi transición, gracias al Ing. Miguel Chávez de la Unidad de Ciencias Básicas, gracias a la Lic. Miriam Ventura, Secretaria de Administración Académica de Ingeniería Química, gracias a la Dra. Tania Torres como Directora de Escuela en ese momento, gracias a todos los docentes y personal administrativo que muy amablemente me ayudaron en el proceso de equivalencias e incorporación a la UES, gracias por el conocimiento compartido.

Gracias a Guillermo Estrada, por ser un apoyo incondicional desde el momento que tomé la decisión de cambiarme de universidad, de soportar todos y cada uno de los dramas vividos en este camino, gracias por siempre tener esa palabra de aliento y esa disposición de ayudarme en todo momento.

Gracias a todos mis amigos y familia que son parte fundamental de este curso por la vida, gracias por escucharme, gracias por las experiencias vividas, gracias por la amistad verdadera, gracias por los “ride”, gracias por siempre estar ahí: Sary, May, Abi, Gaby, Kathy, Benjamín, Verito, Andrea, el Chele, Carlos, Bimbo, Fer, Elliot, Mary, gracias de todo corazón, que nos duremos toda la vida.

Gracias a mis compañeros de trabajo de graduación, Guillermo Ramírez y Diego Rivera por la calidad de equipo y el trabajo realizado, y los aportes propios, gracias por todo.

Gracias a la FIA, a ASEIQA y ASEIAS por enseñarme lo bonito de la dinámica del estudiante organizado, fue corto el tiempo, pero lo disfruté, lo viví y lo recordaré como los momentos más felices de mi vida estudiantil.

Gracias a todos y para cada uno de ustedes dedico este trabajo de graduación, el cual tiene mucho esfuerzo, amor y dedicación construidos a lo largo de estos años. Y que este sea el inicio de algo grande.

Con mucho cariño y amor, siempre de ustedes,

Vanessa León

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres, Guillermo E. Ramírez Hernández y Leticia Estrada de Ramírez por darme todo su apoyo incondicional durante toda mi vida, especialmente en mis estudios y mis decisiones académicas, nunca habría alcanzado este logro sin ellos. Ellos me han convertido en la persona que soy ahora y no hay forma de expresar mi gratitud en palabras. Sin duda alguna este logro está dedicado a ellos, a todo el esfuerzo y sacrificio que han realizado por brindarme los medios para cumplir esta meta.

A toda mi familia le agradezco haberme dado todo su cariño y apoyo toda mi vida. A mi abuela Rafaela, a quien cariñosamente llamamos Mamalita, le agradezco por ser mi segunda madre y por todo el amor que me ha hecho sentir. A mi tía Nora agradezco por demostrarme que nunca me harán falta figuras maternas en mi vida en quien apoyarme, especialmente le agradezco por todos los días que me fue a traer al kínder y que aguanto todas mis locuras esperando el bus de regreso a casa. A mi hermana Gaby le agradezco por ser mi primera amiga con quien he compartido muchos momentos inolvidables, a pesar de las peleas que nunca han hecho falta te quiero mucho hermana.

Gracias a Andrea por haberme acompañado durante todos mis años universitarios, por su cariño incondicional, por apoyarme en todo momento y hacerme sentir capaz de lograr todo lo que me propongo. Haber compartido estos años contigo ha sido la mejor decisión que he tomado.

Agradezco a mis compañeros de trabajo de graduación Diego Rivera y Vanessa León por haber hecho posible este logro, sin ellos este trabajo no hubiera sido posible. Son el mejor grupo con quien pude compartir esta experiencia académica.

Doy gracias todos los docentes que me han educado durante mi formación académica, cada uno de ellos ha contribuido en el profesional que aspiro ser. Particularmente agradezco a la Ing. Eugenia Salvadora Gamero de Ayala, nuestra asesora de trabajo de graduación, por su colaboración durante este proceso, y por el conocimiento y sabiduría que ha compartido con nosotros.

Doy gracias a todos mis compañeros con los cuales he compartido este camino y que hicieron de él una experiencia inolvidable, especialmente a aquellos con los cuales he compartido días y noches de estudio. A mis amigos, Carlos y Erick, con quienes he compartido grandes momentos, les agradezco su cariño y compañerismo sin importar la distancia y el tiempo.

Doy gracias a mi primo Alejandro por todos los domingos estudiando física, nunca ha habido sesiones de estudio más provechosas y divertidas que esas. Hemos culminado nuestros estudios juntos, ¡Sigamos adelante!

Al programa Jóvenes Talento de El Salvador quien me acogió y me demostró desde muy temprana edad de lo que soy capaz.

Pero por encima de todo agradezco a Dios Todo Poderoso quien nos ha dotado de vida y razón, y ha permitido que todo esto sea posible, y como salesiano no puedo dejar de agradecer a nuestra madre en los cielos, María Auxiliadora, quien es nuestra maestra en la ciencia y sin ella toda sabiduría se convierte en necesidad.

Guillermo Ramírez

AGRADECIMIENTOS

Primero a Dios por permitir la conclusión de mis estudios y que nos brinda cada día una nueva oportunidad.

A mi padre por ser una fuente de sabiduría invaluable en mi vida, enseñándome el valor de la perseverancia, la humildad, el trabajo y el respeto a los demás. Le agradezco infinitamente el haberme convertido en el hombre que soy ahora.

A mi madre por el apoyo y compromiso incondicional que ha tenido desde mi nacimiento, siendo parte esencial de mi vida y testimonio de compromiso con sus hijos, alumnos y a la sociedad actuando con honradez y amor por los demás.

A mi hermana por su vida y su ayuda con la mía acompañándome desde que tengo memoria. La culminación de esta etapa de mi vida también es por ti. Admiro tu liderazgo, notable desde tu infancia.

A mi asesora la Ing. Eugenia Salvadora Gamero de Ayala por su ayuda y colaboración en este trabajo y su guía como docente en mi proceso formativo.

A toda mi familia que estuvo al pendiente, donde su casa fue resguardo y hubo siempre espacio en su mesa, en especial a mi abuela Lucy, mis tíos y primos que me han brindado su ayuda en más de una ocasión.

Al movimiento estudiantil organizado que me dio mucho con tan poco, experiencias y compañeros que tuvieron a bien enseñarme, incluirme y permitirme ser parte. Gracias por su valioso aporte a la comunidad universitaria más allá del salón y el servicio a los demás.

Hijo de profesores también un agradecimiento a ellos y en especial al personal de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador. A todos por su valía, dignidad y aprecio por la enseñanza.

A mis compañeros y excelentes profesionales Guillermo y Vanessa con los cuales siento grata satisfacción de haber coincidido. Son personas increíbles que estoy seguro seguirán cosechando logros a lo largo de su vida profesional. Les deseo lo mejor hoy y siempre.

Y a todos mis amigos y personas que permitieron que concluyera esta etapa, en especial aquellos que hicieron que pudiera sobrellevar los momentos difíciles. Gracias a Marcela, Tatiana y Raúl por siempre estar conmigo y haber compartido tanto los buenos como los malos momentos.

Diego Rivera

RESUMEN

El presente trabajo propone un sistema de gestión para los residuos y desechos peligrosos generados por la realización de prácticas de laboratorio de las 20 cátedras que hacen uso de las instalaciones de los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos (EIQIA). El sistema de gestión propuesto cuenta con procedimientos para el manejo de sustancias dentro de las instalaciones de los laboratorios académicos, procedimientos para el tratamiento y neutralización de los desechos generados según su clasificación, esto con el objetivo de disminuir su peligrosidad y permitir su descarte seguro; proponiendo también, el diseño de un área destinada exclusivamente para el tratamiento de estas sustancias. El diseño de esta área de tratamiento incluye los equipos necesarios para su operación, la distribución de planta de los equipos y de área de bodega destinada al almacenamiento temporal de los residuos y desechos peligrosos. Además, se presenta la evaluación de riesgos de las condiciones actuales del laboratorio de Ingeniería Química y el plan de emergencia.

Para definir los procedimientos de tratamiento en los que se basaría el diseño del área de tratamiento se analizaron los manuales de laboratorio de las 20 asignaturas que hacen uso de los laboratorios académicos. Con base a estos manuales se determinó que tipo de desechos son generados y la cantidad generada por cada grupo de trabajo en las prácticas de laboratorio. Se realizó investigación bibliográfica para la ubicación y clasificación de los desechos y residuos para favorecer su tratamiento; y posteriormente se definieron procedimientos para el tratamiento de cada una de estas clasificaciones, basados en la investigación bibliográfica realizada. Utilizando estadísticas proporcionadas por administración académica de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura (FIA) se calculó el promedio de estudiantes inscritos en cada asignatura durante los últimos 8 años. Con esta información se encontró el volumen total de cada desecho generado en un año académico, y esta información fue utilizada para dimensionar las necesidades del área de tratamiento y establecer un plan de operación que permita predecir el tiempo necesario que tomara el tratamiento de todas las sustancias.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	i
RESUMEN.....	iv
ÍNDICE.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xix
ABREVIATURAS	xxiv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1.0 GENERALIDADES DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS	3
1.1 Residuos y desechos químicos peligrosos en El Salvador.....	5
1.1.1 Peligro potencial. Almacenamiento inadecuado de los residuos y desechos químicos peligrosos.....	6
1.1.2 Desastres ambientales por el manejo inadecuado de los residuos y desechos químicos peligrosos.	7
1.1.2.1 Caso San Luis Talpa Plaguicidas QUIMAGRO.....	7
1.1.2.2 Caso Baterías Record, Comunidad Sitio del Niño	9
1.1.2.3 Caso Cantón El Tobalón, San Juan Talpa	10
1.2 Sistema de gestión	11
1.2.1 Normas ISO.....	11
1.2.1.1 Finalidades y ventajas de las normas ISO	12
1.2.1.2 Norma ISO 14001.....	12
1.2.2 Definición de un sistema de gestión y tratamiento	13
1.3 Marco legal nacional e internacional aplicable.....	13
1.3.1 Legislación nacional.....	13
1.3.1.1 Ley de Medio Ambiente.....	15
1.3.1.2 Decreto N° 41: Reglamento especial en materia de sustancias, residuos y desechos peligrosos.....	16
1.3.1.3 Decreto N° 39: Reglamento especial de aguas residuales	16
1.4 Convenios internacionales	17

1.4.1 Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos sobre los Desechos Peligrosos y su Eliminación	18
1.4.1.1 Enmienda de prohibición del Convenio de Basilea.....	19
1.4.2 Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes	19
1.4.2.1 Eliminación de inventarios nacionales de Desechos Contaminantes Orgánicos Persistentes	20
1.4.3 Convenio de Minamata sobre el mercurio	21
1.5 Residuos y desechos peligrosos	21
1.5.1 Residuo.....	22
1.5.1.1 Residuo peligroso	22
1.5.1.2 Tipos de residuos	22
1.5.2 Desecho	22
1.5.2.1 Desecho peligroso	22
1.5.3 Clasificación de los residuos y desechos peligrosos	24
1.5.3.1 Sustancias explosivas	24
1.5.3.2 Gases.....	25
1.5.3.3 Líquidos inflamables	25
1.5.3.4 Sólidos inflamables.....	26
1.5.3.5 Sustancias infecciosas.....	26
1.5.3.6 Sustancias corrosivas.....	26
1.5.3.7 Sustancias tóxicas.....	27
1.5.3.8 Sustancias crónicas.....	27
1.5.3.9 Sustancias reactivas	27
1.5.3.10 Sustancias radioactivas.....	27
1.5.3.11 Sustancias orgánicas	28
1.5.3.12 Sustancias inorgánicas.....	28
1.5.4 Clasificación CRETIB.....	29
1.5.5 Clasificación de residuos y desechos químicos con enfoque al tratamiento de estos (recuperación/eliminación)	30
1.5.5.1 Grupo I: Disolventes Halogenados.....	30
1.5.5.2 Grupo II: Disolventes no halogenados	31
1.5.5.3 Grupo III: Disoluciones acuosas	32

1.5.5.4 Grupo IV: Ácidos	32
1.5.5.5 Grupo V: Aceites	32
1.5.5.6 Grupo VI: Sólidos.....	33
1.5.5.7 Grupo VII: Especiales	33
1.6 Tratamientos aplicados a los residuos y desechos peligrosos.....	34
1.6.1 Tratamientos Fisicoquímicos	35
1.6.2 Tratamiento por estabilización – solidificación	36
1.6.3 Tratamientos Biológicos	36
1.6.4 Tratamientos térmicos	36
1.7 Riesgos asociados a los residuos y desechos peligrosos.....	37
1.7.1 Riesgos asociados a la salud	37
1.7.2 Riesgos asociados al medio ambiente	38
1.8 Envasado y etiquetado de los residuos y desechos peligrosos según su clasificación	39
1.8.1 Envasado de los residuos y desechos peligrosos.....	39
1.8.2 Etiquetado de los residuos y desechos peligrosos	42
1.8.2.1 Pictogramas SGA	45
1.9 Almacenamiento por tipo de residuo y desecho peligroso	46
1.9.1 Condiciones sanitarias del lugar de almacenamiento.....	47
1.9.1.1 De la Infraestructura Física para Almacenamiento	47
1.9.1.2 Disposiciones Generales de Almacenamiento.....	48
1.9.2 Disposiciones específicas para las sustancias químicas inflamables y combustibles	49
1.9.3 Disposiciones específicas para las sustancias químicas corrosivas, sustancias ácidas y básicas	49
1.9.4 Disposiciones específicas para las sustancias químicas oxidantes.....	50
1.9.5 Disposiciones específicas para las sustancias químicas solventes	51
1.9.6 Disposiciones específicas para las sustancias químicas tóxicas.....	52
1.10 Minimización de residuos y desechos peligrosos.	52
1.10.1 Reducción en la fuente de residuos y desechos peligrosos	53
1.11 Reutilización de los residuos y/o de los desechos peligrosos	55
1.12 Transporte de los residuos y desechos peligrosos.	56
1.13 Tecnologías de disposición final de residuos y desechos peligrosos.....	63

1.13.1 Incineración.....	63
1.13.1.1 Pirolisis.....	64
1.13.1.2 Gasificación.....	65
1.13.1.3 Combustión total.....	65
1.13.2 Tecnologías de Plasma.....	66
1.13.3 Tratamiento por Membranas.....	67
1.13.4 Técnicas de tratamiento y disposición final aplicadas en El Salvador.....	68
1.13.4.1 Co-Procesamiento.....	69
1.13.4.2 Encapsulamiento por relleno sanitario.....	70
1.13.4.3 Tratamiento Biológico.....	72
CAPÍTULO 2.0 DIAGNÓSTICO GENERAL DE LOS LABORATORIOS ACADÉMICOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.....	74
2.1 Historia.....	74
2.2 Generalidades de los laboratorios académicos de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos de la FIA – UES.....	77
2.2.1 Laboratorios académicos de Ingeniería Química.....	78
2.2.1.1 Organigrama del laboratorio académico de Ingeniería Química.....	81
2.2.1.2 Distribución espacial del laboratorio académico de Ingeniería Química (Planta Piloto).....	81
2.2.1.3 Área de prácticas de laboratorio.....	82
2.2.1.4 Bodega de cristalería.....	84
2.2.1.5 Bodega de reactivos.....	85
2.2.1.6 Oficina de jefatura y laboratorista.....	85
2.2.1.7 Laboratorio de equipos de Geotermia.....	86
2.2.2 Laboratorios académicos de Ingeniería de Alimentos.....	86
2.2.3 CDIECAP.....	87
2.3 Prácticas experimentales realizadas en los laboratorios académicos de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos.....	88
2.3.1 Cálculo de los desechos totales generados por los grupos de laboratorio por materia.....	93

2.4 Inventario de los residuos y desechos peligrosos existentes en los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos.	125
2.5 Gestión de residuos y desechos peligrosos en los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos hasta marzo 2019.	143
2.5.1 Proyecto de Servicio Social: Gestión de residuos y desechos peligrosos en los laboratorios académicos de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos.	143
2.5.1.1 Descarte/eliminación de desechos y residuos no peligrosos	145
2.5.1.2 Envasado y segregado de desechos o residuos químicos	147
2.5.1.3 Etiquetado de los residuos y desechos generados	148
2.5.2 Condiciones de las áreas de almacenamiento para residuos y desechos de los laboratorios académicos de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos	152
CAPÍTULO 3.0 PROPUESTA DE TRATAMIENTO PARA LOS RESIDUOS Y DESECHOS PELIGROSOS GENERADOS EN LOS LABORATORIOS ACADÉMICOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS DE LA FIA – UES	160
3.1 Clasificación de residuos y desechos químicos peligrosos con enfoque a su tratamiento.....	160
3.1.1 Ácidos inorgánicos y sus soluciones ácidas	160
3.1.2 Ácidos orgánicos y sus soluciones ácidas	160
3.1.3 Soluciones alcalinas	160
3.1.4 Soluciones conteniendo plata	161
3.1.5 Soluciones conteniendo plomo.....	161
3.1.6 Soluciones de cromo hexavalente	161
3.1.7 Soluciones de permanganato.....	161
3.1.8 Soluciones conteniendo mercurio	161
3.1.9 Soluciones de sales metálicas.....	162
3.1.10 Soluciones de sales de hierro	162
3.1.11 Soluciones de ferricianuro y ferrocianuro.....	162
3.1.12 Óxidos	162
3.1.13 Solventes halogenados	162
3.1.14 Solventes no halogenados	163
3.1.15 Aceites y grasas	163

3.1.16 Sólidos.....	163
3.1.17 Sustancias especiales.....	163
3.1.18 Sustancias no peligrosas.....	163
3.2 Determinación de los volúmenes de los residuos y desechos generados.....	163
3.3 Manual de procedimientos experimentales para residuos y desechos peligrosos con enfoque al tratamiento de estos	169
3.4 Análisis de resultados de los procedimientos experimentales en base a la clasificación propuesta.....	170
3.4.1 Tratamiento de soluciones de ácidos inorgánicos.....	171
3.4.2 Tratamiento de soluciones de ácidos orgánicos.....	171
3.4.3 Tratamiento de soluciones alcalinas.....	172
3.4.4 Tratamiento de soluciones con presencia de cromo hexavalente.....	172
3.4.5 Tratamiento de soluciones con presencia del anión permanganato.....	174
3.4.6 Tratamiento de soluciones conteniendo plata	177
3.4.7 Tratamiento de sustancias conteniendo plomo.....	177
3.4.8 Tratamiento de soluciones conteniendo mercurio.....	178
3.4.9 Tratamiento de soluciones de cationes metálicos	178
3.4.10 Tratamiento de soluciones de sales de hierro.....	181
3.4.11 Tratamiento de óxidos.....	183
3.4.12 Tratamiento de solventes halogenados.....	183
3.4.13 Tratamiento de soluciones de solventes no halogenados: alcoholes, cetonas, hidrocarburos cíclicos y alifáticos	183
3.4.14 Tratamiento de aceites y grasas.....	183
3.4.15 Tratamiento de materiales sólidos.....	184
3.4.16 Tratamiento de sustancias especiales	184
3.5 Propuesta de diseño de un área de tratamiento de residuos y desechos peligrosos y bodega de almacenamiento temporal	184
3.5.1 Disposiciones generales para el almacenamiento de sustancias peligrosas	185
3.5.1.1 Diseño.....	185
3.5.1.2 Muros cortafuego.....	186
3.5.1.3 Puertas de seguridad	187
3.5.1.4 Salidas de emergencia	187
3.5.1.5 Piso	188

3.5.1.6 Drenaje	188
3.5.1.7 Confinamiento	189
3.5.1.8 Techos.....	190
3.5.1.9 Ventilación	191
3.5.1.10 Equipos eléctricos e iluminación.....	192
3.5.1.11 Protección contra relámpagos.....	192
3.5.1.12 Señalización.....	192
3.5.1.13 Dispositivos de detección de fuego y sistemas de respuesta	195
3.5.1.14 Condiciones específicas según peligrosidad.....	196
3.5.1.15 Tipos de estantes para el almacenamiento de sustancias químicas	197
3.5.2 Distribución en planta del área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y/o desechos peligrosos.....	198
3.5.3 Mapa de señalización y riesgos	201
3.5.4 Ubicación del área de tratamiento y almacenamiento temporal	203
3.5.4.1 Ubicación satelital	203
3.5.4.2 Ubicación en los alrededores de los laboratorios académicos de Ingeniería Química	204
3.5.5 Especificaciones de equipo para el área de tratamiento.....	204
CAPÍTULO 4.0 PLAN DE GESTIÓN PARA LOS RESIDUOS Y DESECHOS PELIGROSOS GENERADOS EN LOS LABORATORIOS ACADÉMICOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS DE LA FIA – UES	211
4.1 Manual de procedimientos para el manejo de los residuos y desechos peligrosos en la bodega de almacenamiento.....	211
4.1.1 Procedimiento para el etiquetado de sustancias químicas.....	211
4.1.2 Procedimiento para el envasado de sustancias químicas	211
4.1.3 Procedimiento de filtración de sólidos precipitados	211
4.1.4 Procedimientos para el manejo y descarte de muestras no peligrosas	211
4.2 Propuesta de programa de operación del área de tratamiento de los residuos y desechos peligrosos de los laboratorios académicos de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos de la FIA – UES.....	212
4.3 Evaluación de riesgos del área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos peligrosos.....	246

4.4 Programa de gestión de prevención de riesgos para el área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos peligrosos.	268
4.5 Plan de emergencia para el área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos	269
4.6 Propuesta de manual de higiene y seguridad industrial para el área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos químicos peligrosos de la EIQA	270
4.6.1 Prevención de riesgos laborales	270
4.6.2 Propuesta de manual de higiene y seguridad para los laboratorios académicos de la EIQA	271
4.7 Programa de disposición final de residuos y desechos no tratables.....	273
4.8 Criterios técnicos que faciliten la evaluación ambiental de la bodega de almacenamiento y área de tratamiento de la EIQA	274
4.8.1 Almacenamiento de materiales peligrosos	274
4.8.1.1 Documentos que presentar para el almacenamiento de materiales peligrosos	274
4.8.2 Transporte de materiales peligrosos	276
4.8.2.1 Documentos a presentar para el transporte de materiales peligrosos	276
4.8.2.2 Lista de chequeo para el formulario de transporte de materiales peligrosos	276
CONCLUSIONES.....	278
RECOMENDACIONES	281
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	284
ANEXOS	292
ANEXO A. Artículos relacionados con la gestión ambiental y el manejo de los residuos y desechos peligrosos Ley de Medio Ambiente.....	293
ANEXO B. Pictogramas de peligro y transporte del SGA.....	297
ANEXO C. FRASES H – Indicaciones de Peligro	300
ANEXO D. FRASES P – Consejos de Prudencia	303
ANEXO E. Empresas autorizadas para el transporte de materiales peligrosos	307
ANEXO F. Documentos por presentar para el transporte de materiales peligrosos	310
ANEXO G. Procedimientos para el tratamiento de residuos y/o desechos peligrosos propuestos	315

ANEXO H.	Planos arquitectónicos del Área de Tratamiento y Bodega de Almacenamiento Temporal de los Residuos y Desechos Peligrosos de la EIQIA – FIA - UES	385
ANEXO I.	Procedimientos para el manejo de residuos y/o desechos	387
ANEXO J.	Norma Técnica de Prevención 934 “Agentes químicos: metodología cualitativa y simplificada de evaluación del riesgo de accidente”	399
ANEXO K.	Programa de Gestión de Prevención de Riesgos del Área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos peligrosos generados por las cátedras impartidas por la EIQIA FIA – UES	408
ANEXO L.	Plan de Emergencia para el Área de Tratamiento y Bodega de Almacenamiento Temporal de los Residuos y Desechos Químicos Peligrosos de los Laboratorios Académicos de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador	424
ANEXO M.	Manual de Higiene y Seguridad Industrial para el Área de Tratamiento y Bodega de Almacenamiento Temporal de los Residuos y Desechos Químicos Peligrosos generados en los Laboratorios Académicos de la EIQIA	450
ANEXO N.	Propuesta de formato para el control interno de entrada y salida de los residuos y desechos de la bodega de almacenamiento temporal	464
ANEXO O.	Listado de sitios autorizados para la eliminación y disposición final de desechos peligrosos	466
ANEXO P.	Formularios ambientales: almacenamiento y transporte de materiales peligrosos.....	469

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	Estudios sobre la salud en zonas aledañas a vertederos de desechos químicos peligrosos en Londres, Reino Unido	3
Tabla 1.2	Evolución del uso de rellenos sanitarios en El Salvador, desde 1998 hasta 2009	5
Tabla 1.3	Inventario de residuos y desechos peligrosos tipo plaguicidas en desuso en El Salvador	6
Tabla 1.4	Cantidad de desechos abandonados en caso QUIMAGRO.....	8
Tabla 1.5	Recopilación de leyes y regulaciones aplicables para la gestión de desechos ...	13
Tabla 1.6	Convenios relacionados con la protección del medioambiente que involucran productos, residuos y desechos químicos	17
Tabla 1.7	Categorías de desechos peligrosos según Decreto N° 41 de El Salvador	23
Tabla 1.8	Clasificación de Riesgos y número de identificación según Decreto N° 41 de El Salvador.....	28
Tabla 1.9	Subdivisión de Clases según riesgos y numero de identificación	28
Tabla 1.10	Familia de disolventes halogenados	31
Tabla 1.11	Familia de disolventes no halogenados	31
Tabla 1.12	Resumen de clasificaciones para los residuos y desechos químicos peligrosos	33
Tabla 1.13	Clasificación para la separación de los residuos peligrosos según sus características.....	40
Tabla 1.14	Pictogramas como indicadores de peligro del SGA.....	45
Tabla 1.15	Clasificación de riesgo y su simbología para transporte de sustancias, residuos y desechos peligrosos en El Salvador.....	59
Tabla 1.16	Listado de sitios autorizados para la eliminación y disposición final de desechos peligrosos en El Salvador.....	68
Tabla 1.17	Materiales recuperados de procesos de co-procesamiento según material de residuo.....	70
Tabla 1.18	Listado de rellenos sanitarios en El Salvador, 2018.....	71
Tabla 2.1	Cátedras con prácticas experimentales en las instalaciones del laboratorio académico de Ingeniería Química y la cantidad de estudiantes inscritos por año desde el 2010 hasta el 2018 (Administración Académica, 2019).....	89
Tabla 2.2	Promedio aproximado de estudiantes inscritos y de grupos de laboratorio, anuales, de las cátedras que hacen uso de las instalaciones del laboratorio académico de Ingeniería Química	90
Tabla 2.3	Promedio final de estudiantes inscritos por materia anualmente y grupos de laboratorio formados en la carrera de Ingeniería Química	91
Tabla 2.4	Cátedras con prácticas experimentales en las instalaciones del laboratorio académico de Ingeniería de Alimentos y la cantidad de estudiantes inscritos por año desde el 2010 hasta el 2018 (Administración Académica, 2019).....	92

Tabla 2.5	Promedio de estudiantes inscritos por materia anualmente y grupos de laboratorio formados en la carrera de Ingeniería de Alimentos	92
Tabla 2.6	Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Química Técnica.....	94
Tabla 2.7	Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Química General I.....	95
Tabla 2.8	Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Química General II	96
Tabla 2.9	Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Fisicoquímica I.....	97
Tabla 2.10	Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Fisicoquímica II	98
Tabla 2.11	Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Bioquímica General	99
Tabla 2.12	Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Química Orgánica	101
Tabla 2.13	Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Química Inorgánica.....	106
Tabla 2.14	Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Química Analítica	109
Tabla 2.15	Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Análisis Instrumental	110
Tabla 2.16	Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Análisis Instrumental – A	113
Tabla 2.17	Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Principios de Electroquímica y Corrosión	114
Tabla 2.18	Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Ingeniería de las Reacciones Químicas.....	115
Tabla 2.19	Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Microbiología General	120
Tabla 2.20	Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Química de Alimentos	120
Tabla 2.21	Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Tecnología de Procesamiento de Alimentos II.....	122
Tabla 2.22	Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Microbiología de Alimentos	123
Tabla 2.23	Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Tecnología de Procesamiento de Alimentos I	124
Tabla 2.24	Inventario total de residuos y desechos peligrosos del laboratorio académico de Ingeniería Química.....	125

Tabla 2.25	Inventario total de residuos y desechos no identificables en el laboratorio académico de Ingeniería Química (Planta Piloto)	138
Tabla 2.26	Inventario total de residuos y desechos del laboratorio académico de Ingeniería de Alimentos.....	141
Tabla 3.1	Volumen de ácidos inorgánicos generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año.....	164
Tabla 3.2	Volumen de ácidos orgánicos generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año.....	164
Tabla 3.3	Volumen de sustancias alcalinas generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año.....	164
Tabla 3.4	Volumen de soluciones de sales de plata generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año	164
Tabla 3.5	Volumen de soluciones de sales de plomo generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año	165
Tabla 3.6	Volumen de Soluciones de sales de mercurio generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año	165
Tabla 3.7	Volumen de soluciones de sales de aluminio generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año	165
Tabla 3.8	Volumen de soluciones de sales de cobalto generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año	165
Tabla 3.9	Volumen de soluciones de sales de cobre generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año	165
Tabla 3.10	Volumen de soluciones de sales de níquel generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año	165
Tabla 3.11	Volumen de soluciones de sales de magnesio generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año	166
Tabla 3.12	Volumen de soluciones de sales de estroncio generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año	166
Tabla 3.13	Volumen de soluciones de sales de estaño generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año	166
Tabla 3.14	Volumen de soluciones de sales de hierro generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año	166
Tabla 3.15	Volumen de soluciones de sales de litio generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año	166
Tabla 3.16	Volumen de soluciones de sales de potasio generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año	167
Tabla 3.17	Volumen de soluciones de sales de zinc generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año	167
Tabla 3.18	Volumen de soluciones de sales de cromato hexavalente generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año	167

Tabla 3.19 Volumen de soluciones de sales de permanganato generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año	167
Tabla 3.20 Volumen de soluciones de sales de ftalato generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año	167
Tabla 3.21 Volumen de soluciones de sales de ferricianuro y ferrocianuro generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año	167
Tabla 3.22 Volumen de óxidos metálicos y sus soluciones generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año	168
Tabla 3.23 Volumen de solventes no halogenados generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año	168
Tabla 3.24 Volumen de solventes halogenados generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año	168
Tabla 3.25 Aceites generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año	168
Tabla 3.26 Peso de sólidos generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año	169
Tabla 3.27 Sustancias especiales generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año.	169
Tabla 3.28 Máster de procedimientos para el tratamiento de residuos y/o desechos	169
Tabla 3.29 Absorbancia de patrones de $K_2Cr_2O_7$	173
Tabla 3.30 Absorbancia de patrones de $KMnO_4$	176
Tabla 3.31 Absorbancia de los patrones de $CoCl_2$	180
Tabla 3.32 Volúmenes de retención de agua dependiendo de las características de peligrosidad del material almacenado	190
Tabla 3.33 Simbología del mapa de señalización y riesgo propuesto	201
Tabla 3.34 Nombre y descripción de los equipos para el área y bodega de tratamiento de residuos y desechos peligrosos	204
Tabla 4.1 Procedimiento para el tratamiento de Ácidos Inorgánicos	212
Tabla 4.2 Procedimiento para el tratamiento de Ácidos Orgánicos	214
Tabla 4.3 Procedimiento para el tratamiento del ácido oxálico	216
Tabla 4.4 Procedimiento para el tratamiento de soluciones alcalinas	218
Tabla 4.5 Procedimiento para el tratamiento de soluciones conteniendo plata	220
Tabla 4.6 Procedimiento para el tratamiento de soluciones conteniendo plomo	222
Tabla 4.7 Procedimiento para el tratamiento de soluciones con presencia de cromo hexavalente	225
Tabla 4.8 Procedimiento para el tratamiento de soluciones con presencia del ion permanganato	227
Tabla 4.9 Procedimiento para el tratamiento de soluciones conteniendo mercurio	230
Tabla 4.10 Procedimiento para el tratamiento de soluciones de sales de cationes metálicos	233
Tabla 4.11 Procedimiento para el tratamiento de soluciones de sales de hierro	235

Tabla 4.12 Procedimiento para el tratamiento de soluciones de ferrocianuro y ferricianuro	236
Tabla 4.13 Procedimiento para el tratamiento y disposición de solventes halogenados	239
Tabla 4.14 Procedimiento para el tratamiento y disposición de solventes no halogenados: alcohol	240
Tabla 4.15 Procedimiento para el tratamiento de solventes no halogenados: cetonas.	241
Tabla 4.16 Procedimiento para el tratamiento de solventes no Halogenados: Hidrocarburos Cíclicos y alifáticos	242
Tabla 4.17 Procedimiento para el tratamiento y disposición del ácido pícrico	243
Tabla 4.18 Tiempo total de operación del área de tratamiento de los residuos y desechos de la EIQA	245
Tabla 4.19 Cuestionario de chequeo para evaluación de riesgos aplicado al área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos químicos peligrosos de la EIQA – FIA – UES	248
Tabla 4.20 Evaluación de riesgos cuantitativa aplicada al área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos químicos peligrosos de la EIQA – FIA – UES	258
Tabla 4.21 Evaluación y medidas de mitigación de riesgos propuestas.....	265
Tabla 4.22 Riesgos y sus subdivisiones	272
Tabla 4.23 Documentos técnicos y legales para el almacenamiento de materiales peligrosos.....	275
Tabla A.1 Artículos relacionados con la gestión ambiental y el manejo de los residuos y desechos peligrosos.....	294
Tabla B.1 Pictogramas de peligro exclusivos del SGA e incorporados en el Reglamento CLP.....	298
Tabla C.1 Rangos de las frases H.....	301
Tabla C.2 Frases H – Indicaciones de Peligro.....	301
Tabla D.1 Rangos de las frases P.....	304
Tabla D.2 Frases P – Consejos de Prudencia.....	304
Tabla E.1 Empresas autorizadas para el transporte de materiales peligrosos.....	308
Tabla O.1 Listado de sitios autorizados para la eliminación y disposición final de desechos peligrosos.....	467

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Población civil y contaminación por desechos químicos peligrosos. Fuente: (News, 2018).....	5
Figura 1.2 Tóxicos de QUIMAGRO presentes en San Luis Talpa, La Libertad. Fuente: (MARN, 2014).....	8
Figura 1.3 Instalaciones abandonadas fábrica de baterías RECORD, Comunidad Sitio del Niño. Fuente: (TIMES, 2017).....	9
Figura 1.4 Barril contenedor de Etil mercaptano abandonado en el Cantón El Tobalón, San Juan Talpa. Fuente (Pérez, 2000)	11
Figura 1.5 Recipientes de vidrio ámbar. Fuente: (ULINE, 2019)	41
Figura 1.6 Garrafas de polietileno de alta densidad: son resistentes a la mayoría de los productos químicos, tienen capacidad entre 5 y 30 litros. Fuente: (Ibérica, 2014).....	41
Figura 1.7 Envases de polietileno de alta densidad de varias capacidades para sustancias tóxicas. Fuente: (Alcion, 2019)	42
Figura 1.8 Cajas de polietileno con un fondo de producto absorbente. Fuente: (Haleco, 2017)	42
Figura 1.9 Etiqueta SGA para embalaje/envase interior. Fuente: (NACIONES UNIDAS, 2017).....	44
Figura 1.10 Modelo de etiqueta estándar para la comunicación de peligrosos. Fuente: (OSHA, 2015).....	44
Figura 1.11 Esquema de procedimientos para minimización de residuos. Fuente: (Martínez, 2005)	53
Figura 1.12 Ciclo de vida de las sustancias, residuos y desechos en El Salvador.....	57
Figura 1.13 Procesos de conversión térmica y productos. Fuente: (Belgiorno, De Feo, y Della Rocca, 2003)	64
Figura 1.14 Instalaciones de Geocycle El Salvador, S.A. de C.V. Fuente: (Geocycle, 2019).....	69
Figura 1.15 Instalaciones de relleno sanitario de Nejapa. Fuente: (Carranza, 2006)	72
Figura 2.1 Estructura Organizativa de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos (EIQIA, 2015)	75
Figura 2.2 Estructura de Procesos de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos (EIQIA, 2015)	76
Figura 2.3 Ubicación de los laboratorios académicos de Ingeniería Química (Planta Piloto) dentro del campus de la Universidad de El Salvador, San Salvador. Fuente: (Google Maps, 2019).....	79
Figura 2.4 Circulación peatonal y único acceso actual de los laboratorios académicos de Ingeniería Química de la Universidad de El Salvador.....	80

Figura 2.5 Entrada a los laboratorios académicos de Ingeniería Química de la Universidad de El Salvador	80
Figura 2.6 Organigrama del laboratorio académico de Ingeniería Química. Fuente: (Amaya, Cardona, y Dahbura, 2007).....	81
Figura 2.7 Distribución actual de los espacios. Plano superior del Laboratorio Planta Piloto de la EIQIA – FIA – UES. Fuente: (Rodríguez y Cáceres, 2016)	82
Figura 2.8 Espacio principal del laboratorio académico de Ingeniería Química	82
Figura 2.9 Interior de las áreas de prácticas del laboratorio académico de Ingeniería Química de la Universidad de El Salvador.....	83
Figura 2.10 Interior de las áreas de prácticas del laboratorio académico de Ingeniería Química de la Universidad de El Salvador.....	83
Figura 2.11 Área de laboratorio y equipo permanente para operaciones y procesos unitarios de Ingeniería Química.....	84
Figura 2.12 Bodega de materiales varios del laboratorio académico de Ingeniería Química.....	84
Figura 2.13 Bodega de reactivos del laboratorio académico de Ingeniería Química	85
Figura 2.14 Acceso oficina de jefatura (izquierda) y área de laboratoristas (derecha) del laboratorio académico de Ingeniería Química.....	85
Figura 2.15 Laboratorio de equipos de Geotermia dentro de las instalaciones del laboratorio académico de Ingeniería Química.....	86
Figura 2.16 Laboratorios académicos de Ingeniería de Alimentos: Laboratorio de Microbiología y Laboratorio de Alimentos	87
Figura 2.17 Tendencia de estudiantes atendidos por los laboratorios académicos durante el ciclo I, ciclo II y el total de estudiantes por año	93
Figura 2.18 Gráfica del volumen total de residuos y desechos generados en el laboratorio académico de Ingeniería Química.....	117
Figura 2.19 Gráfico de volumen de desechos generados por la cátedra de Ingeniería de las Reacciones Química.....	117
Figura 2.20 Gráfica de Volumen de residuos y desechos generados por la cátedra de Análisis Instrumental	118
Figura 2.21 Gráfica de Volumen de residuos y desechos generados por la cátedra de Química Técnica.....	118
Figura 2.22 Gráfica de Volumen de residuos y desechos generados por las cátedras de Química Analítica para Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos.....	119
Figura 2.23 Gráfica de volumen de residuos y desechos generados por el laboratorio de Ingeniería de Alimentos.....	124
Figura 2.24 Gráfica de volumen de residuos y desechos generados por la cátedra de Tecnología de Procesamiento de Alimentos II.....	125

Figura 2.25. Gráfico de la división porcentual según clasificación primaria de los residuos y desechos almacenados en el laboratorio académico de Ingeniería Química	136
Figura 2.26 Gráfica de división porcentual según clasificación secundaria de los residuos y desechos almacenados en el laboratorio académico de Ingeniería Química	137
Figura 2.27 Gráfico de división porcentual según características de peligrosidad de los residuos y desechos almacenados en el laboratorio académico de Ingeniería Química.....	137
Figura 2.28 Matriz de compatibilidad química de sustancias controladas. Fuente: (Universidad Javeriana, 2018).....	144
Figura 2.29 Procedimiento de descarte/eliminación de residuos y desechos no peligrosos elaborado en 2018 para los laboratorios académicos de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos. Fuente: (García y Mendoza, 2007)...	146
Figura 2.30 Procedimiento de envasado y segregado elaborado en 2018 para los laboratorios académicos de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos. Fuente: (Rivera, 2018).....	147
Figura 2.31 Etiqueta para residuos y desechos del laboratorio académico de Ingeniería Química. Fuente: (Rivera, 2018)	148
Figura 2.32 Etiqueta para medios de cultivo del laboratorio académico de Ingeniería de Alimentos. Fuente: (Rivera, 2018)	148
Figura 2.33 Etiqueta para colorantes y reactivos del laboratorio académico de Ingeniería de Alimentos. Fuente: (Rivera, 2018)	149
Figura 2.34 Propuesta de etiqueta para disolventes halogenados. Fuente: (Rivera, 2018)	149
Figura 2.35 Propuesta de etiqueta para disoluciones ácidas inorgánicas. Fuente: (Rivera, 2018).....	149
Figura 2.36 Propuesta de etiqueta para disolventes no halogenados. Fuente: (Rivera, 2018).....	150
Figura 2.37 Propuesta de etiqueta para residuos tóxicos. Fuente: (Rivera, 2018)	150
Figura 2.38 Propuesta de etiqueta para residuos con metales pesados. Fuente: (Rivera, 2018).....	150
Figura 2.39 Procedimiento de etiquetado de los residuos y desechos generados elaborado en 2018 para los laboratorios académicos de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos. Fuente: (Rivera, 2018).....	151
Figura 2.40 Área de almacenamiento para residuos y desechos corrosivos (exterior) del laboratorio académico de Ingeniería Química.....	152
Figura 2.41 Área de almacenamiento para residuos y desechos corrosivos (Interior) del laboratorio académico de Ingeniería Química.....	152
Figura 2.42 Área de almacenamiento para residuos y desechos no identificados (exterior) del laboratorio académico de Ingeniería Química.....	153

Figura 2.43 Área de almacenamiento para residuos y desechos no identificados (interior) del laboratorio académico de Ingeniería Química.....	153
Figura 2.44 Área de almacenamiento para residuos y desechos comburentes (Exterior) del laboratorio académico de Ingeniería Química.....	154
Figura 2.45 Área de almacenamiento para residuos y desechos comburentes (Interior) del laboratorio académico de Ingeniería Química.....	154
Figura 2.46 Área de almacenamiento para residuos y desechos tóxicos y nocivos (Exterior) del laboratorio académico de Ingeniería Química.....	155
Figura 2.47 Área de almacenamiento para residuos y desechos tóxicos y nocivos (Interior) del laboratorio académico de Ingeniería Química.....	155
Figura 2.48 Área de almacenamiento para residuos y desechos Inflamables (exterior) del laboratorio académico de Ingeniería Química.....	156
Figura 2.49. Área de almacenamiento para residuos y desechos Inflamables (Interior) del laboratorio académico de Ingeniería Química.....	156
Figura 2.50 Ejemplo de residuo mal envasado por su tapón inapropiado.....	157
Figura 2.51 Frascos vacíos disponibles para el almacenamiento de sustancias del laboratorio académico de Ingeniería Química.....	157
Figura 2.52 Estante con sustancias no etiquetadas generadas durante el ciclo I 2018 en el laboratorio académico de Ingeniería Química.....	158
Figura 2.53 Espacio dedicado al almacenamiento de desechos en el laboratorio de Ingeniería de Alimentos.....	158
Figura 2.54 Área de almacenamiento de reactivos y medios de cultivo del laboratorio de Ingeniería de Alimentos.....	159
Figura 3.1 Solución de NaOH tratada con H ₂ SO ₄	172
Figura 3.2 Muestra del desecho de K ₂ Cr ₂ O ₇ sin tratar y muestra de desechos K ₂ Cr ₂ O ₇ tratada.....	172
Figura 3.3 Soluciones patrón de K ₂ Cr ₂ O ₇	173
Figura 3.4 Curva de calibración del K ₂ Cr ₂ O ₇ a 371 nm.....	174
Figura 3.5 Muestra del desecho de KMnO ₄ sin tratar.....	174
Figura 3.6 Muestra del desecho de KMnO ₄ tratada.....	175
Figura 3.7 Soluciones patrón de KMnO ₄	175
Figura 3.8 Curva de calibración del KMnO ₄ a 524 nm.....	176
Figura 3.9 Solución de Nitrato de plomo tratada con metasilicato de sodio.....	177
Figura 3.10 Solución de Ni(NO ₃) ₂ tratada (izquierda) y previa al tratamiento (derecha). 178	
Figura 3.11 Solución de CuSO ₄ sin tratar.....	179
Figura 3.12 Solución de CuSO ₄ tratada.....	179
Figura 3.13 Muestra de desechos de CoCl ₂ tratada y muestra de desecho de CoCl ₂ sin tratar ...	179
Figura 3.14 Soluciones patrón de cloruro de cobalto.....	180
Figura 3.15 Curva de calibración del CoCl ₂ a 327nm.....	181
Figura 3.16 Solución de FeCl ₃ sin tratar.....	182

Figura 3.17 Muestra de desecho de FeCl ₃ tratada, previa a la filtración	182
Figura 3.18 Desecho de MgO en estado sólido	183
Figura 3.19 Desecho de azufre en estado sólido	184
Figura 3.20 Diferentes bodegas de almacenamiento temporal de residuos peligrosos. Fuente: (Socoam, 2018).....	185
Figura 3.21 Diseño de bodegas de almacenamiento de residuos químicos peligrosos y las normas de seguridad ante una conflagración. Fuente: (Suárez y Cruz, 2006)	186
Figura 3.22 Muros cortafuego. Para evitar la propagación del fuego. Fuente: (Suárez y Cruz, 2006)	187
Figura 3.23 Puertas de seguridad. Fuente: (Suárez y Cruz, 2006)	187
Figura 3.24 Salida de emergencia esté suficientemente señalizada. Fuente: (Suárez y Cruz, 2006)	188
Figura 3.25 Piso ligeramente liso y libre de grietas bodega de residuos y desechos peligrosos. Fuente: (Socoam, 2018)	188
Figura 3.26 Drenaje incorrecto y correcto para una bodega se sustancias químicas. Fuente: (Suárez y Cruz, 2006).....	189
Figura 3.27 Rampas y bordes por posibles derrames. Fuente: (Suárez y Cruz, 2006).....	190
Figura 3.28 Comportamiento del incendio en una bodega con diferente disposición de techo. Fuente: (Suárez y Cruz, 2006)	191
Figura 3.29 Los conductos ubicados en la parte inferior de las paredes producen ventilación pobre, mientras que los conductos tanto en las paredes como en el techo producen ventilación eficiente. Fuente: (Suárez y Cruz, 2006)	191
Figura 3.30 Esquema de señalización de advertencia. Fuente: (Vives, 2016)	193
Figura 3.31 Esquema de señalización de prohibición. Fuente: (Burgonio, 2015).....	194
Figura 3.32 Esquema de señalización de obligación. Fuente: (Spuch, 2015)	194
Figura 3.33 Esquema de señalización de salvamento y socorro. Fuente: (Sanchez, 2015)	195
Figura 3.34 Esquema de señalización de equipos contra incendio. Fuente: (Sanchez, 2015)	195
Figura 3.35 Estantería con cubetos de retención especializada para sustancias químicas. Fuente: (DENIOS, 2018).....	198
Figura 3.36 Distribución en planta del área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos peligrosos propuesta para la EIQA.....	199
Figura 3.37 Planta de techos y elevación principal del área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y/o desechos peligrosos	200
Figura 3.38 Mapa de señalización y riesgo del área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal propuesta	202
Figura 3.39 Ubicación del laboratorio académico de Ingeniería Química	203
Figura 3.40 Ubicación del área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos peligrosos.....	204

ABREVIATURAS

Ag: Plata

Al: Aluminio

Ca: Calcio

CEIECAP: Centro para el Desarrollo de la Industria del Empaque y Embalaje en Centroamérica y Panamá

Cl: Cloro

CLP: Reglamento Comunidad Europea (CE) para el Clasificado, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas de productos químicos peligrosos

Co: Cobalto

CO₂: Dióxido de Carbono

CoCl₂: Cloruro de Cobalto

COP: Contaminante Orgánico Persistente

Cr 6+: Cromo hexavalente

Cr: Cromo

EIQIA: Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos

Fe: Hierro

FIA: Facultad de Ingeniería y Arquitectura

gr: gramos

H₂SO₄: Acido sulfúrico

HCl: Ácido Clorhídrico

ISO: Organismo Internacional de Estandarización

K: Potasio

K₂Cr₂O₇: Dicromato de potasio

Kg: Kilogramos

KMnO₄: Permanganato de potasio

L: Litros

M: Molar

MARN: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Mg: Magnesio

ml: mililitros

NaOH: Hidróxido de Sodio

NSO: Norma Salvadoreña Obligatoria

NTP: Norma Técnica de Prevención

Pb: Plomo

pH: Potencial de Hidrogeno

Ppm: partes por millón

Ppto: Precipitado

SGA: Sistema Globalmente Armonizado

UES: Universidad de El Salvador.

Zn: Cinc

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, El Salvador enfrenta una problemática ambiental severa debido al aumento en la generación de desechos sólidos y a la contaminación de los mantos acuíferos. Esta última, ha llevado a la escasez de este recurso.

La Universidad de El Salvador como institución de educación superior tiene la misión de desempeñar un servicio social para la nación, parte de este servicio implica contribuir al bienestar medioambiental y a la seguridad de la comunidad. La situación actual de los laboratorios académicos de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos (EIQIA) es de especial interés porque representa un potencial peligro para el medio ambiente y la comunidad universitaria. Los residuos y desechos generados por las prácticas de laboratorio académicas, prácticas de trabajos de graduación y otras; se acumulan dentro de los laboratorios sin una alternativa inmediata para su disposición final. Esta situación es insostenible debido a la escasez de espacio dentro de las instalaciones y a las condiciones de almacenamiento inseguras, que representan un riesgo potencial de fuga, derrame o reacción inesperada entre estas sustancias que ponga en riesgo la salud de las personas.

La Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos (EIQIA) ha realizado esfuerzos para mejorar las condiciones de almacenamiento en sus laboratorios y llevar un control adecuado de los residuos y desechos generados en cada ciclo académico. Gracias a estos esfuerzos se creó una base de datos del inventario de residuos y desechos almacenados en los laboratorios que ha sido actualizada hasta febrero de 2019. Sin embargo, esto no representa una solución completa a la problemática de acumulación de desechos y residuos peligrosos en los laboratorios.

Estas sustancias químicas no pueden ser dispuestas de manera convencional debido a que representan un daño potencial para el medio ambiente, dadas sus características de peligrosidad. Como una respuesta a esta problemática nace este proyecto que busca dar solución a la acumulación de desechos al ofrecer una alternativa para su disposición final segura. Mediante la elaboración de protocolos de manejo, etiquetado y almacenamiento; y el diseño

de un sistema de tratamiento para la variedad de vertidos generados en las instalaciones (agua de lavado de cristalería, descartes de soluciones y residuos líquidos obtenidos en los procedimientos de cada práctica de laboratorio), con los procedimientos para su operación segura y sostenible. Todo esto considerando los posibles planes de ampliación del laboratorio académico de Ingeniería Química que puedan ser aprobados en un futuro.

CAPÍTULO 1.0

GENERALIDADES DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS

Las diversas actividades humanas han estado dirigidas siempre a la satisfacción de sus necesidades, y ello, en su mayoría ha afectado negativamente el medio que habita, esto confirma que la supervivencia en un futuro próximo más allá de aceptar nuestra responsabilidad por las actividades realizadas dependerá del estudio del medio ambiente y las medidas de carácter urgente para preservar, restaurar y mejorar la calidad de este. Es de primera necesidad prevenir y corregir el declive provocado en el equilibrio ecológico, el cambio a una cultura ecológica más dinámica y que nos permita actuar con un verdadero conocimiento de causa, para no pensar únicamente en la necesidad humana sino de todo su entorno.

A medida que aumentó la actividad productiva, los residuos y desechos lo hicieron también. Adicionalmente los mismos usualmente son sustancias que poseen características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico infecciosas por lo que, su manejo y posterior exposición al medio ambiente puede llegar a provocar perjuicios a la salud, dañar la flora y la fauna, deteriorar la calidad del agua y de los suelos y, en general, afectar los bienes y la calidad de vida de la población en general.

La preocupación sobre la situación ha llevado a la realización de un número sustancial de estudios sobre la salud asociados a los residuos y desechos como también sobre los efectos en lugares donde se disponen. Uno de estos estudios realizados en la Unidad de Epidemiología Ambiental, Departamento de Salud Pública y Política, Escuela de Higiene y Medicina Tropical de Londres, Londres, Reino Unido titulado “Health Effects of Residence Near Hazardous Waste Landfill Sites: A Review of Epidemiologic Literature”. En la Tabla 1.1 se recopila y confirma el aumento de riesgo de efectos adversos para la salud cerca de vertederos de residuos y desechos peligrosos.

Tabla 1.1 Estudios sobre la salud en zonas aledañas a vertederos de desechos químicos peligrosos en Londres, Reino Unido

DISEÑO DE ESTUDIO	SUJETO DE ESTUDIO	MEDIDA DE EXPOSICIÓN	RESULTADOS DE SALUD	HALLAZGOS REPORTADOS
Comparación geográfica	Zona Censal de Love Canal; Comparación: Estado de Nueva York	Residencia en la zona censal de Love Canal	Cáncer, hígado, leucemia.	Sin aumento de incidencia.

Continúa...

Tabla 1.1 Estudios sobre la salud en zonas aledañas a vertederos de desechos químicos peligrosos en Londres, Reino Unido (Continuación)

DISEÑO DE ESTUDIO	SUJETO DE ESTUDIO	MEDIDA DE EXPOSICIÓN	RESULTADOS DE SALUD	HALLAZGOS REPORTADOS
Transversal	46 residentes expuestos; Comparación: residentes de zonas censales adyacentes	Residencia en casas donde fueron detectados químicos	SCE's y CA's	Sin diferencia en incidencia de cambios en cromosomas.
Transversal	523 niños de Love Canal; 440 niños controlados	Proximidad al sitio; al menos 5 meses de residencia en el área de Love Canal	Problemas de salud auto reportados; convulsiones, problemas de aprendizaje, hiperactividad, irritación en los ojos, sarpullidos, dolor abdominal e incontinencia.	Aumento en la prevalencia de todos los síntomas
Transversal	428 niños de Love Canal; 493 niños controlados	Nacido en Love Canal con al menos el 75% de su vida en Love Canal	Estatura de los infantes, peso y peso por estatura	Menor estatura en todos los niños de Love Canal, ninguna diferencia en peso.
Seguimiento retrospectivo	174 nacimientos cercanos al sitio; 443 nacimientos en el resto del área de Love Canal; todos los nacimientos en estado de Nueva York	Residencia en el área de Love Canal	Bajo peso de nacimiento (LBW)	Mayor porcentaje de LBW en el área; exceso durante el periodo activo de desecho.

Fuente: (Vrijheid, 2000)

Para poder tener un ambiente sano, en el que se pueda vivir en armonía con la naturaleza, es necesario controlar eficientemente la producción, almacenamiento, tratamiento, reciclado, transporte, recuperación y eliminación de los desechos; poniendo especial atención en aquellos que son considerados peligrosos o potencialmente peligrosos. El objetivo debe ser impedir en lo posible y reducir al mínimo la producción de residuos que puedan afectar negativamente al medio ambiente. En los últimos años, en diferentes países del mundo, se han presentado problemas con los residuos peligrosos, lo que ha traído graves implicaciones sobre los ecosistemas y la salud humana, El Salvador no ha sido la excepción, por lo que en el país se han endurecido los controles en cuanto al manejo y disposición final de desechos peligrosos, velando que se haga de acuerdo con lo establecido en la legislación ambiental. La afectación va desde la contaminación de innumerables cuerpos de agua por residuos indus-

triales, hasta la intoxicación masiva por residuos altamente tóxicos descargados en sitios inadecuados (Ver Figura 1.1).



Figura 1.1. Población civil y contaminación por desechos químicos peligrosos
Fuente: (News, 2018)

1.1 Residuos y desechos químicos peligrosos en El Salvador

La cantidad de residuos peligrosos generados durante la actividad productiva de la humanidad es grande, por lo que es importante identificarlos, cuantificarlos y encontrar alternativas económicas de tratamiento para su reúso, minimización, confinamiento o disposición final, ya que al manejarlos inadecuadamente se afecta en gran manera al ambiente, contaminando ríos, cañadas, desiertos, entre otros.

La actividad industrial de El Salvador contribuye en manera muy diversa a la generación de contaminantes, dependiendo de las características de los procesos y del tipo de insumos y productos. Dependiendo también del volumen de generación y de su concentración, estos residuos y sustancias peligrosas pueden representar mayores o menores riesgos ambientales.

Según cifras oficiales, la producción de desechos sólidos en El Salvador ha ido en aumento. Así, en el año 2009 se estimaba una producción diaria de 3,343 toneladas diarias (MARN, 2010), y se contaba según estudios informes mensuales de los rellenos sanitarios y el Censo de Población y Vivienda 2007 con 14 rellenos sanitarios. Cabe mencionar que hasta el 1998 aún no se contaba con rellenos sanitarios como se muestra en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2 Evolución del uso de rellenos sanitarios en El Salvador, desde 1998 hasta 2009

ASPECTO	AÑOS			
	1998 ^a	2001 ^b	2006 ^c	2009 ^d
Total de rellenos sanitarios	0	1	9	14
Total de municipios atendidos con rellenos sanitarios	0	11	39	252
Porcentaje de municipios atendidos por rellenos sanitarios (%)	0	4%	12%	96%
Cobertura de disposición sanitaria (%)	0	46%	48%	75%

Continua...

Tabla 1.2 Evolución del uso de rellenos sanitarios en El Salvador, desde 1998 hasta 2009 (Continuación)

ASPECTO	AÑOS			
	0	1.3	1.9	3.6
Total de población urbana atendida con rellenos sanitarios (millones de habitantes)	0	1.3	1.9	3.6
Porcentaje de población urbana atendida por rellenos sanitarios (%)	0	35%	54%	99%

Fuente: (MARN, 2010)

1.1.1 Peligro potencial. Almacenamiento inadecuado de los residuos y desechos químicos peligrosos.

En la Tabla 1.3 se muestra el inventario de plaguicidas en desuso en El Salvador. Existen nueve grandes bodegas en las que se encuentran almacenados 44 toneladas de químico sólido y más de 38,000 litros en estado líquido. Esta cantidad de plaguicidas en desuso podría ser mucho mayor dada la gran actividad agrícola que existía en décadas pasadas en El Salvador. Existe la seguridad de que hay una gran cantidad de empresas que almacenan químicos fertilizantes en desuso que no han sido reportados (Bautista, 2000).

Tabla 1.3 Inventario de residuos y desechos peligros tipo plaguicidas en desuso en El Salvador

RTPs	CANTIDAD	LUGAR
Promet 400 CS	1000 Lt	Almacenes de Desarrollo
Gesatop 500 FW	121.1 Lt	Almacenes de Desarrollo
Prowl S	30 Lt	Almacenes de Desarrollo
Polyram DF	360 Kg	Almacenes de Desarrollo
Etil paration	2800 Lt	Copal (San Miguel)
Metil Paration	800 lb	Copal (San Miguel)
Hepta clor	200 lt	Copal (San Miguel)
Desconocido	600 lt	Copal (San Miguel)
Exploran 250	696 Lt	ISTU (La Libertad)
Tamaron	8 Kg	ISTU (La Libertad)
Ultramin	200 Lb	ISTU (La Libertad)
Dimetoato	-	Almacenadora Agrícola e Industrial
Ovix 500 CE	2,063 lt	Bodegas generales de depósitos S.A.
Clorahep	-	Almacenadora Agrícola e Industrial
Galecón 50	100 Lt	Hacienda La Toma de Aguilares
BHC	17,200 lb	Hacienda La Toma de Aguilares
Cobre soluble	750 Lb	Hacienda La Toma de Aguilares
Manganeso	500 Lb	Hacienda La Toma de Aguilares
Sandofan M	100 Kg	Bodegas generales de depósitos S.A.
Evisec T-S	150 Kg	Bodegas generales de depósitos S.A.
Diazigran	2,550 kg	Bodegas generales de depósitos S.A.
Super Foss 600	163 lt	Bodegas generales de depósitos S.A.
Supertion 250	1,163 lt	Bodegas generales de depósitos S.A.

Continua...

Tabla 1.3 Inventario de residuos y desechos peligros tipo plaguicidas en desuso en El Salvador (Continuación)

RTPs	CANTIDAD	LUGAR
Metomil	212 lt	Bodegas generales de depósitos S.A.
Epicloridina	9000 lb	Bodegas generales de depósitos S.A.
Superovix UBV	5,226 lt	Bodegas generales de depósitos S.A.

Fuente: (Bautista, 2000)

Los plaguicidas tenían una buena reputación hace unos 50 años. Los cultivos se vieron protegidos de la invasión de las plagas con el uso de plaguicidas. El gobierno empezó a importar grandes cantidades de estos químicos para erradicar la transmisión de enfermedades por los mosquitos. Asimismo, los campesinos utilizaban una gran cantidad de herbicidas, insecticidas, y plaguicidas para el control de sus cultivos contra las pestes. Sobre todo, en la época del auge del cultivo del algodón es cuando más importación de estos químicos se tuvo. Pero el auge del algodón decayó y por consiguiente se quedaron una gran cantidad de estos químicos almacenados en las bodegas. Por otro lado, en los años ochenta se prohibió el uso de muchos químicos por su alto grado de toxicidad, dando esto como resultado el almacenamiento de grandes cantidades de estos (Bautista, 2000).

1.1.2 Desastres ambientales por el manejo inadecuado de los residuos y desechos químicos peligrosos.

Las experiencias resultantes del mal manejo de los residuos peligrosos han demostrado que es más costoso remediar que prevenir y que mientras la administración de los residuos y los contaminantes representan costos a las empresas que los generan, su difusión en el ambiente constituye una carga temible para la sociedad. El Salvador no ha sido la excepción, algunos eventos relevantes que han sucedido son:

1.1.2.1 Caso San Luis Talpa Plaguicidas QUIMAGRO

Durante 1984, QUIMAGRO, una empresa dedicada al rubro de los pesticidas, fue embargada por el banco Scotiabank, antes Banco de Comercio, al no solventar una deuda de 40 mil dólares, por lo que la entidad bancaria embargó e intervino la empresa, así la administración de QUIMAGRO quedó a cargo de la institución financiera por un periodo de 10 años, tiempo en el cual contrajo más deudas y las instalaciones se deterioraron considerablemente (Diario Co Latino, 2014).

La quiebra de esta empresa dejó un aproximado de 19 toneladas de pesticidas en la bodega de las instalaciones abandonadas, Algunos de estos pesticidas fueron prohibidos en 1990 luego de comprobarse que son nocivos para la salud y el medio ambiente (Ver Figura 1.2).



Figura 1.2 Tóxicos de QUIMAGRO presentes en San Luis Talpa, La Libertad. Fuente: (MARN, 2014)

Los barriles partieron desde El Salvador hacia Europa el 21 de noviembre de 2014 desde el puerto de Acajutla, luego de permanecer por más de 18 años en las instalaciones de QUIMAGRO, en San Luis Talpa. La cantidad de material contaminado ascendió a 69.193 toneladas entre tóxicos y demás material contaminado para su posterior destrucción en el Reino Unido, como se muestra en la Tabla 1.4 (MARN, 2015).

El retiro, traslado y disposición final de los tóxicos tuvo un costo de \$364.977.86 de los cuales \$300 mil fueron financiados por FOSSAFI y el resto el MARN.

Según los datos de los formularios de movimiento transfronterizos enviados por VEOLIA, se finalizó el proceso de incineración de los desechos el 14 de abril de 2015, en las instalaciones de Tradebe Fawley Limited, en el Reino Unido (MARN, 2015).

Los barriles con material tóxico fueron eliminados a través de un proceso de incineración que fue controlado bajo estrictas medidas en términos de los parámetros térmicos y químicos, dónde en particular, se controló la composición de los gases de combustión, justo después de la incineración y después del proceso de purificación. (MARN, 2015).

Tabla 1.4 Cantidad de desechos abandonados en caso QUIMAGRO

SUSTANCIA	TONELADAS
Metamidofos + monocrótofos	2.3
Etilparation y metilparation	17.7
Toxafeno	3.8
Clordimform	1.5
Quimation	0.2
Solventes	3.9
Sponto	5.2
Total tóxicos	34.6
Otros materiales contaminados (tierra contaminada, plásticos, maderas, y cualquier otro desecho contaminado que se encuentre con plaguicida)	40.4
TOTAL	75

Fuente: (MARN, 2014)

1.1.2.2 Caso Baterías Record, Comunidad Sitio del Niño

Las actividades de la Empresa Baterías de El Salvador inician entre 1994- 1995 como una distribuidora de baterías en el mercado nacional y regional, la empresa aún no se dedicaba al reciclaje. Es hasta el año 2000 que comienza el ensamblaje de baterías.

Incluso inicia su funcionamiento antes de que se le otorgue el permiso ambiental entregado en el 2003, sus operaciones consistieron en fabricar baterías electrolíticas de ácido plomo para vehículos, y ya poseía una planta recicladora de plomo donde generaba su propia materia prima.

Debido a que, en el resto de los países de Centroamérica, no existe el proceso de reciclaje de baterías, la empresa Baterías de El Salvador, importaba grandes cantidades de baterías usadas y chatarras de plomo para procesar en su planta (Ver Figura 1.3). La empresa Baterías de El Salvador, hasta antes de su cierre dominaba el mercado de recolección de baterías de vehículos usadas, a través de una red de contacto que tenían para realizar la recolección de las baterías ácido-plomo usadas a nivel nacional. La empresa Baterías de El Salvador ha sido una de las más importantes proveedoras de componentes de plomo, dentro de la industria de baterías, tales como: plomo puro, óxidos de plomo, agua para baterías (electrolito), plomo normalizado (cilindros y barras) y placas para baterías (MARN, 2002).



Figura 1.3 Instalaciones abandonadas fábrica de baterías RECORD, Comunidad Sitio del Niño. Fuente: (TIMES, 2017)

Por otro lado, la empresa conocedora de los daños que el plomo genera en el medio ambiente y en la vida de las personas, entregaba regalías a la comunidad: uniformes para el equipo de fútbol, pintura para la escuela, etc., con el objeto de evitar protestas, afirma Maximiliano Escobar Rivas, habitante de Sitio del Niño.

Entre los años 2003 y 2004 se presentan los primeros problemas ambientales y en la salud de los habitantes, “los niños y niñas se enfermaban con mucha frecuencia: con dolores de cuerpo, se les caía el cabello, y había muchos padecimientos de salud. Hasta ese momento no había plena conciencia del problema. “Nos fuimos acostumbrando a la contaminación, siempre había humo en invierno o verano, particularmente la fábrica habría las compuertas

los domingos todo el día y cuando el viento estaba fuerte, la situación era desesperante”, recuerda Rivas.

El MARN brindó el permiso ambiental a la empresa Baterías de El Salvador, mediante la resolución N° 628 2003 emitida el 3 de septiembre del 2003, en la que se establecía condiciones ambientales de obligatorio cumplimiento, sin embargo, en el monitoreo ambiental realizado por dicha institución el 21 de marzo del 2007 estableció que había incumplimiento en al menos 7 de las 13 medidas ambientales impuestas por la misma entidad.

Las cuales se citan a continuación:

- a) El agua residual no cumple el límite de descarga esperado, se reportaba el valor de 0.2 mg de Pb/l.
- b) No hay un equipo de medición de contaminantes a la atmósfera.
- c) No se instalaron purificadores electrónicos de aire para evitar la emisión de materiales particulados en áreas de trabajo.
- d) La escoria no se ha dispuesto en forma controlada para evitar daños a la salud y el medio ambiente.
- e) No se midieron en forma sistemática los contaminantes en el suelo y agua a efecto de determinar potencial contaminación a los recursos naturales.
- f) No cumple con el registro actualizado de emisiones de contaminantes al atmosfera y de descargas de aguas residuales
- g) No hay periodicidad en el monitoreo de las emisiones al aire (plomo, material particulado y gases).

Fue hasta el año hasta ese mismo año que, con acompañamiento de organizaciones de Derechos Humanos, se hizo la denuncia y se pudo judicializar el caso, lo que permitió hacer pruebas para determinar la contaminación de suelo, aire, biodiversidad y sangre de la población por parte de esta empresa (Campos, Quiroa, y Vásquez, 2009).

1.1.2.3 Caso Cantón El Tobalón, San Juan Talpa

El 10 de diciembre de 1999 un centenar de personas fueron evacuadas del cantón El Tobalón en San Juan Talpa en el departamento de La Paz. La causa fue las emanaciones tóxicas provenientes de 2 barriles conteniendo ethil mercaptano, una sustancia tóxica que es utilizada para odorizar (dar olor) a los gases como el propano y el butano (ya que estos son inodoros) con el objetivo de poder detectar fugas. Estos barriles fueron abandonados irresponsablemente por su dueño en un barranco, seguramente porque tampoco conocía cuál es el mecanismo más adecuado para deshacerse de las sustancias tóxicas, e hizo lo más sencillo: resolver su problema trasladándose a otros (Ver Figura 1.4). Pero esta persona quizás desconocía los efectos tan dañinos que tendría su acción.



Figura 1.4 Barril contenedor de Etil mercaptano abandonado en el Cantón El Tobalón, San Juan Talpa. Fuente (Pérez, 2000)

Para el organismo humano el etil mercaptano es altamente tóxico, causa inflamación e irritación en las vías respiratorias, produce pérdida temporal o permanente de memoria, parálisis cerebral, edemas pulmonares, y puede hasta causar la muerte. Las víctimas de las emanaciones tóxicas del etil mercaptano fueron 3 personas: un niño de 6 meses de edad, una joven de 17 años, y un anciano de 82 años. Las desafortunadas víctimas murieron a causa de edemas pulmonares y la intoxicación debido al dióxido de azufre producido cuando el etil mercaptano se transforma químicamente. Efectivamente, los exámenes toxicológicos practicados en los cadáveres de las víctimas mostraron que tenían residuos de dióxido de azufre en su organismo.

El principal responsable adquirió los 2 barriles y posteriormente los abandono en las barrancas del cantón El Tobalón. Los 2 barriles de etil mercaptano fueron importados desde la ciudad de Los Ángeles en Estados Unidos. Pero debido a falta de reclamo a la Comisión Portuaria Autónoma (CEPA) los declaro en abandono y posteriormente fueron consignados (Bautista, 2000).

1.2 Sistema de gestión

Un sistema de gestión es un conjunto de reglas y principios relacionados entre sí de forma ordenada, para contribuir a la gestión de procesos generales o específicos de una organización. Permite establecer una política, unos objetivos y alcanzar dichos objetivos. Un sistema de gestión normalizado es un sistema cuyos requisitos están establecidos en normas de carácter sectorial, nacional, o internacional.

1.2.1 Normas ISO

Las normas ISO son un conjunto de normas orientadas a ordenar la gestión de una empresa en sus distintos ámbitos. La alta competencia internacional acentuada por los procesos globalizadores de la economía y el mercado y el poder e importancia que ha ido tomando la figura

y la opinión de los consumidores, ha propiciado que dichas normas, pese a su carácter voluntario, hayan ido ganando un gran reconocimiento y aceptación internacional.

Las normas ISO son establecidas por el Organismo Internacional de Estandarización (ISO), y se componen de estándares y guías relacionados con sistemas y herramientas específicas de gestión aplicables en cualquier tipo de organización.

1.2.1.1 Finalidades y ventajas de las normas ISO

Las normas ISO se crearon con la finalidad de ofrecer orientación, coordinación, simplificación y unificación de criterios a las empresas y organizaciones con el objeto de reducir costes y aumentar la efectividad, así como estandarizar las normas de productos y servicios para las organizaciones internacionales.

Las normas ISO se han desarrollado y adoptado por multitud de empresas de muchos países por una necesidad y voluntad de homogeneizar las características y los parámetros de calidad y seguridad de los productos y servicios.

En base a esta finalidad y objetivo inicial y debido al gran prestigio y enorme seguimiento alcanzado, las normas ISO suponen importantes beneficios para las empresas, compañías y organizaciones en general:

- a) Proporcionan elementos para que una organización puede alcanzar y mantener mayores niveles de calidad en el producto o servicio.
- b) Ayudan a satisfacer las necesidades de un cliente cada vez más exigente.
- c) Permite a las empresas reducir costos, conseguir más rentabilidad y aumentar los niveles de productividad.
- d) Constituye uno de los medios más eficaces para conseguir ventaja competitiva.
- e) Reducir rechazos o incidencias en la producción o en la prestación de servicios.
- f) Implementar procesos de mejora continua.
- g) Conseguir un mayor y mejor acceso a grandes clientes y administraciones y a los mercados internacionales.

Los beneficios sobrepasan el ámbito de las empresas y administraciones y sus clientes, que se ven favorecidos por un mejor servicio, alcanzando también a los gobiernos, que gracias a las normas ISO pueden:

- i. Asegurarse de que los bienes y servicios cumplen con los requisitos obligatorios relacionados con la calidad, la seguridad o el medio ambiente, entre otras cuestiones.
- ii. Controlar el comercio exterior con otros países.

1.2.1.2 Norma ISO 14001

La norma ISO 14000 es un conjunto de documentos de gestión ambiental que, una vez implantados, afectará todos los aspectos de la gestión de una organización en sus responsabilidades ambientales y ayudará a las organizaciones a tratar sistemáticamente asuntos

ambientales, con el fin de mejorar el comportamiento ambiental y las oportunidades de beneficio económico.

Los estándares son voluntarios, no tienen obligación legal y no establecen un conjunto de metas cuantitativas en cuanto a niveles de emisiones o métodos específicos de medir esas emisiones. Por el contrario, ISO 14000 se centra en la organización proveyendo un conjunto de estándares basados en procedimiento y unas pautas desde las que una empresa puede construir y mantener un sistema de gestión ambiental (ISOTools, 2015).

1.2.2 Definición de un sistema de gestión y tratamiento

Para los laboratorios académicos de la EIQIA-FIA-UES un sistema de gestión y tratamiento para los residuos y desechos peligrosos puede definirse como una herramienta que permite optimizar recursos, reducir costes de tipo ambiental, ocupacional, entre otros; y, por tanto, mejorar la productividad en los laboratorios.

Basado en la legislación nacional e internacional permite controlar distintas facetas en las instalaciones como los impactos ambientales que pueda ocasionar la generación de los residuos y desechos; la seguridad y salud de los alumnos, personal docente, no docente, y comunidad universitaria en general.

1.3 Marco legal nacional e internacional aplicable

1.3.1 Legislación nacional

En el contexto nacional, la generación de residuos y desechos está regulada y vigilada por un grupo de instituciones nacionales, las cuales participan para garantizar una adecuada gestión de sustancias químicas en El Salvador y en consecuencia un orden jurídico que permita brindar herramientas que regulen la interacción humana con nuestro entorno.

La Primera Ley en El Salvador cuyo objeto expreso es el Medio Ambiente, fue aprobada en mayo de 1998, mediante el decreto N° 233. de La Asamblea Legislativa y tiene como base la Constitución de la República en su artículo 117. Antes de la promulgación de esta Ley ya existían varias referidas a la prevención y contaminación tanto industrial, agroindustrial como por la contaminación por desechos. A continuación, en la Tabla 1.5 se enumeran leyes nacionales y convenciones relacionadas con la temática:

Tabla 1.5 Recopilación de leyes y regulaciones aplicables para la gestión de desechos

LEY	REGULACIÓN
Ley del Medio Ambiente	La Ley tiene por objeto desarrollar las disposiciones de La Constitución de la República, que se refieren a la protección, conservación y recuperación del medio ambiente; el uso sostenible de los recursos naturales que permitan mejorar la calidad de vida de las presentes y futuras generaciones; así como también, normar la

Continúa... 13

Tabla 1.5 Recopilación de leyes y regulaciones aplicables para la gestión de desechos (Continuación)

LEY	REGULACIÓN
	gestión ambiental, pública y privada y la protección ambiental como obligación básica del Estado, los municipios y los habitantes en general; y asegurar la aplicación de los tratados o convenios internacionales celebrados por El Salvador en esta materia.
Decreto Ejecutivo No. 50 reglamento sobre la calidad del agua control de vertidos y las zonas de protección.	Descargar residuos sólidos líquidos y gaseosos a los diferentes medios acuáticos, alcantarillados sanitarios y obras de tratamiento.
Acuerdo regional sobre movimientos transfronterizos de desechos peligrosos.	Tiene por objeto la prohibición de Importar Desechos Peligrosos: Los países centroamericanos firmantes de este Acuerdo tomarán todas las medidas legales, administrativas u otras que fueren apropiadas dentro de las áreas bajo su jurisdicción, para prohibir la importación y tránsito de desechos considerados peligrosos, hacia Centro América desde países que no sean partes de este Acuerdo. Para el cumplimiento de los objetivos de este acuerdo.
Norma salvadoreña NSO 13.11.01:01 Calidad del aire ambiental Inmisiones atmosféricas.	Esta norma establece los límites de inmisiones de los principales contaminantes del aire, que garantizan una calidad del aire ambiental aceptable para la salud y la vida humana en particular y para la vida silvestre en general.
Decreto Ejecutivo No. 41 reglamento especial en sustancias, residuos y desechos peligrosos.	El objeto es reglamentar la Ley del Medio Ambiente, en lo que se refiere a las actividades relacionadas con sustancias, residuos y desechos peligrosos.
Código Municipal	Tiene por objeto desarrollar los principios constitucionales referentes a la organización, funcionamiento y ejercicio de las facultades autónomas de los municipios.
Código de Salud	Tiene por objeto desarrollar los principios constitucionales relacionados con la salud pública y asistencia social de los habitantes de la República y las normas para la organización funcionamiento y facultades del Consejo Superior de Salud Pública y Asistencia Social.
Código Penal	Comercio Y Transporte de Sustancias Peligrosas. Art.263 “B El que comercialice, transporte o introdujere al país sustancias o materiales calificados como peligrosos en los tratados internacionales o la Ley del Medio Ambiente, con infracción de las reglas de Seguridad establecidas, incurrirá en pena de prisión de seis a diez años.

A continuación, se detallan aquellos de mayor importancia en la gestión de los residuos y desechos peligrosos.

1.3.1.1 Ley de Medio Ambiente

Ley Marco en la que se orientan las regulaciones jurídicas relativas al medio y los recursos naturales. Publicada en San Salvador el lunes 4 de mayo del año 1998, confirma la importancia de la protección de los recursos tomando en consideración (Decreto N° 233, 1998):

I.- Que, de conformidad con la Constitución de la República, la protección, conservación y mejoramiento de los recursos naturales y el medio deben ser objeto de legislación especial;

II.- Que el deterioro acelerado del ambiente está ocasionando graves problemas económicos y sociales, amenazando con daños irreversibles para el bienestar de las presentes y futuras generaciones, lo que hace necesario compatibilizar las necesidades de desarrollo económico y social con el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y proteger al medio ambiente;

III.- Que para enfrentar con éxito y de forma integral los problemas ambientales, tomando en cuenta que el ambiente está compuesto por varios elementos interrelacionados en constante cambio ya sea por causas naturales o provocadas por los seres humanos se requiere dotar al país de una legislación ambiental moderna que sea coherente con los principios de sostenibilidad del desarrollo económico y social;

IV.- Que El Salvador ha firmado y ratificado acuerdos internacionales que lo obligan a cumplir con los compromisos adquiridos y según el caso, adoptar medidas apropiadas o de otro carácter incluso legislativo, para operativizar internamente la normativa internacional.

La ley de medio ambiente en su Art.- 1 define como objeto de ley el desarrollar las disposiciones de la Constitución de la República, que se refieren a la protección, conservación y recuperación del medio ambiente; el uso sostenible de los recursos naturales que permitan mejorar la calidad de vida de las presentes y futuras generaciones; así como también, normar la gestión ambiental, pública y privada y la protección ambiental como obligación básica del Estado, los municipios y los habitantes en general; y asegurar la aplicación de los tratados o convenios internacionales celebrados por El Salvador en esta materia.

La primera parte a su vez establece los principios de la política nacional del medio ambiente (art.- 2), la política nacional (Art.- 3), declaratoria de interés social (Art.- 4), conceptos y definiciones básicas (Ar.- 5). En el ANEXO A se encuentran los artículos relacionados con la gestión ambiental y el manejo de los residuos y desechos peligrosos.

1.3.1.2 Decreto N° 41: Reglamento especial en materia de sustancias, residuos y desechos peligrosos

En el año dos mil entra en vigor el decreto N° 41 “Reglamento especial en materia de sustancias, residuos y desechos peligrosos” que, en conformidad con el Art. 57 de la Ley del Medio Ambiente tiene por objeto regular la introducción, tránsito, distribución y almacenamiento de sustancias peligrosas siendo responsable de su ejecución el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. En el decreto se mencionan los conceptos contenidos en la Ley, su Reglamento general, y también de la aplicabilidad de las definiciones contenidas en los instrumentos internacionales, ratificados por El Salvador, especialmente las del Artículo 2 de la Convención de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos y su Eliminación.

Toda la gestión adecuada de Desechos Peligrosos es ampliamente abordada en este reglamento, así por ejemplo detalla las obligaciones que tiene tanto el importador como el exportador para poder realizar un embarque de desechos peligrosos, siempre y cuando también cumplan con los lineamientos establecidos en los Convenios Internacionales firmados por El Salvador en esta materia, tal es el caso del Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos sobre los Desechos Peligrosos y su Eliminación.

En los Capítulos III y IV de este reglamento se abordan los temas relacionados a la Generación de Residuos Peligrosos (responsabilidades y clasificación); en el Capítulo V los temas de Transporte, Almacenamiento, Disposición y Manejo Ambientalmente Racional de los Desechos Peligrosos. El Capítulo VII trata del Transporte Internacional De Desechos Peligrosos. A su vez, en el Capítulo VIII que trata de Disposiciones Comunes para Sustancias, Residuos y Desechos Peligrosos, en donde se detalla la forma de cómo identificar el Transporte de los desechos según el tipo de material y las propiedades que este contenga. Esta identificación es importante, ya que es una forma de comunicar tanto al transportista como a la población del contenido que se está transportando y así tomar las debidas precauciones del caso (Decreto N° 41, 2000).

1.3.1.3 Decreto N° 39: Reglamento especial de aguas residuales

Este reglamento tiene por objeto velar porque las aguas residuales no alteren la calidad de los medios receptores, para contribuir a la recuperación, protección y aprovechamiento sostenibles del recurso hídrico respecto de los efectos de la contaminación. Su ámbito de aplicación es en todo el territorio nacional, independientemente de la procedencia y destino de las aguas residuales; sin perjuicio de las normas contenidas en la Ley del Medio Ambiente, en lo sucesivo la Ley, y sus demás reglamentos (Decreto N° 39, 2000).

1.4 Convenios internacionales

Un convenio internacional es una norma jurídica de naturaleza internacional, vinculante y obligatoria para los Estados que lo suscriben, normalmente escrita por sujetos de Derecho internacional y que se encuentra regido por este, que puede constar de uno o varios instrumentos jurídicos y siendo indiferente su denominación. Como acuerdo implica siempre la concurrencia mínima de dos personas jurídicas.

Como se muestra en la Tabla 1.6, El Salvador está suscrito en muchos convenios ambientales multilaterales relacionados; con la gestión de sustancias y desechos peligrosos, siendo instrumentos regulatorios para la importación de sustancias peligrosas, así como para la exportación de residuos y desechos peligrosos para su reutilización o disposición final mediante los adecuados movimientos transfronterizos.

Los instrumentos internacionales establecen medidas para la reducción de la importación y el consumo de ciertas sustancias peligrosas, especialmente de las sustancias agotadoras del ozono y de los plaguicidas extremadamente peligrosos.

Tabla 1.6 Convenios relacionados con la protección del medioambiente que involucran productos, residuos y desechos químicos

CONVENIO	OBJETO
Basilea	Regula estrictamente el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos y estipula obligaciones a las Partes para asegurar el manejo ambientalmente racional de los mismos, particularmente en lo referente a su disposición
Estocolmo	Proteger la salud humana y el medio ambiente de Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs). El convenio requiere que las Partes tomen medidas para eliminar o reducir la producción, utilización, importación, exportación y emisión al medio ambiente de COPs e incluye disposiciones en cuanto al acceso a la información, la sensibilización y formación del público y la participación en el desarrollo de planes de aplicación.
Rotterdam	Promover la responsabilidad compartida y los esfuerzos conjuntos de las Partes en la esfera del comercio internacional de ciertos productos químicos peligrosos a fin de proteger la salud humana y el medio ambiente frente a posibles daños y contribuir a su utilización ambientalmente racional, facilitando el intercambio de información acerca de sus características, estableciendo un proceso nacional de adopción de decisiones sobre su importación y exportación y difundiendo esas decisiones a las Partes
Minamata	Proteger la salud humana y el medio ambiente de las emisiones y liberaciones antropogénicas de mercurio y compuestos de mercurio.
Viena	Alentar a las partes a promover cooperación a través de observaciones sistemáticas, investigaciones e intercambio de información sobre el impacto de las actividades humanas en la capa de ozono y para adoptar medidas legislativas o

Continua...

Tabla 1.6 Convenios relacionados con la protección del medioambiente que involucran productos, residuos y desechos químicos (Continuación)

CONVENIO	OBJETO
	administrativas en contra de actividades que puedan producir efectos adversos en la capa de ozono.
Montreal	Proteger la capa de ozono reduciendo la producción y el consumo de numerosas sustancias que se ha estudiado que reaccionan con ella y se cree que son responsables del agotamiento de esta.

1.4.1 Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos sobre los Desechos Peligrosos y su Eliminación

El objetivo primordial del Convenio de Basilea es reducir al mínimo los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos entre Estados Partes, así como a prohibir la importación o exportación de desechos peligrosos si particularmente son países en desarrollo, o si se tienen razones para creer que tales desechos no serán sometidos a un manejo ambientalmente racional, entendido este como la adopción de todas las medidas posibles para garantizar que los desechos peligrosos y otros desechos se manejen de manera que queden protegidos el medio ambiente y la salud humana contra los efectos nocivos que pueden derivarse de tales desechos. El ámbito de aplicación del Convenio de Basilea cubre una amplia variedad de desechos definidos como “desechos peligrosos” sobre la base de su origen o composición, o en virtud de sus características peligrosas.

Las disposiciones del Convenio giran en torno a los principales objetivos siguientes:

- a. La disminución de la generación de desechos peligrosos y la promoción de la gestión ambientalmente racional de los desechos peligrosos, dondequiera que se realice su eliminación;
- b. La restricción de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos, salvo en los casos en que se estima que se ajusta a los principios de la gestión ambientalmente racional;
- c. Y un sistema reglamentario aplicable a casos en que los movimientos transfronterizos son permisibles.

El Convenio de Basilea fue firmado por El Salvador en el año de 1990 y ratificado en 1991. Este se incorpora a la legislación nacional mediante la Ley del Medio Ambiente y su Reglamento Especial en materia de Sustancias, Residuos y Desechos Peligrosos. En el marco del cumplimiento del Convenio de Basilea se pueden autorizar exportaciones de residuos y desechos peligrosos a Estados Parte que cuenten con tecnologías que garanticen que los mismos serán manejados de forma de prevenir contaminación ambiental y que no causarán

daños a la salud o el medio ambiente, de conformidad a lo establecido en los artículos 4 y 6 del citado Convenio.

La importación de desechos peligrosos se encuentra PROHIBIDA, de conformidad a lo establecido en el literal a, del artículo 4 del citado Convenio. Además, dicha prohibición se encuentra establecida en el artículo 59 de la Ley del Medio Ambiente, el cual cita: “Se prohíbe la introducción en el territorio nacional de desechos peligrosos, así como su tránsito, liberación y almacenamiento”.

1.4.1.1 Enmienda de prohibición del Convenio de Basilea

El Convenio de Basilea cuenta con una enmienda, conocida como “Enmienda de Prohibición del Convenio de Basilea”, la cual fue ratificada por El Salvador el 07 de diciembre de 2015. Dicha enmienda establece una salvaguarda complementaria al Convenio de Basilea para prevenir la exportación de desechos peligrosos desde países desarrollados hacia los países en vías de desarrollo.

El Convenio de Basilea se incorpora a la legislación nacional mediante Decreto Legislativo publicado en el Diario Oficial No. 115, Tomo No. 311, publicado en el Diario Oficial de fecha 24 de junio de 1991 y el Reglamento Especial en Materia de Sustancias, Residuos y Desechos Peligrosos, Decreto No. 41, del 31 de mayo de 2000, publicado en el Diario Oficial No. 1001, Tomo No. 347, del 01 de junio de 2000. Además, se cuenta con un Acuerdo Regional Centroamericano que prohíbe la importación de desechos peligrosos a la región, de conformidad a lo establecido en el artículo 11 del Convenio de Basilea (MARN, 2016).

1.4.2 Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes

El objetivo del Convenio de Estocolmo es proteger la salud humana y el medio ambiente frente a los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs), teniendo presente el principio de precaución contemplado en el Principio 15 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, del año 1992, donde se establece que, con el fin de proteger el medio ambiente, los Estados deberán aplicar ampliamente el criterio de precaución conforme a sus capacidades. Y cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta (in dubio pro-natura), no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces, en función de los costos, para impedir la degradación del medio ambiente.

Propiedades de los COPs de acuerdo con el Convenio:

“Los contaminantes orgánicos persistentes tienen propiedades tóxicas, son persistentes a la degradación, se bioacumulan y son transportados por el aire, el agua y las especies migratorias, a través de las fronteras internacionales y depositados lejos del lugar de su liberación, acumulándose en ecosistemas terrestres y acuáticos”.

El Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes comenzó regulando inicialmente 12 sustancias, que comprendían nueve plaguicidas (Aldrina, Clordano, Dieldrina, Endrina, Toxafeno, Mirex, Heptacloro y Hexaclorobenceno), un grupo de sustancias de uso industrial (Bifenilos policlorados) y dos grupos de sustancias de producción no intencional (Dioxinas y Furanos).

A partir de junio de 2000, el Órgano Ejecutivo en el ramo de Agricultura y Ganadería, mediante el Acuerdo Ejecutivo No. 151, del 27 de junio de 2000, estableció la prohibición del registro, importación, exportación, fabricación, comercialización y distribución de ingredientes activos de plaguicidas entre los que se incluyen 8 productos de uso agrícola regulados en el Convenio de Estocolmo. El Mirex no se registró en El Salvador, por lo que no se utilizó para uso agrícola o industrial.

El Convenio de Estocolmo sobre los Contaminantes Orgánicos Persistentes, fue firmado por El Salvador el 30 de julio de 2001, ratificado por la Asamblea Legislativa el 21 de febrero de 2008 y publicado en el Diario Oficial número sesenta, tomo 379, del 3 de abril de 2008.

El Convenio de Estocolmo tiene abierta la posibilidad de ampliar el número de sustancias o productos químicos a ser regulados, con la condición de que sean “compuestos orgánicos persistentes”. Es decir, las nuevas sustancias que se incorporen deben reunir las características necesarias para ser definidos como tales: naturaleza orgánica, persistentes, bioacumulables, con potencial de transporte a larga distancia en el medio ambiente y efectos adversos para la salud o el medio ambiente.

Durante la cuarta y quinta Conferencia de las Partes del Convenio de Estocolmo celebrada en Ginebra en mayo de 2009 y abril de 2011, se adoptaron las decisiones SC-4/10 a la SC-4/18 y la decisión SC-5/3 para enmendar los anexos A, B y C del Convenio mediante la inclusión de 10 nuevos productos químicos:

- a) Pesticidas: Clordecona, Alfa hexaclorociclohexano, Beta hexaclorociclohexano, Lindano, Pentaclorobenceno;
- b) Sustancias químicas industriales: Hexabromobifenil, Hexabromodifenil éter y Heptabromodifenil éter, Pentaclorobenceno, ácido Perfluorooctanosulfónico, sus sales y Perfluorooctanosulfonato de flúor (PFOs), Tetrabromodifenil éter y Pentabromodifenil éter, Endosulfán y sus isómeros relacionados; y
- c) Subproductos: Alfa Hexaclorociclohexano, Beta Hexaclorociclohexano y Pentaclorobenceno.

1.4.2.1 Eliminación de inventarios nacionales de Desechos Contaminantes Orgánicos Persistentes

Con base en el inventario nacional de desechos de Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs) realizado en el año 2009, a la fecha (año 2016) se ha logrado la eliminación del 92.8% del total de desechos, encontrándose el 7.2% restante en almacenamiento temporal, a la

espera de su eliminación mediante transformación irreversible en hornos de alta temperatura (MARN, 2016).

1.4.3 Convenio de Minamata sobre el mercurio

Establecido en Kumamoto, Japón, el objetivo de este tratado global es proteger la salud humana y el medio ambiente de las emisiones y liberaciones antropogénicas de mercurio y compuestos de mercurio. Incluye disposiciones en materia de información pública, educación ambiental, fomento de la participación y fortalecimiento de capacidades. El Salvador forma parte con el decreto Legislativo No. 595, establecido el 26 de enero de 2017 (Diario Oficial No. 37, Tomo No. 414) y entró en plena vigencia para El Salvador el 17 de septiembre de 2017.

El convenio parte de la preocupación mundial debido al transporte de mercurio a larga distancia en la atmósfera, su persistencia en el medio ambiente tras su introducción antropogénica, su capacidad de bioacumulación en los ecosistemas y sus importantes efectos adversos para la salud humana. Brinda lecciones importantes aprendidas de la enfermedad de Minamata, en particular los graves efectos adversos para la salud y el medio ambiente derivados de la contaminación por mercurio, y la necesidad de garantizar una gestión adecuada del mercurio y de prevenir incidentes de esa índole en el futuro.

El fin del convenio es la prevención de problemas de salud, especialmente en los países en desarrollo, derivados de la exposición al mercurio de las poblaciones vulnerables, en particular las mujeres, los niños y, a través de ellos, las futuras generaciones.

1.5 Residuos y desechos peligrosos

En la actualidad, la producción de una gran variedad de productos y servicios, así como las tendencias en su demanda, han impulsado el uso de nuevos materiales, sustancias y productos a un ritmo cada vez más acelerado, aumentando la generación de residuos o desechos peligrosos derivados de las diferentes actividades económicas. En los últimos años la concepción de generación de residuos y desechos ha cambiado, sobre todo en los países desarrollados, que están emitiendo leyes, que prohíben el uso de algunos materiales que se convertirán después de su uso en desechos, esto aplica para materiales de empaque y embalaje en su mayoría.

Además, es importante mencionar que los países desarrollados disponen de las tecnologías adecuadas para el reciclaje de una gran cantidad de residuos, para el caso de los desechos, los disponen ya sea en vertederos de seguridad o en incineradoras, esta última puede tener sus ventajas sobre otras tecnologías, por el aprovechamiento de la temperatura de los gases de salida, haciendo el proceso económicamente rentable.

La concepción de residuo y desecho ha cambiado a lo largo del tiempo, llegando en el pasado a considerarse de manera similar, no hacían diferencia entre uno y el otro.

1.5.1 Residuo

Es todo material resultante de los procesos de producción, transformación y utilización, que sea susceptible de ser tratado, reusado, reciclado o recuperado, en las condiciones tecnológicas y económicas del momento específicamente por la extracción de su parte valorizable. Hay objetos o materiales que son residuos en determinadas situaciones.

1.5.1.1 Residuo peligroso

De conformidad al Decreto N° 41 un residuo peligroso se define como un material que reviste características peligrosas, que después de servir a un propósito específico todavía conserva propiedades físicas y químicas útiles, y por lo tanto puede ser reusado, reciclado, regenerado o aprovechado con el mismo propósito u otro diferente (Decreto N° 41, 2000).

1.5.1.2 Tipos de residuos

Para poder disponer de los residuos eficazmente es importante distinguir los distintos tipos que hay. Es muy distinto el residuo industrial que el agrícola o que el doméstico y también son totalmente diferentes los residuos gaseosos o líquidos que los sólidos, o los radiactivos y los que no lo son. Otros tipos de residuos son:

- a) Residuos sólidos urbanos: Los que componen la basura doméstica.
- b) Residuos industriales: Dentro de los residuos que genera la industria es conveniente diferenciar entre:
 - a) Inertes: Que son escombros y materiales similares, en general, no peligrosos para el medio ambiente, aunque algunos procedentes de la minería pueden contener elementos tóxicos.
 - b) Similares a residuos sólidos urbanos: Restos de comedores, oficinas, entre otros.
- c) Residuos peligrosos: Que por su composición química u otras características requieren tratamiento especial.
- d) Residuos agrarios: Son los que proceden de la agricultura, la ganadería, la pesca, las explotaciones forestales o la industria alimenticia.
- e) Residuos radiactivos: Materiales que emiten radiactividad (Armentia, 2008).

1.5.2 Desecho

Material o energía resultante de la ineficiencia de los procesos y actividades, que no tienen uso directo y es descartado permanentemente (Decreto N° 233, 1998).

1.5.2.1 Desecho peligroso

Es cualquier material sin uso directo o descartado permanentemente que por su actividad química o por características corrosivas, reactivas, inflamables, tóxicas, explosivas, combus-

ción espontánea, oxidante, infecciosa, bioacumulativas, ecotóxicas o radiactivas u otras características, que ocasionen peligro o ponen en riesgo la salud humana o el ambiente, ya sea por si solo o al contacto con otro desecho (Decreto N° 233, 1998).

Según Decreto N° 41, Art 23 Reglamento Especial en Materia de Residuos y Desechos Peligrosos, El Salvador. Se consideran desechos peligrosos las categorías presentes en la Tabla 1.7:

Tabla 1.7 Categorías de desechos peligrosos según Decreto N° 41 de El Salvador

Categoría	Desecho
Y0	Todos los desechos que contengan o se encuentren contaminados por radionucleidos cuya concentración o propiedades puedan ser el resultado de actividad humana.
Y1	Desechos Clínicos resultantes de la atención médica prestada en hospitales, centros médicos y clínicas
Y2	Desechos resultantes de la producción y preparación de productos farmacéuticos.
Y3	Desechos de medicamentos y productos farmacéuticos.
Y4	Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de biocidas y productos fitofarmacéuticos.
Y5	Desechos resultantes de la fabricación, preparación y utilización de Productos químicos para la preservación de la madera.
Y6	Desechos resultantes de la producción, preparación y la utilización de disolventes orgánicos.
Y7	Desechos que contengan cianuros, resultantes del tratamiento térmico y las operaciones de temple.
Y8	Desechos de aceites minerales no aptos para el uso a que estaban destinados.
Y9	Mezclas y emulsiones de desecho de aceite y agua o de hidrocarburos y agua.
Y10	Sustancias y artículos de desechos que contengan, o estén contaminados por bifenilos policlorados (PCB), terfenilos policlorados (PCT) o bifenilos polibromados (PBB).
Y11	Residuos alquitranados resultantes de la refinación, destilación o cualquier otro tratamiento pirolítico.
Y12	Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices.
Y13	Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de resinas, látex, plastificantes o colas y adhesivos.
Y14	Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan.
Y15	Desechos de carácter explosivo que no estén sometidos a una legislación diferente.
Y16	Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de productos químicos y materiales para fines fotográficos.
Y17	Desechos resultantes del tratamiento de superficie de metales y plástico.
Y18	Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales
Y19	Metales carbonilos.
Y20	Berilio, compuestos de Berilio.

Continua... 23

**Tabla 1.7 Categorías de desechos peligrosos según Decreto N° 41 de El Salvador
(Continuación)**

Categoría	Desecho
Y21	Compuestos de Cromo Hexavalente.
Y22	Compuestos de Cobre.
Y23	Compuestos de Zinc.
Y24	Arsénico, compuestos de arsénico.
Y25	Selenio, compuestos de selenio.
Y26	Cadmio, compuestos de Cadmio.
Y27	Antimonio, compuestos de antimonio.
Y28	Telurio, compuestos de Telurio.
Y29	Mercurio, compuestos de Mercurio.
Y30	Talio, compuestos de Talio.
Y31	Plomo, compuestos de plomo.
Y32	Compuestos inorgánicos de flúor, con exclusión del fluoruro cálcico.
Y33	Cianuros inorgánicos.
Y34	Soluciones ácidas o ácidos en forma sólida.
Y35	Soluciones básicas o bases en forma sólida.
Y36	Asbesto (polvo y fibras).
Y37	Compuestos orgánicos de fósforo.
Y38	Cianuros orgánicos.
Y39	Fenoles, compuestos fenólicos, con inclusión de clorofenoles.
Y40	Éteres.
Y41	Solventes orgánicos halogenados.
Y42	Disolventes orgánicos, con exclusión de disolventes halogenados.
Y43	Cualquier sustancia del grupo de los dibenzofuranos policlorados.
Y44	Cualquier sustancia del grupo de las dibenzoparadioxinas policloradas.
Y45	Compuestos organohalogenados, que no sean las sustancias mencionadas en el presente anexo (por ejemplo: Y39, Y41, Y42, Y43, Y44).
Y46	Desechos recogidos de los hogares. Residuos cloacales.
Y47	Residuos resultantes de la incineración de desechos de los hogares.

Fuente: (Decreto N° 41, 2000)

1.5.3 Clasificación de los residuos y desechos peligrosos

La caracterización, selección e identificación de los desechos es básica en el programa de gestión, para evitar riesgos debidos a una manipulación, transporte o almacenamiento inadecuado. Asimismo, facilita el tratamiento que debe efectuarse para su eliminación. A continuación, se presenta la clasificación y definición general según sus propiedades (Armentia, 2008).

1.5.3.1 Sustancias explosivas

Se entiende por materia explosiva aquellas sustancias o mezcla de ellas que son capaces por sí mismas y mediante una reacción química, de emitir un gas a una presión que pueda ocasionar daño a la salud humana y al ambiente.

Dentro de estas sustancias se encuentran: las sustancias explosivas, artículos explosivos y sustancias que producen efecto explosivo pirotécnico. Se subdivide en seis subclases:

- a) Materiales y artículos que presentan riesgo de explosión de toda la masa (como la nitroglicerina y la dinamita).
- b) Materiales y artículos que presentan riesgo de proyección, pero no de explosión de toda la masa.
- c) Materiales y artículos que presentan riesgo de incendio y de que se produzcan pequeños efectos de onda de choque o proyección, pero no un riesgo de explosión de toda la masa.
- d) Materiales y artículos que no presentan riesgos notables, generalmente se limita a daños en el embalaje.
- e) Materiales muy poco sensibles que presentan riesgo de explosión de toda la masa pero que la posibilidad de explosión es remota.
- f) Materiales extremadamente insensibles que no presentan riesgo de explosión de toda la masa.

1.5.3.2 Gases

- a) Gases inflamables. Incluyen generalmente a hidrocarburos procedentes de la destilación del petróleo o de fuentes de gas natural (propano, hidrógeno).
- b) Gases no inflamables, no venenosos y no corrosivos. Son gases que no se queman con facilidad, y la combustión puede llevarse a cabo solo en condiciones extremas (nitrógeno, helio).
- c) Gases venenosos. Conformado por mezclas estables de gases, pero capaces de reaccionar con los compuestos orgánicos de las células produciendo la muerte (Cloro, fosgeno).

1.5.3.3 Líquidos inflamables

Son líquidos, mezclas de líquidos, o líquidos conteniendo sólidos en solución o suspensión, que liberan vapores inflamables a temperaturas relativamente bajas, pudiendo arder en presencia de una llama o una chispa bajo ciertas condiciones de presión y temperatura generando incendios o siniestros. Estos se clasifican de acuerdo con el punto de inflamabilidad, según la temperatura más baja a la que el líquido desprende vapores en cantidad suficiente para formar una mezcla inflamable en las proximidades de su superficie:

- a) Punto de inflamabilidad bajo (inferior a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$).
- b) Punto de inflamabilidad medio (igual o superior a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ e inferior a $23\text{ }^{\circ}\text{C}$).
- c) Punto de inflamabilidad alto (igual o superior a $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ e inferior a $61\text{ }^{\circ}\text{C}$).

En esta clase también se incluyen igualmente las materias sólidas en estado fundido cuyo punto de inflamación es superior a $61\text{ }^{\circ}\text{C}$ y que sean entregadas al transporte o transportadas en caliente a una temperatura igual o superior a su punto de inflamación. También se incluyen

las materias líquidas explosivas desensibilizadas (materias líquidas explosivas preparadas en solución o en suspensión en agua o en otros líquidos de modo que formen una mezcla líquida homogénea exenta de propiedades explosivas).

1.5.3.4 Sólidos inflamables

Son las sustancias que se encienden con facilidad, y que en consecuencia representan un peligro de incendio bajo las condiciones industriales normales:

- a) Sólidos inflamables. Son sólidos que en condiciones normales de transporte son inflamables y pueden favorecer incendios por fricción (magnesio, fósforo rojo).
- b) Sustancias que pueden presentar combustión espontánea. Son espontáneamente inflamables en condiciones normales de transporte o al entrar en contacto con el aire (fósforo blanco).
- c) Sustancia que en contacto con el agua despiden gases inflamables o tóxicos (sodio, potasio).
- d) Sustancias venenosas. Son sólidos o líquidos que pueden causar efectos graves y perjudiciales para la salud del ser humano si se inhalan sus vapores o entran en contacto con la piel (cianuro de potasio, cloruro de mercurio).

1.5.3.5 Sustancias infecciosas

Se consideran sustancias infecciosas aquellas que contienen microorganismos patógenos viables tales como: bacterias, protozoarios, virus, hongos, recombinantes híbridos y mutantes, de los que se saben o se sospecha pudieran originar enfermedades en humanos y en animales, con la suficiente virulencia y concentraciones que pueda producir una enfermedad infecciosa o tóxi - infecciosa.

1.5.3.6 Sustancias corrosivas

Son sustancias ácidas o básicas que causan lesiones visibles en la piel y otros tejidos vivos tales como: quemaduras o erosiones o corroen los metales. Algunas de estas sustancias son volátiles y desprenden vapores irritantes; pueden desprender gases tóxicos cuando se descomponen (hidróxido de sodio, ácido sulfúrico).

Para caracterizar una sustancia como corrosiva debe presentar cualquiera de las siguientes propiedades:

- a) Que sea acuosa y tenga un pH menor o igual a 2, o mayor o igual a 12,5;
- b) Que sea un líquido y corroa el acero a una tasa mayor de 6,35 mm por año, a una temperatura de ensayo de 55 °C.

1.5.3.7 Sustancias tóxicas

Son aquellas sustancias que puede causar daño a la salud humana y al ambiente. Son los materiales sólidos, pastosos, líquidos, así como los gaseosos contenidos en recipientes, que, siendo el resultado de un proceso de producción, transformación, utilización o consumo, su productor destine al abandono y contengan en su composición alguna de las sustancias y materias que representen un riesgo para la salud humana, recursos naturales y medio-ambiente.

1.5.3.8 Sustancias crónicas

Su efecto pernicioso en la salud humana y medio ambiental es de carácter permanente.

1.5.3.9 Sustancias reactivas

Sustancia cuya característica química la hace inestable ante variaciones de su entorno. Se considera una sustancia reactiva aquella que al mezclarse o ponerse en contacto con otros elementos, compuestos, sustancias o residuos, pueda tener cualquiera de las siguientes propiedades:

- a) Ser normalmente inestable y reaccionar de forma violenta e inmediata sin detonar.
- b) Interactuar violentamente con agua.
- c) Generar gases, vapores y humos tóxicos en cantidades suficientes para provocar daños a la salud o al medio ambiente cuando es mezclado con agua.
- d) Poseer, entre sus componentes, sustancias que por reacción liberan gases, vapores o humos tóxicos en cantidades suficientes para poner en riesgo a la salud humana o al medio ambiente.
- e) Ser capaz de producir una reacción explosiva o detonante bajo la acción de un fuerte estímulo inicial o de calor en ambientes confinados.
- f) Aquél que produce una reacción endotérmica o exotérmica al ponerse en contacto con el aire, agua o cualquier sustancia o elemento.

1.5.3.10 Sustancias radioactivas

Es una clase especial de sustancia, producto de plantas de generación nuclear, aparatos usados en hospitales, o de medición específicos, que usan radioisótopos o bien producto de un proceso de fabricación de armas o centrales nucleares. También se entiende por sustancia radioactiva, cualquier materia que contenga compuestos, elementos o isótopos, con una actividad radiactiva por unidad de masa superior a 70 K Bq/Kg (setenta kilos becquerelios por kilogramo) o 2nCi/g (dos nanocuries por gramo), capaces de emitir, de forma directa o indirecta, radiaciones ionizantes de naturaleza corpuscular o electromagnética que en su interacción con la materia produce ionización en niveles superiores a las radiaciones naturales de fondo.

1.5.3.11 Sustancias orgánicas

Todo desecho de origen biológico, que alguna vez estuvo vivo o fue parte de un ser vivo, por ejemplo: hojas, ramas, cáscaras y residuos de la fabricación de alimentos en el hogar, entre otros.

1.5.3.12 Sustancias inorgánicas

Todo desecho de origen no biológico, de origen industrial o de algún otro proceso no natural, por ejemplo: plástico, telas sintéticas, entre otras.

Adicionalmente, según Decreto No.41, Art 52 Reglamento Especial en Materia de Residuos y Desechos Peligrosos, El Salvador. Se consideran residuos y desechos peligrosos las categorías detalladas en la Tabla 1.8.

Tabla 1.8. Clasificación de Riesgos y número de identificación según Decreto N° 41 de El Salvador

N.º CLASE	DESCRIPCIÓN
1	Explosivos clases 1.1, 1.2, 1.3, 1.4 y 1.5
2	Gases inflamables, no inflamables y venenosos
3	Líquidos inflamables
4	Sólidos inflamables, sustancias de combustión espontánea y sustancias que reaccionan con el agua
5	Sustancias comburentes y peróxidos orgánicos
6	Sustancias venenosas y sustancias infecciosas
7	Sustancias radiactivas
8	Sustancias corrosivas
9	Materiales peligrosos misceláneos por ninguna de las otras clases (peligrosas varias)

Fuente: (Decreto N° 41, 2000)

A su vez el número de clases se subdivide de la manera en que se muestra en la Tabla 1.9:

Tabla 1.9 Subdivisión de Clases según riesgos y número de identificación

CLASE	SUBDIVISIÓN
CLASE 1	EXPLOSIVOS
División 1.1	Explosivos con peligro de explosión en masa
División 1.2	Explosivos con peligro de proyección
División 1.3	Explosivos con un peligro predominante de incendio
División 1.4	Explosivos con peligro de estallido no significativo
División 1.5	Explosivos muy insensibles
CLASE 2	GASES

Continua...

**Tabla 1.9 Subdivisión de Clases según riesgos y número de identificación
(Continuación)**

CLASE	SUBDIVISIÓN
División 2.1	Gases inflamables
División 2.2	Gases no inflamables
División 2.3	Gases venenosos
CLASE 3	LÍQUIDOS INFLAMABLES
División 3.1	Punto de ignición abajo -18 °C
División 3.2	Punto de ignición a 18 °C o más, pero menos de 23 °C
División 3.3	Punto de ignición de 23 °C hasta 61 °C
CLASE 4	SÓLIDOS INFLAMABLES
División 4.1	Sólidos inflamables
División 4.2	Materiales espontáneamente combustibles
División 4.3	Materiales que son peligrosos con la humedad
CLASE 5	OXIDANTES Y PERÓXIDOS ORGÁNICOS
División 5.1	Oxidantes
División 5.2	Peróxidos orgánicos
CLASE 6	MATERIALES VENENOSOS E INFECCIOSOS
División 6.1	Materiales altamente venenosos (tóxicos)
División 6.2	Materiales venenosos (tóxicos)
División 6.3	Materiales etiológicos (infecciosos)
CLASE 7	MATERIALES RADIACTIVOS
CLASE 8	MATERIALES CORROSIVOS
CLASE 9	MATERIALES PELIGROSOS DIVERSOS

Fuente: (Decreto N° 41, 2000)

1.5.4 Clasificación CRETIB

En México la norma NOM-052-SEMARNAT-1993 define CRETIB como: "El código de clasificación de características que contienen los residuos peligrosos y que significan: corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable y biológicos infeccioso" (NOM-052-SEMARNAT-2005, 2006). De acuerdo con la NOM-052-SEMARNAT-2005, un material puede presentar una o varias características que están definidas por el código CRETIB el cual significa:

- a. C: corrosivo, Capacidad de un compuesto de disolver a otro. Se indica por el pH.
- b. R: reactivo, Característica para los residuos peligrosos, porque residuos inestables pueden poseer un problema explosivo en alguna etapa dentro del ciclo de manejo de residuos.
- c. E: explosivo, Capacidad de las sustancias químicas que provocan una liberación instantánea de presión, gas y calor a temperatura, ocasionado por un choque repentino, presión o alta temperatura. De otra forma son aquellas que producen una expansión repentina, por turbulencia, originada por la ignición de cierto volumen de va-

- por inflamable, acompañado por ruido, junto con fuerzas físicas violentas capaces de dañar seriamente las estructuras por la expansión rápida de los gases.
- d. T: tóxico, Capacidad de una sustancia para producir daños en los tejidos vivos, lesiones en el sistema nervioso central, enfermedad grave o en casos extremos la muerte, cuando se ingiere, inhala o se absorbe a través de la piel.
 - i. Te: Toxicidad Ambiental: La característica de una sustancia o mezcla de sustancias que ocasiona un desequilibrio ecológico.
 - ii. Th: Toxicidad aguda: El grado en el cual una sustancia o mezcla de sustancias puede provocar, en un corto periodo de tiempo o en una sola exposición, daños o la muerte de un organismo.
 - iii. Tt: Toxicidad Crónica: Es la propiedad de una sustancia o mezcla de sustancias de causar efectos dañinos a largo plazo en los organismos, generalmente a partir de exposiciones continuas o repetidas y que son capaces de producir efectos cancerígenos, teratogénicos o mutagénicos.
 - e. I: inflamable, es la medida de la facilidad que presenta un gas, líquido o sólido para encenderse y de la rapidez con que, una vez encendido, se diseminarán sus llamas. Cuanto más rápida sea la ignición, más inflamable será el material. Los líquidos inflamables no lo son por sí mismos, sino que lo son debido a que su vapor es combustible.
 - f. B: Biológico-Infecioso, Un residuo es biológico- infeccioso cuando: el residuo contiene bacterias, virus u otros microorganismos con capacidad de infección; contiene toxinas producidas por microorganismos con capacidad de infección (Armentia, 2008).

1.5.5 Clasificación de residuos y desechos químicos con enfoque al tratamiento de estos (recuperación/eliminación)

Basado en las propiedades de los residuos, tales como composición, estado físico y característica de peligrosidad. Disminuyendo los exámenes de laboratorio para examinar si un residuo/desecho es peligroso. La identificación de estos es necesaria para evitar riesgos debidos a una manipulación, transporte o almacenamiento inadecuado. Todos los tipos de residuos mencionados anteriormente se incluyen dentro de la clasificación siguiente (NTP 480, 1998):

1.5.5.1 Grupo 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, bromo formo, entre otros. En la Tabla 1.10 se presentan las familias de los disolventes halogenados.

Tabla 1.10 Familia de disolventes halogenados

FAMILIA DE DISOLVENTES	DISOLVENTES ESPECÍFICOS
Hidrocarburos Alifáticos	Cloroformo, Cloruro De Metileno, Tricloroetileno, Tetracloruro De Carbono, Triclorotrifluoretano, Bromometano, Iodometano.
Hidrocarburos Aromáticos	Clorobenceno, Diclorobenceno, Diclorofeno, Bromotolueno, Bromobutano, Bromotolueno, Clorotolueno, Hexafluorobenceno, Iodobenceno
Alcoholes Halogenados	Tricloroetanol, Cloropropanol, Cloropropanodiol, Alcohol Clorobencílico, Fluoroetanol
Aminas Halogenadas	Bromoanilina, Clorobencilamina, Iodoanilina, Dicloroanilina, Tricloroanilina
Esteres Halogenados	Bromoacetatos, Cloroacetatos, Cloropropionatos, Cloroformiatos
Amidas Halogenadas	Bromoacetanilida, Cloroacetamida, Ácido Ortoiodohipúrico

Fuente: (Armentia, 2008)

1.5.5.2 Grupo 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. En la Tabla 1.11 se presentan las familias de los disolventes no halogenados.

Tabla 1.11 Familia de disolventes no halogenados

FAMILIA DE DISOLVENTES	DISOLVENTES ESPECÍFICOS
Hidrocarburos Cíclicos	Ciclohexano, metilciclohexano.
Derivados de Hidrocarburos Alifáticos	Pentano, hexano, decano, dimetilformamida (DMF), acetonitrilo.
Hidrocarburos Aromáticos	Benceno, tolueno, xileno, estireno, cumeno.
Alcoholes	Metanol, etanol, isopropanol (IPA), butanol, alcohol amílico, alcohol alílico, etilenglicoles, polialcoholes.
Cetonas	Acetona, metilbutilcetona, propanona, ciclohexilbutilcetona, cetonas aromáticas.
Esteres	Acetato de metilo, acetato de etilo, acetato de butilo, acetato de amilo, lauratos, succinatos, glutaratos, acrilatos.
Aminas Alifáticas	Butilamina, metilamina, trietilamina
Resinas no Halogenadas	-
Aminas Aromáticas	Anilina, toluidina, fenilendiamina, nitroanilina, cloroanilina, metilanilina, fenilpiperacina.

Continúa...

**Tabla 1.11 Familia de disolventes no halogenados
(Continuación)**

FAMILIA DE DISOLVENTES	DISOLVENTES ESPECÍFICOS
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	Antraceno, bifenilo, naftaleno, fluoreno, indeno, pireno.
Compuestos sulfurados	Tiofenol, etilmercaptano (etanotiol), sulfuro de dialilo, sulfuro de dimetilo, difenilo disulfuro.
Otros	Dimetilsulfóxido (DMSO), sulfuro de carbono, dioxano, tetrahidrofurano (THF), sulfato de metilo, sulfato de etilo

Fuente: (Armentia, 2008)

1.5.5.3 Grupo 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 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:

- a) Soluciones acuosas inorgánicas: Soluciones acuosas básicas: Hidróxido sódico, hidróxido potásico.
- b) Soluciones acuosas de metales pesados: Níquel, plata, cadmio, selenio.
- c) Soluciones acuosas de cromo VI.
- d) Otras soluciones acuosas inorgánicas: sulfatos, fosfatos, cloruros.
- e) Soluciones acuosas orgánicas o de alta DQO: Soluciones acuosas de colorantes.
- f) Soluciones de fijadores orgánicos: Formol, fenol, glutaraldehído.
- g) Mezclas agua/disolvente: Efluentes de cromatografía, metanol/agua.

1.5.5.4 Grupo 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.

1.5.5.5 Grupo V: Aceites

Este grupo corresponde a los aceites minerales derivados de muestras analizadas, operaciones de mantenimiento, etc. En el caso de que exista la sospecha de que los aceites estén contaminados con compuestos bifenilos policíclicos (PCB's) se recomienda, recogerlos separadamente, para facilitar su eliminación.

1.5.5.6 Grupo VI: Sólidos

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:

- a) 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.
- b) Sólidos inorgánicos: A este grupo pertenecen los productos químicos de naturaleza inorgánica. Por ejemplo, sales de metales pesados.
- c) 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.

1.5.5.7 Grupo VII: Especiales

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 desechos de los otros grupos. Ejemplos:

- a) Comburentes (peróxidos).
- b) Compuestos pirofóricos
- c) Compuestos muy reactivos, metales alcalinos, hidruros, compuestos con halógenos activos, compuestos polimerizables, compuestos peroxidables, restos de reacción, productos no etiquetados.

Los diferentes tipos de clasificación tienen sus ventajas y desventajas. A continuación, en la Tabla 1.12 se presenta un resumen de las clasificaciones mostradas:

Tabla 1.12 Resumen de clasificaciones para los residuos y desechos químicos peligrosos

TIPOS	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN PROPUESTA
General (Armentia, 2008)	Tomado del Manual de Gestión de Residuos y Seguridad en Laboratorios Centro de desarrollo tecnológico. Toma como base las sus propiedades peligrosas, sin explorar a profundidad cada característica.	Sustancias explosivas
		Gases
		Líquidos Inflamables
		Sólidos inflamables
		Sustancias infecciosas
		Sustancias corrosivas
		Sustancia tóxica

Continúa...

**Tabla 1.12 Resumen de clasificaciones para los residuos y desechos químicos peligrosos
(Continuación)**

TIPOS	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN PROPUESTA
		Sustancia crónica
		Sustancias reactivas
		Sustancia orgánica
		Sustancia inorgánica
Marco legal nacional aplicable Decreto N° 41	Tomado del Reglamento Especial en Materia de Residuos y Desechos Peligrosos, Capítulo VII del transporte internacional de desechos peligrosos Art. 52 de El Salvador. Hace hincapié a la debida identificación de los residuos y desechos indicando nombres, clasificación de riesgo, número de identificación, tipo y número de envases y embalaje.	Explosivos clases 1.1, 1.2, 1.3, 1.4 y 1.5, 2
		Gases inflamables, no inflamables y venenosos
		Líquidos inflamables
		Sólidos inflamables, sustancias de combustión espontánea y sustancias que reaccionan con el agua
		Sustancias comburentes y peróxidos orgánicos
		Sustancias venenosas y sustancias infecciosas
		Sustancias radiactivas
		Sustancias corrosivas
		Materiales peligrosos misceláneos por ninguna de las otras clases (peligrosas varias)
CRETIB	Código de clasificación de características que contienen los residuos peligrosos y que significan: corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable y biológicos infeccioso.	Corrosivo
		Reactivo
		Explosivo
		Toxico
		Inflamable
		Biológico - infeccioso
Clasificación basada en la recuperación/eliminación de los residuos y desechos químicos peligrosos	Tomado de NTP 480: “La gestión de los residuos peligrosos en los laboratorios universitarios y de investigación” está basado en las propiedades de los residuos, tales como composición, estado físico y característica de peligrosidad. Disminuyendo los exámenes de laboratorio para examinar si un residuo/desecho es peligroso.	Halogenados
		No halogenados
		Disoluciones acuosas
		Ácidos
		Aceites
		Sólidos
		Especiales

1.6 Tratamientos aplicados a los residuos y desechos peligrosos

Según el Reglamento Especial en Materia de Sustancias, Residuos y Desechos Peligrosos de El Salvador, define el tratamiento de desechos peligrosos, como:

“Cualquier proceso destinado a modificar las características físicas, químicas o biológicas con disminuir su peligrosidad o de reducir su volumen” (Decreto N° 41, 2000).

De acuerdo con la Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos, los procesos para el tratamiento de los residuos y desechos peligrosos son los siguientes tipos:

- a) Físicoquímicos
- b) Estabilización – solidificación
- c) Biológicos, y
- d) Térmicos

Es importante recalcar que cada uno de estos procesos de tratamiento producirá otros residuos como emisiones atmosféricas, efluentes y residuos sólidos que requerirán una gestión especial posterior en función de las características que presenten (Martínez, 2005).

1.6.1 Tratamientos Físicoquímicos

Los tratamientos físicoquímicos incluyen tanto los procesos físicos como químicos que implican una modificación en las propiedades químicas y/o físicas de los residuos y desechos (Martínez, 2005).

Según M. Sc. Ing. Qco. Javier Martínez, en la gestión de los residuos y desechos, los tratamientos físicoquímicos permiten cumplir con las siguientes funciones:

- a. Permiten la recuperación de un compuesto para su posterior utilización como materia prima en otro proceso.
- b. Permite separar los componentes peligrosos de la masa total del residuo.
- c. Reducen la peligrosidad del residuo mediante la transformación de sus componentes y los transforma en compuestos menos peligrosos o reduce la movilidad de estos en el medio ambiente.
- d. Transforman el residuo en un material que cumpla con las condiciones para ingresar a otro sistema de tratamiento o al sistema de disposición final.

Generalmente, los tratamientos físicos son el primer paso para continuar con el proceso del tratamiento del residuo o desecho generado; entre ellos los más utilizados son: la filtración, la sedimentación o separación por gravedad, centrifugación, floculación, flotación, evaporación, destilación, arrastre con aire o vapor, adsorción en carbón, intercambio iónico, autoclavado, irradiación con microondas; estos dos últimos utilizados en la esterilización de residuos infecciosos (Martínez, 2005).

Mientras que los tratamientos químicos implican la adición de una serie de compuestos químicos para transformar el residuo y obtener las características deseadas como producto final. Entre los tratamientos químicos más utilizados se pueden mencionar la neutralización,

la precipitación, la oxidación-reducción, la descomposición por oxidación y la declorinación con metales alcalinos (Martínez, 2005).

1.6.2 Tratamiento por estabilización – solidificación

Los tratamientos de estabilización-solidificación es aplicable en el caso de lodos y sólidos de carácter inorgánico. La estabilización consiste en un proceso de transformación por medio de reacciones químicas donde estas fijan los compuestos tóxicos en polímeros impermeables o cristales estables y permiten que los residuos peligrosos pasen a formas menos tóxicas o móviles o solubles. Con la técnica de estabilización se mejoran las características físicas del residuo tratado, se disminuye el área superficial de transferencia de los contaminantes, además de la reducción de la solubilidad y toxicidad de los contaminantes (Martínez, 2005).

La solidificación consiste en un tratamiento que genera una masa sólida monolítica de residuos tratados a través del empleo de aditivos que permiten incrementar la dureza, disminuir la compresibilidad y permeabilidad del residuo para facilitar el manejo, transporte y disposición final (Martínez, 2005).

El objetivo principal del tratamiento de estabilización-solidificación es mejorar las características físicas y disminuir el área superficial para reducir la transferencia de masa y la solubilidad de los contaminantes presentes. En este tratamiento intervienen mecanismos como el macro encapsulamiento, micro encapsulamiento, absorción, adsorción, intercambio iónico, precipitación y transformaciones químicas. Este tratamiento es empleado para residuos inorgánicos con no más del 10 al 20% de materia orgánica (Martínez, 2005).

1.6.3 Tratamientos Biológicos

Los tratamientos biológicos consisten en la descomposición de contaminantes por acción de un conjunto de microorganismos como bacterias. Estos tratamientos tienen una aplicación limitada cuando se trata de residuos tóxicos ya que los microorganismos empleados pueden ser sensibles a las sustancias tóxicas presentes. La capacidad de procesamiento de los tratamientos biológicos es limitada y se restringe a escenarios donde las concentraciones de contaminantes son bajas, además afectan las variables de temperatura y pH. Ejemplos de tratamientos biológicos son el tratamiento en el suelo o landfarming y el tratamiento in situ de suelos contaminados o biorremediación (Martínez, 2005).

1.6.4 Tratamientos térmicos

Son tratamientos térmicos la incineración, el pirólisis, las tecnologías de arco de plasma, la oxidación en sal fundida, entre otros, los cuales presentan la ventaja de reducir el volumen de los residuos de forma significativa. De estos, la incineración es la técnica más usada para el tratamiento de residuos y desechos peligrosos, la cual debe ser cuidadosamente diseñada y operado tomando en cuenta las variables de temperatura, tiempo de residencia y turbulencia. Los incineradores para residuos peligrosos son diseñados para operar en un rango de temperaturas entre 850 a 1600°C con un tiempo de residencia de 2 segundos como

mínimo. Otro factor importante en la incineración es el control de las emisiones atmosféricas ya que en las emisiones pueden aparecer compuestos tóxicos a partir del producto original tratado (Martínez, 2005).

1.7 Riesgos asociados a los residuos y desechos peligrosos

En base a la Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos “el riesgo asociado a un residuo peligroso se refiere a la probabilidad de que se produzcan efectos adversos en la salud humana, el ecosistema, los comportamientos ambientales o los bienes, en función de la exposición directa a dichos residuos o a la contaminación generada por las actividades de manejo de estos. Por tanto, el nivel de riesgo será una función de la peligrosidad del residuo o del tipo, magnitud y duración de la exposición”. Esta definición se ejemplifica de la siguiente manera:

$$\text{Riesgo} = f(\text{peligro}, \text{exposición})$$

Se comprende de esa relación que el riesgo se logra disminuir si se realiza la gestión adecuada del residuo o desecho peligroso a través del conocimiento y la evaluación de las consecuencias que pueda representar. Este estudio se realiza mediante la evaluación de riesgo la cual comprende una serie de etapas donde se estiman la magnitud y la probabilidad de ocurrencia de los efectos adversos derivados de los residuos y/o desechos peligrosos. La evaluación de riesgo tiene como objetivo proporcionar una valoración cuantitativa y cualitativa de los riesgos asociados a una determinada situación con el propósito de ayudar en la toma de decisiones sobre la aceptación del riesgo y a establecer las medidas a adoptar para prevenir y minimizar el impacto que pueda ocasionar (Martínez, 2005).

Según la Guía Metodológica de Análisis de Riesgos para la Salud Humana y los Ecosistemas, en general, una metodología para la evaluación de riesgos tiene tres componentes principales: el análisis de la peligrosidad o toxicidad, el análisis de exposición y el análisis de riesgos; y la variación que tenga dependerá del receptor y de los factores involucrados como la entidad causante, el receptor del riesgo y los factores locales. Desde la perspectiva del receptor se identifican dos riesgos principales asociados al manejo de residuos peligrosos los cuales son: el riesgo para la salud humana incluida la salud del operados y el riesgo para el ecosistema (Urzelai y Cambra, 2004).

1.7.1 Riesgos asociados a la salud

Los riesgos asociados a la salud por la exposición directa con los residuos y desechos peligrosos se listan a continuación:

- a. Infecciones en la piel
- b. Infecciones en la sangre por contacto directo con desechos peligrosos
- c. Infecciones oculares
- d. Infecciones respiratorias por inhalación de gases tóxicos o polvo
- e. Enfermedades crónicas como el cáncer

- f. Accidentes por derrames
- g. Quemaduras
- h. Trastornos óseos y musculares
- i. Afectación al sistema nervioso central principalmente en niños y embarazadas
- j. Acumulación de sustancias peligrosas en el suelo y agua que posteriormente llegaran a la cadena alimenticia
- k. Intoxicación
- l. Enfermedades vasculares

La exposición a corto plazo de las personas a altos niveles de sustancias peligrosas puede provocar lesiones cutáneas, como acné y oscurecimiento, parcheado de la piel, y alteración de la función hepática.

Es por ello por lo que la metodología de la evaluación de riesgos asociados a la salud humana consta de los siguientes requerimientos para su valoración y plan de gestión de riesgos:

- a) Análisis de toxicidad: se realiza la identificación del peligro que supone cada residuo o desecho peligroso para la población expuesta, incluyendo la causa, el efecto y la medida de mitigación.
- b) Análisis de exposición: estima la magnitud de las exposiciones tanto inmediatas como potenciales para los usuarios directos e indirectos. Incluye los medios, las rutas de exposición y la estimación de la duración y frecuencia de exposición para cada una.

Análisis del riesgo: realiza un resumen de los resultados anteriores con el objetivo de estimar cuantitativamente el riesgo derivado de la exposición a las distintas sustancias peligrosas, estableciendo el alcance y significado (Urzelai y Cambra, 2004).

1.7.2 Riesgos asociados al medio ambiente

Los riesgos asociados al medio ambiente por la exposición indirecta con los residuos y desechos peligrosos se listan a continuación:

- a. Contaminación atmosférica por malos olores, gases tóxicos
- b. Contaminación a los cuerpos de agua, pérdida de oxígeno, impacto visual
- c. Afectación a la fauna y flora
- d. Contaminación del suelo con metales pesados y sustancias tóxicas
- e. Lixiviación
- f. Impacto visual negativo

Esto conlleva a la necesidad de un análisis de riesgos ecológicos el cual constituye el proceso por el cual se evalúan los efectos de las actividades humanas sobre el medio ambiente. En el ámbito ecológico cualquier entidad física, química o biológica capaz de generar efectos adversos a cualquier de los niveles de organización de los ecosistemas tiene por nombre “estresor”.

Es por ello por lo que la metodología de la evaluación de riesgos asociados al medio ambiente consta de los siguientes requerimientos para su valoración según una tabla resumen presentada en la Guía Metodológica para el Análisis de Riesgos para la Salud Humana y de los Ecosistemas:

- a) Análisis de efectos: recopilación de datos relativos a los efectos del estresor, evaluación de los datos respecto a los parámetros de evaluación y medida definidos, elaboración del perfil de respuesta al estresor (o de efectos ecológicos).
- b) Análisis de exposición: elaboración del perfil de exposición que describe la magnitud y distribución del espacio temporal del estresor en relación con los elementos bióticos afectados.
- c) Análisis del riesgo: integración de la información de los perfiles de efectos y de exposición, caracterización de los riesgos en relación con los objetivos de protección definidos. El riesgo puede expresarse de forma cuantitativa o cualitativa dependiendo de los datos disponibles. Discusión de la significación ecológica de estos riesgos, evaluación de las incertidumbres asociadas al análisis y elaboración de conclusiones (Urzelai y Cambra, 2004).

1.8 Envasado y etiquetado de los residuos y desechos peligrosos según su clasificación

Los residuos y desechos peligrosos por su naturaleza requieren ser envasados y etiquetados, ya sea para su almacenamiento o para su transporte, en recipientes adecuados e identificados según sus características físicas y químicas; para ello, es importante considerar los siguientes criterios para seleccionar el contenedor o recipiente según M. Sc. Ing. Qco. Javier Martínez:

- a. El material debe ser compatible con el residuo.
- b. Ser resistente a los golpes y ser durable en las condiciones de manipulación a las que serán sometidos.
- c. Permitir contener los residuos en su interior sin que se originen pérdidas al ser manipulados.
- d. Se deben tener en cuenta las limitaciones que puedan surgir por la forma de manejo, almacenamiento, transporte o disposición final al que serán sometidos los residuos.
- e. La etiqueta debe ser elaborada de un material resistente.
- f. Los datos de la etiqueta deberán estar actualizados y con la información requerida, pictogramas de peligro e indicaciones de manipulación de la sustancia contenida.

1.8.1 Envasado de los residuos y desechos peligrosos

Los envases destinados a contener los residuos y/o desechos químicos peligrosos deberán estar fabricados principalmente por materiales termoplásticos como el vidrio, el polietileno, el cloruro de polivinilo (PVC) y el polipropileno. Para la selección del tipo de envase se tendrá en cuenta las características de la sustancia a almacenar, el volumen generado y el espacio disponible para su almacenamiento temporal en la bodega correspondiente. Se deberá

tomar en consideración la posible incompatibilidad entre el material del envase y la sustancia química a contener. Se podrán reutilizar recipientes siempre y cuando sean recipientes que hayan tenido la misma sustancia a desechar, estén en buen estado, limpios y sin fisuras, deben quedar herméticamente cerrados y asegurarse de que no existan fugas (Ayala E. S., 2011).

Según el Informe de Consultoría “Elaboración de Línea Base de Generación de Desechos Químicos en Hospitales y propuesta de Líneas de Acción para la Gestión Ambiental de los Desechos Químicos”, los residuos y/o desechos químicos deberán acumularse en cantidades pequeñas según el área de recolección y almacenarse de forma temporal en recipientes separados que reúnan las condiciones del material para contener los diferentes tipos de residuos peligrosos según su clasificación. En la Tabla 1.13 se presenta una clasificación para la separación de los residuos peligrosos según el tipo de residuos, la descripción, el recipiente adecuado para su almacenamiento temporal (Ayala E. S., 2011).

Tabla 1.13 Clasificación para la separación de los residuos peligrosos según sus características

CARACTERISTICAS DE RESIDUO	DESCRIPCIÓN	RECIPIENTE PARA ALMACENAMIENTO TEMPORAL
Líquidos que incluyen metales pesados	Son soluciones acuosas de productos orgánicos e inorgánicos	Recipiente de vidrio ámbar (Ver Figura 1.5)
Compuestos orgánicos halogenados	Son líquidos orgánicos, tóxicos, irritantes y en algunos casos cancerígenos. Tienen contenidos superiores al 2% de algún halógeno, también se incluyen mezclas de disolventes halogenados y no halogenados siempre que el contenido de la mezcla sea superior al 2% de halógenos	Garrafa de polietileno de alta densidad, resistentes a la mayoría de las sustancias químicas, con capacidad de 5 o 30 litros (Ver Figura 1.6)
Compuestos orgánicos que no tengan halógenos o nitrógeno	Son líquidos orgánicos inflamables y tóxicos que contienen menos de un 2% de halógenos	Bidones de polietileno de alta densidad, resistentes a la mayoría de las sustancias químicas, con capacidad de 30 o 60 litros (Ver Figura 1.6).
Compuestos con características especiales	Radiactivos, tóxicos y/o recuperables	Recipientes de vidrio o de plástico de varias capacidades (Ver Figura 1.7).

Continúa...

Tabla 1.13 Clasificación para la separación de los residuos peligros según sus características (Continuación)

CARACTERÍSTICAS DE RESIDUO	DESCRIPCIÓN	RECIPIENTE PARA ALMACENAMIENTO TEMPORAL
Compuestos sólidos	Residuos sólidos que incluyan reactivos vencidos y recipientes contaminados	Cajas de polietileno con un fondo de producto absorbente, son preparadas para el almacenaje y transporte de sustancias químicas (Ver Figura 1.8).

Fuente: (Ayala E. S., 2011)



Figura 1.5 Recipientes de vidrio ámbar. Fuente: (ULINE, 2019)



Figura 1.6 Garrafas de polietileno de alta densidad: son resistentes a la mayoría de los productos químicos, tienen capacidad entre 5 y 30 litros. Fuente: (Ibérica, 2014)



Figura 1.7 Envases de polietileno de alta densidad de varias capacidades para sustancias tóxicas. Fuente: (Alcion, 2019)



Figura 1.8 Cajas de polietileno con un fondo de producto absorbente. Fuente: (Haleco, 2017)

1.8.2 Etiquetado de los residuos y desechos peligrosos

La acción de etiquetado tiene como objetivo principal identificar el residuo o desecho peligroso, comunicar al operador el tipo de sustancia a manipular, los peligros y las medidas de precaución que se deben tomar para su transporte. Los envases y contenedores de residuos y desechos peligrosos deben estar adecuadamente identificados por medio de etiquetas de riesgo, especificando el nombre de la sustancia o la clasificación, la cantidad, procedencia del residuos o desechos y la clase de peligros involucrados (Martínez, 2005).

El decreto N.º 41 en el Art. 69 legisla las normas de etiquetado y embalaje para la Republica de El Salvador de la siguiente manera:

Art. 69 Las especificaciones para el etiquetado de los envases, contenedores y embalajes destinados al transporte de sustancias, residuos o desechos peligrosos, se establecerán de acuerdo con las normas internacionales contenidas en los instrumentos internacionales y regionales en la materia ratificados por El Salvador (Decreto N.º 41, 2000).

Además, en el Art. 71 del mismo reglamento establece los requisitos de la etiqueta para la identificación de los contenedores:

Art. 71 Toda etiqueta deberá ser:

- a. Presentada de forma que llame la atención del usuario y contenga la información que se desea comunicar en términos precisos y concretos, con expresiones y símbolos normativos de tipo internacional, evitando el uso de declaraciones ambiguas;
- b. Completa, de manera que no se omita información o indicaciones importantes;
- c. Concordante con las normas y reglamentaciones nacionales e internacionales en la materia;
- d. Consistente, lo cual se obtiene normando sus componentes, como sería la información sobre su seguridad y confinamiento u otra forma de eliminación; y
- e. De material resistente a las condiciones atmosféricas y normales de manejo.

En base a este artículo, El Salvador tiene como referencia la reglamentación internacional en materia de etiquetado, el cual está normado por el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA) de la Organización de las Naciones Unidas, donde uno de los objetivos del sistema es desarrollar un régimen de comunicación de peligros armonizados, con etiquetas y fichas de datos fácilmente comprensibles basados en criterios de clasificación de peligros de las sustancias y recomendaciones relativas al transporte de las mismas según las Recomendaciones de las Naciones Unidas relativas al transporte de Mercancías Peligrosas, Reglamentación Modelo.

El Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA) en el epígrafe 1.4.10 declara el procedimiento de etiquetado con los pasos que se deben seguir para la preparación de etiquetas en el contexto del SGA:

- a. Asignación de los elementos de la etiqueta;
- b. Reproducción del símbolo;
- c. Reproducción de los pictogramas de peligro;
- d. Palabras de advertencia;
- e. Indicaciones de peligro;
- f. Consejos de prudencia y pictogramas;
- g. Identificación del producto y del proveedor;
- h. Peligros múltiples y orden de prioridad de la información;
- i. Ubicación de los elementos en las etiquetas del SGA;
- j. Disposiciones especiales de etiquetado (NACIONES UNIDAS, 2017).

En el Anexo 7 “Ejemplos de colocación de los elementos del SGA en las etiquetas” del documento oficial del SGA presenta un ejemplo de etiqueta para embalaje/envase interior con etiqueta SGA advirtiendo el peligro con los elementos sugeridos como identificación del producto, palabra de advertencia, indicación de peligro, pictograma SGA, consejos de

prudencia e identificación del proveedor los cuales se completan en base a la información guía establecida en el SGA. Ver figura 1.9.



Figura 1.9 Etiqueta SGA para embalaje/envase interior. Fuente: (NACIONES UNIDAS, 2017)

También la Norma de Comunicación de Peligros (HCS por sus siglas en inglés: Hazard Communication Standard) presenta un modelo de etiqueta estándar para la comunicación de peligros actualizada en concordancia con lo establecido en el Sistema Global Armonizado (Ver Figura 1.10).








Figura 1.10 Modelo de etiqueta estándar para la comunicación de peligrosos. Fuente: (OSHA, 2015)

1.8.2.1 Pictogramas SGA

Los pictogramas son una composición gráfica que consta de un símbolo y de otros elementos gráficos, como bordes, dibujos o color de fondo, que sirve para comunicar una información determinada (NACIONES UNIDAS, 2017).





El Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos presenta nueve pictogramas como indicadores de peligro, los cuales tienen asignado un código, un pictograma y el símbolo. La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA por sus siglas en inglés: Occupational Safety and Health Administration) agrega un resumen de las clasificaciones para las cuales el pictograma de peligro es empleado (Ver Tabla 1.14).

Tabla 1.14 Pictogramas como indicadores de peligro del SGA

Código	Pictograma de peligro	Símbolo	Clasificación del peligro químico
GHS01		Bomba explotando	Explosivos Reaccionan espontáneamente (autorreactivas) Peróxidos orgánicos
GHS02		Llama	Inflamables Pirofóricos Calentamiento espontáneo Desprenden gases inflamables Reaccionan espontáneamente (autorreactivas) Peróxidos orgánicos
GHS03		Llama sobre círculo	Comburentes
GHS04		Botella de gas	Gases a presión
GHS05		Corrosión	Corrosión o quemaduras cutáneas Lesión ocular Corrosivo para los metales

Continúa...

**Tabla 1.14 Pictogramas como indicadores de peligro del SGA
(Continuación)**

Código	Pictograma de peligro	Símbolo	Clasificación del peligro químico
GHS06		Calavera y tibia cruzada	Toxicidad aguda (mortal o tóxica)
GHS07		Signo de exclamación	Irritante (piel y ojos) Sensibilizador cutáneo Toxicidad aguda (dañino) Efecto narcótico Irritante de vías respiratorias Peligros para la capa de ozono (no obligatorio)
GHS08		Peligro para la salud	Carcinógeno Mutagenicidad Toxicidad para la reproducción Sensibilización respiratoria Toxicidad específica de órganos diana Peligro por aspiración
GHS09		Medio ambiente	Toxicidad acuática

Fuente: (NACIONES UNIDAS, 2017)

En el ANEXO B se amplía sobre los elementos de comunicación de peligros físicos y para la salud, la clasificación de las sustancias peligrosas de acuerdo con el SGA y sus categorías, las frases H asignadas por el SGA como indicadores de peligro (Ver ANEXO C), la clase de peligro asociados, las categorías y los consejos de prudencia (frases P) para identificar adecuadamente las sustancias, residuos y/o desechos químicos peligrosos (Ver ANEXO D).

1.9 Almacenamiento por tipo de residuo y desecho peligroso

Según la Norma Técnica Sanitaria para el Manejo y el Almacenamiento de Sustancias Químicas Peligrosas del Ministerio de Salud de El Salvador, la cual esta oficializada desde noviembre dos mil ocho, tiene como objeto establecer los requisitos técnicos sanitarios para el manejo y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas en el ámbito de aplicación para las personas naturales y jurídicas que realicen actividades de manejo y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas (Art. 1 y Art. 2). Dado lo establecido en estos artículos, la Universidad de El Salvador como institución de educación superior y preparación de profesionales en las áreas de la ingeniería química e ingeniería de alimentos es un requere-

rimiento cumplir con estas normativas para el adecuado desarrollo de sus actividades académicas (Acuerdo N° 1186, 2010).

1.9.1 Condiciones sanitarias del lugar de almacenamiento

1.9.1.1 De la Infraestructura Física para Almacenamiento

Las disposiciones para la infraestructura física para el almacenamiento se listan en el Art. 6 de la Norma Técnica antes mencionada y legisla así:

Art. 6.- Toda infraestructura para el almacenamiento de sustancias químicas peligrosas, debe reunir las condiciones mínimas de seguridad siguientes:

- a) El área donde se ubican los tanques o contenedores destinados para almacenar sustancias químicas peligrosas en estado líquido deben disponer con un sistema de colección de derrames canalizados hacia diques de contención, con capacidad de retener el cien por ciento (100%) del tanque de mayor volumen almacenado.
- b) La entidad encargada debe disponer con dispositivos y sistemas de alarma que alerten sobre derrames o incendios.
- c) Las instalaciones destinadas para almacenamiento de sustancias químicas peligrosas deben cumplir con las condiciones de construcción que eviten las acciones de corrosión, oxidación e incompatibilidad con lo que se almacena, así como garantizar la impermeabilidad de pisos y paredes.
- d) En el interior de las bodegas de almacenamiento de sustancias químicas, no debe existir acumulación de gases, vapores y olores.
- e) Las bodegas de almacenamiento de sustancias químicas peligrosas dispondrán al menos de una entrada y una salida de emergencia, cuando dicha área sea menor o igual que veinticinco metros cuadrados. La distancia para recorrer para alcanzar la salida deberá ser inferior a seis metros.
- f) Cuando el área de almacenamiento exceda los veinticinco metros cuadrados, se debe contar como mínimo de dos accesos independientes señalizados. El recorrido máximo a una vía segura de evacuación no deberá superar los veinticinco metros.
- g) La instalación eléctrica debe cumplir con las exigencias de la legislación nacional vigente, o se debe aplicar las regulaciones internacionales destinadas al almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.
- h) Toda entidad debe poseer sistema de almacenamiento de agua, no menor de quince metros cúbicos, que garantice realizar las primeras acciones en caso de emergencia, el que debe permanecer cerrado y limpio.
- i) El establecimiento donde se almacenan sustancias químicas peligrosas deberá disponer con la cantidad de servicios sanitarios, de conformidad a lo establecido en el “Reglamento General sobre Seguridad e Higiene en los Centros de Trabajo” del Ministerio de Trabajo y Previsión Social.

1.9.1.2 Disposiciones Generales de Almacenamiento

La norma técnica también establece las disposiciones generales para el almacenamiento que se deben cumplir por la entidad propietaria y encargada de las sustancias químicas peligrosas en cuestión.

Art. 7.- Con el propósito de disminuir los riesgos a la salud de la población circundante al lugar de almacenamiento, el propietario debe cumplir con las siguientes condiciones:

- a) Los recipientes para almacenar sustancias químicas peligrosas deberán estar situados sobre tarimas y agrupados mediante paletizado, considerando el estibamiento conforme lo establece la etiqueta del envase.
- b) El propietario o representante legal de entidades que manejen y almacenen sustancias químicas peligrosas deberán tener plan de contingencia para el lugar designado, aprobado por el Cuerpo de Bomberos.
- c) No se deberán almacenar medicamentos, productos cosméticos, alimentos aditivos y concentrados vencidos destinados al uso y consumo humano y animal, sin una separación estructural a las áreas de almacenamiento de productos químicos peligrosos.
- d) Las áreas destinadas para el manejo y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas deberán ser de acceso restringido y estar debidamente señalizadas.
- e) Todo sistema de almacenamiento de sustancias químicas peligrosas deberá ser identificado por el tipo de riesgo, a través de simbología y reconocimiento de la sustancia.
- f) En el caso de que el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, o cualquiera otra instancia competente, establezcan nuevas disposiciones sobre el sistema de almacenamiento de sustancias químicas, se deberá acatar dichas disposiciones.

En el Decreto N° 41, “Reglamento Especial en Materia de Sustancias, Residuos y Desechos Peligrosos” dispone de las regulaciones respectivas para el almacenamiento en materia de sustancias, residuos y desechos peligrosos, de la siguiente manera:

Art. 73.- Las áreas de almacenamiento de sustancias, residuos y desechos peligrosos deberán reunir, entre otras, las siguientes condiciones:

- a) Encontrarse separadas de las áreas de producción, servicios y oficinas, debiendo estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios o explosiones, entre otros;
- b) Contar con muros de contención y sistema de retención para captación de derrames;
- c) Para las sustancias, residuos o desechos líquidos, los pisos deberán contar con canales que conduzcan los derrames a las fosas de retención, con capacidad de contener lo almacenado;

- d) Contar con pasillos lo suficientemente amplios que permitan el tránsito de montacargas mecánicas, electrónicas o manuales, así como el movimiento de los equipos de seguridad;
- e) Las paredes y el piso deberán estar cubiertos con material impermeable, tal como poliureas, respecto a las sustancias almacenadas, con ventilación e iluminación adecuadas; y
- f) Contar con los sistemas de prevención contra incendios.

1.9.2 Disposiciones específicas para las sustancias químicas inflamables y combustibles

En base a lo establecido en la Norma Técnica Sanitaria para el Manejo y el Almacenamiento de Sustancias Químicas Peligrosas del Ministerio de Salud de El Salvador, se debe cumplir los siguientes requisitos para el almacenamiento de sustancias con propiedades inflamables y combustibles en las instalaciones designadas:

- a) Los extintores deberán ubicarse a una distancia máxima de quince metros entre sí, medidos a partir del área protegida, preferentemente estos deben ser de polvo químico, portátiles o sobre ruedas y debidamente señalizados.
- b) Si hay zonas cercanas de instalaciones eléctricas se utilizarán preferiblemente extintores de CO₂
- c) Deberán cumplir con las condiciones de temperatura especificada en la hoja de seguridad de cada sustancia inflamable.
- d) En caso de derrame, no utilizar agua para su recolección o limpieza, se empleará material absorbente para ello.
- e) Si se manejan líquidos inflamables de carácter ácido deberán estar separados por barreras estructurales como paredes.
- f) Se deberá garantizar que, en las áreas de manejo, no exista ninguna fuente de ignición, así como no se debe percibir la acumulación de vapores de sustancias químicas peligrosas almacenadas.
- g) Se deberá colocar la señalización por tipo de riesgo correspondiente.
- h) En las áreas donde se almacenen sustancias inflamables se deberá usar calzado con suela antideslizante.

(Acuerdo N° 1186, 2010)

1.9.3 Disposiciones específicas para las sustancias químicas corrosivas, sustancias ácidas y básicas

En base a lo establecido en la Norma Técnica Sanitaria para el Manejo y el Almacenamiento de Sustancias Químicas Peligrosas del Ministerio de Salud de El Salvador, se debe cumplir los siguientes requisitos para el almacenamiento de sustancias con propiedades corrosivas, ácidas y básicas, en las instalaciones designadas:

- a) Las sustancias corrosivas deberán estar separados por barreras físicas de los compuestos orgánicos inflamables.
- b) Todo deposito utilizado para almacenar sustancias corrosivas deberán colocarse lo más cerca posible al piso, ya sea en estantería o estibas, para reducir el peligro de accidentes.
- c) Las áreas de almacenamiento deberán cumplir con las condiciones de temperatura especificada por la hoja de seguridad de cada sustancia corrosiva.
- d) Las sustancias corrosivas deberán estar almacenadas en areas secas, ventiladas y no estar expuesta a radiación solar.
- e) Colocar la señalización de riesgo de cada sustancia.
- f) Los depósitos que contengan ácidos y generen vapores deberán poseer un cierre hermético.
- g) Los ácidos se deberán almacenar en zonas ventiladas y separados de sustancias químicas incompatibles tales como materiales orgánicos volátiles, disolventes, álcalis y sustancias oxidantes o comburentes.
- h) Las sustancias corrosivas deberán colocarse separadas de materia orgánica para evitar riesgo de incendios y generación de gases tóxicos.
- i) Se deberá garantizar la compatibilidad y resistencia de accesorios y equipos, destinados para el manejo y contención de sustancias corrosivas.
- j) Al realizar trasiego de sustancias corrosivas que generen vapores, estas deben ser manejadas en áreas que garanticen la no acumulación de estos.
- k) Para el control de derrames se debe disponer de material absorbente inerte como arena, tierra u otro tipo de material compatible para realizar acciones de limpieza.
- l) Al diluir en agua, se debe verter las sustancias corrosivas lentamente en esta, para evitar reacciones violentas.
- m) Si hubiera peligro de salpicaduras, se deberá usar protección completa, con pantalla facial.
- n) En las áreas donde se maneje y almacene sustancias corrosivas, deberá instalarse equipos lava ojos y duchas de seguridad a una distancia máxima de diez metros, garantizando la existencia de agua en ellas.

(Acuerdo N° 1186, 2010)

1.9.4 Disposiciones específicas para las sustancias químicas oxidantes

En base a lo establecido en la Norma Técnica Sanitaria para el Manejo y el Almacenamiento de Sustancias Químicas Peligrosas del Ministerio de Salud de El Salvador, se debe cumplir los siguientes requisitos para el almacenamiento de sustancias con propiedades oxidantes, en las instalaciones designadas:

- a) Las instalaciones físicas para el almacenamiento de sustancias químicas oxidantes deberán reunir las condiciones de ventilación natural o mecánica para lograr un

ambiente con temperatura adecuado según lo establecido en la hoja de seguridad de las sustancias.

- b) Los depósitos que contengan las sustancias no deben estar expuestos a la luz directa del sol o de cualquier fuente de ignición.
- c) Las áreas de almacenamiento de sustancias oxidantes deberán estar separadas de las áreas donde se almacenen líquidos inflamables y otros materiales combustibles por una estructura física resistente.
- d) No deberán utilizarse los recipientes que hayan contenido sustancias oxidantes para almacenar otras sustancias que no sean compatibles con las mismas.
- e) El almacenamiento de sustancias oxidantes menores de un galón deberá ser preferiblemente de vidrio o de otros materiales inertes de color ámbar, debidamente identificados, permanecer correctamente cerrados y no utilizar tapones de corcho o de goma.
- f) Las áreas de almacenamiento destinadas para sustancias oxidantes deberán mantenerse alejados de sustancias no compatibles como: materiales orgánicos, disolventes inflamables, sustancias corrosivas, sustancias tóxicas.
- g) Para la manipulación de depósitos que contengan sustancias químicas oxidantes se deberá evitar el uso de tarimas de madera o cualquier material inflamable.
- h) El operador que maneje sustancias oxidantes deberá utilizar equipo de protección personal siguiente: guantes, gabacha manga larga, gafas o pantalla facial y botas.

(Acuerdo N° 1186, 2010)

1.9.5 Disposiciones específicas para las sustancias químicas solventes

En base a lo establecido en la Norma Técnica Sanitaria para el Manejo y el Almacenamiento de Sustancias Químicas Peligrosas del Ministerio de Salud de El Salvador, se debe cumplir los siguientes requisitos para el almacenamiento de sustancias con propiedades solventes, en las instalaciones designadas:

- a) Las áreas de almacenamiento con solventes deberán contar con equipos e infraestructura de emergencia como duchas y lava ojos, tipo de extintores de acuerdo con los volúmenes de solventes que se almacenan y sistemas de alarma ante derrames.
- b) Las áreas de almacenamiento deberán estar marcadas de forma que el acceso de personal autorizado y equipo de transporte sea de forma libre y segura.
- c) Las áreas deberán estar señalizadas adecuadamente con rutas de escape en caso de emergencia.
- d) Los sistemas eléctricos y cualquier equipo eléctrico que se instale en las bodegas deberán ser a prueba de explosión para minimizar el riesgo de incendio.
- e) Los solventes se deberán almacenar de productos químicos incompatibles como ácidos, álcalis y sustancias oxidantes o comburentes.
- f) Las sustancias deberán mantenerse en los envases originales cerrados y tener información como pictogramas que indiquen el tipo de riesgo.

- g) Para los procesos de trasiego de depósitos metálicos que contengan solventes inflamables estos deberán ser previamente neutralizados de energía electrostática.
- h) En las áreas donde se manipulen solventes deberán contar con sistema de extracción de gases y vapores captados y tratados con ventilación natural o mecánica.
- i) El operador que maneje sustancias solventes deberá utilizar equipo de protección personal siguiente: guantes, mascarilla protectora con filtros de carbón activado o cartucho químico, delantal plástico y botas de hule.

(Acuerdo N° 1186, 2010)

1.9.6 Disposiciones específicas para las sustancias químicas tóxicas

En base a lo establecido en la Norma Técnica Sanitaria para el Manejo y el Almacenamiento de Sustancias Químicas Peligrosas del Ministerio de Salud de El Salvador, se debe cumplir los siguientes requisitos mínimos para el almacenamiento de sustancias con propiedades tóxicas, en las instalaciones designadas:

- a) Evitar la afectación a la salud pública, los locales donde se almacenan o manejen sustancias toxicas deberán disponer de sistemas de extracción de gases, vapores y polvos canalizados a un lugar del exterior mediante conductos exclusivos dotados de filtros.
- b) Se deberá colocar rótulos visibles que indiquen claramente la presencia de sustancias toxicas.
- c) Los productos tóxicos y muy tóxicos no deberán almacenarse junto a sustancias como gases comprimidos, sustancias de combustión espontánea, sustancias comburentes, peróxidos orgánicos, abonos que contengan nitrato amonio, papel, tejidos, madera, entre otros.
- d) Los recipientes para almacenar sustancias toxicas deberán tener indicador de nivel.
- e) No deben existir fugas.
- f) Equipar el lugar de manipulación de sustancias toxicas con duchas y lavajojos cercanos a una distancia no mayor de diez metros.
- g) El personal deberá con equipo de bioseguridad.
- h) Poseer botiquín de antídotos de acuerdo al tipo de sustancias toxicas que se manejen y almacenen.

(Acuerdo N° 1186, 2010)

1.10 Minimización de residuos y desechos peligrosos.

La minimización de los residuos y desechos químicos consiste en la reducción las sustancias peligrosas que son generadas. Incluye cualquier reducción en la fuente, el reciclaje, o actividades de tratamiento que resulten en la disminución del volumen total o la reducción de la toxicidad y peligrosidad de los residuos y desechos químicos, o ambos tal como se ve en la Figura 1.11.

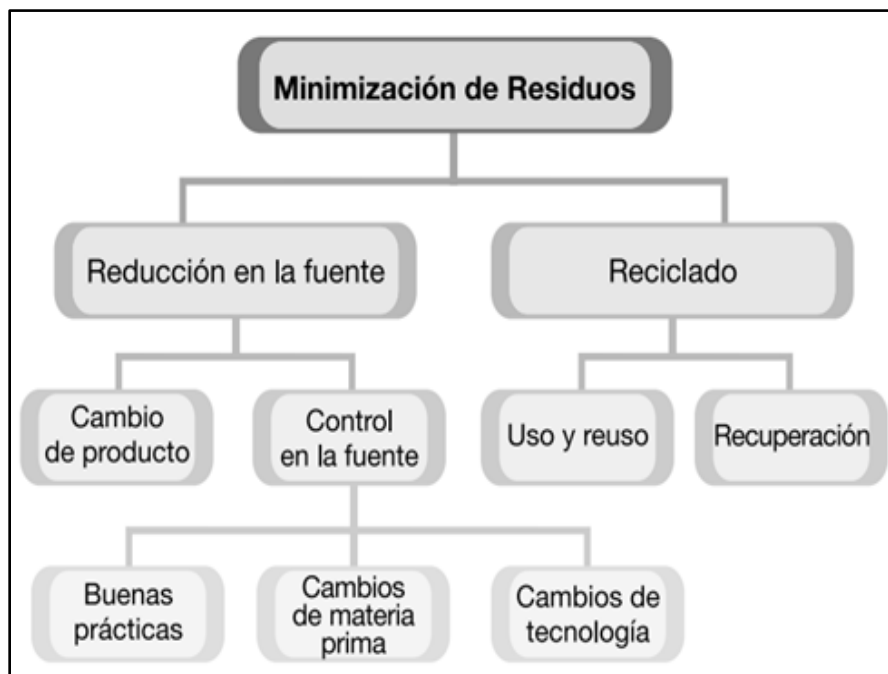


Figura 1.11 Esquema de procedimientos para minimización de residuos. Fuente: (Martínez, 2005)

1.10.1 Reducción en la fuente de residuos y desechos peligrosos

Reducción en la fuente es el acercamiento más preferible para la minimización y prevención de residuos, puede verse como una actividad que disminuye o elimina la generación de un residuo o desecho químico peligroso en un proceso. Los elementos de reducción en la fuente son los siguientes:

- a) Cambio de reactivos: La generación de residuos de solventes puede ser reducida sustituyendo los solventes por otros materiales menos tóxicos o seguros medio-ambientalmente hablando. Por ejemplo, detergentes biodegradables podrían ser sustitutos de solventes usados para limpiar.
- b) Cambio de procedimientos y operación: Aspectos de la vida diaria pueden ser extremadamente importantes en la reducción de residuos. Incluyen el entrenamiento de los usuarios, control de inventarios, incentivar la propia iniciativa de los usuarios para aumentar la conciencia de la necesidad para la minimización de residuos, y reforzar la mantención de requerimientos para el uso de metodologías preventivas en un esfuerzo para reducir el número de fugas y derrames.
- c) Implementación de políticas rígidas de procedimientos: Los usuarios de químicos deberían procurar establecer procedimientos adecuados y políticas que funcionen como lineamientos de control, por ejemplo: adquirir materiales no tóxicos o los menos tóxicos posibles, comprar solo lo necesario, evitar ordenar químicos con una vida limitada segura (Universidad de Concepción, 1998).

La reducción de residuos y desechos en la fuente es una sugerencia para los académicos, y laboratorios clínicos y de investigación, y para el caso de empresas e instituciones a los que les pertenezcan laboratorios químicos.

Las corrientes típicas de residuos químicos en estos laboratorios son menores a 4 litros e incluyen ácidos inorgánicos y bases, solventes orgánicos, metales, y un largo número de polvos secos, y productos de reacción de experimentos. Los residuos de laboratorio son usualmente mezclas, soluciones contaminadas y sustancias, e inusuales agentes químicos.

En el “REGLAMENTO DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS” de la Universidad de Concepción, Chile, se proponen las siguientes recomendaciones para la reducción de residuos químicos que, si se utilizan, podrían significativamente reducir el volumen o peligrosidad de residuos y desechos químicos generados en laboratorio:

- a) Utilizar volúmenes pequeños de reactivos en laboratorios. El uso de pequeños volúmenes tiene varias ventajas: reducción de químicos utilizados y de residuos generados, disminución del riesgo de fuego y explosión, y reducción de la concentración de vapores orgánicos perjudiciales en el aire del laboratorio.
- b) Aumento del uso de instrumentos. La instrumentación en los laboratorios se ha desarrollado notablemente en los últimos años. Los análisis instrumentales requieren minutos para determinaciones cuantitativas.
- c) Identificar usuarios comunes de un químico particular. Esto aumentará el uso en conjunto de químicos y minimizará los requerimientos de almacenaje.
- d) Mantener la segregación individual de corrientes residuales. Mantener los residuos químicos peligrosos segregados de los no peligrosos. Mantener los residuos químicos reciclables de los no reciclables. No mezclar residuos químicos peligrosos con los no peligrosos;
- e) Desarrollo de un inventario dinámico de los químicos de laboratorio y de los desechos y residuos almacenados, para minimizar la acumulación. Asegurar que todos los químicos en desuso y los residuos químicos estén apropiadamente etiquetados. Rotar el inventario de químicos, utilizando químicos antes que su vida de uso seguro expire;
- f) Sustituir con químicos menos peligrosos. Por ejemplo, detergentes biodegradables podrían ser sustitutos para limpiar cristalería, en vez de usar solventes, agua regia (ácido sulfúrico y nítrico en solución), o ácido crómico. Reducir o eliminar el uso de benceno, tetracloruro de carbono, acetonitrilo, mercurio, plomo, fenol, y otros químicos altamente tóxicos utilizados en los experimentos.
- g) Asegurarse que los usuarios que hacen uso de químicos posean conocimientos de buenas técnicas de experimentación.
- h) Pesado previo de algunos de los químicos para uso de estudiantes. Esto reducirá los derrames y la generación de otros residuos generados por estudiantes efectuando su propio pesaje. También aumentará la productividad del laboratorio reduciendo el tiempo de laboratorio por estudiante.

- i) Reciclo, o tratamiento de residuos químicos peligrosos como la última etapa en los experimentos. Destilación de solventes residuales como último paso en un experimento. En laboratorios de pregrado desarrollará una conciencia en los estudiantes o usuarios en lo que la minimización de residuos químicos se refiere.
- j) Implementación de estrictos procedimientos de chequeo para catedráticos, laboratoristas, y estudiantes. En ciertas ocasiones cuando catedráticos, estudiantes, y laboratoristas dejan la institución ellos dejan una cantidad de químicos de laboratorio. Estos incluyen reactivos químicos en desuso, químicos no etiquetados, y mezclas surtidas y soluciones. Una política por implementar debería ser, el asegurar que todos los residuos químicos y químicos en desuso serán removidos desde el laboratorio previo a la salida de la persona de la institución.

Todas las opciones de reducción de residuos químicos deberían ser evaluadas por su viabilidad. Las opciones más viables pueden entonces ser seleccionadas para su implementación (Universidad de Concepción, 1998).

1.11 Reutilización de los residuos y/o de los desechos peligrosos

La reutilización se refiere a cualquier actividad que reduce el volumen de residuos peligrosos y/o tóxicos con la generación de un material valioso o una corriente de energía. Reducción, recuperación, reciclaje y reutilización son los enfoques conocidos como las “4 R” y deberían ser las primeras consideraciones antes de clasificar un químico como un desecho.

- a) Reducir: Es la forma más efectiva de minimizar los residuos. Esto implica el uso de reactivos menos peligrosos y tratamiento de los residuos antes de su disposición.
- b) Reciclar: Involucra la recolección y reprocesamiento de los residuos materiales en nuevos productos. Sólo parte de los residuos pueden ser reciclados, siendo fundamental la segregación en el origen. Los residuos deben tener un alto contenido del material de interés para que el proceso sea eficaz.
- c) Reusar: Consiste en el uso directo del material sin transformar (o ligeramente transformado) para un uso similar o alternativo.
- d) Recuperar: Involucra el uso del residuo para un fin diferente al original, como la obtención de energía desde estos. Por ejemplo, los solventes y el aceite pueden ser utilizados como combustibles.

Operaciones que pueden conducir a la reutilización, recuperación o reciclaje de residuos:

- a) Utilización como combustible u otros medios de generar energía
- b) Recuperación o regeneración de disolventes
- c) Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que no se utilizan como disolventes
- d) Reciclado o recuperación de metales y compuestos metálicos
- e) Reciclado o recuperación de otras materias inorgánicas
- f) Regeneración de ácidos o bases
- g) Recuperación de componentes utilizados para reducir la contaminación
- h) Recuperación de componentes provenientes de catalizadores
- i) Regeneración u otra reutilización de aceites usados
- j) Tratamiento de suelos en beneficio de la agricultura o el mejoramiento ecológico
- k) Utilización de materiales residuales resultantes de cualquiera de las operaciones anteriores

Para el reciclado en forma de nuevos productos y la recuperación en forma de energía se requiere de una transformación física y/o química del residuo en cuestión, para esto se utilizan los procedimientos de tratamiento antes mencionados, particularmente los procesos fisicoquímicos, biológicos y térmicos. Estos generan nuevos productos que están en condiciones de ser reutilizados en el mismo proceso u otro diferente (Vélez, 2015).

1.12 Transporte de los residuos y desechos peligrosos

El transporte de los residuos y desechos peligrosos es una etapa del ciclo de vida de las sustancias, residuos y desechos peligrosos en El Salvador (Ver Figura 1.12). Corresponde a una etapa intermedia entre la recolección y almacenamiento en el lugar de generación, y el tratamiento o disposición final.

Con el objetivo de lograr que el transporte de residuos peligrosos se realice con riesgos mínimos tanto para los operadores como para el resto de la población y el medio ambiente, muchos países han definido las condiciones en que debe realizarse esta actividad, así como las responsabilidades correspondientes.

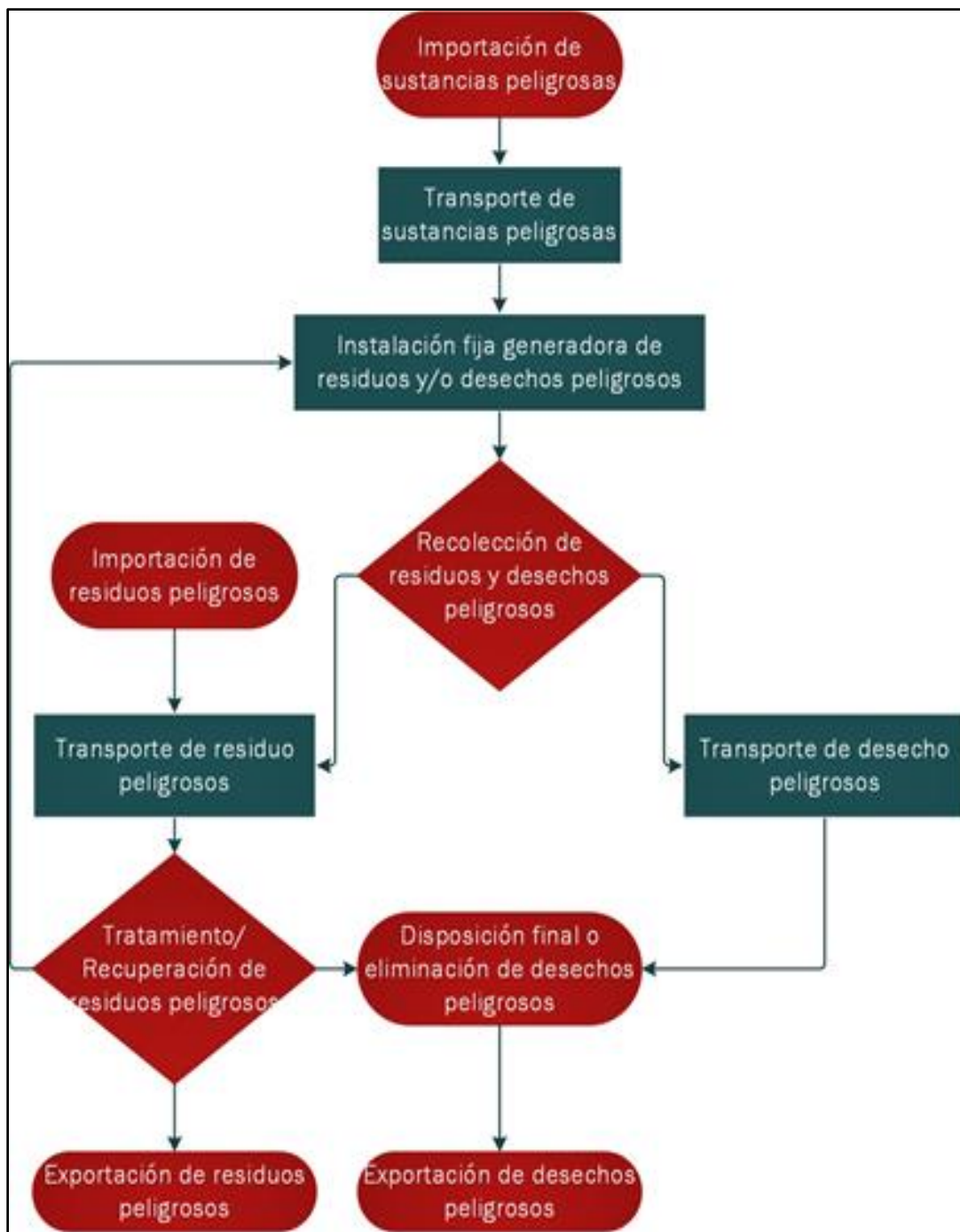


Figura 1.12 Ciclo de vida de las sustancias, residuos y desechos en El Salvador

Según M. Sc. Ing. Qco. Javier Martínez, el generador, el transportista y el destinatario de los residuos deberán coordinar esfuerzos para asegurarse que los residuos peligrosos se transporten en tiempo y forma hacia su destino. En términos generales las responsabilidades del transportista pueden ser:

- a. Contar con la autorización para el envío de sus residuos a un destino específico.

- b. Acondicionar correctamente los residuos en contenedores adecuados, debidamente etiquetados, atendiendo los requerimientos del transportista y del destinatario.
- c. Emitir la documentación de la carga con los datos sobre la empresa generadora, información sobre los residuos a ser transportados y el destino de los mismos.
- d. Proporcionar al transportista (en caso de que éste no los posea) la información sobre procedimientos de emergencia y precauciones a ser tomadas.
- e. Indicar al transportista el equipo de seguridad necesario con que debe contar en caso de accidente.
- f. Proporcionar al transportista (en caso de que éste no los posea) los carteles con las indicaciones de peligro que deberá instalar en las unidades, de acuerdo al tipo de residuo peligroso.
- g. Verificar que la empresa transportista esté debidamente autorizada y que la unidad de transporte cumpla con las especificaciones necesarias para el transporte del tipo específico de residuo peligroso involucrado.
- h. Verificar que la operación de carga sea realizada por operarios capacitados, provistos de equipamiento de protección personal.

Algunas de las responsabilidades del transportista pueden ser:

- a) Contar con la autorización para el transporte del tipo específico de residuos de que se trate.
- b) Contar con unidades adecuadas a las características de los residuos peligrosos que transportan.
- c) Identificar la unidad de transporte con los datos de la empresa (razón social, dirección y teléfono).
- d) Colocar señalizaciones de peligro, de acuerdo a las características de los residuos transportados.
- e) Transportar sólo los residuos correctamente acondicionados, etiquetados y documentados.
- f) Utilizar rutas de bajo riesgo, previamente establecidas.
- g) Proteger la carga durante el transporte de minimizar riesgos.
- h) Capacitar a los choferes
- i) Someter a los vehículos a inspecciones técnicas periódicas.
- j) Gestionar adecuadamente los documentos de la carga, de acuerdo a las exigencias correspondientes.
- k) La unidad debe contar con equipo de comunicaciones.
- l) Garantizar que las maniobras de carga y descarga se realicen por personal capacitado, con el equipo de protección personal adecuado y de manera de minimizar los riesgos, siguiendo protocolos establecidos.
- m) Conocer los planes a seguir en caso de emergencias y contar con los elementos necesarios para su implementación.

- n) Mantener estadísticas de accidentes e incidentes tanto de las unidades como del personal e implementar medidas de mejora continua (Martínez, 2005)

En El Salvador existe un listado de las entidades autorizadas para el transporte de materiales peligrosos (Residuos y desechos), publicado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) el 16 de febrero de 2017 (Ver ANEXO E).

En materia de transporte de sustancias, residuos y desechos, el Decreto N° 41 “Reglamento especial en materia de sustancias, residuos y desechos peligrosos” establece:

Art. 52. - “El titular de las actividades dedicadas al transporte de sustancias, residuos y desechos peligrosos, además del Permiso Ambiental correspondiente, deberá contar para cada acción de transporte particular, con un documento de transporte en el que conste la información necesaria para la identificación de los materiales peligrosos transportados, indicando nombres, clasificación de riesgo, número de identificación, tipo y número de envases y embalaje.”

Art. 53. - “Por cada volumen de transporte, el generador o el almacenador, según sea el caso, deberá entregar al transportista un documento de transporte debidamente firmado en original y dos copias...”

Art. 54. - “Todo vehículo que transporte sustancias, residuos o desechos peligrosos, debe portar en lugar visible y fácilmente distinguible, un cartel que contenga el color indicador de la clase de riesgo, el número o nombre de esa clase y el número de identificación de las sustancias, residuos o desechos peligrosos, según las reglas técnicas, normas y disposiciones legales aplicables. Cada extremo y cada lado de un vehículo de motor, carro de ferrocarril, contenedor de carga o tanque portátil que contenga materiales peligrosos debe tener un rótulo en forma de diamante según los materiales que transporte...”

La simbología utilizada para el transporte de sustancias peligrosas mencionada en el Art. 54 se puede ver en la Tabla 1.15.

Tabla 1.15 Clasificación de riesgo y su simbología para transporte de sustancias, residuos y desechos peligrosos en El Salvador


CLASIFICACIÓN DE RIESGO	DIVISIÓN	SÍMBOLO
1. Explosivos	1.1 Materiales que presentan un riesgo de explosión de toda la masa	
	1.2 Materiales que presentan un riesgo de proyección, pero no un riesgo de explosión de toda la masa	
	1.3 Materiales que presentan un riesgo de incendio y un riesgo de	

Tabla 1.15 Clasificación de riesgo y su simbología para transporte de sustancias, residuos y desechos peligrosos en El Salvador (Continuación)









CLASIFICACIÓN DE RIESGO	DIVISIÓN	SÍMBOLO
	que se produzcan pequeños efectos de onda de choque o proyección, o ambos efectos, pero no un riesgo de explosión de toda la masa.	
	1.4 Materiales que no presentan ningún riesgo considerable	
	1.5 Materiales muy insensibles que presentan un riesgo de explosión de toda la masa	
2. Gases	2.1 Gas inflamable	
	2.2 Gas no inflamable	
	2.3 Gas venenoso (tóxico)	
3. Líquidos Inflamables	3.1 Líquidos con punto de inflamabilidad bajo	
	3.2 Líquidos con punto de inflamabilidad medio. Igual o superior a 18 °C e inferior a 23 °C	
	3.3 Líquidos con punto de inflamabilidad elevado. Igual o superior a 23 °C pero no superior a 61 °C	
4. Sólidos Inflamables	4.1 Sólidos Inflamables	
	4.2 Materiales que pueden experimentar combustión espontánea	
	4.3 Materiales que al contacto con el agua o con el aire, desprenden gases inflamables	
5. Oxidantes y Peróxidos Orgánicos	5.1 Oxidantes	
	5.2 Peróxidos Orgánicos	
6. Materiales Venenosos	6.1 Materiales venenosos	
	6.2 Materiales Nocivos	
	6.3 Materiales Infecciosos	

Tabla 1.15 Clasificación de riesgo y su simbología para transporte de sustancias, residuos y desechos peligrosos en El Salvador (Continuación)

CLASIFICACIÓN DE RIESGO	DIVISIÓN	SÍMBOLO
7. Materiales Radiactivos	N/A	
8. Corrosivos	N/A	
9. Materiales Peligrosos Varios	N/A	

Fuente: (Decreto N° 41, 2000)

Este reglamento también establece algunos criterios que deben tomarse en cuenta para el envasado y embalaje de las sustancias peligrosas que serán transportadas, así como el manejo de estos envases.

Art. 65. – “Para el transporte, tránsito y almacenaje, el envase y el embalaje de sustancias, residuos o desechos peligrosos deberán cumplir con las especificaciones y características que garanticen la gestión adecuada de las mismas.”

Art. 66. – “El envase y embalaje, antes de ser entregado para su transporte, deberá ser inspeccionado, para cerciorarse de que no presente corrosión, materiales extraños u otro tipo de deterioro.”

Art. 67. – “Las sustancias, residuos y desechos peligrosos sólo deberán contenerse en envases y embalajes que tengan la resistencia suficiente para soportar la presión interna que pudiese desarrollarse en condiciones normales de transporte, tránsito y almacenamiento.”

Art. 68. – “Todo envase y embalaje que haya contenido sustancias, residuos o desechos peligrosos y sea descartado, deberá ser considerado residuo o desecho peligroso” (Decreto N° 41, 2000).

Según el Acuerdo Ejecutivo No.17 del 7 de Junio de 2005 (publicado en el Diario Oficial No.110, Tomo 367 del 15 de junio de 2005) de El Salvador, se aprueba la normativa emanada del Órgano Ejecutivo, cuya finalidad es regular la importación, transporte, almacenamiento y el proceso de sustancias peligrosas en El Salvador.

Por lo tanto, cualquier persona natural o jurídica que desee importar, transportar, almacenar o procesar sustancias peligrosas, deberá presentar el Formulario Ambiental correspondiente para obtener un Permiso Ambiental (Ver ANEXO F), en el Art. 1 y 2 de este acuerdo se deja

claro que la vigencia del permiso ambiental es de un año y toda persona natural o jurídica que se dedique a estas actividades debe realizar el proceso de ley para el otorgamiento de un nuevo permiso.

Los requisitos y documentos para presentar para la solicitud de este permiso son diferentes dependiendo de si el responsable de esta actividad será una persona natural o jurídica.

Los requisitos a presentar para una persona natural son:

- a) Formulario ambiental, lleno a máquina o letra de molde, presentar original y dos copias.
- b) DUI y NIT del titular del proyecto.
- c) Documento que demuestre la propiedad o tenencia del inmueble o terreno donde se pretende desarrollar el proyecto.
- d) Escritura de poder, cuando fuere el caso.
- e) DUI y NIT del apoderado.
- f) Croquis de Ubicación del proyecto.
- g) Plano de Curva de Nivel y accidentes naturales.
- h) Certificado vigente del cuerpo de bomberos de El Salvador por cada uno de los vehículos a utilizar.
- i) Tarjetas de circulación de los vehículos a utilizar en original y copia.
- j) DUI y licencias de cada motorista en original y copia.
- k) Si los vehículos no son de propiedad del titular, presentar documento que acredite la tenencia o el uso de los vehículos.
- l) Plan de contingencia (Como reacciona la empresa en caso de accidente).
- m) Fichas técnicas del producto.
- n) Hojas de Seguridad.

(MARN, 2013)

Los requisitos a presentar para una persona jurídica son:

- a) Formulario ambiental, lleno a máquina o letra de molde, presentar original y dos copias.
- b) Escritura de constitución de la sociedad o asociación.
- c) Modificación de escritura de constitución de la sociedad, cuando fuera el caso.
- d) Credencial vigente de elección de junta directiva o administrador único.
- e) NIT de la sociedad o asociación.
- f) DUI y NIT del representante de la sociedad o asociación.
- g) Escritura de poder, cuando fuere el caso.
- h) DUI y NIT del apoderado.
- i) Documento privado autorizando un tercero para realizar trámites, cuando fuere el caso.
- j) DUI y NIT de la persona autorizada.
- k) Si es extranjero: pasaporte o tarjeta de residente.

- l) Documento que demuestre la propiedad o tenencia del inmueble o terreno donde se pretende desarrollar el proyecto.
- m) Croquis de Ubicación del proyecto.
- n) Plano de distribución del proyecto.
- o) Plano de Curva de Nivel y accidentes naturales.
- p) Certificado vigente del cuerpo de bomberos de El Salvador por cada uno de los vehículos a utilizar.
- q) Tarjetas de circulación de los vehículos a utilizar en original y copia.
- r) DUI y licencias de cada motorista en original y copia.
- s) Si los vehículos no son de propiedad del titular, presentar documento que acredite la tenencia o el uso de los vehículos.
- t) Plan de contingencia (Como reacciona la empresa en caso de accidente).
- u) Fichas técnicas del producto.
- v) Hojas de Seguridad.

(MARN, 2013)

1.13 Tecnologías de disposición final de residuos y desechos peligrosos

Los procesos de tratamiento que ya han sido mencionados tienen por objetivo generar un nuevo producto que pueda ser desechado de forma segura sin riesgos para la salud humana o para el medio ambiente, o que pueda ser utilizado nuevamente. Muchos de estos requieren de procedimientos físicos, químicos y/o biológicos alcanzables a nivel de laboratorio con equipamiento básico y reactivos comunes, otros requieren de equipo más avanzado y/o sustancias químicas menos comunes, sin embargo, existen otros procesos que requieren de tecnologías de punta cuya viabilidad es limitada en países en vías de desarrollo como El Salvador, debido a que representan una inversión muy elevada. La capacidad de algunas de estas tecnologías ha sido comprobada y son utilizadas en muchas partes del mundo en la actualidad, otras aun requieren de estudios y ensayos para comprobar su viabilidad, pero se teoriza que serán de gran ayuda para combatir el problema de la contaminación por desechos químicos.

Entre algunas de estas tecnologías se conocen:

1.13.1 Incineración

Es una combustión controlada, con emisión de calor. La incineración aplicada a los desechos se lleva a cabo en plantas industriales especialmente diseñadas y los convierte, en gases y cenizas (sólidas / líquidas). Se debe tener en cuenta que, a la combustión, que es de por sí un proceso complejo, se le debe sumar el hecho que en la incineración aplicada a desechos estos son precisamente el combustible, y que se trata de una mezcla heterogénea de sustancias con composiciones químicas diversas. El proceso de incineración viene utilizándose desde hace siglos (sobre todo en épocas de epidemias), pero recién en la segunda mitad del siglo XX se

emplean equipos tecnológicamente diseñados para cumplir con un mínimo de parámetros impuestos por las distintas legislaciones (Bonato, 2000).

En general, se aplica a residuos que poseen un poder calorífico medio y alto, es decir que posean una matriz fundamentalmente orgánica y no más del 60-70% de agua, para que resulte ser un proceso económicamente viable. Es decir, para residuos que se encuentren aproximadamente dentro de los siguientes límites:

- a) Contenido de agua: < 65 %
- b) Contenido de compuestos Inorgánicos: < 15 % (cenizas)
- c) Contenido de compuestos orgánicos > 30 % (Poder calorífico)

Los sistemas de tratamiento térmico o termo-destrucción pueden clasificarse de acuerdo con el requerimiento de oxígeno en la primera cámara del proceso, en pirólisis, gasificación y combustión completa y los productos recuperados dependerán del proceso seleccionado, tal como se muestra en la Figura 1.13.

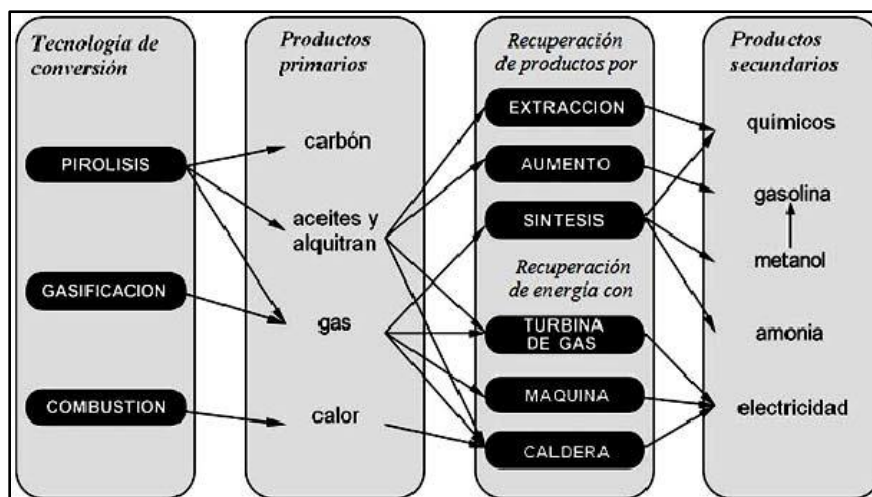


Figura 1.13 Procesos de conversión térmica y productos. Fuente: (Belgiorno, De Feo, y Della Rocca, 2003)

1.13.1.1 Pirolisis

Significa rotura por calor, usa una fuente externa de calor para producir las reacciones endotérmicas prolíficas en un ambiente ausente de oxígeno (a veces se denomina destilación destructiva). Requiere de temperaturas que rondan entre 550 °C y 1000 °C.

Los productos de la pirólisis comprenden:

- a) Gases: principalmente H₂, CH₄, CO, y otros. Se obtienen a temperaturas altas (800 °C-1000 °C) y en tiempos cortos,
- b) Líquidos: alquitranes o aceites (acetona, ácido acético, metanol, hidrocarburos exigeados complejos). Obtenidos a temperaturas bajas, hasta 550 °C.
- c) Sólidos: coque (carbono puro), material inerte.

Ventajas y desventajas.

- a) Todos los productos o subproductos pueden ser reutilizados.
- b) Es energéticamente autosostenible.
- c) No genera gases contaminantes como óxidos de nitrógeno y azufre, que son producidos en la combustión.
- d) Alta inversión para la instalación.
- e) La alimentación requiere pretratamiento para obtener un material homogéneo.
- f) Requiere de constantes operaciones de mantenimiento por la acumulación de cenizas (AGROWASTE, 2013).

1.13.1.2 Gasificación

Este proceso se realiza con presencia de oxígeno, pero en cantidades subestequiométricas (en defecto), por lo tanto, es un sistema de combustión parcial del residuo y por ello es parcialmente autosostenido en función del calor generado. El proceso produce gases combustibles que se pueden utilizar en motores, turbinas, calderas con un exceso de aire y un sólido o líquido de bajo poder calórico.

Para el caso específico del tratamiento de los residuos, los gases se envían a una segunda cámara (cámara de post combustión) donde se permite el ingreso del oxígeno suficiente para provocar una combustión completa (Bonato, 2000). El residuo que ingresa a la cámara generalmente en forma intermitente se gasifica a temperaturas de 650°C aproximadamente, luego los gases son conducidos a la segunda cámara donde se completa la combustión con un exceso de aire, a temperaturas de 950 – 1200 °C:

Ventajas y desventajas

- a) Los sistemas gasificadores funcionan en general en forma Batch.
- b) El residuo ingresa en forma discontinua.
- c) Las potencialidades en general son pequeñas, de 200 kg / h.
- d) El proceso de gasificación es un proceso lento, que demanda entre 8 y 15 h.
- e) Los equipos son relativamente pequeños (hay menor cantidad de gases), pues la primera cámara trabaja en defecto de oxígeno. Esto resulta en equipos generalmente más económicos.
- f) Se produce menor arrastre de material particulado, por ser un proceso más lento (Bonato, 2000).

1.13.1.3 Combustión total

Este proceso utiliza la cantidad estequiometria de oxígeno, aunque en la práctica dada la naturaleza heterogénea de los residuos, es necesaria una cantidad de oxígeno en exceso para asegurar así una alta turbulencia, la mezcla completa de los gases de combustión y poder llegar a todas las partes del residuo, para lograr una combustión completa (Bonato, 2000).

Las distintas reacciones que ocurren se pueden ejemplificar, según:

- a) $C + O_2 \rightarrow CO_2$
- b) $2 H_2 + O_2 \rightarrow 2 H_2O$
- c) $S + O_2 \rightarrow SO_2$
- d) $Cl_2 + H_2 \rightarrow 2 HCl$
- e) $N_2 + O_2 \rightarrow 2 NO$
- f) $N_2 + 2 O_2 \rightarrow 2 NO_2$
- g) $2 P + 5/2 O_2 \rightarrow P_2O_5$

Este tipo de incineración es el más ampliamente utilizado, para residuos industriales y urbanos.

Los parámetros de funcionamiento son: Temperaturas 800 °C – 1000 °C, Tiempo de residencia de las cenizas 1 - 5 horas, Oxígeno en exceso 3 - 12 % v / v (Bonato, 2000).

Además, posee: quemadores con combustible auxiliar para garantizar dichas temperaturas, ventiladores para proporcionar el exceso de oxígeno y las paredes se encuentran revestidas con materiales aislantes y refractarios especiales.

Ventajas y desventajas

- a) El residuo ingresa generalmente en forma continua.
- b) Las potencialidades en general son medias o grandes, de 500 kg / h a 20.000 Kg / h.
- c) El proceso de combustión es cuasi instantáneo.
- d) Los equipos son grandes (hay mayor cantidad de gases), pues la primera cámara trabaja en exceso de oxígeno. Esto resulta en equipos más costosos.
- e) Se produce mayor arrastre de material particulado, por ser un proceso más rápido (Bonato, 2000).

1.13.2 Tecnologías de Plasma

Las tecnologías tradicionales para incineración generan sus propios desechos en la forma de cenizas que pueden presentar una toxicidad elevada, tecnologías más recientes como la utilización de plasma para la gasificación son una solución a este problema.

La antorcha o arco de plasma permite alcanzar temperaturas entre 5,000 °C – 10,000 °C. Debido a esto no se producen cenizas, ya que a temperaturas superiores a los 5,000 °C todas las moléculas orgánicas son descompuestas y solo permanece el H₂ y CO y algunos gases de síntesis, y los componentes inorgánicos se derriten y vitrifican en un residuo en forma de roca que es altamente resistente a la lixiviación. Los residuos gaseosos pueden ser utilizados como combustible y los residuos sólidos como materiales de construcción para ladrillo o grava para caminos.

Algunos inconvenientes de este tipo de tecnologías radican en su selectividad, algunas tecnologías de plasma tratan residuos en forma gaseosa pero no en forma líquida o sólida, otras tratan residuos en forma líquida y sólida, pero no en forma gaseosa, otros son capaces de trabajar con cualquier fase de residuo, pero tienen requerimientos energéticos demasiado altos.

Taboada-González, concluye en su artículo “La tecnología de plasma y residuos sólidos” concluye que aun hace falta más desarrollo de esta tecnología para volverla confiable y utilizable en países en vías de desarrollo (Taboada Gonzalez, Aguilar Virgen, y Armijo de Vega, 2009)

1.13.3 Tratamiento por Membranas

Una membrana se define como una película delgada (fino) que separa dos fases y actúa como barrera selectiva al transporte de materia, debido a la existencia de una diferencia de potencial químico entre las dos fases.

Mediante esta operación la corriente de alimentación se divide en dos: el permeado y el retenido por la membrana. De esta manera el permeado se puede purificar o el retenido puede ser concentrado, dependiendo de las necesidades.

Ventajas y desventajas

- a) No requiere la adición de otros reactivos.
- b) Colabora con el reciclado del agua depurada.
- c) Su selectividad es insuficiente.
- d) Caudales pobres debido a ensuciamiento de las membranas.
- e) Dificultad para predecir costes.

Las membranas más utilizadas se clasifican por el tamaño del poro y requieren de una diferencia de presión específica para trabajar.

Osmosis inversa: limita el paso de algunos iones monovalentes como el sodio. Trabaja a una presión de 5-8 KPa y sus poros tienen un tamaño menor a 0.1 nm.

Nanofiltración: la membrana es capaz de aislar selectivamente iones polivalentes (como calcio y magnesio) y algunos materiales orgánicos. Trabaja a una presión de 0.5-1.5 MPa y el tamaño de su poro es 0.1 nm-0.001 μ m.

Ultrafiltración: Rechaza algunos solutos gruesos de alto peso molecular. su presión de trabajo es 50-500 MPa y el tamaño de poro 0.001-0.1 μ m.

Microfiltración: Presenta el mayor tamaño de poro (0.1-10 μ m) y la presión de trabajo más baja.

La filtración mediante membranas permite el tratamiento de afluentes con altas concentración de iones disueltos no precipitables o difícilmente precipitables como Cl⁻, Na⁺, K⁺, etc. Y el

tratamiento de corrientes con trazas de compuestos orgánicos como aceites, pigmentos o disolventes (Kaifer, 2006).

1.13.4 Técnicas de tratamiento y disposición final aplicadas en El Salvador

En el Salvador existe un listado de sitios autorizados para la eliminación y disposición final de desechos peligrosos mostrado en la Tabla 1.16, los cuales cuentan con el permiso para darle tratamiento y disposición final a los residuos y desechos mediante técnicas como el coprocesamiento y la encapsulación.

Tabla 1.16 Listado de sitios autorizados para la eliminación y disposición final de desechos peligrosos en El Salvador

NOMBRE	PERMISO AMBIENTAL PARA	RESIDUOS Y DESECHOS AUTORIZADOS
Geocycle El Salvador, S.A. de C.V. - Holcim El Salvador, S.A. de C.V.	Manejo, caracterización y pre-tratamiento de residuos y desechos peligrosos, así como para la destrucción de residuos y desechos en el coprocesamiento en sus hornos cementeros.	Llantas, aceites minerales, vegetales y sintéticos, lodos de fondos de tanques, desechos de plantas de tratamiento, Lodos de procesos químicos, lodos de perforaciones, Aguas contaminadas, Residuos de destilación, lodos industriales (Industria química, de pinturas, papel, otros), Solventes e hidrocarburos, plásticos (contaminados y no contaminados), Medicinas vencidas, textiles, suelos, arenas, polvos, arcillas y tierras contaminadas, tierras diatomáceas, emulsiones, bitúmenes, hullas, ceras. , materiales caducos y/o fuera de especificación, químicos de origen industrial o farmacéutico, pesticidas, desechos con PCB's, biomásas, papel, cartón , desechos sólidos, municipales previamente clasificados
Manejo Integral de Desechos Sólidos, Sociedad por acciones de Economía Mixta y de Capital Variable (MIDES, S.E.M. de C.V.),	Tratamiento y disposición final en celdas de confinamiento de algunos medicamentos vencidos	Listado de medicamentos descartados autorizados: 1- Vitaminas, minerales y suplementos nutricionales; 2-Corticosteroides y hormonas; 3-Analgésicos y antiinflamatorios; 4-Antibióticos y quimioterapéuticos; 5- Amebicidas, protozoarios, antimicóticos; 6-Sueros inmunes, vacunas, toxoides, antitoxinas, antivenenos y antivirales; 7- Antiácidos y antiulcerosos; 8-Psicotrópicos, narcóticos controlados, antihistamínicos, mucolítico, antitusivos; 9- Anestésicos: lidocaína (controlada); 10-Productos naturales de origen vegetal y animal.

Fuente: (MARN, 2013)

Las tecnologías de tratamiento y disposición que tienen mayor uso en El Salvador son las siguientes:

1.13.4.1 Co-Procesamiento

La única empresa presente en El Salvador con la autorización para el tratamiento de residuos mediante co-procesamiento cementero es Geocycle El Salvador, S.A. de C.V. la cual opera en sociedad exclusiva con el grupo LafargeHolcim. Una porción de sus instalaciones se puede apreciar en la Figura 1.14.



Figura 1.14 Instalaciones de Geocycle El Salvador, S.A. de C.V. Fuente: (Geocycle, 2019)

El Co-Procesamiento, es una forma de reutilización de los residuos, se refiere al uso de residuos en los procesos industriales, como cemento, cal o producción de acero y centrales eléctricas o cualquier otra planta de combustión grande. También conocido como co-incineración, el co-procesamiento consiste en la sustitución del combustible primario y las materias primas por residuos. Es una recuperación de energía y material a partir de los residuos (Holcim Group, 2014).

El co-procesamiento de residuos en los hornos rotatorios de cemento ofrece ventajas para la industria cementera, así como para las autoridades responsables de la gestión de residuos. Los productores de cemento pueden ahorrar en combustible fósil y consumo de materias primas, lo que contribuye a una producción más eficiente ecológicamente hablando. Una de las ventajas que tienen las autoridades y las comunidades es que este método de recuperación de residuos usa una instalación existente, con lo que se elimina la necesidad de invertir en un incinerador nuevo o en un sitio de disposición final seguro. Es importante mencionar que mediante este proceso los residuos no solo cumplen la finalidad de combustible, sino que también permiten recuperar materias primas valiosas, la Tabla 1.17 da algunos ejemplos de recuperación de materias primas a partir de diferentes residuos (Holcim Group, 2014).

Tabla 1.17 Materiales recuperados de procesos de co-procesamiento según material de residuo

COMPONENTES RECUPERADOS	MATERIAL DE RESIDUO	FUENTES INDUSTRIALES
Minerales Arcillosos / Al ₂ O ₃	Residuos de recubrimiento	Fundiciones
	Lodo de reciclaje de aluminio	Industria del aluminio
Piedra caliza / CaCO ₃	Cal industrial	Proceso de neutralización
	Lodo de cal	Tratamiento de aguas residuales
Silicatos / SiO ₂	Arena para fundición	Fundiciones
	Suelo contaminado	Recuperación del suelo
Óxido de hierro / Fe ₂ O ₃	Pirita tostada	Tratamiento de superficies metálicas
	Lodo mecánico	Industria metalúrgica
	Lodo rojo	Tratamiento de aguas residuales industriales
Si-Al-Ca-Fe	Cenizas volátiles	Incinerador
	Arena triturada	Fundiciones
Azufre	Sío de la desulfuración del gas	Incineración
	Sío químico	Proceso de neutralización
Flúor	Lodo del filtro de CaF ₂	Industria del aluminio

Fuente: (Holcim Group, 2014).

1.13.4.2 Encapsulamiento por relleno sanitario

Es una técnica de disposición de residuos sólidos muy utilizada, que consiste en la disposición de capas de basura compactadas sobre un suelo previamente impermeabilizado para evitar la contaminación del acuífero y cubiertas por capas de suelo. Una ventaja del relleno sanitario sobre otros métodos de tratamiento de residuos es la posibilidad de recuperación de áreas ambientalmente degradadas por la minería o explotación de canteras, así como de terrenos considerados improductivos o marginales (Ullca, 2006).

En la planificación y construcción de los rellenos sanitarios se deben considerar precauciones para no alterar negativamente el medio ambiente natural o causar impactos adversos en la población circundante. Para evitar la contaminación de las aguas subterráneas y superficiales más cercanas se deben utilizar áreas donde la permeabilidad del suelo subyacente sea reducida y materiales aislantes adecuados (Ullca, 2006).

En los rellenos sanitarios se da una acumulación del gas metano, producido por la descomposición natural o putrefacción de los desechos sólidos en forma anaeróbica, la cual genera el riesgo de accidentes por explosiones. Este tiende a acumularse en los espacios vacíos dentro del relleno pudiendo migrar a las áreas vecinas con el consiguiente peligro de explosión. Sin embargo, este gas puede ser aprovechado como combustible en la generación de energía si se realizan las modificaciones adecuadas al relleno para poder recuperarlo (Ullca, 2006).

En el Salvador existen un total de 16 rellenos sanitarios según el portal de transparencia de la Unidad General de Saneamiento Ambiental del MARN, lo cual se puede apreciar en la Tabla 1.18.

Tabla 1.18 Listado de rellenos sanitarios en El Salvador, 2018

N°	NOMBRE DEL RELLENO SANITARIO	UBICACIÓN
1	Mides, SEM	Cantón Camotepec, Municipio de Nejapa, Departamento de San Salvador
2	Puerto de La Libertad	Cantón Melara, Municipio del Puerto de La Libertad
3	Sonsonate	Cantón Salinas de Ayacachapa, municipio y departamento de Sonsonate.
4	AMUSNOR	Caserío Quebrada Honda, cantón Estanzuelas, municipio de Tejutla, departamento de Chalatenango
5	Santa Ana	Kilometro 77, costado derecho de la calle que conduce de Santa Ana a Metapán,, Caserío El Zompopo, Cantó Cujucuyo, municipio de Texistepeque/Santa Ana
6	Atiquizaya	Cantón Zunca, Municipio de Atiquizaya, Ahuachapán.
7	San Francisco Menéndez	Cantón El Jocotillo, caserío El Martillo, municipio de Francisco Menéndez/Ahuachapán.
8	Santa Isabel Ishuatán	Calle al Cementerio, municipio de Santa Isabel Ishuatán/Sonsonate.
9	Usulután	Sur-Oriente de la ciudad de Usulután a 4.5 kilómetros, Cerro El Desparramo, Cantón Palo Galán, Municipio de Usulután, Departamento de Usulután
10	San Miguel	Cantón Las Peñitas, Carretera que conduce al municipio de Uluazapa, municipio de San Miguel, departamento de San Miguel
11	ASINORLU, Santa Rosa de Lima, La Unión	Hacienda Santa Rosa Agua Caliente, Cantón La Chorrera, Municipio de Santa Rosa de Lima, Departamento de La Unión
12	Corinto Morazán	1.5 kilómetros al sur poniente de la ciudad de Corinto, Caserío El Recreo, Cantón Corralito, Municipio de Corinto, Morazán
13	Meanguera, Morazán	6 kilómetros al norte de la ciudad de Meanguera, Caserío El Cutuco, Cantón La Joya, Municipio de Meanguera, Departamento de Morazán
14	Perquín, Morazán	1.5 kilómetros al norte de la ciudad de Perquín, calle a Sabanetas Cantón Casa Blanca, Municipio de Perquín, Departamento de Morazán
15	Suchitoto	800 mts. Al Sur de Suchitoto, sobre la carretera que conduce a San Martín, cantón Milingo, municipio de Suchitoto, Cuscatlán
16	AMUCHADES	Calle al municipio de Potonico, cantón El Gramal, San Antonio Los Ranchos

Fuente: (MARN, 2018)

De estos rellenos el de mayor tamaño es la empresa de Manejo Integral de Desechos Sólidos (MIDES, S.E.M. de C.V.), el cual presta sus servicios a la zona metropolitana de San Salvador y municipios aledaños. Esta es la única empresa privada con el permiso ambiental para darle tratamiento y disposición final a medicamentos vencidos mediante celdas de confinamiento. La empresa también da tratamiento a los lixiviados generados dentro del relleno mediante el uso de lagunas de oxidación biológicas, una vista aérea de sus instalaciones se puede apreciar en la Figura 1.15.



Figura 1.15 Instalaciones de relleno sanitario de Nejapa. Fuente: (Carranza, 2006)

Este relleno opera en cooperación con la planta generadora de energía eléctrica AES Nejapa, la cual utiliza los biogases generados por la descomposición anaeróbica de la materia orgánica para producir hasta 6 MW de energía eléctrica.

1.13.4.3 Tratamiento Biológico

Como su nombre indica, los tratamientos biológicos de aguas residuales se basan en el empleo de microorganismos, fundamentalmente bacterias, para la depuración de las mismas. La contaminación del agua constituye el sustrato o alimento de la biocenosis o comunidad de microorganismos, la cual es mantenida en reactores biológicos. En estos reactores deben mantenerse las condiciones ambientales para permitir el desarrollo óptimo de la biocenosis (Arnaiz, Isac, y Lebrato, 2000).

La eliminación de carbono es el tratamiento más importante en depuración biológica de aguas residuales. El proceso de utilización de la materia orgánica puede resumirse como la transformación de un compuesto por un conjunto de microorganismos a través de sus diferentes rutas metabólicas (Arnaiz, Isac, y Lebrato, 2000).

Existen dos procesos fundamentales de tratamiento biológico, los cuales dependen de la vía respiratoria de los microorganismos utilizados, proceso aeróbico y proceso anaeróbico.

El proceso aeróbico es realizado comúnmente en procesos de lodos activados, el agua residual es homogenizada e introducida un tanque de aireación donde se utilizan sopladores para introducir oxígeno y agitación al sistema. La materia orgánica es oxidada y precipita en forma de lodos activados los cuales usualmente son separados por decantación y luego pueden ser reingresados en el sistema para mantener la cantidad de microorganismos constante o tratada con polímeros para darle una consistencia más espesa y disponer de ellos más fácilmente, incluso pueden utilizarse como abono dependiendo de su composición.

El proceso anaerobio genera como productos biogases como metano y una muy pequeña porción lodos. El proceso se da en tanques anaeróbicos sellados al ambiente para evitar el ingreso de oxígeno, y los gases generados pueden ser reutilizados como combustible o quemados en una antorcha para evitar su acumulación.

En el Salvador los procesos biológicos para tratamiento de aguas residuales se han popularizado, junto a proceso fisicoquímicos como la floculación-coagulación, debido a la elevada exigencia de las autoridades en la calidad de las corrientes de aguas residuales descartadas por la empresa privada, en los últimos años. Debido a esto muchas industrias poseen sus propias plantas de tratamiento de aguas residuales, y muchas de estas cuentan con procesos biológicos aerobios, anaerobios o ambos para sus afluentes de aguas a desechar o reciclar.

CAPÍTULO 2.0

DIAGNÓSTICO GENERAL DE LOS LABORATORIOS ACADÉMICOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

2.1 Historia

La carrera de Ingeniería Química en la Universidad de El Salvador nace a partir de la carrera de Química Industrial, cuyo estudio, se introdujo con la fundación de la Facultad de Ciencias Químicas en la Universidad de El Salvador en el año de 1957, precisamente en el contexto en el cual se ponía en práctica en El Salvador el primer esfuerzo oficial de industrialización.

La Facultad de Ciencias Químicas en la Universidad de El Salvador en un inicio se dividió en cuatro escuelas: Geología, Química Biológica, Química y Farmacia y Química Industrial. Un año después de la fundación de la carrera de Química Industrial, ya se disponía de una Planta Piloto, un laboratorio de procesos a menor escala orientado a la enseñanza y práctica de las operaciones unitarias (EIQIA, 2016).

En 1970 el programa de Química Industrial se transformó en el programa de Ingeniería Química, con la introducción de materias como Cinética Química Aplicada y Transferencia de Masa, formándose así la Escuela de Ingeniería Química (EIQ), que se separó de la Facultad de Ciencias Químicas para incorporarse a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura (EIQIA, 2016).

En el año de 1971, fue creada, dentro de la Escuela de Ingeniería Química, la carrera de Ingeniería de Alimentos con el objeto de cubrir la necesidad de personal especializado en el área de ciencia, tecnología e industria de alimentos, programa que continuaría siendo administrado por la Escuela de Ingeniería Química (EIQIA, 2016).

A partir del 21 de septiembre de 2012, y según acuerdo N°77/2011 - 2013 (XV) de la Asamblea General Universitaria, el nombre de la Escuela de Ingeniería Química cambió, oficialmente, por el nombre de Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos, identificándose con las siglas EIQIA.

En la actualidad, la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos gestiona académicamente, a través de la dirección de escuela constituida por el/la Directora/a y el/la Secretario/a y cinco jefaturas de Departamento que son: Jefatura de Ciencias Básicas de Ingeniería Química, Jefatura de Ciencias de la Ingeniería Química, Jefatura de Ingeniería de Alimentos, Jefatura de los Laboratorios de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos y Jefatura del Centro para el Desarrollo de la Industria del Empaque y Embalaje (CDIECAP). La estructura organizativa de la EIQA se muestra en la Figura 2.1 (EIQA, 2015).

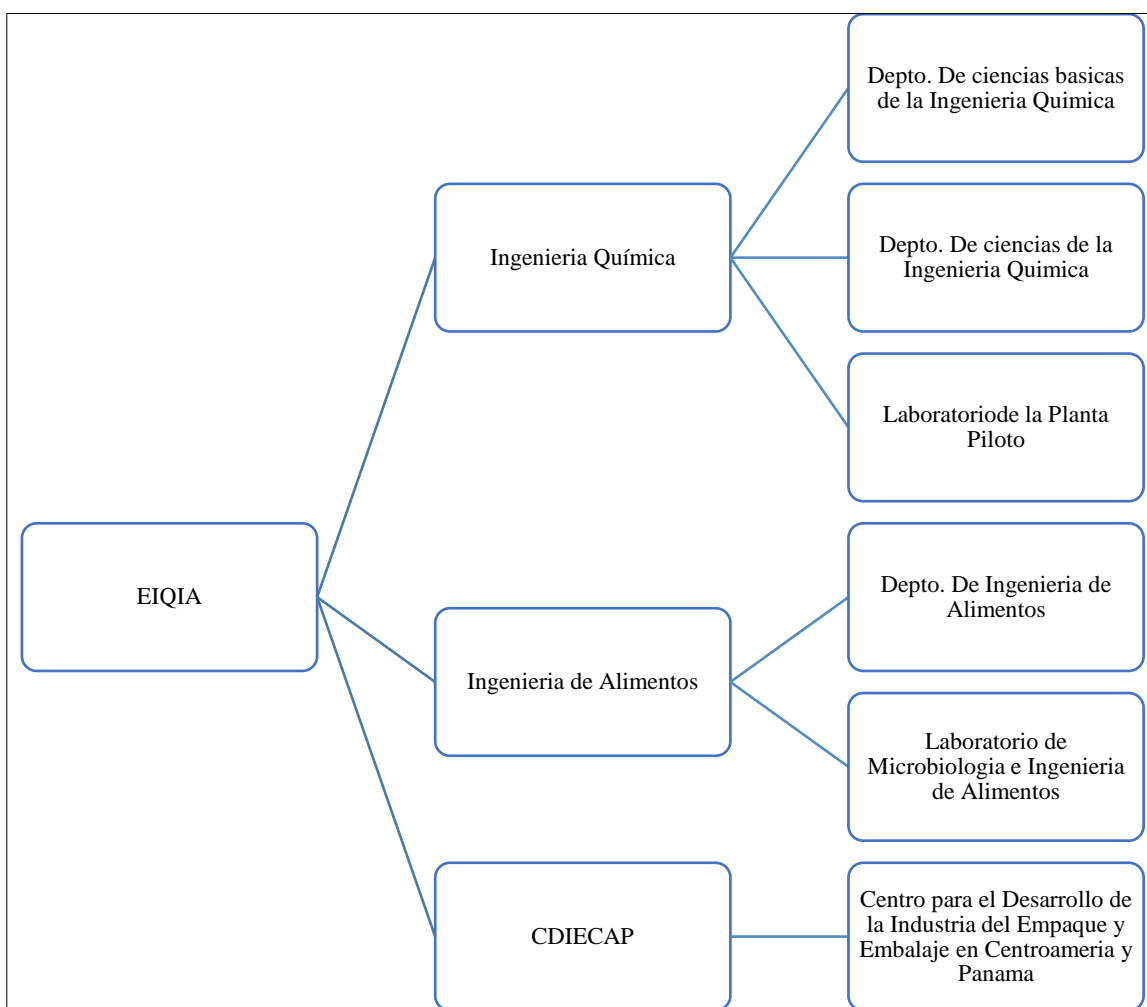


Figura 2.1 Estructura Organizativa de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos (EIQA, 2015)

La gestión de las actividades académicas y de vinculación se ejecuta a través de la estructura de procesos que se muestra en la Figura 2.2.

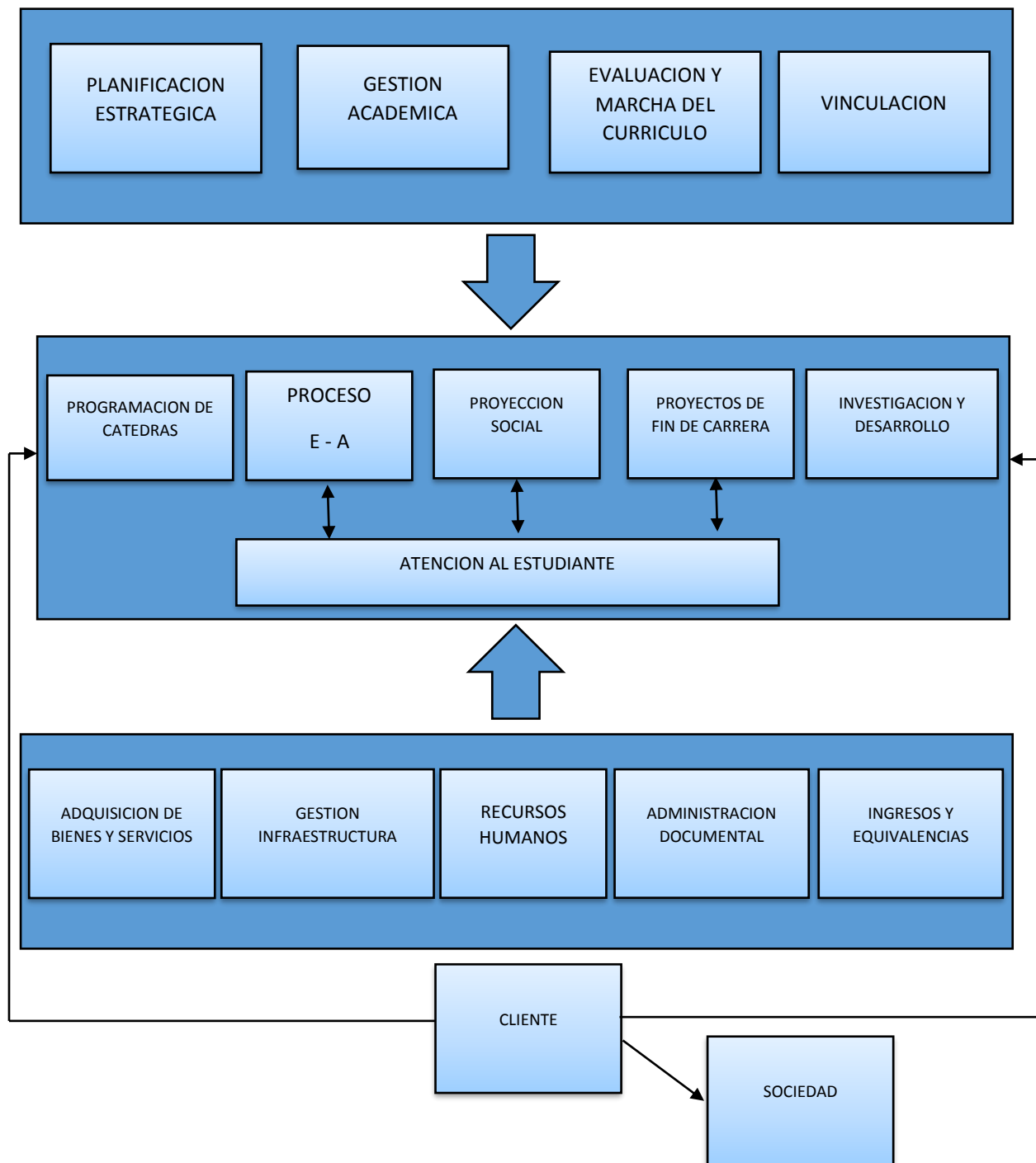


Figura 2.2 Estructura de Procesos de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos (EIQA, 2015)

2.2 Generalidades de los laboratorios académicos de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos de la FIA – UES

Los laboratorios académicos de la EIQIA se utilizan como marco de referencia para el estudio de los residuos peligrosos, ya que, como parte de sus actividades académicas y de investigación, almacenan, usan y transforman sustancias químicas que generan diversos tipos de residuos, entre los que se incluyen los considerados como residuos peligrosos.

Las sustancias químicas tienen una importancia vital en el mundo moderno; debido a que se usan en casi cualquier proceso, humano o industrial. Por su naturaleza, ellas pueden interactuar con otras sustancias produciendo la reacción de un material con alguna sustancia en su ambiente (corrosivos); modificar su estructura y cambiar sus propiedades (reactivos); reaccionar violentamente al contacto con oxígeno u otras sustancias (explosivos); estimular la combustión (inflamables); o causar daño a la salud de los seres vivos (tóxicos).

No todas las sustancias químicas son peligrosas ni representan un riesgo para el medio ambiente y la salud de la población, sino sólo aquellas que poseen propiedades corrosivas, reactivas, explosivas, inflamables y tóxicas. Tampoco se puede considerar que todos los materiales y sustancias peligrosas pueden ser un riesgo para el ambiente y la salud, ya que su riesgo depende de sus propiedades, de su potencia, de su peligrosidad y de la magnitud de la exposición, siendo esta última función de la cantidad de sustancia que entra en contacto con los posibles receptores, así como de la frecuencia y la duración de dicha exposición.

Los residuos peligrosos generados durante las actividades académicas y de investigación de la institución presentan riesgo y dificultades cuando el personal que los maneja, o los alumnos y maestros que están en contacto con los mismos, no cuenta con la capacitación ni el entrenamiento adecuado para la identificación, clasificación y manejo de éstos. El problema se multiplica cuando la institución generadora no cuenta con las facilidades de instalaciones adecuadas para el almacenaje temporal, ni el equipo apropiado para el tratamiento de estos.

Las instalaciones de la EIQIA se dividen de la siguiente manera:

- a) Laboratorios de Ingeniería Química (Planta Piloto).
- b) Laboratorios de Ingeniería de Alimentos.
- c) Centro para el desarrollo de la Industria del Empaque y Embalaje en Centroamérica y Panamá (CDIECAP).

En los Laboratorios de Ingeniería Química (Planta Piloto) se desarrollan las prácticas de laboratorio de Química Técnica (asignatura de los pensum de las carreras de Ingeniería Civil, Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Eléctrica), asignaturas del pensum de

Ingeniería Química (básicas y especializadas) así como también, trabajos de graduación que requieren de etapa experimental. Se brinda apoyo a Estudiantes de Ingeniería Química, Ingeniería de Alimentos e Ingeniería Industrial en diferentes proyectos extracurriculares. Para el ciclo I – 2018, se atendieron, los laboratorios de ocho asignaturas y para el ciclo II – 2018 se atendió un total de laboratorios correspondientes a catorce asignaturas. El promedio de estudiantes atendidos por semana fue de 565, la mayoría de estos son de la carrera de Ingeniería Química y de la asignatura de servicio Química Técnica. Entre las materias con el mayor número de estudiantes inscritos que realizan actividades de laboratorio se encuentran: Química Técnica, Química General I, Química Orgánica, Fisicoquímica I, Química Analítica/Química Analítica – A, Operaciones Unitarias I y III e Ingeniería de las Reacciones Químicas.

En el laboratorio de Ingeniería de Alimentos se desarrollan las prácticas de laboratorio de asignaturas especializadas del pensum de Ingeniería de Alimentos, así como también prácticas requeridas en trabajos de graduación. Para el ciclo I - 2018, se atendieron los laboratorios de las asignaturas Microbiología General, Tecnología del Procesamiento de Alimentos II, Química de Alimentos e Industria de Alimentos en El Salvador. Para el ciclo II - 2018 se atendieron los laboratorios de las asignaturas Microbiología de Alimentos, Tecnología del Procesamiento de Alimentos I y Operaciones de Transferencia de Masa. El promedio de estudiantes atendidos por semana en el mismo año fue de 22.

La función principal del CDIECAP es la prestación de servicios de medición de parámetros de calidad en materiales y empaques de papel, cartón y cintas adhesivas. Adicional a esta función, en el CDIECAP se realizan proyectos de investigación, actuando, además, como ente consultor en el área de empaque y embalaje (EIQIA, 2015).

2.2.1 Laboratorios académicos de Ingeniería Química

Los laboratorios académicos de Ingeniería Química en los cuales también se realizan algunas prácticas experimentales de Ingeniería de Alimentos están incluidos en una sola instalación denominada históricamente como Planta Piloto; la misma está ubicada en la República de El Salvador, Departamento de San Salvador, en los límites del Municipio de San Salvador y Mejicanos, perteneciente a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura. El entorno urbano más inmediato del proyecto es la Universidad de El Salvador, específicamente la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, la Facultad de Ciencias Agronómicas y la Facultad de Química y Farmacia. A continuación, en la Figura 2.3 se presenta la ubicación de los laboratorios dentro del campus.

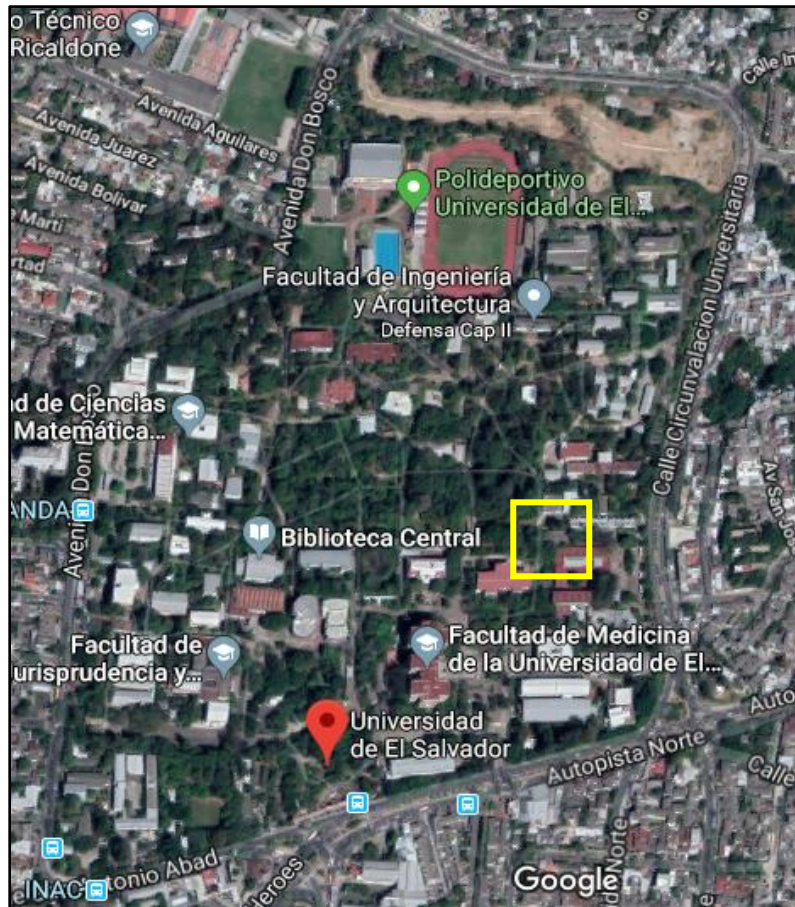


Figura 2.3 Ubicación de los laboratorios académicos de Ingeniería Química (Planta Piloto) dentro del campus de la Universidad de El Salvador, San Salvador. Fuente: (Google Maps, 2019)

Para llegar al sitio donde se encuentra el laboratorio académico de Ingeniería Química es necesario ingresar a la Universidad de El Salvador, esto significa que el uso de los laboratorios está limitado casi exclusivamente a los miembros de la comunidad universitaria, sin embargo, el campus cuenta con áreas de estacionamiento y no es totalmente restringido el acceso al mismo, por lo que una vez dentro del campus es fácil el acceso a los laboratorios.

Actualmente no existe una vía específica diseñada para el acceso hacia los laboratorios por medio de vehículo, sin embargo, las rutas existentes permiten la circulación vial controlada, es decir, que, en aquellos casos de abastecimiento o desalojo de cualquier tipo, si existe la posibilidad de llegar justo hacia los laboratorios de forma vehicular. En la Figura 2.4 y 2.5 se presenta la entrada a los laboratorios académicos de ingeniería química.



Figura 2.4 Circulación peatonal y único acceso actual de los laboratorios académicos de Ingeniería Química de la Universidad de El Salvador



Figura 2.5 Entrada a los laboratorios académicos de Ingeniería Química de la Universidad de El Salvador

2.2.1.1 Organigrama del laboratorio académico de Ingeniería Química

Para laborar en este lugar, se requiere de un equipo humano calificado. En la Figura 2.6 se muestra el organigrama del Laboratorio Planta Piloto de Ingeniería Química.

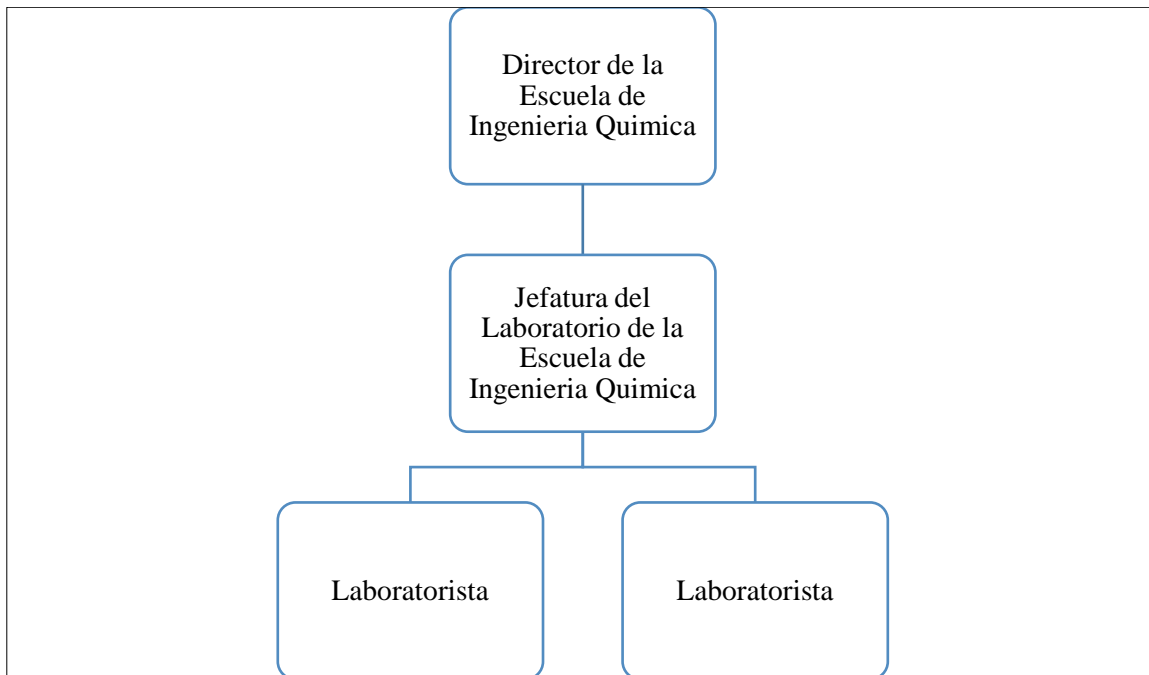


Figura 2.6 Organigrama del laboratorio académico de Ingeniería Química. Fuente: (Amaya, Cardona, y Dahbura, 2007)

2.2.1.2 Distribución espacial del laboratorio académico de Ingeniería Química (Planta Piloto)

El laboratorio Planta Piloto, es un espacio designado para el estudio, el análisis y la realización de pruebas especializadas. Lógicamente un laboratorio debe adaptarse al espacio y a la inversión disponible por lo cual la Planta Piloto, ha tenido cambios en su distribución a lo largo del tiempo. En la Figura 2.7 se muestra la distribución actual de la misma. Posteriormente se presenta en detalle la distribución de los laboratorios académicos de Ingeniería Química.

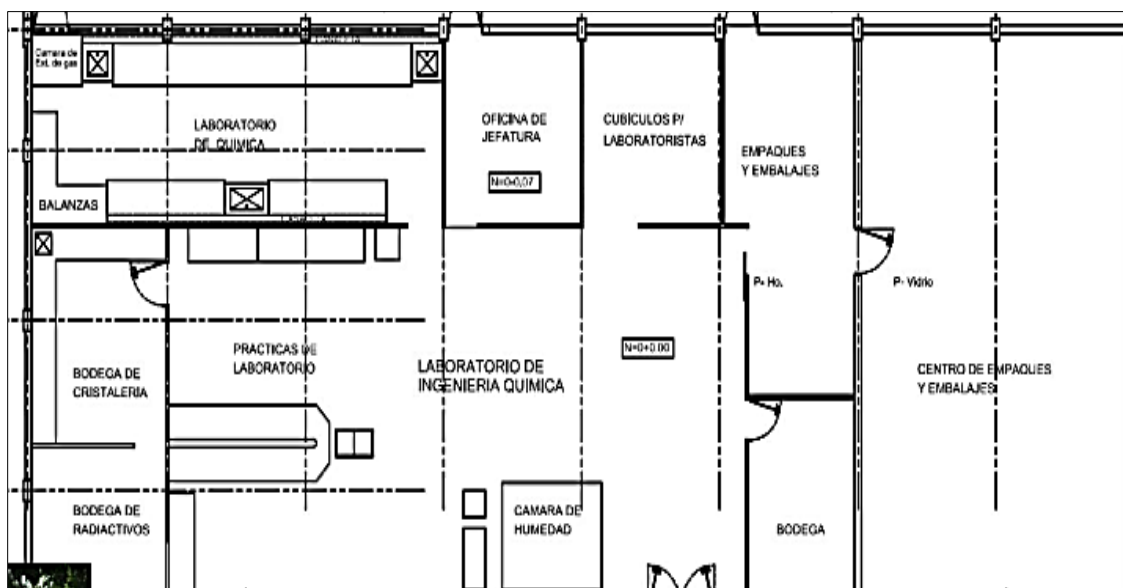


Figura 2.7 Distribución actual de los espacios. Plano superior del Laboratorio Planta Piloto de la EIQA – FIA – UES. Fuente: (Rodríguez y Cáceres, 2016)

2.2.1.3 Área de prácticas de laboratorio

Espacio principal del laboratorio académico de Ingeniería Química, comprende parte de la entrada y conecta el CDIECAP, área de prácticas, oficina de jefatura y laboratoristas. Cuenta además con un espacio para capacitaciones, ver Figura 2.8.



Figura 2.8 Espacio principal del laboratorio académico de Ingeniería Química

En la Figura 2.9 y 2.10 se presenta el espacio utilizado para la realización de pruebas, procedimientos experimentales, relacionados con ciencias químicas básicas. Cuenta con una máquina extractora de gases y otros equipos. Es uno de los espacios más utilizados actualmente, cubriendo los requerimientos de un laboratorio académico.



Figura 2.9 Interior de las áreas de prácticas del laboratorio académico de Ingeniería Química de la Universidad de El Salvador



Figura 2.10 Interior de las áreas de prácticas del laboratorio académico de Ingeniería Química de la Universidad de El Salvador

En la Figura 2.11 se muestra el espacio utilizado para la realización de prácticas de laboratorio el cual cuenta con equipo permanente para operaciones y procesos unitarios. En esta área se realizan actividades que requieren uso de una cantidad mayor en volumen de sustancias.



Figura 2.11 Área de laboratorio y equipo permanente para operaciones y procesos unitarios de Ingeniería Química

2.2.1.4 Bodega de materiales varios

En la Figura 2.12 se muestra el espacio utilizado para el resguardo de material de vidrio para el manejo de reactivos, residuos, desechos, disoluciones entre otros. Espacio de acceso único para el laboratorista u otro personal con permiso del jefe de laboratorio.



Figura 2.12 Bodega de materiales varios del laboratorio académico de Ingeniería Química

2.2.1.5 Bodega de reactivos

En la Figura 2.13 se presenta el almacenamiento de todos los reactivos utilizados en las practicas experimentales pertenecientes a las materias que oferta la EIQA. Espacio restringido solo para personal autorizado.



Figura 2.13 Bodega de reactivos del laboratorio académico de Ingeniería Química

2.2.1.6 Oficina de jefatura y laboratorista

En la Figura 2.14 se encuentra la oficina de jefatura y el área de laboratoristas. Actualmente los espacios no se utilizan para su fin específico debido a que en los cubículos de los laboratoristas están siendo utilizados también como una bodega de instrumentos varios para uso académico.



Figura 2.14 Acceso oficina de jefatura (izquierda) y área de laboratoristas (derecha) del laboratorio académico de Ingeniería Química

2.2.1.7 Laboratorio de equipos de Geotermia

En la Figura 2.15 se observa el espacio utilizado con el fin de proteger los instrumentos y equipos fijos y de campo en el área de Geotermia. Actualmente el laboratorio también tiene equipo relacionado con la cátedra de análisis instrumental.



Figura 2.15 Laboratorio de equipos de Geotermia dentro de las instalaciones del laboratorio académico de Ingeniería Química

2.2.2 Laboratorios académicos de Ingeniería de Alimentos

Los laboratorios académicos de Ingeniería de Alimentos fueron inaugurados en julio de 2011. Los laboratorios de Ingeniería de Alimentos están ubicados en la Universidad de El Salvador y pertenecen a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura (FIA). Se localizan contiguo a la Unidad de Ciencias Básicas de la FIA y al límite con la Facultad de Ciencias Agronómicas. Los laboratorios entran en funcionamiento a partir del ciclo II de ese mismo año y desarrollan las prácticas de laboratorio de las asignaturas especializadas del pensum de Ingeniería de Alimentos.

Las instalaciones se dividen en el Laboratorio de Microbiología que cubre las prácticas experimentales de Microbiología General, Microbiología de Alimentos y prácticas selectas de otras asignaturas. El Laboratorio de Ingeniería de Alimentos desarrolla de manera práctica las cátedras de Tecnología de Procesamiento de Alimentos I y II, Química de Alimentos, Industria de los Alimentos, Nutrición, Diseño de Plantas de Alimentos, entre otras. Adicionalmente, en ambos según sea el caso son utilizados, en trabajos de graduación. En la Figura 2.16 se muestra la división de los laboratorios.



Figura 2.16 Laboratorios académicos de Ingeniería de Alimentos: Laboratorio de Microbiología y Laboratorio de Alimentos

Con un diseño acorde a las necesidades del pensum de la carrera. Los laboratorios cuentan con una bodega de reactivos, cristalería y equipo para el correcto desempeño en las instalaciones.

El equipamiento en ambos laboratorios depende del requerimiento para el desarrollo de las prácticas de laboratorio de las diferentes asignaturas de los pensum de Ingeniería de Alimentos, así como también de los trabajos de graduación. Para el Laboratorio de Microbiología se tiene una refrigeradora, incubadora, auto enclave y mecheros; y para el Laboratorio de Alimentos se tiene una cocina, refrigeradora, balanza analítica, deshidratador, brixómetro, medidor de humedad y empacadora al vacío.

Existe un área compartida entre los laboratorios académicos de Ingeniería de Alimentos, dividida por una ventanilla para el traslado de reactivos y cristalería, dentro de sus funciones encontramos:

- a) Reabastecimiento de materiales.
- b) Acondicionar, proteger y conservar el material.
- c) Evitar pedidas y deterioros del material.
- d) Control del consumo.
- e) Distribución del material.

2.2.3 CDIECAP

El laboratorio de empaques y embalajes CDIECAP posee un área adecuada para la función que realiza, pero carece de un espacio administrativo.

2.3 Prácticas experimentales realizadas en los laboratorios académicos de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos

Las instalaciones de los laboratorios académicos de la EIQA son una herramienta importante para cumplir con las metas educativas de dicha escuela. Muchas asignaturas las utilizan para impartir sus prácticas de laboratorio, las cuales son realizadas por los estudiantes en grupos de trabajo cuyo tamaño puede variar.

Las cátedras con un uso constante del laboratorio académico de Ingeniería Química son las siguientes:

- a) Físicoquímica II
- b) Química General II
- c) Química Inorgánica
- d) Análisis Instrumental-A
- e) Análisis Instrumental
- f) Físicoquímica I
- g) Principios de Electroquímica y Corrosión
- h) Química Analítica
- i) Química Analítica – A
- j) Química Técnica
- k) Química Orgánica
- l) Química General I
- m) Ingeniería de las reacciones químicas
- n) Química Industrial
- o) Diseño de Plantas Químicas
- p) Bioquímica General.

Cabe aclarar que las asignaturas, Química Industrial (QUIL115) y Diseño de Plantas Químicas (DPS115), cuentan con manuales generales prediseñados que orientan los proyectos realizados en la asignatura; sin embargo, los materiales utilizados en las prácticas son proporcionados por los estudiantes por lo que no están cuantificados en las bodegas de reactivos y materiales. Debido a esto se dificulta la predicción los residuos y desechos generados en estas, por lo que se encuentran fuera del alcance de este trabajo de graduación.

En la Tabla 2.1, se presentan las cátedras de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos que hacen uso de las instalaciones del laboratorio de Ingeniería Química y el número de estudiantes inscritos por año.

Tabla 2.1 Cátedras con prácticas experimentales en las instalaciones del laboratorio académico de Ingeniería Química y la cantidad de estudiantes inscritos por año desde el 2010 hasta el 2018

Código	Asignatura	Inscritos por año									Ciclo
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
FQR215	Fisicoquímica II	29	22	51	37	54	56	54	57	42	Impar
QTR215	Química Técnica	133	109	0*	49	0*	0*	0*	8	40	
QUR215	Química General II	61	57	71	91	101	74	80	74	59	
QUI115	Química Inorgánica	33	30	41	52	47	74	64	66	62	
ALI115	Análisis Instrumental-A	4	5	6	10	10	8	9	11	9	
ANL115	Análisis Instrumental	16	9	13	25	32	35	35	43	47	
BIM115	Bioquímica General	7	12	14	8	10	10	10	11	14	
FQR115	Fisicoquímica I	36	54	39	66	60	49	56	58	48	Par
PRI115	Principios de Electroquímica y Corrosión	16	14	31	29	---	---	---	43	39	
QAR115	Química Analítica	15	17	35	40	40	36	46	48	37	
QCR115	Química Analítica – A	10	9	13	12	11	11	12	9	7	
QTR115	Química Técnica	410	442	539	500	476	445	443	568	507	
QUO115	Química Orgánica	55	67	65	100	99	86	92	78	48	
QUR115	Química General I	78	92	92	99	100	86	86	106	133	
IRQ115	Ingeniería de las Reacciones Químicas	25	14	18	18	42	29	44	62	51	

*La cátedra de química técnica generalmente se imparte principalmente en ciclo par.

Fuente: (Administración Académica, 2019)

Para realizar el análisis de la cantidad de los residuos y desechos que se generan en los laboratorios académicos debido a la ejecución de las prácticas de laboratorio, se ha tomado una base de cálculo de 5 integrantes por mesa de trabajo, es decir, el total de alumnos por asignatura se divide en grupos de 5 personas, para realizar los experimentos. A excepción de las materias química analítica y análisis instrumental la base de cálculo será de 4 integrantes por mesa de trabajo, ver tabla 2.2.

Tabla 2.2 Promedio aproximado de estudiantes inscritos y de grupos de laboratorio, anuales, de las cátedras que hacen uso de las instalaciones del laboratorio académico de Ingeniería Química

Código	Asignatura	Promedio aproximado de estudiantes inscritos	Grupos de laboratorio aproximados	Ciclo
QTR215	Química Técnica	68	13	Impar
QUR215	Química General II	74	15	
FQR215	Fisicoquímica II	45	9	
QUI115	Química Inorgánica I	52	10	
ALI115	Análisis Instrumental-A	8	2	
ANL115	Análisis Instrumental	28	7	
BIM115	Bioquímica General	11	2	
QTR115	Química Técnica	481	96	Par
QUR115	Química General I	97	20	
FQR115	Fisicoquímica I	52	10	
QAR115	Química Analítica	35	9	
QCR115	Química Analítica – A	11	3	
QUO115	Química Orgánica	77	15	
PRI115	Principios de Electroquímica y Corrosión	27	5	
IRQ115	Ingeniería de las Reacciones Químicas	34	7	

Los valores promedio aproximados de estudiantes inscritos fueron obtenidos en base a los últimos nueve años, es decir, a desde el año 2010 hasta el 2018, según el reporte estadístico de inscripción de materias por carrera brindado por la Administración Académica de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador.

La asignatura de Química Técnica se imparte principalmente durante el ciclo par. Aunque cabe aclarar que esta asignatura podría ser impartida en ciclo impar a solicitud de los estudiantes, lo cual debe ser aprobado por la Junta Directiva de la Facultad. Por lo que la cantidad de estudiantes puede ser muy pequeña, comparada con el total de estudiantes que la inscriben en ciclo par, por ello, se considera una asignatura del ciclo II. En los años que sea necesario se sumará el número de estudiantes del ciclo I a los del ciclo II para obtener el promedio aproximado. Se procederá de la misma manera para obtener el promedio aproximado de grupos de laboratorio para un año.

Las prácticas de laboratorio de Química Analítica y Química Analítica-A utilizan los mismos reactivos y guías de laboratorio, por lo tanto, se sumarán el promedio aproximado de estudiantes inscritos en cada asignatura como si fuera una sola. Esto es debido a que Química

Analítica-A es una asignatura de la carrera de Ingeniería de Alimentos, pero utiliza los mismos métodos para sus prácticas, usualmente intercambiando las muestras a analizar.

Luego de tomar en cuenta estas consideraciones se obtiene el siguiente resumen de la información representado en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3 Promedio final de estudiantes inscritos por materia anualmente y grupos de laboratorio formados en la carrera de Ingeniería Química

Código	Asignatura	Promedio aproximado de estudiantes inscritos	Grupos de laboratorio aproximados
QTR115	Química Técnica	549	110
QUR115	Química General I	97	20
QUR215	Química General II	74	15
FQR115	Fisicoquímica I	52	10
FQR215	Fisicoquímica II	45	9
BIM115	Bioquímica General	11	2
QUO115	Química Orgánica	77	15
QUI115	Química Inorgánica I	52	10
QAR115/QCR115	Química Analítica y Química Analítica - A	46	11
ALI115/	Análisis Instrumental	28	7
ANL115	Análisis Instrumental - A	8	2
PRI115	Principios de Electroquímica y Corrosión	27	5
IRQ115	Ingeniería de las Reacciones Químicas	34	7

En el laboratorio de Ingeniería de Alimentos se realizan prácticas pertenecientes a asignaturas de la carrera de Ingeniería de Alimentos, es por esto por lo que la cantidad de alumnos que hacen uso de sus instalaciones es menor que la cantidad de alumnos que utilizan las instalaciones del laboratorio de Ingeniería Química. La cantidad de estudiantes inscritos, desde el 2010 hasta el 2018, en las cátedras especializadas de la carrera de Ingeniería de Alimentos se muestran en la Tabla 2.4; mientras que el promedio de estudiantes y los grupos de laboratorio formados en cada materia se presenta en la Tabla 2.5 para su posterior uso en la cuantificación aproximada de los desechos generados. Para estas asignaturas se ha asumido que un tamaño de mesa de trabajo de 2 integrantes, debido al reducido tamaño de estudiantes inscritos.

Las cátedras con un uso prominente del laboratorio de Ingeniería de Alimentos son las siguientes:

- a) Bioquímica General
- b) Microbiología General
- c) Química de Alimentos
- d) Tecnologías del procesamiento de alimentos I
- e) Tecnologías del procesamiento de alimentos II
- f) Microbiología de Alimentos

Tabla 2.4 Cátedras con prácticas experimentales en las instalaciones del laboratorio académico de Ingeniería de Alimentos y la cantidad de estudiantes inscritos por año desde el 2010 hasta el 2018 (Administración Académica, 2019)

Código	Asignatura	Inscritos por año									Ciclo
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
MIC115	Microbiología General	8	9	11	8	9	10	10	11	7	IMP AR
QAL115	Química de Alimentos	4	4	7	10	10	9	8	12	9	
TPA215	Tecnologías del procesamiento de alimentos II	3	6	4	3	12	12	10	7	13	
MIS115	Microbiología de Alimentos	2	9	13	8	9	10	11	11	7	PAR
TPA115	Tecnologías del procesamiento de alimentos I	1	4	3	12	9	10	8	12	7	

Tabla 2.5 Promedio de estudiantes inscritos por materia anualmente y grupos de laboratorio formados en la carrera de Ingeniería de Alimentos

Código	Asignatura	Promedio aproximado de estudiantes inscritos	Grupos de laboratorio aproximados
MIC115	Microbiología General	10	2
QAL115	Química de alimentos	8	2
TPA215	Tecnologías del procesamiento de alimentos II	8	2
MIS115	Microbiología de Alimentos	9	2
TPA115	Tecnologías del procesamiento de alimentos I	7	2

Si se hace un análisis de la cantidad de estudiantes que son atendidos por los laboratorios académicos se puede observar un incremento en la tendencia de estos, la cual se puede observar en la Figura 2.17. Durante el ciclo par se observa un incremento considerable en la cantidad de estudiantes que hacen uso de las instalaciones, esto es debido a la asignatura de Química Técnica, la cual es impartida para las carreras de Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Civil e Ingeniería Eléctrica.

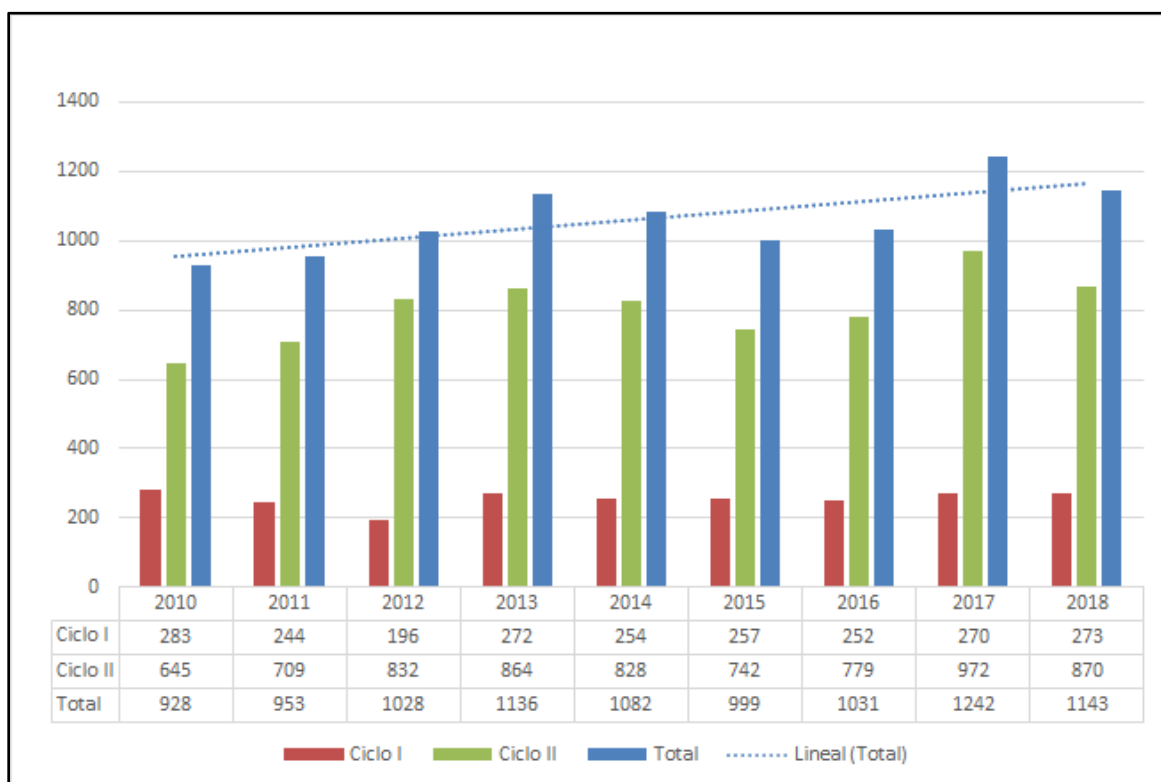


Figura 2.17 Tendencia de estudiantes atendidos por los laboratorios académicos durante el ciclo I, ciclo II y el total de estudiantes por año

2.3.1 Cálculo de los desechos totales generados por los grupos de laboratorio por materia

En las Tabla 2.6 a la Tabla 2.18 se presenta un resumen de los desechos generados por las prácticas de laboratorio de las signaturas correspondientes al pensum de Ingeniería Química y también de la asignatura Química Técnica ofertada por la EIQA a otras ingenierías, realizadas en las instalaciones del laboratorio académico de Ingeniería Química (Planta Piloto). La tabla resumen contiene el nombre de la práctica, el desecho generado, la cantidad (en mililitros o en gramos) generada por cada grupo de laboratorio y la cantidad total generada al final de la practica por todos los grupos. Dicho resumen ha sido realizado mediante una evaluación de los manuales de laboratorio de cada una de las asignaturas.

Tabla 2.6 Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Química Técnica

ASIGNATURA: QUÍMICA TÉCNICA			
GRUPOS DE LABORATORIO PROMEDIO: 110			
Número y Nombre de la Práctica	Tipo de Desecho generado	Volumen generado por grupo de trabajo (ml)	Volumen generado total (ml)
1. Introducción a la química por medio del Laboratorio	Muestras de aceite comestible	20	2200
	Muestras de alcohol etílico	20	2200
2. Cambios Físicos y Químicos; Elementos Componentes y Mezclas	Mezcla Agua + Ácido Sulfúrico + granalla de zinc	6	660
	Mezcla en polvo de azufre + polvo de hierro	4 g	440 g
3.El enlace químico	Solución de alcohol etílico	6	660
	Solución de cloruro de sodio	6	660
	Solución de cloruro de amonio	6	660
	Solución de naftaleno	6	660
	Solución de aceite vegetal	6	660
	Solución problema	6	660
	Mezcla de hexano con alcohol etílico	6	660
	Mezcla de hexano con cloruro de sodio	6	660
	Mezcla de hexano con cloruro de amonio	6	660
	Mezcla de hexano con naftaleno	6	660
	Mezcla de hexano con aceite vegetal	6	660
	Solución de cloruro de sodio	30	3300
	Solución de glucosa	30	3300
	Solución de sulfato de cobre	30	3300
	Solución de muestra problema	30	3300
4. Solubilidad y velocidad de disolución	Disolución de $K_2Cr_2O_7$ en acetona	3	330
	Disolución de $K_2Cr_2O_7$ en agua	3	330
	Disolución de $K_2Cr_2O_7$ en etanol	3	330
	Solución de $KMnO_4$	30	3300
	Solución de $CuSO_4 \cdot 5H_2O$	20	2200
	Solución de sacarosa	20	2200

Tabla 2.7 Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Química General I

MATERIA: QUÍMICA GENERAL I			
GRUPOS DE LABORATORIO PROMEDIO: 20			
Número y Nombre de la Práctica	Tipo de Desecho generado	Volumen generado por grupo de trabajo (ml)	Volumen generado total (ml)
1. Principios básicos de laboratorio	No se generan desechos	---	---
2. Procesos fundamentales de laboratorio	Solución de sulfato de cobre	10	200
3. Transiciones electrónicas en los átomos	No se generan desechos	---	---
4. Enlace Químico	Mezcla de gasolina con cloruro de sodio	6	120
	Mezcla de gasolina con cloruro de sodio con sacarosa	6	120
	Solución de NaCl	5	100
	Solución de NH ₄ OH	5	100
	Solución de C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	5	100
	Solución de KI	5	100
	Solución de CH ₃ COOH	5	100
	Solución de aceite vegetal	5	100
	Solución de MgCl ₂	5	100
	Solución de C ₁₀ H ₈	5	100
5. Cristalografía	Solución saturada de NaCl	25	500
	Mezcla de solución de nitrato de plomo 0.1 N + yoduro de potasio 0.1 N	10	200
	Azufre en polvo fundido	2 g	40 g
	Solución de dicromato de potasio	30	600
6. Estados de Agregación Molecular	Solución de sulfato de cobre	1	20
	Mezclas de agua + alcohol	2	40
	Mezcla de agua + aceite	2	40
	Mezcla de aceite + alcohol	2	40
	Solución de HCl + Zn	10	200

Tabla 2.8 Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Química General II

MATERIA: QUÍMICA GENERAL II			
GRUPOS DE LABORATORIO PROMEDIO: 15			
Número y Nombre de la Práctica de Laboratorio	Tipo de Desecho generado	Volumen Generado por grupo de trabajo (ml)	Volumen generado total (ml)
1. Disoluciones	Mezcla de agua y aceite	6	90
	Mezcla de agua y gasolina	6	90
	Bebida carbonatada	50	750
	NaCl en solución	50	750
	Sacarosa en solución	50	750
	Solución NaOH 0.1M	25	375
	Solución HCl 0.1M	25	375
	Solución NaOH 0.01M	25	375
	Solución HCl 0.01 M	25	375
2. Las reacciones químicas	Precipitado en solución $\text{CaCO}_{3(s)} + \text{NaCl}$	2	30
	Precipitado en solución $\text{PbCr}_2\text{O}_{7(s)} + \text{KNO}_3$	5	75
	Precipitado en solución $\text{Fe}(\text{OH})_{3(s)} + \text{NaCl}$	2	30
	Solución de KOH + NaCl	2	30
	Solución de $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$	2	30
	Solución de $\text{Mg}(\text{OH})_2$	20	300
	Solución de ZnCl_2	1.5	22.5
	Solución de $\text{Co}(\text{OH})_2 + \text{NaCl}$	3	45
	Sulfato de cobre pentahidratado (s)	1.5 g	22.5 g
3. Ley de Hess	NaOH en perlas*	0.3 g en 20 ml de H_2O	300
	Solución de neutralización $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$	40	600
	Solución de HCl 0.25 M + 1.5 g NaOH	20	300
4. El equilibrio químico	Cromato de potasio K_2CrO_4 0.1 M	3	45
	Dicromato de potasio $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0.1 M	3	45
	Solución de $\text{KOH} + \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{KCl} + \text{CrCl}_3 + \text{Cl}_2$	10	150
	Solución de ion complejo tiocianato $[\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-}$	38	570

Continúa...

Tabla 2.8 Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Química General II (Continuación)

MATERIA: QUÍMICA GENERAL II			
GRUPOS DE LABORATORIO PROMEDIO: 15			
Número y Nombre de la Práctica de Laboratorio	Tipo de Desecho generado	Volumen Generado por grupo de trabajo (ml)	Volumen generado total (ml)
	Solución de $\text{BaCl}_2 + \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{CrO}_4 + \text{BaCrO}_{4(s)} + \text{Na}_2\text{CrO}_4$	6	90
	Azúcar carbonizada + ceniza	5 g	75 g
5. Propiedades de ácidos y bases	Solución de CaCl_2	3	45
	Solución de CaSO_4	3	45
	Solución de MgCl_2	3	45
	Solución de MgSO_4	3	45
	Solución NaOH 1 N	1	15
	Solución KOH 1 N + fenolftaleína	1	15
	Precipitado de $\text{Fe}(\text{OH})_3$ en solución de NaCl	2	30
6. Electroquímica	Solución de $\text{I}_2 + \text{KOH}$	2	30
	Solución de ZnCl_2	1	15
	Solución de FeCl_2	1	15
	Solución de MgCl_2	1	15
	HCl en solución	1	15
	Solución de $\text{ZnSO}_4 + \text{Cu}$	2	30
	Solución de KI al 5% + fenolftaleína	30	450
	Solución saturada de $\text{Cu SO}_4 + \text{H}_2 \text{SO}_{4(l)} + \text{Cu}$	55	825

Tabla 2.9 Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Físicoquímica I

ASIGNATURA: FÍSICOQUÍMICA I			
GRUPOS DE LABORATORIO PROMEDIO: 10			
Número y Nombre de la Práctica	Tipo de Desecho generado	Volumen generado por grupo de trabajo (ml)	Volumen generado total (ml)
1. Equilibrio térmico y determinación de densidad	Aceite	60	600
2. Determinación de la masa molar y densidad de gas (caso del butano).	No se generan desechos peligrosos.	---	---

Continúa... 97

Tabla 2.9 Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Físicoquímica I (Continuación)

ASIGNATURA: FÍSICOQUÍMICA I			
GRUPOS DE LABORATORIO PROMEDIO: 10			
Número y Nombre de la Práctica	Tipo de Desecho generado	Volumen generado por grupo de trabajo (ml)	Volumen generado total (ml)
3. Ley de gases ideales	No se generan desechos peligrosos.	---	---
4. Calor latente y de fusión de la parafina	Parafina	5 g	5 g
5. Medición del calor liberado por reacciones químicas y determinación del calor específico de metales.	Solución de cloruro de Aluminio	3	30
	Solución de cloruro de hierro (III)	3	30
	Ácido clorhídrico.	3	30
	Solución de cloruro de cinc	3	30
	Solución de cloruro de magnesio	3	30
	Solución de cloruro de estaño (II)	3	30
6. Balance de masa y energía	No se generan desechos peligrosos	---	---
7. Reacciones exotérmicas y endotérmicas	Solución de cloruro de litio 20%	15	150
	Solución de cloruro de amonio 20%	15	150
	Solución de cloruro de sodio, sulfato de sodio y cloro.	250	2500
8. Equilibrio químico: efecto del cambio de temperatura	Solución de cloruro de cobalto	200	2000

Tabla 2.10 Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Físicoquímica II

ASIGNATURA: FÍSICOQUÍMICA II			
GRUPOS DE LABORATORIO PROMEDIO: 9			
Número y Nombre de la Práctica	Tipo de Desecho generado	Volumen generado por grupo de trabajo (ml)	Volumen generado total (ml)
1. Equilibrio líquido-vapor en sistemas de un componente	No se generan desechos	---	---
2. Determinación de volumen parcial normal	Solución agua y etanol	150	1350

Continua... 98

Tabla 2.10 Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Físicoquímica II (Continuación)

ASIGNATURA: FÍSICOQUÍMICA II			
GRUPOS DE LABORATORIO PROMEDIO: 9			
Número y Nombre de la Practica	Tipo de Desecho generado	Volumen generado por grupo de trabajo (ml)	Volumen generado total (ml)
3. Equilibrio de fases binario: liquido-vapor	Mezcla acetona - cloroformo	95	855
4. Equilibrio de Fases Ternario en Sistemas Líquidos	Mezcla Cloroformo, ácido acético y agua (varias concentraciones)	600	5400
	Posteriormente son tituladas con NaOH y fenolftaleína (aprox.)	100	900

Tabla 2.11 Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Bioquímica General

MATERIA: BIOQUÍMICA GENERAL			
GRUPOS DE LABORATORIO PROMEDIO: 2			
Número y Nombre de la Practica	Tipo de Desecho generado	Volumen generado por grupo de trabajo (ml)	Volumen generado total (ml)
1. Concentración de Iones Hidrogeno, acción buffer de las proteínas	Ácido Clorhídrico 0.1 N	0.5	1
	Solución de acetato de sodio en ácido acético	74	148
2. Experimento con proteínas	Hidróxido de sodio concentrado más clara de huevo.	4	8
	Ninhidrina	3.5	7
	Reactivo de Millon	3	6
	Solución de nitrato de sodio con complejo coloreado	4	8
	Ácido sulfúrico más complejo violeta	7	14
3. Propiedades de las proteínas	Solución de proteínas con cloruro de mercurio	3	6
	solución de proteínas con acetato de plomo	3	6
	solución de proteínas con ácido pícrico	3	6

Continua...

Tabla 2.11 Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Bioquímica General (Continuación)

MATERIA: BIOQUÍMICA GENERAL			
GRUPOS DE LABORATORIO PROMEDIO: 2			
Número y Nombre de la Practica	Tipo de Desecho generado	Volumen generado por grupo de trabajo (ml)	Volumen generado total (ml)
	solución de proteínas con ácido tricloro acético	3 m	6
	solución de proteínas con ácido acético 1 m	6	12
	Albumina de huevo con ácido clorhídrico	10	20
	Albumina de huevo con hidróxido de sodio	10	20
	Albumina de huevo con alcohol etílico y ácido clorhídrico	12	24
	Albumina de huevo con hidróxido de sodio	12	20
4. Pruebas de enzimas efecto de algunas variables físicas sobre la actividad enzimática de las levaduras	No se generan residuos o desechos peligrosos	----	----
5. Efecto de la tialina sobre los carbohidratos	No se generan residuos o desechos peligrosos	----	----
6. Carbohidratos	Etóxido de sodio	8	16
7. Ácidos nucleicos: propiedades y aislamiento de ARN.	Etanol 95 %	35	70
	Ácido acético más etanol	200	400
	HCl 5%	5	100
	NaOH 5 %	5	10
8. Experimento con lípidos	Ácido nítrico más aceite	10	20
	Ácido sulfúrico más cloroformo anhídrido	6	12
	Cloroformo más anhídrido acético más ácido sulfúrico	11	22
9. Experimentos con fluidos del organismo (leche)	No se generan desechos peligrosos	---	---
10. Pruebas con Bilis Constituyentes normales y anormales de la orina	Ácido nítrico concentrado con bilis	6	12
	Ácido sulfúrico concentrado con bilis	4	8

Continua...

Tabla 2.11 Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Bioquímica General (Continuación)

MATERIA: BIOQUÍMICA GENERAL			
GRUPOS DE LABORATORIO PROMEDIO: 2			
Número y Nombre de la Practica	Tipo de Desecho generado	Volumen generado por grupo de trabajo (ml)	Volumen generado total (ml)
	Fosfato de amonio (ppto)	---*	---*
	Hidróxido de magnesio (ppto)	---*	---*
	Acido nítrico concentrado con orina	6	12

*La cantidad dependerá de la eficiencia de la reacción.

Tabla 2.12 Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Química Orgánica

MATERIA: QUÍMICA ORGÁNICA			
GRUPOS DE LABORATORIO PROMEDIO: 17			
Número y Nombre de la Practica	Tipo de Desecho generado	Volumen generado por grupo de trabajo (ml)	Volumen generado total (ml)
1. Análisis Orgánico elemental cualitativo	Mezcla Agua – almidón	2	34
	Mezcla agua – ácido sulfanilico	2	34
	Mezcla Agua – diclorobenceno	2	34
	Mezcla éter etílico – almidón	2	34
	Mezcla éter etílico – ácido sulfanilico	2	34
	Mezcla éter etílico – diclorobenceno	2	34
	Mezcla etanol – almidón	2	34
	Mezcla etanol – ácido sulfanílico	2	34
	Mezcla etanol –diclorobenceno	2	34
	Precipitado de Cloruro de plata	2	34
	Aguas de filtrado de (dicloro benceno, etanol)	30	510
	Precipitado de Ferrocianuro férrico, solución de sulfato ferroso más ácido sulfúrico	3	51
	Precipitado Sulfuro de plomo, filtrado más ácido acético	3	51
	Haluro de plata, más solución acuosa con iones nitrato	2	34

Continua... 101

Tabla 2.12 Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Química Orgánica (Continuación)

MATERIA: QUÍMICA ORGÁNICA			
GRUPOS DE LABORATORIO PROMEDIO: 17			
Número y Nombre de la Practica	Tipo de Desecho generado	Volumen generado por grupo de trabajo (ml)	Volumen generado total (ml)
2. Hidrocarburos	Haluro de alquilo *	1	17
	Mezcla alcano más bromo disuelto en CCl ₄ *	1	17
	Halogenuro de alqueno*	1	17
	Mezcla alqueno alcano más bromo disuelto en CCl ₄ *	1	17
	Bromuro de acetileno	2	34
	Mezcla benceno más bromo disuelto en CCl ₄	6	102
	Bromobenceno más ácido bromhídrico	2	34
	Alcano más permanganato de potasio*	2	34
	Glicol, más precipitado de óxido de manganeso, solución de hidróxido de potasio	2	34
	Benceno más permanganato de potasio	2	34
	Acetiluro de plata, más solución acuosa de nitrato de amonio	20	340
	Nitrobenceno más agua	3	51
	Bromofenol, parabromofenol y ácido bromhídrico	2	34
	Mezcla Benceno – agua	2	34
	Mezcla Benceno – gasolina	2	34
	Mezcla Benceno –éter	2	34
	Mezcla Benceno – yodo	2	34
	Mezcla Benceno – cloruro de sodio	2	34
	Mezcla Benceno – parafina	1 g	17 g
	Residuos de incineración de alcano y benceno (separados), carbón *	0.5 g	8.5 g
3. Síntesis y propiedades del ciclohexeno	Destilado de ciclohexeno (ciclohexeno más agua)	12	204
	Residuo del destilado (Ácido sulfúrico más materia orgánica)	5	85
	1,2 – Dibromociclohexeno	1	17
	Diol, más precipitado de óxido de manganeso, solución de hidróxido de potasio	1	17
	Solución acuosa de alcohol etílico	2	34

Continúa...

Tabla 2.12 Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Química Orgánica (Continuación)

MATERIA: QUÍMICA ORGÁNICA			
GRUPOS DE LABORATORIO PROMEDIO: 17			
Número y Nombre de la Practica	Tipo de Desecho generado	Volumen generado por grupo de trabajo (ml)	Volumen generado total (ml)
4. Alcoholes y Fenoles	Solución acuosa de alcohol n – butílico	2	34
	Solución acuosa de alcohol sec – butílico	2	34
	Solución acuosa de alcohol ter – butílico	2	34
	Solución acuosa de alcohol n – amílico	2	34
	Metóxido de sodio	2	34
	Butóxido de sodio	6	102
	Cloruro de butilo más agua	6	102
	Butirato de potasio más precipitado de óxido de manganeso	2	34
	Butanona más precipitado de óxido de manganeso, solución de hidróxido de potasio	2	34
	Mezcla alcohol ter -butílico más permanganato de potasio	2	34
	Mezcla de benceno más bromo en tetracloruro de carbono	1	17
	2,4,6 – Tribromofenol más ácido bromhídrico	1	17
	Fenóxido de sodio más agua	3	51
	Complejo coloreado Fenol – FeCl ₃	2	34
	Mezcla etanol – FeCl ₃	2	34
Mezcla benceno – FeCl ₃	2	34	
5. Aldehídos y Cetonas	Compuesto de adición de Dinitrofenilhidrazona de Formaldehido	2	34
	Compuesto de adición Dinitrofenilhidrazona de Acetona	2	34
	Benzoato de amonio más plata metálica	2	34
	Formiato de amonio, más plata metálica	2	34
	Mezcla acetona más reactivo de Tollens	2	34
	Acido fórmico más óxido cuproso (pptado)	7	119

Continua...

Tabla 2.12 Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Química Orgánica (Continuación)

MATERIA: QUÍMICA ORGÁNICA			
GRUPOS DE LABORATORIO PROMEDIO: 17			
Número y Nombre de la Practica	Tipo de Desecho generado	Volumen generado por grupo de trabajo (ml)	Volumen generado total (ml)
	Acido benzoico más oxido cuproso (pptado)	7	119
	Mezcla acetona más reactivo de Fehling	7	119
	Formiato de potasio más dióxido de manganeso (pptado)	2	34
	Benzoato de potasio más dióxido de manganeso (pptado)	2	34
	Propionato de potasio más dióxido de manganeso	3	51
	Mezcla acetona más permanganato de potasio, en medio básico (NaOH)	3	51
	Acetato de sodio, yodoformo (pptado), más solución acuosa de yoduro de sodio	6	102
	Propionato de sodio, yodoformo (pptado), más solución acuosa de yoduro de sodio	3	51
	Mezcla benzaldehído, yoduro de potasio, en solución básica (NaOH)	3	51
	6. Ácidos Carboxílicos y Lípidos	Mezcla agua - ácido acético	4
Mezcla agua – Acido benzoico		4	68
Mezcla agua – Acido esteárico		4	68
Citrato de sodio, mas CO2 gaseoso		2	34
Benzoato de sodio, mas CO2 gaseoso		5	85
Acetato de sodio, mas CO2 gaseoso		2	34
Mezcla Solución de fenol más bicarbonato de sodio		2	34
Salicilato de metilo		30	510
Acido Acetil salicico más agua		3	51
Mezcla aceite más agua		2	34
Mezcla aceite más etanol		2	34
Mezcla aceite más benceno		2	34
Mezcla aceite más Hexano		2	34
Mezcla aceite más tetracloruro de carbono y bromo		2	34
Jabón más glicerol		6	102
Solución acuosa de jabón	10	170	

Continúa...

Tabla 2.12 Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Química Orgánica (Continuación)

MATERIA: QUÍMICA ORGÁNICA			
GRUPOS DE LABORATORIO PROMEDIO: 17			
Número y Nombre de la Práctica	Tipo de Desecho generado	Volumen generado por grupo de trabajo (ml)	Volumen generado total (ml)
7. Carbohidratos	Complejos coloreados de color verde (Reacción con Antrona)	10	170
	Complejos coloreados de color violeta (Reacción con Molish)	10	170
	Complejo color rojo rosado (Reacción de saliwanoff)	10	170
	Mezcla azúcar reducido más precipitado de óxido cuproso	6	102
	Mezcla solución de sacarosa al 1% más reactivo de Fehling	2	34
	Mezcla de almidón al 1% más reactivo de Fehling,	2	34
	Mezcla azúcar reducido más precipitado de espejo de plata	6	102
	Mezcla de solución de sacarosa al 1% más reactivo de Tollens	2	34
	Mezcla de almidón al 1% más reactivo de Tollens	2	34
	Osazona de glucosa, más agua, y amoníaco	2	34
	Osazona de fructosa, más agua, y amoníaco	2	34
	Mezcla de almidón, mas 2,4 - dinitrofenilhidracina	2	34
	Fructosa y glucosa, solución neutra, más reactivo de Fehling **	5	85
	Complejo de color azul de almidón – yodo/yoduro de potasio	2	34
	Mezcla de azúcares más yodo/yoduro de potasio	8	136

*El alcano y alqueno utilizados en la práctica de laboratorio depende de la disponibilidad de reactivos en la planta piloto.

**La reacción dependerá de una adecuada hidrólisis.

Tabla 2.13 Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Química Inorgánica

MATERIA: QUÍMICA INORGÁNICA			
GRUPOS DE LABORATORIO PROMEDIO: 10			
Número y Nombre de la Práctica	Tipo de Desecho generado	Volumen generado por grupo de trabajo (ml)	Volumen generado total (ml)
1. Espectros de emisión cualitativo de metales por llama y acidez de cationes metálicos.	Solución de Cloruro de Sodio	3	30
	Solución Cloruro de Magnesio II	3	30
	Solución Cloruro de Estaño IV	3	30
	Solución Nitrato de Aluminio	3	30
	Solución Cloruro de Zinc II	3	30
	Solución Cloruro de Potasio	3	30
	Solución de cloruro de sodio más hidróxido de sodio	3	30
	Hidróxido de magnesio más Solución de cloruro de sodio (ppdo)	9	90
	Hidróxido de estaño más Solución de cloruro de sodio (ppdo)	3	30
	Hidróxido de Aluminio más Solución de nitrato de sodio (ppdo)	9	90
	Hidróxido de zinc más Solución de cloruro de sodio (ppdo)	9	90
	Hidróxido de potasio más Solución de cloruro de sodio (ppdo)	9	90
	Hidróxido de litio más Solución de cloruro de sodio	3	30
	Hidróxido de plata más Solución de nitrato de sodio (ppdo)	6	60
	Hidróxido de plomo más Solución de nitrato de sodio (ppdo)	3	30
	Hidróxido de mercurio más Solución de nitrato de sodio (ppdo)	3	30
Hidróxido de hierro más Solución de nitrato de sodio	3	30	
Hidróxido de bismuto más Solución de nitrato de sodio (ppdo)	3	30	
2. Ácidos y bases duros y blandos	Fluoruro de Litio más solución de cloruro de sodio (ppdo)	2	20
	Fluoruro de Magnesio más solución de cloruro de sodio (ppdo)	2	20
	Fluoruro de estroncio más solución de cloruro de sodio (ppdo)	2	20
	Fluoruro de estroncio más solución de cloruro de sodio (ppdo)	2	20
	Fluoruro de níquel más solución de cloruro de sodio (ppdo)	2	20

Continúa...

Tabla 2.13 Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Química Inorgánica (Continuación)

MATERIA: QUÍMICA INORGÁNICA			
GRUPOS DE LABORATORIO PROMEDIO: 10			
Número y Nombre de la Práctica	Tipo de Desecho generado	Volumen generado por grupo de trabajo (ml)	Volumen generado total (ml)
	Fluoruro de plomo más solución de nitrato de sodio (ppdo)	2	20
	Solución de nitrato de plata y fluoruro de sodio	2	20
	Yoduro de litio más solución de cloruro de potasio (ppdo)	2	20
	Yoduro de magnesio más solución de cloruro de potasio (ppdo)	2	20
	Yoduro de estroncio más solución de cloruro de potasio (ppdo)	2	20
	Solución de cloruro de cobre y yoduro de potasio	2	20
	Solución de cloruro de níquel y yoduro de potasio	2	20
	Yoduro de plomo más solución nitrato de potasio (ppdo)	2	20
	Yoduro de plata más solución nitrato de potasio (ppdo)	2	20
	Yoduro de mercurio más solución nitrato de potasio (ppdo)	2	20
	Sulfuro de Magnesio más solución de cloruro de sodio (ppdo)	2	20
	Sulfuro de níquel más solución de cloruro de sodio (ppdo)	2	20
	Sulfuro de plomo más solución de nitrato de sodio(ppdo)	2	20
	Sulfuro de plata más solución de nitrato de sodio (ppdo)	2	20
	Sulfuro de mercurio más solución de nitrato de sodio (ppdo)	2	20
	Hidróxido de magnesio más solución de cloruro de sodio (ppdo)	2	20
	Hidróxido de níquel más solución de cloruro de sodio (ppdo)	2	20
	Oxido de plomo más solución de nitrato de sodio. (ppdo)	2	20
	Oxido de plata más solución de nitrato de sodio (ppdo)	2	20
	Oxido de Mercurio más solución de nitrato de sodio (ppdo)	2	20
3. Carbono	Solución de Cloruro de Sodio	4	40

Continúa...

Tabla 2.13 Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Química Inorgánica (Continuación)

MATERIA: QUÍMICA INORGÁNICA			
GRUPOS DE LABORATORIO PROMEDIO: 10			
Número y Nombre de la Práctica	Tipo de Desecho generado	Volumen generado por grupo de trabajo (ml)	Volumen generado total (ml)
	Acido Carbónico	----	----
	Carbonato de Bario	----	----
	Solución de Bicarbonato de Sodio con fenolftaleína	3	30
	Solución de nitrato de sodio, nitrato de sodio y acido carbónico	4	40
	Solución de nitrato de sodio, cloruro de plomo y ácido carbónico	4	40
	Solución de cloruro de sodio, cloruro de bario y acido carbónico	4	40
4. Nitrógeno	Perclorato de potasio	2 g	20 g
	Solución de cloruro de calcio	4	40
	Solución de nitrato de sodio, ácido sulfúrico y sulfato ferroso	5	50
	Nitrato de potasio, yodo y óxido de nitrógeno más agua	6	60
	Solución nitrito de potasio más ácido yodhídrico	6	60
5. Cloro	Solución de cloruro de manganeso, cloruro de potasio y ácido clorhídrico	5	50
	Tetracloruro de carbono más agua y Bromo más cloruro de potasio	5	50
	Tetracloruro de carbono más agua más Yodo más cloruro de potasio	5	50
	Solución de sulfato de sodio	2	20
	Ácido nítrico diluido	5	50
	Solución de complejo de cloruro de plata en amonio	5	50
	Ácido nítrico diluido con precipitado de cloruro de plomo	5	50
	Sulfato de sodio más oxido de manganeso	4	40
	Sulfato de potasio más yodo	3	30
Cromato de sodio más cloruro de sodio	5	50	

Tabla 2.14 Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Química Analítica

MATERIA: QUÍMICA ANALÍTICA			
GRUPOS DE LABORATORIO PROMEDIO: 11			
Número y Nombre de la Practica	Tipo de Desecho generado	Volumen generado por grupo de trabajo (ml)	Volumen generado total (ml)
1. Preparación de soluciones	Solución de dicromato de potasio 0.05 M	250	2750
	Solución de cloruro de amonio 0.1 M	200	2200
	Solución de Ácido Sulfúrico 0.05 M	250	2750
2. Estandarizado de soluciones HCL 0.1 N y NaOH 0.1 N	Solución de Ftalato de sodio y potasio	450	4950
	NaOH 0.1 N	50	550
	HCl 0.1 N	70	770
	Solución de cloruro de sodio aprox. 0.1 N	60	660
3. Determinación de la acidez total de alimentos usando un indicador ácido-base.	Solución de acetato de sodio	140	280 *
	Ácido acético diluido	175	350 *
	Solución de lactato de sodio	140	280 *
	Ácido Acético de vino	90	180 *
4. Determinación de la concentración de cloruro de sodio en una muestra de alimento: Método de Mohr	Solución de nitrato de sodio, con formación de precipitado de cloruro de plata y cromato de plata	150*	300 *
	Solución de nitrato de plata	10	20 *
	Solución de cromato de potasio	10	20 *
5. Volumetría de formación de complejos determinación de dureza en Agua	Solución con presencia de complejos Ca – EDTA, y NET - EDTA	255	2295 **
6. Determinación de yodo en sal (titulación con tiosulfato de sodio)	Solución tetratiato de sodio con presencia de complejo almidón– yodo, cromato de potasio y cloruro de potasio	150	1350 **
	Solución tetratiato de sodio con presencia de complejo almidón– yodo, y sulfato de potasio.	300	2700 **
	Solución de tiosulfato de sodio	50	450 **
	Ácido clorhídrico 1 N	230	2070 **
	Ácido sulfúrico 2 N	40	360 **

Continua... 109

Tabla 2.14 Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Química Analítica (Continuación)

MATERIA: QUÍMICA ANALÍTICA			
GRUPOS DE LABORATORIO PROMEDIO: 11			
Número y Nombre de la Practica	Tipo de Desecho generado	Volumen generado por grupo de trabajo (ml)	Volumen generado total (ml)
	Solución de Yoduro de potasio 10 %	240	2260 **
7.a. Practica de Gravimetría, Determinación de sulfatos en vinos	Precipitado de sulfato de bario	0.08 gr	0.2gr*
	Aguas de filtrado y lavado (solución de Cloruro de potasio más nitrato de plata)	100	200 *
7.b. Practica de Gravimetría, Determinación de sulfatos en fertilizantes	Precipitado de sulfato de bario	0.08 gr	0.75 gr**
	Aguas de filtrado y lavado (solución de Cloruro de potasio más nitrato de plata)	100	900**

*Estas prácticas solo son realizadas por los estudiantes de Ingeniería de Alimentos.

**Estas prácticas solo son realizadas por los estudiantes de Ingeniería Química.

Tabla 2.15 Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Análisis Instrumental

MATERIA: ANÁLISIS INSTRUMENTAL			
GRUPOS DE LABORATORIO PROMEDIO: 9			
Número y Nombre de la Practica	Tipo de Desecho generado	Volumen generado por grupo de trabajo (ml)	Volumen generado total (ml)
1. Extracción acuosa de sales solubles	No se generan desechos	---	---
2. Determinación de pH en suelos	Soluciones buffer para calibración de potenciómetro	100	900
3. Titulación potenciométrica de una muestra de vinagre	Soluciones neutralizadas de ácido acético con solución de NaOH 0.05 N	100	900
	Soluciones buffer para calibración de potenciómetro	80	720
4. Espectroscopia visible. Aplicación de la Ley de Beer. 4.A Determinación del espectro de absorción del KMnO_4 4.B Determinación del espectro de absorción de	Soluciones de KMnO_4 diferentes concentraciones	575	5175
	Soluciones de azul de metileno + etanol diluido al 50% v/v	100	900
	Solución de azul de metileno + etanol diluido al 2 $\mu\text{g}/$	50	450

Continua...

Tabla 2.15 Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Análisis Instrumental (Continuación)

MATERIA: ANÁLISIS INSTRUMENTAL			
GRUPOS DE LABORATORIO PROMEDIO: 9			
Número y Nombre de la Practica	Tipo de Desecho generado	Volumen generado por grupo de trabajo (ml)	Volumen generado total (ml)
una sustancia pura (azul de metilo estándar)			
5. Determinación de fósforo en suelos.	Mezcla de muestra de suelo + Solución de Molibdato de amonio al 5% p/v con Vanadato de amonio al 0.25% p/v	7	63
	Mezcla de Carbón activado + 5 gramos de muestra de suelo + solución de Carolina del norte (HCl + H ₂ SO ₄)	25	225
	Soluciones patrón: mezcla de solución de KH ₂ PO ₄ + Solución Carolina del norte diluida + agua + Solución de Molibdato de amonio al 5% p/v con Vanadato de amonio al 0.25% p/v	70	630
	Sobrante de solución de KH ₂ PO ₄ (21 por muestra)	61	61
	Sobrante de mezcla 50% de solución de molibdato de amonio al 5% p/v + solución de vanadato de amonio al 25% p/v	1962 (2 ml por cada patrón; 10 patrones; 2 ml por muestra; 9 muestras)	1962
	Sobrante de Solución diluida de Carolina del norte	932.6	932.6
	Sobrante solución concentrada Carolina del norte	1900	1900
	Sobrante solución ácida (agua + HNO ₃)	60	60
	6. Determinación de Hierro en una muestra de agua	Solución de hidroxilamina al 10% p/v	100
Acetato de amonio + 2 gotas de HCl		150	1350
Orto fenantrolina + 2 gotas de HCl		100	900
Solución 100 ppm de Fe + HCl 6N		195	1755
Soluciones diluidas de patrón de Fe 100 ppm		400	3600

Continúa...

Tabla 2.15 Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Análisis Instrumental (Continuación)

MATERIA: ANÁLISIS INSTRUMENTAL			
GRUPOS DE LABORATORIO PROMEDIO: 9			
Número y Nombre de la Practica	Tipo de Desecho generado	Volumen generado por grupo de trabajo (ml)	Volumen generado total (ml)
	Mezcla de HCl concentrado + hidroxilamina + Fe + perlas de vidrio	15	135
7. Espectroscopia ultravioleta. Chequeo de espectrofotómetro.	Benceno	1 gota	9 gotas
	Filtro óxido de amonio	1 filtro	9 filtros
	Solución de dicromato de potasio 120 g/L en H ₂ SO ₄ 0.01 N	10	90
8. Determinación del contenido de Cianocobalamina (Vitamina B12) en un inyectable.	Soluciones de Vitamina B12	550	4950
9a. Espectroscopia de absorción en el infrarrojo. 9b. Determinación cuantitativa de mezclas por examen al infrarrojo	Bromuro de potasio	455 mg	4095 mg
	Soluciones de benceno + tetracloruro de carbono al 15%, 20%, 30% y 50%	400	3600
10. Fotometría de llama	Sobrante de solución de 1000 ppm de K	900	900
	Sobrante de solución de 100 ppm de K	675	675
	Soluciones de K a diferentes concentraciones de 0 a 100 ppm	550	4950
	Sobrante de solución de fertilizante	180	180
	Soluciones a distintas concentraciones de fertilizante	1000	9000
11. Refractometría 11a. Determinación refractometrica de azucares.	Soluciones de sacarosa a distintas concentraciones	500	4500
12. Polarimetría. Análisis cuantitativo de una solución de sacarosa.	Soluciones de sacarosa a distintas concentraciones	500	4500

Tabla 2.16 Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Análisis Instrumental – A

MATERIA: ANÁLISIS INSTRUMENTAL A			
GRUPOS DE LABORATORIO PROMEDIO: 2			
Número y Nombre de la Practica	Tipo de Desecho generado	Volumen generado por grupo de trabajo (ml)	Volumen generado total (ml)
1. Determinación de pH en alimentos	Soluciones buffer para calibración de potenciómetro	100	200
2. Determinación de conductividad Eléctrica en Alimentos	No se generan desechos	100	900
		80	720
3. Determinación del Espectro de Absorción de la Curcumina y su Curva de Calibración. Métodos Espectrofotométricos Visibles de Análisis Químicos en Alimentos	Soluciones de curcumina al 1000 ppm + etanol al 20% v/v	250	500
4. Determinación del contenido de Cianocobalamina (Vitamina B12) en un inyectable.	Soluciones de Vitamina B12	550	1000
5. Espectroscopia de absorción en el infrarrojo.	Bromuro de potasio	100 mg	200 mg
6. Determinación de potasio en vino por Fotometría de llama	Sobrante de solución patrón de potasio 500 mg /L	1000	1000
	Sobrante de solución patrón de potasio 50 mg/L	600	600
	Soluciones de patrón de potasio a diferentes concentraciones de 1 a 10	400	400
7. Análisis cuantitativo de hierro en alimentos por método de absorción atómica	No se generan desechos	---	---
7a. Reflectometría 7b. Determinación refractométrica de azúcares.	Soluciones de sacarosa a distintas concentraciones	500	1000
8. Polarimetría. Análisis cuantitativo de una solución de sacarosa.	Soluciones de sacarosa a distintas concentraciones	500	1000

Tabla 2.17 Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Principios de Electroquímica y Corrosión

MATERIA: PRINCIPIOS DE ELECTROQUÍMICA Y CORROSIÓN			
GRUPOS DE LABORATORIO PROMEDIO: 5			
Número y Nombre de la Practica	Tipo de Desecho generado	Volumen generado por grupo de trabajo (ml)	Volumen generado total (ml)
1. Pureza de los metales. Corrosión por contacto y efecto de las tensiones sobre la corrosión	Solución de Oxido de Aluminio con ferricianuro de potasio	40	200
	Solución de ferricianuro de plomo	10	50
	Solución de Ferrocianuro de cinc	30	150
	Solución de ferricianuro de hierro (III)	50	250
2. Influencia de la humedad y del tipo de iones en la corrosión	Solución de Hidróxido de sodio 90%	50	250
	Solución de Óxido de hierro	30	150
	Solución de óxido de estaño	30	150
	Solución de óxido de zinc	30	150
	Solución de Oxido de aluminio	30	150
3. Influencia del pH en la corrosión	Sulfato de magnesio	30	150
	Acetato de magnesio	30	150
	Sulfato de hierro	30	150
	Sulfato de cinc	30	150
	Acetato de cinc	30	150
	Sulfato de aluminio	30	150
	Acetato de aluminio	30	150
	Ácido Sulfúrico 0.01 N	30	150
	Acetato de Sodio 0.01 N	60	300
	Solución de cloruro de magnesio y amonio	30	150
	Hidróxido de Potasio 0.01 N	150	750
Solución de aluminato de potasio	30	150	
Cloruro de Amonio	90	450	
4. Prevención y protección contra la corrosión. Protección por ánodos de sacrificio.	Solución de Cloruro de aluminio	30	150
	Solución de cloruro de Cinc	30	150

Continua...

Tabla 2.17 Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Principios de Electroquímica y Corrosión (Continuación)

MATERIA: PRINCIPIOS DE ELECTROQUÍMICA Y CORROSIÓN			
GRUPOS DE LABORATORIO PROMEDIO: 5			
Número y Nombre de la Practica	Tipo de Desecho generado	Volumen generado por grupo de trabajo (ml)	Volumen generado total (ml)
5. Simulación de remoción de colorantes de aguas residuales por medio de electrocoagulación-electro floculación.	Flóculos de hidróxido de hierro con contaminantes de colorantes	---	---
	Mezcla de agua – bromotimol – ácido sulfúrico	25	125

Tabla 2.18 Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Ingeniería de las Reacciones Químicas

MATERIA: INGENIERÍA DE LAS REACCIONES QUÍMICAS			
GRUPOS DE LABORATORIO PROMEDIO: 7			
Número y Nombre de la Practica	Tipo de Desecho generado	Volumen o Masa Generada por grupo de trabajo	Volumen o Masa generada total
1A. Obtención de datos cinéticos para modelar velocidades de reacción	Solución neutralizada de Sacarosa + HCl + NaOH + Fenolftaleína	200	1400
	Solución de Fehling + azul de metileno	400	2800
1B. Obtención de datos cinéticos para modelar velocidades de reacción	Mezcla de solución de acetato de etilo 0.02 M + NaOH 0.02 M (Productos de neutralización acetato de sodio y etanol)	100	700
	Solución neutralizada de ácido acético 0.1 M + fenolftaleína + acetato sódico	100	700
	Solución titulada de HCl + NaOH + acetato de etilo + fenolftaleína	360	2520
	Solución sobrante de acetato de etilo + NaOH	100	700
1C. Obtención de datos cinéticos para modelar velocidades de reacción	Mezcla titulada de KI + K ₂ S ₂ O ₈ + HCl + almidón + tiosulfato de sodio	288	2016
	Solución muestra de KI + K ₂ S ₂ O ₈ sobrante	65	455

Continua...

Tabla 2.18 Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Ingeniería de las Reacciones Químicas (Continuación)

MATERIA: INGENIERÍA DE LAS REACCIONES QUÍMICAS			
GRUPOS DE LABORATORIO PROMEDIO: 7			
Número y Nombre de la Practica	Tipo de Desecho generado	Volumen o Masa Generada por grupo de trabajo	Volumen o Masa generada total
2.Determinación de la cinética de reacción por el método de velocidades iniciales	Solución de $Mn^{2+}_{(ac)}$	50	350
	Sobrante de solución de ácido oxálico 0.714 M dihidratado en solución sulfúrica	73	511
	Sobrante de solución $KMnO_4$ 1% p/v	90	630
3.Flujo no ideal: distribución de tiempos de residencia en reactores de flujo continuo	Solución de $KMnO_4$ 0.125 g/L	8000	56000
4.Simulación de procesos químicos por computadora COCO simulator	No se generan desechos	---	---
5.Tratamiento foto catalítico de aguas contaminadas con azul de metileno	Agua con azul de metileno	500	3500

En la Figura 2.18 se hace una comparación del volumen total de residuos y desechos generados por cada asignatura en el laboratorio académico de Ingeniería Química.

Se observa que las cátedras con mayor contribución a la generación de desechos son: Química Analítica, Análisis Instrumental para Ingeniería Química, Química Técnica e Ingeniería de las Reacciones Químicas. Estas asignaturas generan volúmenes superiores a 10 L de desechos.

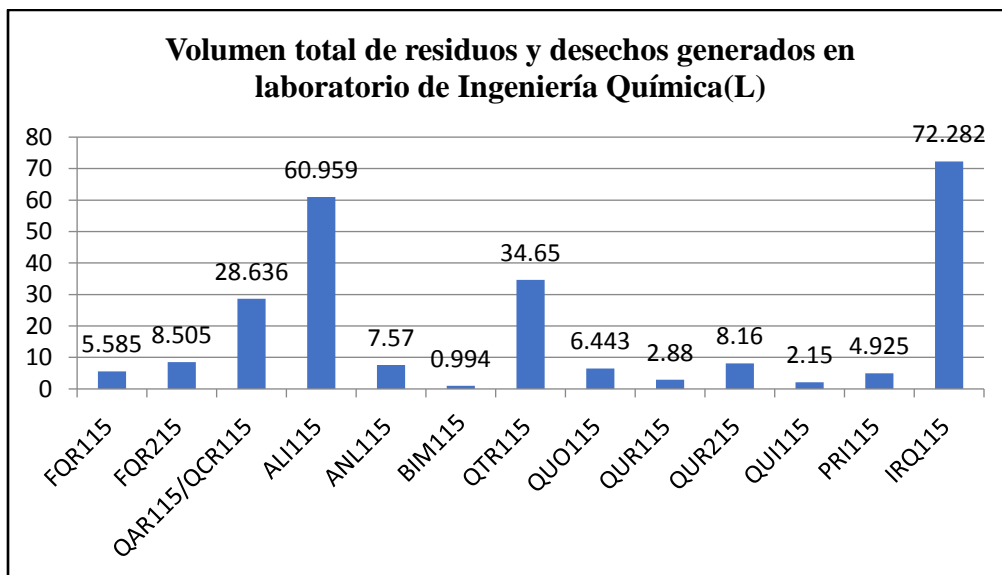


Figura 2.18 Gráfica del volumen total de residuos y desechos generados en el laboratorio académico de Ingeniería Química

La asignatura con mayor generación de residuos y desechos es Ingeniería de las Reacciones Químicas. En la Figura 2.19 se observa una comparativa entre las prácticas impartidas por esta materia y los desechos que estas generan.

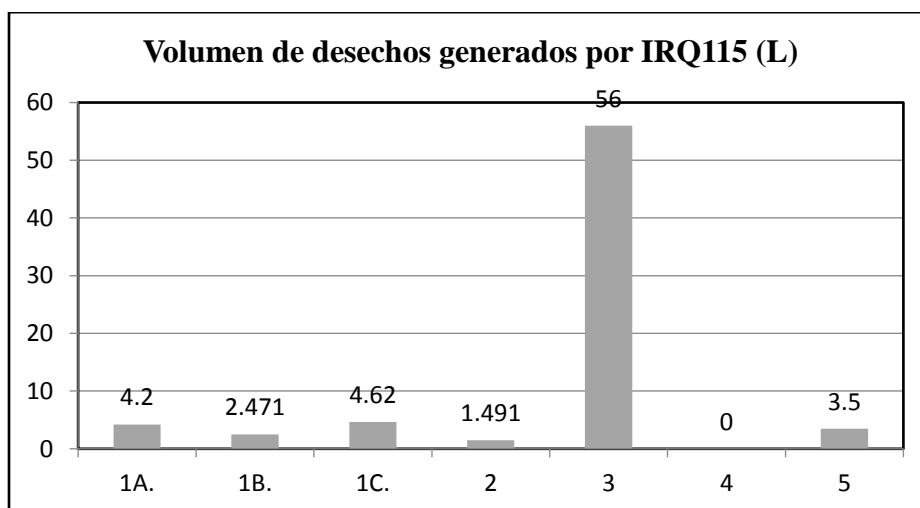


Figura 2.19 Gráfico de volumen de desechos generados por la cátedra de Ingeniería de las Reacciones Química

La práctica que genera mayor volumen desechos es la práctica N° 3: “Flujo no ideal: distribución de tiempos de residencia en reactores de flujo continuo.” El único desecho generado por esta práctica es una solución diluida de permanganato de potasio (KMnO_4).

En la Figura 2.20 se muestran la misma comparativa realizada para Ingeniería de las Reacciones Químicas, para la asignatura de Análisis Instrumental para Ingeniería Química.

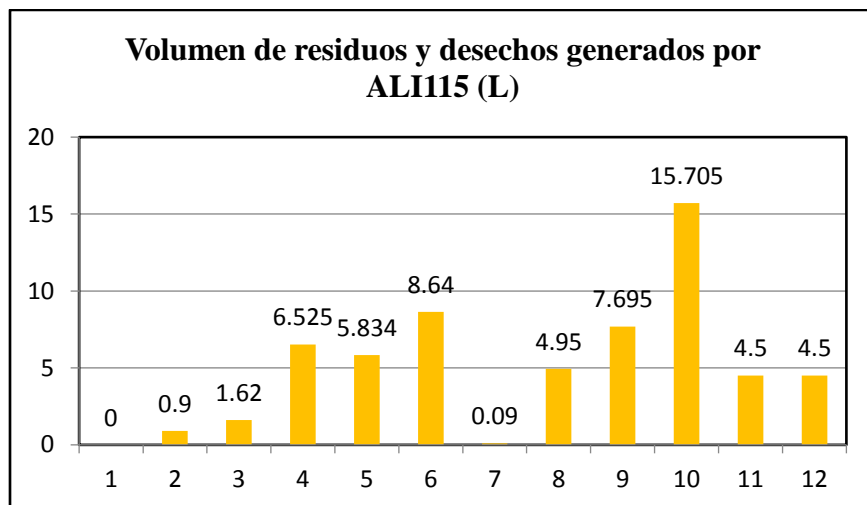


Figura 2.20 Gráfica de Volumen de residuos y desechos generados por la cátedra de Análisis Instrumental

En esta asignatura la práctica más generadora de residuos y desechos es la N° 10: “Fotometría de llama” cuyos principales desechos son un sobrante de la solución madre de potasio, la cual podría considerarse un residuo y reutilizarse, y soluciones de fertilizante a distintas concentraciones utilizadas como muestras.

En la Figura 2.21 se realiza este análisis comparativo para la asignatura de Química técnica, y se observa que la practica con mayor generación de desechos es la práctica N° 3: “El enlace químico”.

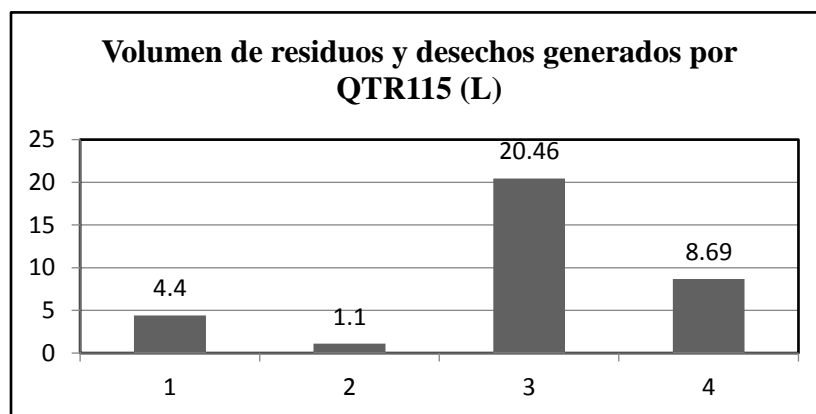


Figura 2.21 Gráfica de Volumen de residuos y desechos generados por la cátedra de Química Técnica

Si se analiza la Tabla 2.6 donde se resumen los desechos generados por todas las prácticas de la asignatura Química Técnica se observa la cantidad de residuos o desechos generados por cada mesa de trabajo es pequeña y es debido a la gran cantidad de alumnos y grupos de trabajo que la cantidad sustancias generadas se vuelve tan eleva. En la práctica N° 3 se generan diferentes residuos en cantidades similares entre sí, como alcohol etílico, cloruro de

sodio, cloruro de amonio, naftaleno, aceite vegetal, glucosa y sulfato de cobre. Muchas de estas sustancias son no peligrosas para la salud humana y para el medio ambiente por lo pueden ser desechadas al alcantarillado sin problema.

El análisis comparativo para la asignatura de Química Analítica y Química Analítica-A se presenta en la figura 2.22.

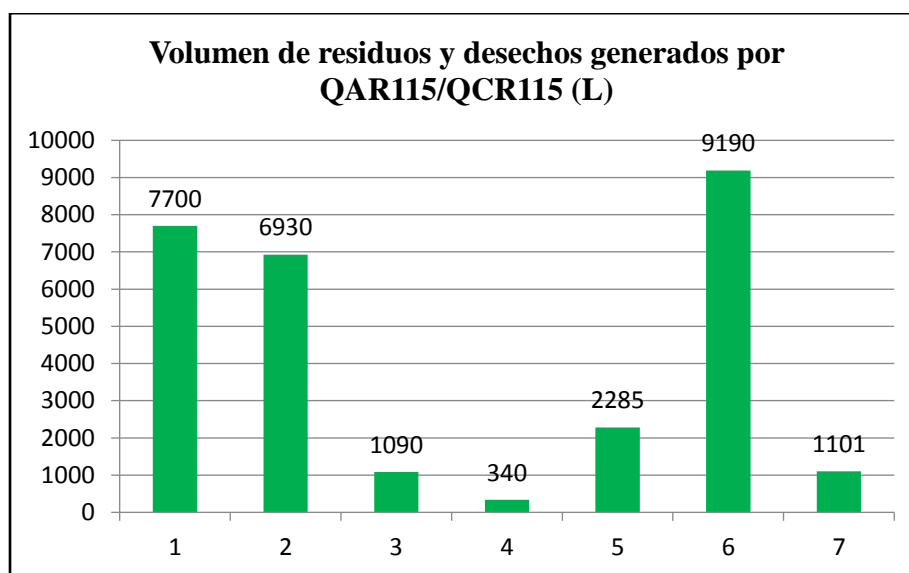


Figura 2.22 Gráfica de Volumen de residuos y desechos generados por las cátedras de Química Analítica para Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos

La práctica de laboratorio más generadora de residuos y desechos de esta asignatura es la práctica N° 6: “Determinación de yodo en sal (titulación con tiosulfato de sodio)”, seguida de la práctica N° 1: “Preparación de soluciones” y la práctica °2: “Estandarizado de soluciones HCl 0.1 N y NaOH 0.1 N”.

Los principales productos la práctica N° 6 son soluciones de tetraionato de potasio, Ácido clorhídrico 1N (que podría ser reutilizado) y una solución de KI al 10% p/v. Las practicas N° 1 y 2 generan soluciones de dicromato de potasio, cloruro de amonio, ácido sulfúrico y soluciones de ácido clorhídrico e hidróxido de sodio respectivamente. Las concentraciones de estas sustancias son conocidas por lo que podrían ser reutilizadas.

De la Tabla 2.19 hasta la Tabla 2.23 se presenta un resumen de los desechos generados por las prácticas de laboratorio de la asignaturas especializadas correspondientes al pensum de Ingeniería de Alimentos realizadas en las instalaciones del laboratorio académico de Ingeniería de Alimentos. La tabla resumen contiene el nombre de la práctica, el desecho generado, la cantidad (en mililitros o en gramos) generada por cada grupo de laboratorio y la cantidad total generada al final de la practica por todos los grupos. Dicho resumen ha sido realizado mediante una evaluación de los manuales de laboratorio de cada una de las asignaturas.

Tabla 2.19 Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Microbiología General

MATERIA: MICROBIOLOGÍA GENERAL			
GRUPOS DE LABORATORIO PROMEDIO: 5			
Número y Nombre de la Práctica	Tipo de Desecho generado	Volumen generado por grupo de trabajo (ml)	Volumen generado total (ml)
1. Reconocimiento de equipo, materiales y preparación y manejo de medios de cultivo para microbiología	No se generan desechos peligrosos	---	---
2. Procedimientos de microbiología técnicas de cultivo bacteriano y coloraciones	No se generan desechos peligrosos	---	---
3. Distribución de los microorganismos en la naturaleza y coloración simple	No se generan desechos peligrosos	---	---
4. Anatomía bacteriana y diferenciación de los grupos bacterianos por reacciones de tinción	No se generan desechos peligrosos	---	---
5. Reproducción bacteriana y curva de crecimiento	No se generan desechos peligrosos	---	---
6. Acción de agentes físicos y químicos sobre los microorganismos	Etanol 70 %	15	75
	HgCl ₂	15	75
	Fenol	15	75
	Merthilato	15	75
	Hipoclorito de sodio 20%	15	75
7. Fisiología bacteriana. Enzimas bacterianas	No se generan desechos peligrosos	---	---
8. Morfología y estructura de los hongos	No se generan desechos peligrosos	---	---
9. Identificación de parásitos coliformes totales en hortalizas	No se generan desechos peligrosos	---	---

Tabla 2.20 Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Química de Alimentos

MATERIA: QUÍMICA DE ALIMENTOS			
GRUPOS DE LABORATORIO PROMEDIO: 4			
Número y Nombre de la Práctica	Tipo de Desecho generado	Volumen generado por grupo de trabajo (ml)	Volumen generado total (ml)
1. Limpieza previa del área de trabajo	No se generan desechos	---	---

Continua...

Tabla 2.20 Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Química de Alimentos (Continuación)

MATERIA: QUÍMICA DE ALIMENTOS			
GRUPOS DE LABORATORIO PROMEDIO: 4			
Número y Nombre de la Practica	Tipo de Desecho generado	Volumen generado por grupo de trabajo (ml)	Volumen generado total (ml)
2. Preparación, homogenización de muestras	No se generan desechos	---	---
3. Determinación de humedad y actividad de agua	No se generan desechos	---	---
4. Análisis de diferentes tipos de carbohidratos	Solución hidrato de carbono 1% + reactivo de Molish+ H ₂ SO ₄	9	36
	Solución de hidrato de carbono 1%+ reactivo de Bial+1-propanol	10	40
	Solución de hidrato de carbono 1%+reactivo de Seliwanoff	5	20
	Solución de glucosa + reactivo de nylander	3	12
	Solución de lactosa + reactivo Felling "A" y "B"	---	---
	Solución de lactosa + HNO ₃	3	12
	Solución de carbohidratos + fenilhidrazona		
5. Análisis fisicoquímicos de lípidos y grasas	No se generan desechos		
6. Propiedades funcionales de las proteínas del huevo	No se generan desechos		
7. Acción enzimática sobre complejos proteicos de la carne y efectos del tratamiento térmico de la carne	No se generan desechos		

Tabla 2.21 Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Tecnología de Procesamiento de Alimentos II

MATERIA: TECNOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS II			
GRUPOS DE LABORATORIO PROMEDIO: 4			
Número y Nombre de la Practica	Tipo de Desecho generado	Volumen generado por grupo de trabajo (ml)	Volumen generado total (ml)
1.Evaluación de la calidad sanitaria de la leche y productos lácteos	Mezcla de leche más solución de NaOH 0.1 N	10	40
	Mezcla de queso, agua destilada y NaOH 0.1 N	10	40
	Soluciones buffer	-	-
	Disolución de H ₂ SO ₄ más Alcohol amílico y leche	22	88
	Disolución de leche más alcohol al 68 y 72 grado	8	32
	Disolución de leche más ácido rosálico y alcohol al 95%	22	88
	Disolución de leche más yoduro de potasio	11	44
2A. Elaboración de queso fresco	No se generan desechos	-	-
2B. Elaboración de yogurt	No se generan desechos	-	-
3.Parámetros fisicoquímicos para determinar la calidad de la carne	Soluciones reguladoras de referencia de pH 4 y pH 7	-	-
	Mezcla de carne, agua destilada, NaOH 0.1 N y fenolftaleína	300	1200
	Mezcla de carne, agua destilada, MgO, Carbonato de Potasio, verde de bromo cresol al 4 % y HCL al 0.1 N	104	416
4A. Procesamiento de embutidos crudos.	No se generan desechos peligrosos	---	---
4B. Elaboración de chorizo tipo español	No se generan desechos peligrosos	---	---
5A. Manejo de mezclas de harinas en la elaboración de galletas.	No se generan desechos peligrosos	---	---
5B. Elaboración de Pan Frances	No se generan desechos peligrosos	---	---

Tabla 2.22 Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Microbiología de Alimentos

MATERIA: MICROBIOLOGÍA DE ALIMENTOS			
GRUPOS DE LABORATORIO PROMEDIO: 4			
Número y Nombre de la Practica	Tipo de Desecho generado	Volumen generado por grupo de trabajo (ml)	Volumen generado total (ml)
1. Reconocimiento de equipo, materiales y preparación y manejo de medios de cultivo para microbiología	No se generan desechos peligrosos	---	---
2. Procedimientos de microbiología técnicas de cultivo bacteriano y coloraciones	No se generan desechos peligrosos	---	---
3. Distribución de los microorganismos en la naturaleza y coloración simple	No se generan desechos peligrosos	---	---
4. Anatomía bacteriana y diferenciación de los grupos bacterianos por reacciones de tinción	No se generan desechos peligrosos	---	---
5. Reproducción bacteriana y curva de crecimiento	No se generan desechos peligrosos	---	---
6. Acción de agentes físicos y químicos sobre los microorganismos	Etanol 70 %	15	60
	HgCl ₂	15	60
	Fenol	15	60
	Merthilato	15	60
	Hipoclorito de sodio 20%	15	60
7. Fisiología bacteriana. Enzimas bacterianas	No se generan desechos peligrosos	---	---
8. Morfología y estructura de los hongos	No se generan desechos peligrosos	---	---
9. Identificación de parásitos coliformes totales en hortalizas	No se generan desechos peligrosos	---	---

Tabla 2.23 Resumen de desechos generados en las prácticas de laboratorio de la cátedra de Tecnología de Procesamiento de Alimentos I

MATERIA: TECNOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS I			
GRUPOS DE LABORATORIO PROMEDIO: 3			
Número y Nombre de la Práctica	Tipo de Desecho generado	Volumen generado por grupo de trabajo (ml)	Volumen generado total (ml)
1.Mondado de frutas y hortalizas	No se generan desechos peligrosos	---	---
2.Escalde de frutas y hortalizas	No se generan desechos peligrosos	---	---
3.Reducción de tamaño	No se generan desechos peligrosos	---	---
4.Elaboración de chicharos en salmuera	No se generan desechos peligrosos	---	---
5.Elaboracion de mermelada de naranja	No se generan desechos peligrosos	---	---

**La catedra de Tecnología de procesamiento de alimentos I genera desechos de tipo orgánico no peligrosos, por tanto, los mismos pueden disponerse de manera común, en motivo de la investigación se presenta como generadora, pero no será tomada en un análisis posterior.

El volumen de desechos y residuos generados dentro de las instalaciones del laboratorio de Ingeniería de Alimentos es menor al compararlo con los generados por el laboratorio de Ingeniería Química. En la Figura 2.23 se observa que la materia con mayor generación es Tecnología de Procesamiento de Alimentos II (TPA215), con aproximadamente 1.95 L en el ciclo académico que es impartida.

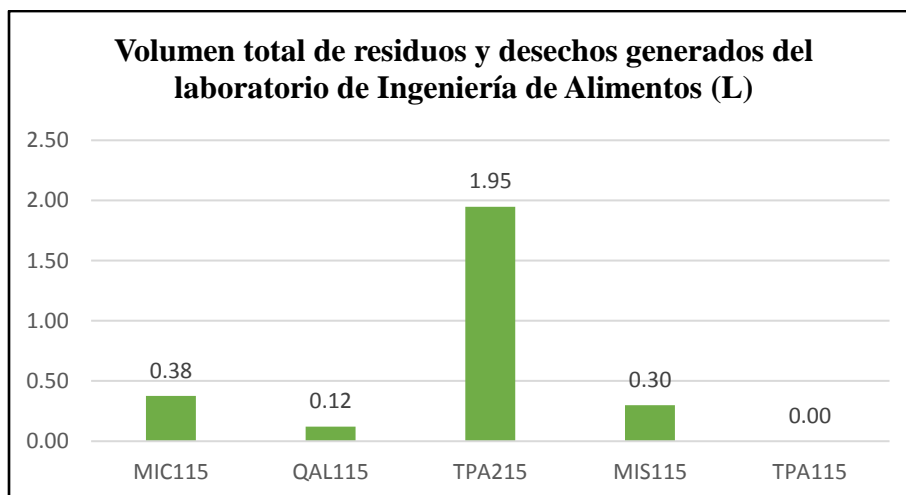


Figura 2.23 Gráfica de volumen de residuos y desechos generados por el laboratorio de Ingeniería de Alimentos

En la Figura 2.24 se observa que la práctica que más genera desechos de la asignatura de TPA215 es la práctica N°3: “Parámetros fisicoquímicos para determinar la calidad de la carne”. En esta práctica el principal desecho consiste en dos soluciones, una de hidróxido de sodio con la muestra de carne analizada y otra con ácido clorhídrico y carbonato de sodio con la muestra de carne analizada.

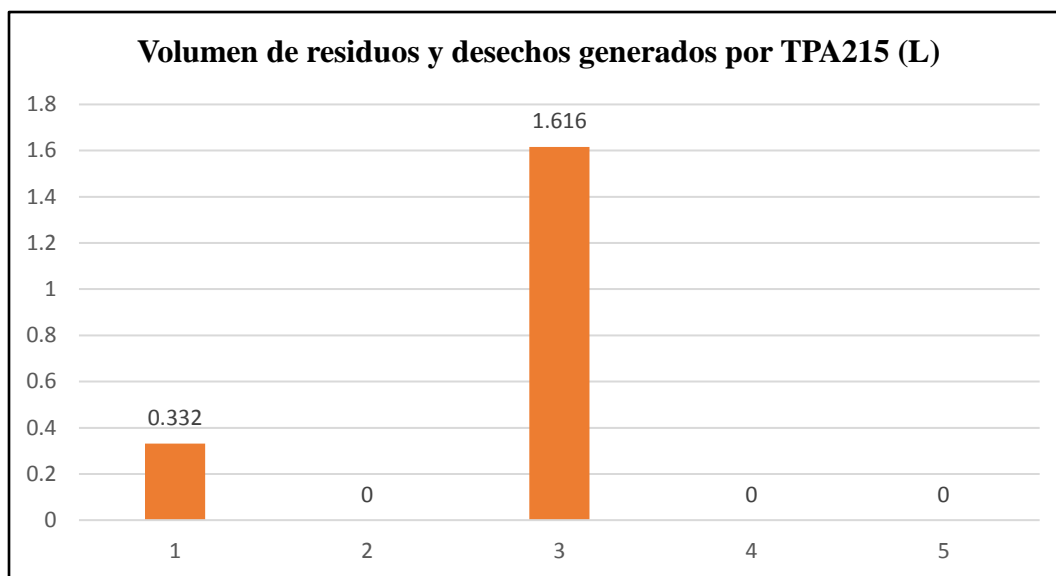


Figura 2.24 Gráfica de volumen de residuos y desechos generados por la cátedra de Tecnología de Procesamiento de Alimentos II

2.4 Inventario de los residuos y desechos peligrosos existentes en los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos

En la Tabla 2.24 se listan las 370 sustancias identificadas y etiquetadas que se encuentran almacenadas en el laboratorio académico de Ingeniería Química como residuos o desechos. Se presentan junto a su indicación de peligro y su cantidad en peso (kg). Estas sustancias están ubicadas en los espacios destinados para el almacenamiento según sus características de peligro.

Tabla 2.24 Inventario total de residuos y desechos peligrosos del laboratorio académico de Ingeniería Química

INVENTARIO TOTAL DE RESIDUOS Y DESECHOS IDENTIFICABLES EN LABORATORIO PLANTA PILOTO			
N°	Nombre completo	Indicación de peligro primaria	Peso Kg
1	Silicato de Sodio	Corrosivo	0.76
2	Cloruro de Potasio	No peligroso	0.07
3	Cloruro de Manganeso Tetrahidratado	Toxico	0.324
4	Silicato de sodio	No peligroso	0.12

Continua...

Tabla 2.24 Inventario total de residuos y desechos peligrosos del laboratorio académico de Ingeniería Química (Continuación)

INVENTARIO TOTAL DE RESIDUOS Y DESECHOS IDENTIFICABLES EN LABORATORIO PLANTA PILOTO			
N°	Nombre completo	Indicación de peligro primaria	Peso Kg
5	Caldo base tetratonato	No peligroso	0.62
6	Agar SPS agar selectivo para Perfringens	No peligroso	0.57
7	Níquel (II) sulfatohexahidrato	Nocivo	0.123
8	Cloruro de potasio	No peligroso	0.32
9	Texapon N 70 LS	Corrosivo	0.465
10	Peptona	No peligroso	0.14
11	Hidróxido de sodio + componente no identificado	No disponible	1.8
12	Cloruro de cobalto	Toxico	0.3
13	Stonemedic mpp marble polishing powder	Corrosivo	0.64
14	Trióxido de arsénico	Toxico	0.056
15	Sulfato de hierro (ii) anhidro	Peligroso Medio Ac.	0.9
16	Sulfato de cobre (II) pentahidratado	Corrosivo	0.96
17	Yeast extract agar	No peligroso	0.4
18	Solución de cobre acuosa	No disponible	0.8
19	Bacto feline broth	No disponible	0.5
20	Sulfato de cobre	Toxico	1.03
21	Resina agotada	No disponible	0.4
22	Leche met volhard	No disponible	0.25
23	Sulfato de cobre	Toxico	1
24	Solido granulado	No disponible	0.25
25	Azufre	Inflamable	0.55
26	Agar	No peligroso	1
27	Sulfato de cobre	Toxico	1
28	Nitrato de níquel(II)	Comburente	0.7
29	Resina agotada	No disponible	0.9
30	Resina agotada	No disponible	0.94
31	Resina agotada	No disponible	0.93
32	Azufre	Inflamable	1.16
33	Mezcla de gasolina y aceite	No disponible	0.137
34	Ácido bórico	Muy toxico	0.097
35	Cloruro de calcio 0.5M	Toxico	0.25
36	Ácido sulfónico	Corrosivo	0.082
37	Murexida (purpurato de amonio)	Toxico	0.32
38	Hidróxido de sodio 4.0 N	Corrosivo	0.83
39	Molibdato y Vanadato	Corrosivo	0.45
40	sulfato de bario	Toxico	0.104

Continua... 126

Tabla 2.24 Inventario total de residuos y desechos peligrosos del laboratorio académico de Ingeniería Química (Continuación)

INVENTARIO TOTAL DE RESIDUOS Y DESECHOS IDENTIFICABLES EN LABORATORIO PLANTA PILOTO			
N°	Nombre completo	Indicación de peligro primaria	Peso Kg
41	Negro de eriocromo T	Inflamable	0.101
42	Ácido sulfúrico 0.025 m	Corrosivo	0.44
43	Indicador (0.16% p/p rojo de metilo, 0.083% verde de bromo cresol) en alcohol	No disponible	0.44
44	Solución concentrada de boro	Toxico	1
45	Dicloruro de disulfuro	Corrosivo	0.6
46	Tripolifosfato de sodio	Toxico	0.9
47	Descarte (análisis fe/ negro de eriocromo t)	Inflamable	4
48	Solución de h2so4, k2	Corrosivo	4.1
49	Reactivo e felling (solución)	Peligroso Medio Ac.	0.11
50	Ácido sulfúrico 0.5M	Corrosivo	0.6
51	Dicloruro de plomo 0.5M	Toxico	0.4
52	Sulfato de sodio 0.25M	Toxico	0.94
53	Dicromato de potasio 0.05066906 M	Comburente	0.54
54	Solución ácido acético + cloroformo	No disponible	0.185
55	Cloruro de plomo (II)	Toxico	0.081
56	Sulfito de sodio	Corrosivo	0.033
57	Felling A	Peligroso Medio Ac.	0.071
58	Ácido clorhídrico (1+1)	Corrosivo	0.092
59	Solución de hidróxido de sodio	Corrosivo	0.219
60	Solución de ácido clorhídrico	Corrosivo	0.382
61	Azul de metileno	Toxico	0.143
62	Acido oxálico	Inflamable	0.202
63	Nitrato de plomo (II)	Muy toxico	0.175
64	Cloruro de hierro (II) (color amarillo)	Corrosivo	0.025
65	2-butanol	Inflamable	0.034
66	Negro de ericromo T	Inflamable	0.063
67	Permanganato de potasio 0.2%	Comburente	0.07
68	Yodato de potasio	Comburente	0.122
69	Descarte de KI	Toxico	0.144
70	Permanganato de potasio 5x10-4 M	Comburente	0.147
71	Lugol	No peligroso	0.669
72	Tiocianato de potasio 0.048 M	Toxico	0.48
73	Cloruro de amonio 3 N	Toxico	0.48
74	Descarte solución de permanganato de potasio	Comburente	0.28
75	Descarte de tolueno	Inflamable	0.5

Continúa...

Tabla 2.24 Inventario total de residuos y desechos peligrosos del laboratorio académico de Ingeniería Química (Continuación)

INVENTARIO TOTAL DE RESIDUOS Y DESECHOS IDENTIFICABLES EN LABORATORIO PLANTA PILOTO			
N°	Nombre completo	Indicación de peligro primaria	Peso Kg
76	Hidróxido de sodio 0.5m	Corrosivo	0.1
77	Solución de yodo KI	No disponible	0.64
78	Triclorometano	Toxico	0.91
79	Solución de tiosulfato de sodio	Toxico	0.65
80	Ácido sulfúrico 5M	Corrosivo	0.7
81	Nitrato de plata 0.35 N	Comburente	0.58
82	Permanganato de potasio	Comburente	0.38
83	Felling A	Corrosivo	0.74
84	Descarte de i2*h2o/etmol	No disponible	0.35
85	Ácido bencen-sulfónico	Inflamable	0.2
86	Cloruro de Sodio	No peligroso	0.35
87	Solución de Ácido Sulfúrico 0.5M	Corrosivo	0.52
88	Solución de Hidróxido de Sodio 1% p/v	Corrosivo	0.127
89	Cloruro de Mercurio	Toxico	0.238
90	Cloroformo	Toxico	0.144
91	TIOSULFATO DE SODIO	Muy toxico	0.512
92	Componente 2,4 Dinitro FENILHIDRAZINA	Inflamable	0.29
93	Cloroformo	Muy toxico	1
94	Cloruro de Calcio Anhidro	Irritante	3.5
95	Agua + Isobulacetano	No disponible	1.23
96	Solución de Fenol	Corrosivo	0.252
97	Solución de Cobalto	Inflamable	0.14
98	ETER DIETILICO Recuperado	Toxico	0.585
99	Ácido acético + Cloroformo	Corrosivo	1.74
100	Definelamina	Inflamable	0.244
101	Solución de Ácido nítrico 0.1 M	Corrosivo	0.16
102	Indicador Difenilamina	Inflamable	0.386
103	Solución de Vanadato de Amonio	Toxico	0.42
104	Solución de vanadato-molibdato	Corrosivo	0.53
105	Solución de Vanadato de Amonio	Toxico	0.52
106	Solución de Oxido de magnesio 3M	Toxico	0.284
107	Glicerina	Toxico	0.8
108	Hematita	Inflamable	0.9
109	Anaranjado de metilo	Muy toxico	0.317
110	Metanol	Inflamable	0.567
111	Solución de Cloruro de bario 25% p/v	Muy toxico	0.475

Continua...

Tabla 2.24 Inventario total de residuos y desechos peligrosos del laboratorio académico de Ingeniería Química (Continuación)

INVENTARIO TOTAL DE RESIDUOS Y DESECHOS IDENTIFICABLES EN LABORATORIO PLANTA PILOTO			
N°	Nombre completo	Indicación de peligro primaria	Peso Kg
112	Cloroformo (Recuperado)	Muy toxico	0.65
113	Ácido clorhídrico	Corrosivo	0.7
114	Solución de Hidróxido de Sodio 1M	Corrosivo	0.85
115	Bicarbonato de sodio	Toxico	0.11
116	Azul de bromotimol	Toxico	0.174
117	Aceite contaminado	No disponible	0.18
118	Solución de ácido sulfúrico	Corrosivo	0.63
119	Solución de ácido sulfúrico	Corrosivo	0.42
120	Gasolina	Inflamable	0.79
121	Solución de Ácido Clorhídrico	Corrosivo	0.61
122	Yodato de potasio	Comburente	0.143
123	Solución de Hidróxido de sodio 1 M	Corrosivo	0.5
124	Permanganato de Potasio 0.07M	Comburente	0.65
125	Cloruro de Bario	Muy toxico	0.575
126	Metanol	Inflamable	0.7
127	Hidróxido de sodio	Corrosivo	1
128	Cloruro de sodio concentrado	No peligroso	1.74
129	Anhidrido Acético	Inflamable	0.111
130	Solución saturada de Acido benzoico	Inflamable	0.075
131	Solución saturada de Acido benzoico	Inflamable	0.078
132	Ácido fórmico	Inflamable	0.055
133	Cloruro de Calcio	Toxico	0.035
134	Ácido acético	Inflamable	0.019
135	Bicarbonato de sodio al 5%	Muy toxico	0.056
136	Reactivo de Tollens	No disponible	0.033
137	Reactivo de Tollens	No disponible	0.051
138	Alqueno	No disponible	0.051
139	Reactivo de Tollens	No disponible	0.071
140	Solución de hidróxido de sodio al 25%	Corrosivo	0.272
141	solución de sulfato ferroso saturado	Muy toxico	0.0505
142	solución de ácido clorhídrico al 10%	Toxico	0.04
143	hidróxido de calcio al 10%	Corrosivo	0.061
144	Cloruro de hierro III al 2%	Corrosivo	0.07
145	Yodo Metálico	Toxico	0.098
146	solución de ácido clorhídrico al 10%	Corrosivo	0.061
147	solución de ácido clorhídrico	Corrosivo	0.076
148	Almidón al 1%	Inflamable	0.251

Continua... 129

Tabla 2.24 Inventario total de residuos y desechos peligrosos del laboratorio académico de Ingeniería Química (Continuación)

INVENTARIO TOTAL DE RESIDUOS Y DESECHOS IDENTIFICABLES EN LABORATORIO PLANTA PILOTO			
N°	Nombre completo	Indicación de peligro primaria	Peso Kg
149	Lactosa al 1%	No peligroso	0.229
150	Bromo al 3%	Inflamable	0.235
151	α - naftol al 0.2%	Inflamable	0.057
152	Indicador nivel sal #2	No disponible	0.358
153	Lactosa al 1%	No peligroso	0.142
154	Indicador universal #1 incompleto	No disponible	0.437
155	Lactosa al 2%	No peligroso	0.053
156	Ácido nítrico	Inflamable	0.89
157	Ácido sulfanílico	Muy toxico	0.113
158	Ácido Salicílico	Inflamable	0.91
159	Almidón	Inflamable	0.1
160	Oxido de cobre	Corrosivo	0.094
161	Parafina	Inflamable	0.082
162	Sodio Metálico	Inflamable	0.095
163	Ácido sulfanílico	Muy toxico	0.084
164	Cloruro de sodio	No peligroso	0.101
165	Parafina	Inflamable	0.085
166	Magnetita	Inflamable	0.105
167	Ácido Salicílico	Inflamable	0.091
168	Producción de jabon	No disponible	0.084
169	Limadura de hierro	Toxico	0.094
170	Ácido sulfanílico	Muy toxico	0.084
171	Sulfato ferroso	Muy toxico	0.11
172	Tricloruro de hierro	Muy toxico	0.092
173	Agua + HCl + nitrato de plata	No disponible	0.6
174	Cloruro de calcio anhidrido	Irritante	1.2
175	Fosfato acido de potasio	Toxico	0.06
176	Azufre color verde y amarillo	Inflamable	0.95
177	Benceno	Inflamable	0.4
178	Descarte de ácido clorhídrico + agua	No disponible	0.58
179	Desecho de nitrobenzeno	Inflamable	0.9
180	Sacarosa estándar	Inflamable	0.89
181	Sulfato de sodio	Nocivo	0.7
182	Peptona + glucosa + fosfato de búfer	No disponible	0.66
183	Bismuth sulfhite agar	No disponible	0.665
184	Brillanr green bile broth 2%	No disponible	0.15
185	Bismuth rulphite agar	No disponible	0.6

Continua... 130

Tabla 2.24 Inventario total de residuos y desechos peligrosos del laboratorio académico de Ingeniería Química (Continuación)

INVENTARIO TOTAL DE RESIDUOS Y DESECHOS IDENTIFICABLES EN LABORATORIO PLANTA PILOTO			
N°	Nombre completo	Indicación de peligro primaria	Peso Kg
186	TSA	No disponible	0.25
187	TSA	No disponible	0.57
188	Silicato	No disponible	0.49
189	Solución saturada de nitrato de potasio	Comburente	0.21
190	Glass Wool	No disponible	0.104
191	Dicromato de potasio	Toxico	0.42
192	Ácido sulfúrico	Corrosivo	0.45
193	Ácido sulfúrico 0.02 m	Corrosivo	0.42
194	Antrona	Nocivo	0.06
195	Ion bisulfito	Corrosivo	0.52
196	Naftalina	Inflamable	0.43
197	Ácido clorhídrico	Corrosivo	0.3
198	Solución ácido sulfúrico + ácido oxálico + manganeso	Corrosivo	1.4
199	Ácido clorhídrico con bicarbonato de sodio	Corrosivo	0.34
200	Sulfato de cobre	Nocivo	0.81
201	Ácido sulfúrico	Corrosivo	0.9
202	Etanol	Inflamable	0.38
203	Aceite vegetal	No peligroso	0.54
204	Gasolina	Inflamable	0.66
205	Ácido sulfúrico	Corrosivo	0.76
206	Vinagre	No peligroso	0.02
207	Gasolina	Inflamable	0.3
208	Gasolina	Inflamable	0.32
209	Éter etílico	Inflamable	0.12
210	Acetona	Inflamable	0.29
211	Solución cromato de potasio y nitrato de plata	Comburente	1.26
212	Solución cromato de potasio y nitrato de plata	Comburente	0.9
213	Solución KCl + AgNO ₃ + KNO ₃ + AgCl	Comburente	0.06
214	Solución nitrato de plara y dicromato	Comburente	0.97
215	Solución acetato de etilo + HCl + NaOH	Corrosivo	4.1
216	Solución acetato de etilo + HCl + NaOH	Corrosivo	3.58
217	Yodo liquido	Nocivo	0.91
218	Solución carbonato de calcio e indicadores	No peligroso	3.5
219	Solución carbonato de calcio e indicadores	No peligroso	1.78

Continua...

Tabla 2.24 Inventario total de residuos y desechos peligrosos del laboratorio académico de Ingeniería Química (Continuación)

INVENTARIO TOTAL DE RESIDUOS Y DESECHOS IDENTIFICABLES EN LABORATORIO PLANTA PILOTO			
N°	Nombre completo	Indicación de peligro primaria	Peso Kg
220	Silicato de sodio alcalino	Corrosivo	0.84
221	Gasolina	Inflamable	0.48
222	Buffer fosfato	No peligroso	0.12
223	Solución Sulfato de cobre pentahidratado	Nocivo	0.44
224	EDTA + Solución buffer + CaCO ₃ + H ₂ O + NET	No peligroso	1.8
225	CaCO ₃ + AgNO ₃ + K ₂ CrO ₄	Nocivo	1.5
226	Solución Sulfato de cobre pentahidratado	Nocivo	3.7
227	Solución Sulfato de cobre pentahidratado	Nocivo	0.32
228	Solución permanganato de potasio	Comburente	1.28
229	Yodato de potasio	Comburente	0.56
230	Cloruro férrico hexahidratado	Corrosivo	0.51
231	Yeso	No peligroso	0.222
232	Carbonato de sodio	Nocivo	0.46
233	Hidróxido de calcio	Corrosivo	0.3
234	Glucosa 1%	No peligroso	0.06
235	Glucosa	No peligroso	0.03
236	Cloruro de bario	Toxico	0.02
237	Triftofano	No peligroso	0.04
238	Cloruro de hierro III	Corrosivo	0.04
239	Hidróxido de potasio	Corrosivo	0.11
240	Lugol	No peligroso	0.06
241	Hidróxido de calcio	Corrosivo	0.32
242	Antrona	Nocivo	0.08
243	Ácido sulfúrico	Corrosivo	0.11
244	Ácido sulfúrico	Corrosivo	0.1
245	Reactivo barfoed	Nocivo	0.5
246	Sodio Metálico	Inflamable	1
247	TIOSULFATO DE SODIO	Toxico	1.25
248	Ácido clorhídrico	Corrosivo	1.45
249	Ácido clorhídrico	Corrosivo	0.1
250	Colorante rojo	No peligroso	
251	Ácido clorhídrico	Corrosivo	0.14
252	Difenilamina	Corrosivo	0.7
253	Polímero catiónico	No peligroso	0.64
254	Ácido sulfúrico	Corrosivo	1.82
255	Estaño	No peligroso	0.15

Continua... 132

Tabla 2.24 Inventario total de residuos y desechos peligrosos del laboratorio académico de Ingeniería Química (Continuación)

INVENTARIO TOTAL DE RESIDUOS Y DESECHOS IDENTIFICABLES EN LABORATORIO PLANTA PILOTO			
N°	Nombre completo	Indicación de peligro primaria	Peso Kg
256	Nitrito de sodio	Comburente	0.1
257	Cloruro de potasio	No peligroso	0.1
258	Cloruro de sodio	No peligroso	0.18
259	Cloruro de potasio	No peligroso	0.11
260	Peróxido de hidrogeno	Comburente	0.04
261	Fosfato de sodio	Corrosivo	0.12
262	Carbonato de amonio	Toxico	0.12
263	Peróxido de hidrogeno	Comburente	0.1
264	Cloruro de calcio	Toxico	0.12
265	Azufre	Inflamable	0.95
266	Gasolina	Inflamable	0.48
267	Solución de Vanadato	Toxico	0.05
268	2,4 Dinitrofenilhidrazina	Inflamable	0.298
269	Leche met volhard	Toxico	0.025
270	Resina alquidica	Inflamable	0.4
271	Indicador negro de eriocromo	Nocivo	0.08
272	nitrato de plata	Comburente	0.32
273	Ácido clorhídrico	Corrosivo	0.01
274	Cloruro de cobre II	Toxico	0.02
275	Bromo/CHCl3	Corrosivo	0.05
276	Acido fórmico	Corrosivo	0.02
277	Almidón	Inflamable	0.8
278	Cloruro de cadmio	Corrosivo	0.08
279	Tricloruro me metilo	Toxico	0.02
280	Cloruro de calcio	Toxico	0.05
281	Ácido sulfanilico	Nocivo	0.05
282	Ácido clorhídrico	Corrosivo	3.3
283	Cloruro de potasio	No peligroso	0.07
284	Br2/CaCl4	Toxico	0.02
285	n Hexano	Inflamable	0.05
286	Solución bromo en agua	Toxico	0.02
287	Fluoruro de sodio	Toxico	0.02
288	Benceno	Inflamable	0.04
289	Bromuro de potasio	Nocivo	0.04
290	Fenol	Corrosivo	0.02
291	Sulfato ferroso	Nocivo	0.1
292	Cloruro de bario	Toxico	0.02

Continua... 133

Tabla 2.24 Inventario total de residuos y desechos peligrosos del laboratorio académico de Ingeniería Química (Continuación)

INVENTARIO TOTAL DE RESIDUOS Y DESECHOS IDENTIFICABLES EN LABORATORIO PLANTA PILOTO			
N°	Nombre completo	Indicación de peligro primaria	Peso Kg
293	Acetato de plomo	Inflamable	0.1
294	Yoduro de potasio	Toxico	0.02
295	Ácido clorhídrico 1:1	Corrosivo	0.56
296	Hidrosulfato de sodio	Inflamable	0.85
297	Tricloruro de antimonio	Nocivo	0.1
298	Pb(NO ₃) ₂ + K ₂ Cr ₂ O ₇	Toxico	0.7
299	EDTA + MgCl ₂ + NH ₄ Cl + NH ₄ OH	Toxico	0.23
300	TIOSULFATO DE SODIO	Inflamable	0.3
301	Reactivo de lucas	Toxico	0.0487
302	Nitrato de plomo	Toxico	0.08
303	Metanol	Inflamable	1.08
304	Ácido sulfúrico	Corrosivo	0.96
305	Ácido clorhídrico	Corrosivo	0.44
306	Ácido clorhídrico	Corrosivo	0.45
307	Ácido sulfúrico	Corrosivo	1.73
308	Ácido fosfórico	Corrosivo	0.6
309	Ácido sulfónico	Corrosivo	3.4
310	Biftalato de potasio	Nocivo	3.7
311	CaCO ₃ + NET + EDTA + BUFFER	No peligroso	3
312	Cloruro de amonio	nocivo	3.72
313	CaCO ₃ + NET + EDTA + BUFFER	No peligroso	4.17
314	KHP + HCl + NaOH + VINAGRE + LECHE	nocivo	2.34
315	Solución ácido clorhídrico	Corrosivo	0.44
316	Biftalato de potasio	Nocivo	1.76
317	KHP + HCl + NaOH + VINAGRE	Nocivo	3.82
318	KHP + H ₂ O + NaOH + FENOLFTALEINA	Nocivo	0.59
319	Cloruro de amonio	Nocivo	1.66
320	Alcohol	Inflamable	0.34
321	Agar verde brillante	No peligroso	0.48
322	Cloruro de calcio anhídrido	Nocivo	1.17
323	Agar nutritivo	No peligroso	1.1
324	Caldo de casein-peptona-peptona de harina de soja	No peligroso	1.28
325	Agar selectivo para hongos patógenos	Nocivo	0.24
326	Molibdato de amonio tetrahidratado	Nocivo	0.12
327	Agar TSI	No peligroso	0.98
328	Ácido tricloroetanoico	Corrosivo	1.64

Continúa...

Tabla 2.24 Inventario total de residuos y desechos peligrosos del laboratorio académico de Ingeniería Química (Continuación)

INVENTARIO TOTAL DE RESIDUOS Y DESECHOS IDENTIFICABLES EN LABORATORIO PLANTA PILOTO			
N°	Nombre completo	Indicación de peligro primaria	Peso Kg
329	Cloruro de calcio	No peligroso	0.96
330	Timolftaleina	Inflamable	0.025
331	Agar Chapman 110	No peligroso	0.92
332	Cloruro de magnesio	Nocivo	0.36
333	Triclorato de potasio	Nocivo	0.7
334	Cloruro de níquel hexahidratado	Toxico	0.18
335	Bacto peptona	No peligroso	0.3
336	Carbonato de potasio	Nocivo	0.78
337	Buffer Powder Pillows	No peligroso	0.06
338	Clorhidrato de fenilhidrazina	Corrosivo	0.05
339	Pirrolidina Dicarbonato de amonio	Nocivo	0.02
340	Extracto de levadura	No peligroso	1.8
341	Acido gálico	Nocivo	0.05
342	Tiocianato de potasio	Nocivo	0.1
343	Agar XLD	No peligroso	0.82
344	Extracto de levadura	No peligroso	0.21
345	Carbonato de potasio	Toxico	0.05
346	Hidróxido de sodio	Corrosivo	0.66
347	Peróxido de sodio	Comburente	1.6
348	Medio de cultivo MR/VP	No peligroso	0.18
349	Agar con infusión de corazón	No peligroso	0.2
350	Caldo de lactosa	No peligroso	0.21
351	Caldo nutritivo	No peligroso	0.19
352	Caldo M-TGE	No peligroso	0.1
353	Azida de sodio	Toxico	0.24
354	Sulfato de estroncio	Toxico	0.06
355	Acetato de amonio	No peligroso	0.16
356	Cloruro de magnesio	No peligroso	0.24
357	Cloruro de estaño	Corrosivo	0.35
358	Cloruro de antimonio	Corrosivo	0.06
359	Rodamina B	Corrosivo	0.06
360	Fosfato (agente reductor)	No peligroso	0.04
361	Acido orto-fosfórico	Corrosivo	0.92
362	Oxido de zinc	Nocivo	0.58
363	cloruro férrico	Corrosivo	0.32
364	Tiocianato de potasio	Nocivo	0.04
365	Cloruro férrico	Corrosivo	0.92

Continua... 135

Tabla 2.24 Inventario total de residuos y desechos peligrosos del laboratorio académico de Ingeniería Química (Continuación)

INVENTARIO TOTAL DE RESIDUOS Y DESECHOS IDENTIFICABLES EN LABORATORIO PLANTA PILOTO			
N°	Nombre completo	Indicación de peligro primaria	Peso Kg
366	Tiocianato de potasio	Nocivo	0.06
367	Vanadato de amonio	Toxico	0.02
368	Texapon 70	Corrosivo	1.06
369	HCl + NaOH + H2O + FENOLFTALEINA	Corrosivo	2.33
370	Ácido sulfúrico	Corrosivo	0.04

Este inventario clasifica las sustancias conocidas según una clasificación primaria (residuo y desecho) una clasificación secundaria (reactivo antiguo, reactivo caducado, indicador, disolución y descarte) y finalmente, en base a sus características de peligrosidad, la cual es utilizada para definir sus condiciones de envasado y lugar de almacenamiento. En la Figura 2.25 se presenta un análisis porcentual según la clasificación primaria de residuos y desechos almacenados y recopilados en el inventario.

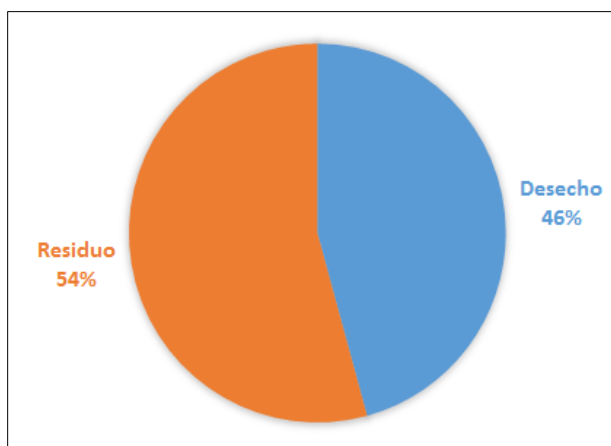


Figura 2.25. Gráfico de la división porcentual según clasificación primaria de los residuos y desechos almacenados en el laboratorio académico de Ingeniería Química

La cantidad de sustancias consideradas como residuos debido a su capacidad para ser reutilizadas consiste en más de la mitad del inventario existente en los laboratorios académicos. Dichas sustancias podrían reutilizarse en las prácticas de laboratorio, siempre y cuando cuenten con las condiciones necesarias, y así disminuir la existencia de sustancias almacenadas sin invertir en un tratamiento para su disposición segura.

Según la clasificación secundaria la gran mayoría de residuos y desechos son reactivos antiguos con fechas de caducidad desconocidas, en algunos casos, estos se encuentran en condiciones que indicarían que su reutilización es posible, sin embargo, otros presentan

indicios de contaminación o fugas que obligan a clasificarlos como desecho al no conocer con exactitud su calidad como reactivo, en la Figura 2.26 se presenta la división porcentual según la clasificación secundaria.

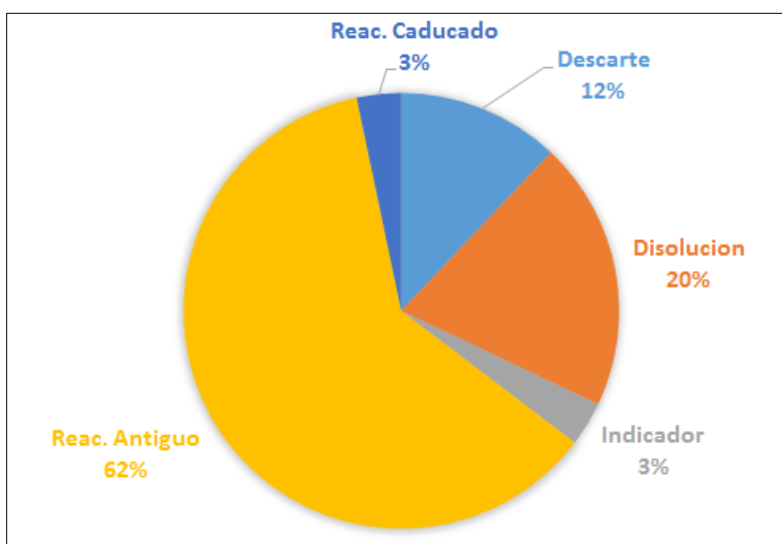


Figura 2.26 Gráfico de división porcentual según clasificación secundaria de los residuos y desechos almacenados en el laboratorio académico de Ingeniería Química

Según las características de peligrosidad, los residuos y desechos corrosivos predominan por sobre otras sustancias con clasificaciones de peligro diferentes, la mayoría de estas sustancias son ácidos fuertes como ácido clorhídrico y ácido sulfúrico, y bases fuertes como el hidróxido de sodio. Estas sustancias se pueden utilizar para neutralizarse entre ellas y así descartar un porcentaje de estas. En segundo lugar, las sustancias inflamables, tóxicas y no peligrosas se encuentran cantidades similares, ver Figura 2.27.

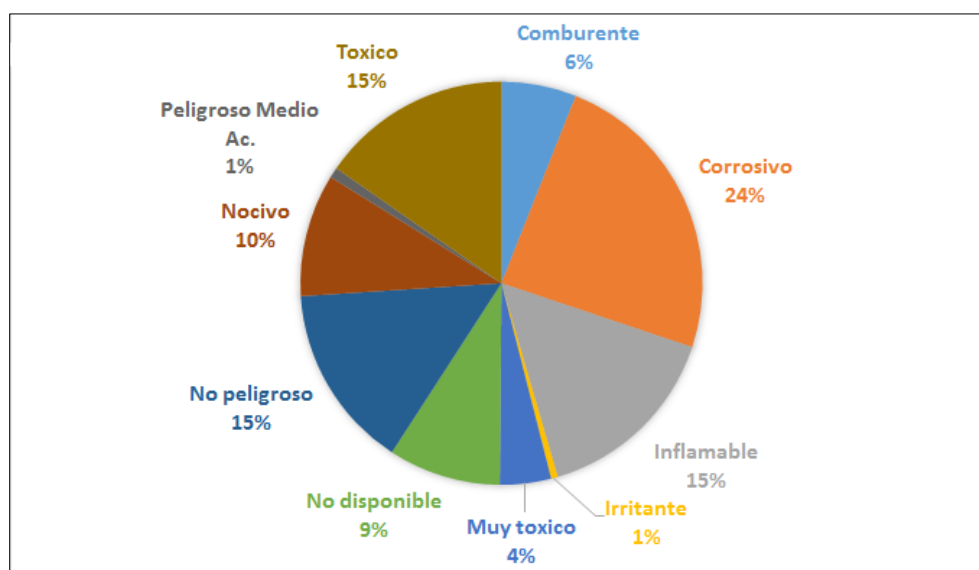


Figura 2.27 Gráfico de división porcentual según características de peligrosidad de los residuos y desechos almacenados en el laboratorio académico de Ingeniería Química

En la Tabla 2.25 se listan las 101 sustancias no identificables, y que han sido etiquetadas como tal, que se encuentran almacenadas en el laboratorio académico de Ingeniería Química como residuos o desechos. Se presentan junto a su cantidad en peso (Kg). Estas sustancias están ubicadas en un espacio destinado para el almacenamiento de sustancias no identificadas dentro del área de trabajo del laboratorio de Ingeniería Química.

Tabla 2.25 Inventario total de residuos y desechos no identificables en el laboratorio académico de Ingeniería Química (Planta Piloto)

INVENTARIO TOTAL DE RESIDUOS Y DESECHOS NO IDENTIFICABLES EN LABORATORIO DE INGENIERÍA QUÍMICA (PLANTA PILOTO)		
N°	Descripción de la sustancia	Peso (Kg)
1	Precipitado color amarillo	0.099
2	Precipitado color café con blanco	0.289
3	Solución Incoloro/translucido	0.157
4	Solución Incoloro/translucido	2.5
5	Desconocida	0.8
6	Solución con precipitado coque	0.8
7	Desconocida	0.9
8	Solución color amarilla	0.381
9	Polvos	0.91
10	Solución Tóxica	0.99
11	Desconocida	2.75
12	Solución Incolora	0.541
13	Solución con presencia de granos café	0.319
14	Solución Incolora	0.86
15	Solución con presencia de granos amarillos	0.88
16	Solución grisácea	0.96
17	Solución color amarilla	0.35
18	Solución Rojiza	1.17
19	Solución de color morado, contiene yodo	3.73
20	Solución densa color blanco/lechosa	1.12
21	Desconocida	0.57
22	Desconocida	0.355
23	Solución de Descarte transparente	1
24	Solución de Descarte color negro	1
25	Solución de Descarte color amarillo	1.7
26	Reactivo en polvo color amarillo con humedad aparente	1.16
27	Reactivo en polvo color blanco	---
28	Estado sólido color amarillo grumoso	---
29	Líquido incoloro (Tapón azul)	---
30	Solución anaranjada pálida	---

Continúa...

Tabla 2.25 Inventario total de residuos y desechos no identificables en el laboratorio académico de Ingeniería Química (Planta Piloto) (Continuación)

INVENTARIO TOTAL DE RESIDUOS Y DESECHOS NO IDENTIFICABLES EN LABORATORIO DE INGENIERÍA QUÍMICA (PLANTA PILOTO)		
N°	Descripción de la sustancia	Peso (Kg)
31	Reactivo en estado sólido color blanco	---
32	Sustancia líquida color no identificado	---
33	Sustancia desconocida se ha gasificado dentro del envase	---
34	Solución incolora	---
35	Solución bifásica presenta grumos	---
36	Sustancia de color morado	---
37	Sustancia granular, desconocida	---
38	Sustancia color gris	---
39	Sustancia con rasgos de descomposición	---
40	Solución desconocida con concentración de 20ppm	0.6
41	Sin identificar	---
42	Solución de color oscuro	---
43	Solución color naranja pálido	---
44	Sustancia granular fino color blanco	---
45	Sustancia color verde pastel con precipitado (Chorro 2)	0.017
46	Solución descarte consistencia espesa color negro/rojo	0.064
47	Sustancia color marrón con precipitado del mismo color	0.048
48	Solución con precipitado espeso color blanco	0.134
49	Desconocida transparente	0.37
50	Polvo blanco	0.248
51	Solución azul oscuro	0.522
52	Solución azul oscuro (contiene aluminio)	0.378
53	Sin identificar polvo blanco	1.1
54	Sin identificar	0.46
55	Sin identificar	1.4
56	Sin identificar	0.89
57	Sin identificar	2.43
58	Sin identificar	0.81
59	Sin identificar	0.01
60	Descarte sin identificar	0.64
61	Solución bifásica sin identificar	0.7
62	Sin identificar	0.3469
63	Sin identificar	1
64	Sin identificar	0.023
65	Solución desconocida	0.043
66	Sólido desconocido	0.048
67	Solución desconocida	0.085
68	Sólido desconocido	0.089

Tabla 2.25 Inventario total de residuos y desechos no identificables en el laboratorio académico de Ingeniería Química (Planta Piloto) (Continuación)

INVENTARIO TOTAL DE RESIDUOS Y DESECHOS NO IDENTIFICABLES EN LABORATORIO DE INGENIERÍA QUÍMICA (PLANTA PILOTO)		
N°	Descripción de la sustancia	Peso (Kg)
69	Solución amarilla	0.19
70	Solución amarilla	0.76
71	Solución desconocida	1.18
72	Solución blancuzca con precipitado	0.38
73	Solución descarte transparente	2.64
74	Sólido desconocido	0.06
75	Solución desconocida	2.84
76	Cristales hidratados desconocidos	0.24
77	Solución oscura	0.14
78	Líquido transparente	0.38
79	Pasta densa negra	0.18
80	Solución oscura	0.18
81	Polvo blanco con vidrio	0.44
82	Polvo blanco	0.08
83	Solución transparente	0.8
84	Solución morada NET	0.12
85	Solución incolora	0.01
86	Solución incolora	0.01
87	Solución desconocida	0.36
88	Solución desconocida	1.3
89	Sustancia desconocida	0.9
90	Sustancia desconocida	0.48
91	Sólido desconocido	0.5
92	Solución desconocida	0.52
93	Cristales hidratados desconocidos	0.66
94	Polvo en frasco	0.8
95	Sustancia desconocida	0.16
96	Sólido verde desconocido	0.2
97	Sólido cristalizado	0.67
98	Cristales blancos	0.52
99	Líquido con cristales	0.18
100	Líquido transparente	2.52
101	Polvo verde	0.4

La Tabla 2.26 se presentan los 92 residuos y desechos que se encuentran dentro del laboratorio académico de Ingeniería de Alimentos, junto a su peso (Kg) y el código interno que se maneja dentro de dichas instalaciones. La tabla también muestra el estado de caducidad de la sustancia, el cual es un criterio muy útil para clasificar la sustancia como un

residuo o desecho, ya que la mayoría de las sustancias listadas son medios de cultivo y reactivos que no han sido utilizados.

Tabla 2.26 Inventario total de residuos y desechos del laboratorio académico de Ingeniería de Alimentos

INVENTARIO TOTAL EN LABORATORIOS DE ALIMENTOS				
N°	Código	Nombre	Peso (Kg)	Caducado
1		Ácido Ascórbico	0.01300	Si
2	S-2	Agar Glucosa 4%	0.01285	Si
3	S-2	Agar hierro - Triple azúcar	0.01480	No disponible
4	R-1	Agar Nutritivo	0.00500	Si
5	P-6	Agar Nutritivo	0.01050	Si
6		Agar Plate count	0.07900	Si
7	P-2	Agua de peptona	0.01110	No disponible
8		Almidón	0.01780	No disponible
9	P-1	Almidón	0.02760	Si
10	P-1	Almidón para la determinación de diastosa	0.02565	Si
11		Benzoato de sodio (Reactivo)	0.02110	No disponible
12	S-6	Brain Heart broth	0.05990	No disponible
13		Brain Heart broth	0.05970	No disponible
14		Brilliant Green Bile Broth 2%	0.05420	Si
15	L-1	Buffered petone water	0.05420	No disponible
16	C-2	Buffered petone water	0.04340	Si
17	N-2	Calcio Cloruro 2 Hidrato	0.03080	Si
18	P-6	Caldo		No disponible
19	G-1	Caldo Brilliant	0.05550	Si
20	N-1	Caldo de triptona y roja	0.05560	No disponible
21	E-4	Caldo Lauril Sulafto	0.05640	Si
22	F-1	Carbonato Sádico anhidro	0.04760	No disponible
23		Cloruro de sodio	0.04750	No disponible
24		D-Mannitol	0.02550	No disponible
25		D-Mannitol	0.03300	No disponible
26	E-1	D(-) Fructose	0.01010	No disponible
27	E-4	Desconocido (Polvo blanco fino)	0.05420	No disponible
28		EC Broth	0.01410	No disponible
29		EC Medium	0.05970	Si
30		EC Medium	0.01480	Si
31		EMB agar	0.01720	No disponible
32	MIC-10	EMB agar	0.05000	No disponible
33		Gelatin	0.01150	No disponible
34	B-3	Gelatin Mannitol salt agar	0.05520	Si
35	S-5	Glucosa		No disponible

Continua...

Tabla 2.26 Inventario total de residuos y desechos del laboratorio académico de Ingeniería de Alimentos (Continuación)

INVENTARIO TOTAL EN LABORATORIOS DE ALIMENTOS				
Nº	Código	Nombre	Peso (Kg)	Caducado
36		Glucosa	0.05550	No disponible
37		Lactose (Munhydrat)	0.05850	Si
38	E-1	Lauryl Tryptore Broth	0.09900	Si
39		Maltose	0.02520	No disponible
40		MR-VP Medium	0.03307	No disponible
41	P-5	Nutriente Agar	0.05345	No disponible
42		Nutriente Agar		Si
43		Nutriente Broth	0.03280	No disponible
44	S-6	Pectini from citrus fruits	0.04000	No disponible
45		Peptona		Si
46	B-3	Plate Count Agar	0.05850	Si
47	G-1	Plate Count Agar	0.01570	No disponible
48	E-3	Popato Dextrose Agar	0.05250	No disponible
49	N-1	Potato Dextrose Agar	0.05490	No disponible
50	A-1	Potato Dextrose Agar (PDA)	0.03480	No disponible
51		Simmons Citrate Agar	0.03880	No disponible
52	N-1	Simmons Citrate Agar	0.05840	Si
53	R-1	Simmons Citrate Agar	0.05380	No disponible
54	E-3	Soya bean Casein Digest Agar	0.05800	No disponible
55	P-6	Triple Sugar Iron Agar (TSI)	0.02380	Si
56	T-2	Triptic glucose extract agar	0.02310	Si
57	S-2	Tryptic Glucose extract agar	0.05630	No disponible
58	MIC-8	Tryptone Soya Broth (TSB)	0.05910	Si
59		Urea Broth Bare	0.04050	No disponible
60	N-1	Violet Red Bile Agar	0.02790	No disponible
61	E-4	Violet Red Bile Agar	0.03090	Si
62	P-1	Yeast Extract (Extracto de Levadura)	0.03030	No disponible
63		Yeast Extract (Extracto de Levadura)	0.04360	No disponible
64	T-1	Triple Sugar Iron Agar (TSI)	0.17000	Si
65	N-1	Nutrient Agar	0.17590	Si
66	N-2	Nutrient Agar	0.99010	Si
67	G-3	Gelatine Peptone Bios	0.63120	No disponible
68	B-3	Brilliant Green Bile Broth 2%	0.58720	Si
69	N-1	Nutrient Agar	0.17380	Si
70	RE019-A	Benzoato de Sodio	0.14650	No disponible
71	P-3	Caldo enriquecido con cristales de potasio	1.48200	No disponible
72	E-6	Ec Broth With Mug	0.30960	Si
73	T-1	Triple Sugar Iron Agar (TSI)	0.17050	Si
74	MIC-2	SS Agar Dehydrated	0.58400	Si

Continua... 142

Tabla 2.26 Inventario total de residuos y desechos del laboratorio académico de Ingeniería de Alimentos (Continuación)

INVENTARIO TOTAL EN LABORATORIOS DE ALIMENTOS				
Nº	Código	Nombre	Peso (Kg)	Caducado
75	B-3	Brilliant Green Bile Broth 2%	0.52310	Si
76	C-1	CASO-Agar	1.37100	No disponible
77	C-4	Cetrimide Agar	0.20700	No disponible
78	B-3	caldo BRILA	0.57250	Si
79	N-1	Nutrient Agar	0.62830	Si
80	G-3	Gelatine Peptone Bios	0.59790	No disponible
81		SABOURAUD 4% Glucose-Agar	0.13950	Si
82	T-1	Triple Sugar Iron Agar (TSI)	0.54750	Si
83		Bactopectona	0.56670	Si
84	G-1	Bacto Gelatina	0.43120	Si
85	MC019-B	Brilliant Green Bile Broth 2%	0.57450	Si
86	C-3	Agar CHAPMAN	0.54010	Si
87	B-1	Agar Verde Brillante	0.59050	Si
88	P-1	Patata Dextrosa Agar (PDA)	0.57450	Si
89	P-6	Peptone Water	0.26010	No disponible
90	P-7	Peptone Water	0.39730	Si
91	SP022-B	Acidic Cleaner and Detergent	0.02240	No disponible
92	SP022-A	Alkeline Deetergent Sanitizer	0.02950	No disponible

2.5 Gestión de residuos y desechos peligrosos en los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos hasta marzo 2019.

A partir del año 2017 la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos ha realizado esfuerzos en favor de la implementación de acciones para el manejo, etiquetado y segregación adecuado de los desechos y residuos generados en las prácticas de laboratorio (incluye los residuos y desechos generados por trabajos de graduación). Esto mediante la participación de estudiantes en proyectos de la unidad de proyección social en modalidad pasantía social, cuyo objetivo principal ha sido la segregación, etiquetado y reordenamiento de los desechos y residuos generados en los laboratorios de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos.

2.5.1 Proyecto de Servicio Social: Gestión de residuos y desechos peligrosos en los laboratorios académicos de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos.

En el año 2018 el proyecto de Servicio Social “Gestión de residuos y desechos peligrosos generados en los laboratorios académicos de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos” estableció un inventario general de los desechos y residuos presentes en los

laboratorios de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos. El mismo a su vez categorizó inicialmente las sustancias como residuos o desechos, y posteriormente como reactivo anti-gu, descarte, disolución, indicador o reactivo caducado.

Según este inventario, actualizado hasta marzo de 2019, se tiene en existencia 370 sustancias identificadas dentro de las instalaciones del laboratorio académico de Ingeniería Química, 167 de las cuales se clasifican como residuos y 203 como desechos. Por otra parte, existen 101 sustancias no identificadas debido a la mala condición de su etiqueta o la inexistencia de esta. El laboratorio académico de Ingeniería de Alimentos cuenta con un inventario de residuos y desechos menor con un total de 130 sustancias identificadas, provenientes tanto del laboratorio de alimentos como del laboratorio de microbiología, esto es debido a que la cantidad de asignaturas y de estudiantes que hacen uso de sus instalaciones es menor (Rivera, 2018).

El almacenamiento de los residuos y desechos, y la clasificación de peligrosidad de estos, fue manejado tomando en cuenta el sistema CRETIB y haciendo uso de una matriz de compatibilidad química como la mostrada en la Figura 2.28.

IDENTIFICACIÓN DE PELIGRO			Líquido inflamable	Sólido comburente	Corrosivos (L)	Tóxico agudo (L)	Tóxico crónico (L)	Peligro ambiental	Nocivo Irritante	Nocivo Irritante (L)
líquido inflamable			●	●	●	●	●	●	●	●
Sólido comburente			●	●	●	●	●	●	●	●
Corrosivos (L)			●	●	●	●	●	●	●	●
Sustancias tóxicas efecto agudo (L)			●	●	●	●	●	●	●	●
Sustancias tóxicas efecto crónico (L)			●	●	●	●	●	●	●	●
Sustancias peligrosas para el ambiente			●	●	●	●	●	●	●	●
Nocivo/Irritante (s)			●	●	●	●	●		●	●
Nocivo/Irritante (L)			●	●	●	●	●	●	●	●

Se pueden almacenar juntos Revisar las secciones 7 y 10 de hoja de seguridad del producto

Almacenar en estantes separados

L=Sustancias en estado Líquido S=Sustancias en estado Sólido

Figura 2.28 Matriz de compatibilidad química de sustancias controladas. Fuente: (Universidad Javeriana, 2018)

En el proyecto se establecieron procedimientos para el descarte o eliminación de sustancias no peligrosas, el envasado de residuos y desechos, y el etiquetado de estos.

2.5.1.1 Descarte/eliminación de desechos y residuos no peligrosos

En los laboratorios académicos se hacen uso de sustancias no peligrosas las cuales pueden fácilmente eliminarse. En ambas instalaciones se tiene un excedente de sustancias no peligrosas producto de prácticas y/o trabajos de graduación que se han acumulado a lo largo de los años es ahí donde el descarte inmediato toma su importancia.

Para la realización de este se tomaron en cuenta, en el proyecto de servicio social, las siguientes consideraciones:

- a) La descarga en el desagüe debe ser controlada, en pequeñas cantidades, teniendo en cuenta que en ningún momento se superen los límites establecidos.
- b) Normalmente se verterán en el desagüe las soluciones acuosas con metanol, etanol y las soluciones diluidas de los siguientes compuestos:
 - i. Orgánicos: acetatos (Ca, Na, NH_4^+ , K), almidón, aminoácidos y sus sales, ácido cítrico y sus sales de Na, K, Mg, Ca y NH_4 , azúcares, ácido acético, glutaraldehído, formaldehído, entre otros.
 - ii. Inorgánicos: carbonatos y bicarbonatos (Na, K), cloruros y bromuros de (Na, K), carbonatos (Na, K, Mg, Ca, Sr, Ba, NH_4^+), fluoruros (Ca), yoduros (Na, K), óxidos (B, Mg, Ca, Al, Si, Fe), silicatos (Na, K, Mg, Ca), sulfatos (Na, K, Mg, Ca y NH_4^+), acetatos (Ca, Na, NH_4^+ , K) y clorito de sodio.

El procedimiento para el descarte/eliminación de desechos y residuos no peligrosos que fue propuesto se puede apreciar en la Figura 2.29.

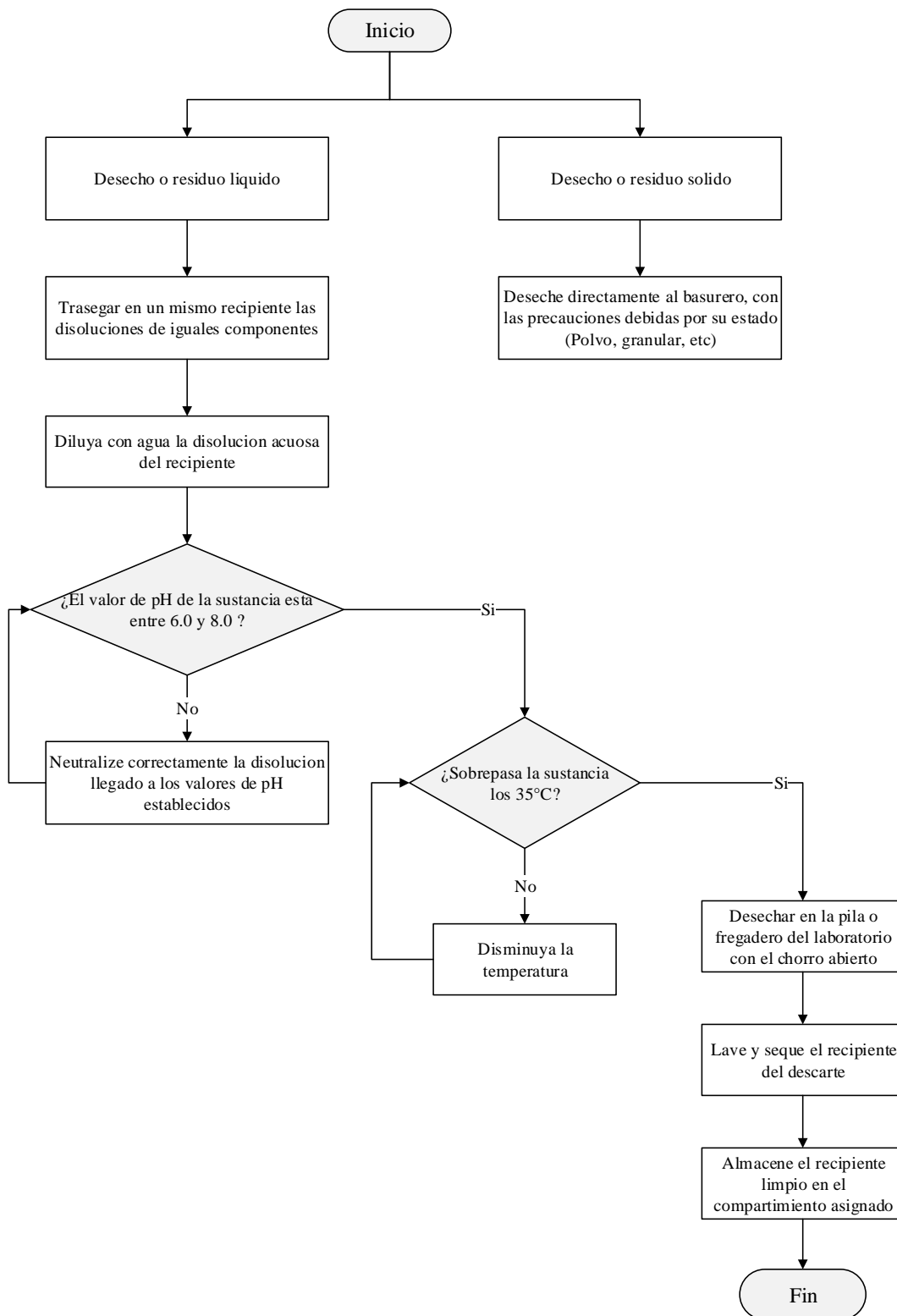


Figura 2.29 Procedimiento de descarte/eliminación de residuos y desechos no peligrosos elaborado en 2018 para los laboratorios académicos de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos. Fuente: (García y Mendoza, 2007)

2.5.1.2 Envasado y segregado de desechos o residuos químicos

El procedimiento para el envasado y segregado de desechos o residuos químicos que fue propuesto se puede apreciar en la Figura 2.30.

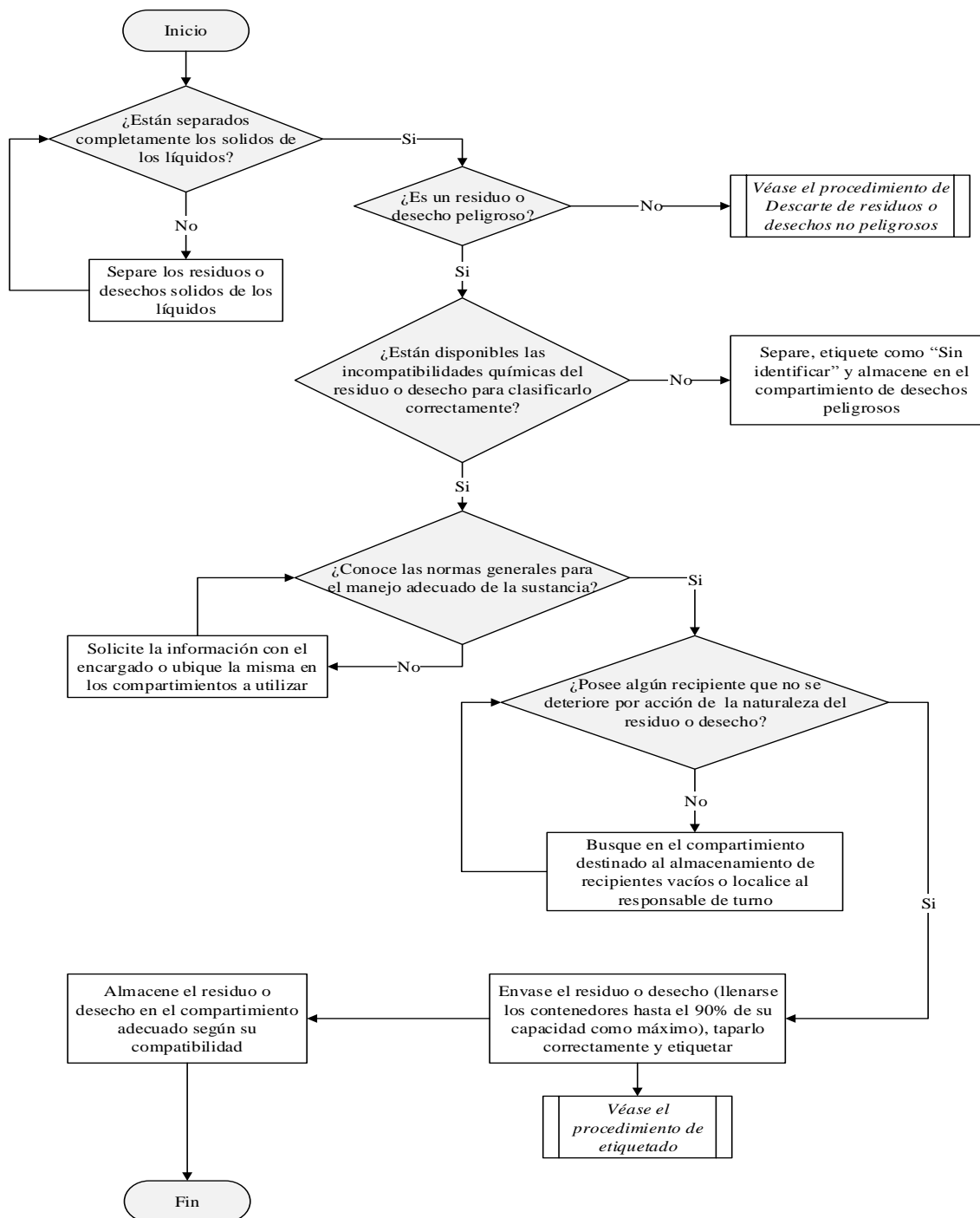


Figura 2.30 Procedimiento de envasado y segregado elaborado en 2018 para los laboratorios académicos de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos. Fuente: (Rivera, 2018)

2.5.1.3 Etiquetado de los residuos y desechos generados

Un ejemplo de las etiquetas utilizadas en el laboratorio de Ingeniería Química se puede apreciar en la Figura 2.31. En esta se muestra una etiqueta para sustancias tóxicas, sin embargo, se cuenta con etiquetas para residuos o desechos de carácter comburente corrosivo, inflamable, nocivo, tóxico, desecho peligroso (para sustancias no identificables), y no peligroso.

UES-FIA-EIQA

N°: ___ TÓXICO

Asignatura: _____ Fecha: _____

CONTENIDO

Nombre: _____

Cantidad (kg)/Concentración: _____

Tipo: _____ Otras características según CRETIB: _____

Proceso o actividad donde se generó: _____

Descripción: _____

Figura 2.31 Etiqueta para residuos y desechos del laboratorio académico de Ingeniería Química. Fuente: (Rivera, 2018)

En el laboratorio académico de Ingeniería de Alimentos se utilizan dos tipos de etiquetas, las etiquetas para medios de cultivo que se pueden ver en la Figura 2.32 y las etiquetas para colorantes y reactivos mostradas en la Figura 2.33.

UES-FIA-EIQA

Fecha de Ingreso: _____ Fecha de Caducidad: _____

CONTENIDO

Código:

Nombre: _____

Observaciones: _____

Figura 2.32 Etiqueta para medios de cultivo del laboratorio académico de Ingeniería de Alimentos. Fuente: (Rivera, 2018)

UES-FIA-EIQA

Asignatura: _____ Fecha de Ingreso: _____

CONTENIDO

Nombre: _____

Concentración: _____ Tipo: _____

Actividad: _____

Figura 2.33 Etiqueta para colorantes y reactivos del laboratorio académico de Ingeniería de Alimentos. Fuente: (Rivera, 2018)

Como recomendación se propuso el uso de etiquetas que utilizaran la clasificación de residuos con enfoque al tratamiento, sin embargo, el uso de estas etiquetas aún no se ha implementado. Estas etiquetas se pueden ver desde la Figura de la 2.34 a la Figura 2.38.

UES-FIA-EIQA

DISOLVENTE HALOGENADO

Asignatura: _____ Fecha: _____

CONTENIDO

Nombre: _____

Cantidad (Kg) & Concentración: _____

Tipo: _____ Otras carat según CRETIB: _____

Proceso o actividad donde se genero: _____

Descripción: _____

Figura 2.34 Propuesta de etiqueta para disolventes halogenados. Fuente: (Rivera, 2018)

UES-FIA-EIQA

DIS. ACIDA INORGANICA

Asignatura: _____ Fecha: _____

CONTENIDO

Nombre: _____

Cantidad (Kg) & Concentración: _____

Tipo: _____ Otras carat según CRETIB: _____

Proceso o actividad donde se genero: _____

Descripción: _____

Figura 2.35 Propuesta de etiqueta para disoluciones ácidas inorgánicas. Fuente: (Rivera, 2018)

Figura 2.36 Propuesta de etiqueta para disolventes no halogenados. Fuente: (Rivera, 2018)

Figura 2.37 Propuesta de etiqueta para residuos tóxicos. Fuente: (Rivera, 2018)

Figura 2.38 Propuesta de etiqueta para residuos con metales pesados. Fuente: (Rivera, 2018)

El procedimiento para el etiquetado de residuos y desechos generados que fue propuesto se puede apreciar en la Figura 2.39.

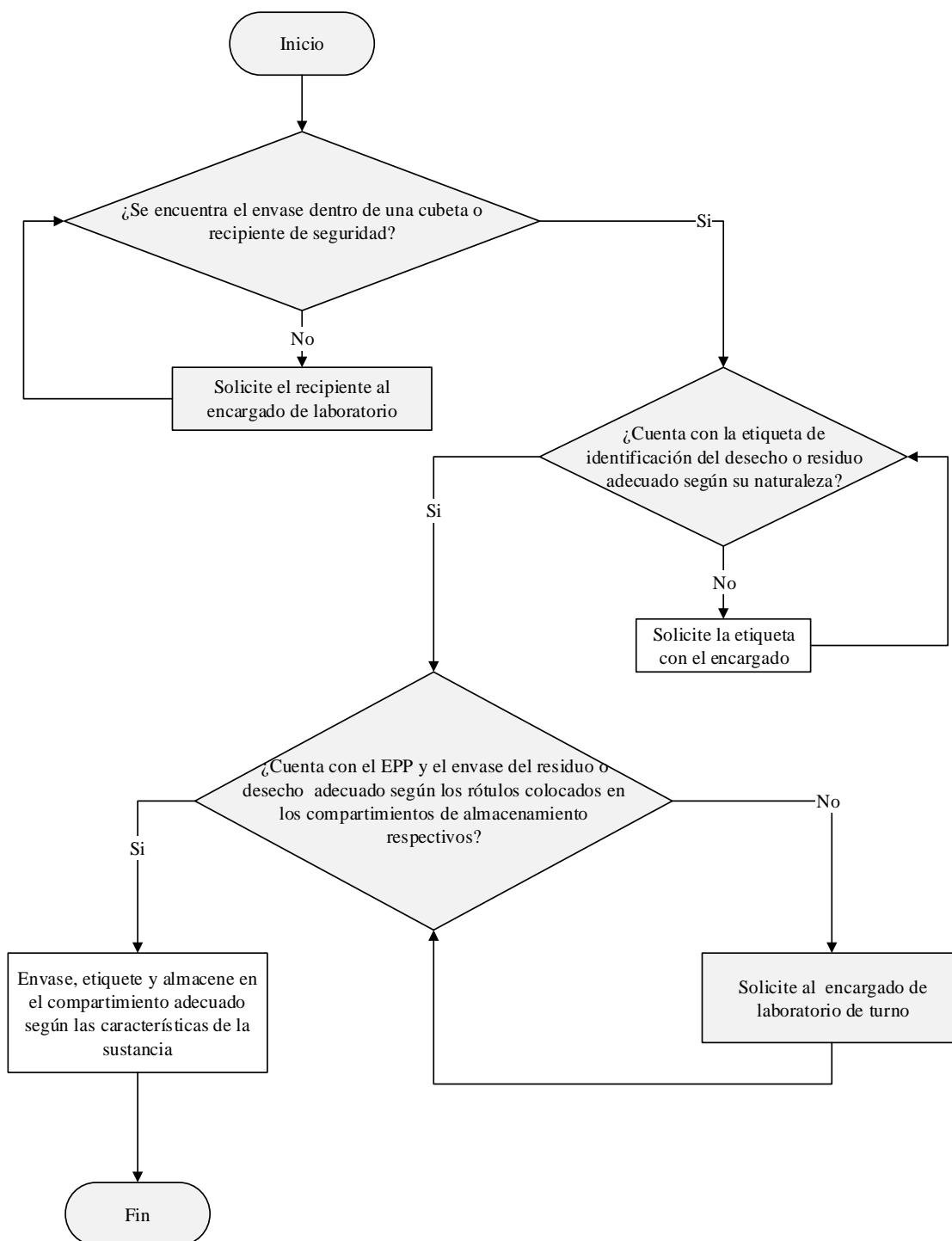


Figura 2.39 Procedimiento de etiquetado de los residuos y desechos generados elaborado en 2018 para los laboratorios académicos de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos.
Fuente: (Rivera, 2018)

2.5.2 Condiciones de las áreas de almacenamiento para residuos y desechos de los laboratorios académicos de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos

En el laboratorio académico de Ingeniería Química, los espacios destinados al almacenamiento de desechos se encuentran en los estantes debajo de las mesas de trabajo internas del laboratorio. Estos están segregados según las categorías: Corrosivo, Tóxico, Nocivo, Inflamable, Comburente, No peligroso y peligroso (donde se colocan sustancias desconocidas). En la Figura 2.40 y Figura 2.41, se pueden observar las condiciones de almacenamiento de las sustancias corrosivas.



Figura 2.40 Área de almacenamiento para residuos y desechos corrosivos (exterior) del laboratorio académico de Ingeniería Química



Figura 2.41 Área de almacenamiento para residuos y desechos corrosivos (Interior) del laboratorio académico de Ingeniería Química

Se observa que los residuos y desechos corrosivos han sido almacenados con aquellos clasificados como no peligrosos. Existe el suficiente espacio para guardarse más sustancias con volúmenes medianos o pequeños, sin embargo, no hay más espacio para botes de mayor tamaño, como 1 galón o similares. La naturaleza de las sustancias almacenadas en el interior de los compartimentos está debidamente señalizada por el exterior junto a normas para el manejo de estas.

En las Figuras 2.42 y 2.43, se aprecian las condiciones del espacio destinado a residuos y desechos peligrosos.



Figura 2.42 Área de almacenamiento para residuos y desechos no identificados (exterior) del laboratorio académico de Ingeniería Química



Figura 2.43 Área de almacenamiento para residuos y desechos no identificados (interior) del laboratorio académico de Ingeniería Química

Se observa que debido a falta de espacio en el compartimento inferior se han colocado botes de hasta 1 galón de capacidad en el estante superior, esto representa un peligro en el caso que la estructura colapse debido al peso.

Se observa, en las Figuras 2.44 y 2.45, el área de almacenamiento para sustancias comburentes.



Figura 2.44 Área de almacenamiento para residuos y desechos comburentes (Exterior) del laboratorio académico de Ingeniería Química



Figura 2.45 Área de almacenamiento para residuos y desechos comburentes (Interior) del laboratorio académico de Ingeniería Química

Se aprecia que el espacio es compartido con residuos y desechos de carácter no identificable debido a la falta de espacio en el área destinada a estas sustancias. Esto no genera mayor problema debido a que las residuos y desechos comburentes almacenados son pocos y su volumen en pequeño.

En la Figura 2.46 y Figura 2.47, se presentan las condiciones del área de almacenamiento para sustancias tóxicas y nocivas.



Figura 2.46 Área de almacenamiento para residuos y desechos tóxicos y nocivos (Exterior) del laboratorio académico de Ingeniería Química



Figura 2.47 Área de almacenamiento para residuos y desechos tóxicos y nocivos (Interior) del laboratorio académico de Ingeniería Química

Para sustancias tóxicas y nocivas aún se cuenta con espacio para almacenar botes con capacidades pequeñas, un litro o menores, pero el espacio para sustancias envasadas en botes con capacidades mayores, como un galón o similar, es reducido.

Las condiciones del área de almacenamiento para residuos y desechos inflamables se presentan en las Figuras 2.48 y 2.49.



Figura 2.48 Área de almacenamiento para residuos y desechos Inflamables (exterior) del laboratorio académico de Ingeniería Química



Figura 2.49. Área de almacenamiento para residuos y desechos Inflamables (Interior) del laboratorio académico de Ingeniería Química

En estas Figuras (2.48 y 2.49) se observa que el exterior de los compartimientos está señalizado, al igual que los otros espacios dedicados al almacenamiento de residuos y desechos y cuenta, además, con indicaciones para el manejo de este tipo de sustancias. Se dispone de espacio disponible para botes de cualquier tamaño. En algunos casos se encuentran sustancias no envasadas correctamente, con recipientes en mal estado o que carecen de un tapón apropiado, como por ejemplo el caso de la Figura 2.50.

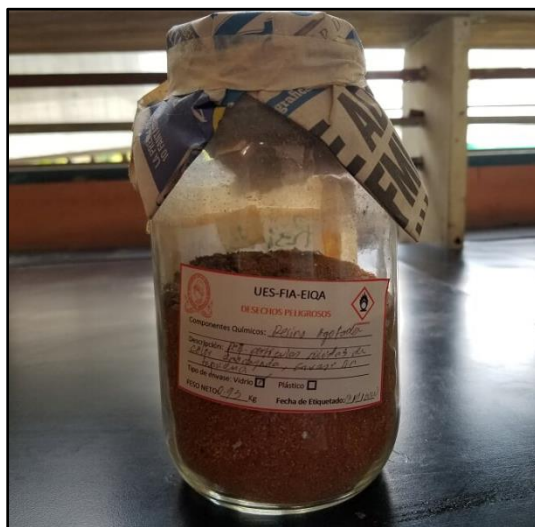


Figura 2.50 Ejemplo de residuo mal envasado por su tapón inapropiado

Ese problema puede ser el resultado de la falta de recipientes vacíos en buenas condiciones que cuenten con tapadera propia; en la Figura 2.51, se muestra el área dedicada al almacenamiento de frascos vacíos disponibles para el envasado de residuos y desechos. Se observa que la mayoría no cuenta con tapón, o tiene una tapadera en malas condiciones. Debido a esto, estos envases no pueden ser utilizados o se utilizan improvisando una tapadera como en la figura anterior. En vista de esto se vuelve una necesidad la adquisición de material adecuado para el envasado de sustancias peligrosas.



Figura 2.51 Frascos vacíos disponibles para el almacenamiento de sustancias del laboratorio académico de Ingeniería Química

Contiguo a las mesas de trabajo para operaciones unitarias, se encuentra un estante donde se colocan sustancias que no han sido etiquetadas e inventariadas, y que han sido generadas durante el ciclo académico en curso por prácticas de laboratorio u otras actividades como trabajos de graduación. En la Figura 2.52, se puede observar las condiciones de este estante.



Figura 2.52 Estante con sustancias no etiquetadas generadas durante el ciclo I 2018 en el laboratorio académico de Ingeniería Química

Dentro del laboratorio académico de Ingeniería de Alimentos se cuenta con un espacio dedicado al almacenamiento de residuos y desechos dentro de la bodega de reactivos, equipos y medios de cultivo. El espacio es reducido y consiste en una caja plástica donde se almacenan reactivos y medios de cultivo con muchos años de caducidad. Este espacio se puede observar en la Figura 2.53.



Figura 2.53 Espacio dedicado al almacenamiento de desechos en el laboratorio de Ingeniería de Alimentos

Otros medios de cultivo y reactivos cuya fecha de caducidad es reciente, se colocan entre los reactivos y medios de cultivo en uso para su aprovechamiento, como se muestra en la Figura 2.54 los botes etiquetados como residuos son aquellos que están siendo utilizados aún.



Figura 2.54 Área de almacenamiento de reactivos y medios de cultivo del laboratorio de Ingeniería de Alimentos

Por la información recopilada en campo, mediante docentes encargados, se ha determinado que uno de los factores que contribuye a la acumulación de medios de cultivo caducados es la adquisición de estos en presentaciones demasiado grandes que caducan antes de agotarse. Este problema surge debido a que los proveedores no ofrecen presentaciones de menor tamaño.

CAPÍTULO 3.0

PROPUESTA DE TRATAMIENTO PARA LOS RESIDUOS Y DESECHOS PELIGROSOS GENERADOS EN LOS LABORATORIOS ACADÉMICOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS DE LA FIA – UES

3.1 Clasificación de residuos y desechos químicos peligrosos con enfoque a su tratamiento

La cantidad y variedad de sustancias químicas que son generadas en las prácticas de laboratorio de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos (EIQA) en calidad de residuos o desechos es considerable. Esto dificulta proponer procedimientos específicos para el tratamiento, descarte o recuperación de cada uno de estos. En este contexto, se han agrupado estas sustancias según sus características de peligrosidad y reactividad, con el objetivo de establecer procedimientos comunes para cada uno de estos grupos.

La clasificación propuesta es la siguiente:

3.1.1 Ácidos inorgánicos y sus soluciones ácidas

Se refiere a todos los ácidos inorgánicos fuertes y sus disoluciones, con un pH menor a 5, que son utilizados en los laboratorios de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos. En esta categoría se encuentra el ácido clorhídrico (HCl), ácido sulfúrico (H₂SO₄), y el ácido nítrico (HNO₃).

3.1.2 Ácidos orgánicos y sus soluciones ácidas

Son todos los ácidos orgánicos que son utilizados y generados en los laboratorios académicos, estos suelen ser ácidos más débiles que los inorgánicos, aun así, deben ser neutralizados para su descarte. Algunos de estos incluso pueden tener propiedades especiales que los vuelven más peligrosos. Los desechos generados bajo esta clasificación son: ácido tricloro acético, ácido benzoico, ácido esteárico, ácido Oxálico, ácido fórmico, ácido acético y ácido sulfanílico.

3.1.3 Soluciones alcalinas

Soluciones de bases fuertes (sustancias que contienen un ion hidroxilo en su composición) con un pH mayor a 9 las cuales deben ser neutralizadas para su descarte. Según la evaluación de las prácticas de laboratorio, la EIQA genera hidróxido de amonio, hidróxido de sodio, hidróxido de

potasio y otros compuestos que son poco solubles como el hidróxido de hierro, hidróxido de magnesio, hidróxido de cobalto, hidróxido de estaño, hidróxido de zinc, hidróxido de litio, hidróxido de níquel e hidroxilamina.

3.1.4 Soluciones conteniendo plata

Son soluciones que contienen plata en forma metálica o iónica, el cual es un metal tóxico para los humanos y para el medio ambiente. Debido a la peligrosidad de la plata se ha considerado conveniente agrupar todas las sustancias que la contienen para darle un tratamiento específico con el fin de retirar las trazas de plata de la solución. Según la evaluación preliminar de las prácticas de laboratorio, la EIQA genera residuos y desechos de plata en forma de nitrato de plata, cloruro de plata y otros haluros de plata.

3.1.5 Soluciones conteniendo plomo

El plomo es un metal altamente tóxico y peligroso para los seres vivos y para el medio ambiente, por ello, al igual que a la plata, se le ha dado su propia clasificación con el objetivo de asegurar que se pueda eliminar cualquier residuo de este metal de las soluciones que son generadas en los laboratorios académicos. Entre estas sustancias se encuentran el yoduro de plomo, acetato de plomo y ferricianuro de plomo.

3.1.6 Soluciones de cromo hexavalente

Son soluciones del ion de cromo hexavalente o Cr 6+, el cual es la forma más toxica del metal cromo, su exposición por periodos prolongados puede provocar cáncer y por periodos cortos es nociva y puede provocar irritación o síntomas alérgicos. En los laboratorios académicos se genera en forma de soluciones de dicromato y cromato de potasio, y cromato de sodio.

3.1.7 Soluciones de permanganato.

Soluciones del anión permanganato que se encuentran en la forma de permanganato de potasio, este es un compuesto altamente oxidante. Estas soluciones no son particularmente tóxicas o peligrosas para el medio ambiente, sin embargo, presentan un fuerte color violeta que debe ser eliminado previo a su descarte.

3.1.8 Soluciones conteniendo mercurio

Otro metal que presenta una toxicidad muy alta es el mercurio, por ello, al igual que con la plata y el plomo, se ha considerado necesario otorgarle su propia clasificación y establecer procedimientos especiales para su tratamiento y descarte. Según el diagnóstico realizado a los manuales de laboratorio, el mercurio es generado como cloruro de mercurio en solución.

3.1.9 Soluciones de sales metálicas

Son soluciones de otros metales menos peligrosos que los mencionados previamente, pero por sus características deben tratarse, debido a que a ciertas concentraciones pueden ser perjudiciales para la salud humana o para el medio ambiente. Estas sales se generan principalmente en la forma de cloruros, nitratos y/o sulfuros de los siguientes cationes metálicos.

- a) Sales de aluminio.
- b) Sales de bario.
- c) Sales de cobalto.
- d) Sales de cobre.
- e) Sales de níquel.
- f) Sales de magnesio.
- g) Sales de estroncio.
- h) Sales de estaño.
- i) Sales de litio.
- j) Sales de potasio.
- k) Sales de zinc.

3.1.10 Soluciones de sales de hierro

Las sales de hierro en solución presentan propiedades similares a las de los cationes metálicos mencionados anteriormente, sin embargo, la metodología para su tratamiento es diferente, por lo tanto, se ha optado por otorgarle su propia clasificación. En los laboratorios académicos se generan en la forma de sulfato de hierro, cloruro férrico y cloruro ferroso.

3.1.11 Soluciones de ferricianuro y ferrocianuro

Son sales de los iones hexacianoferrato (II) y hexacianoferrato (III), las cuales contienen al ion cianuro por lo tanto presentan una toxicidad elevada. Según el análisis realizado a los manuales de laboratorio, estos se generan en la forma de ferrocianuro de zinc y ferrocianuro de hierro.

3.1.12 Óxidos

En los laboratorios académicos de la EIQA se generan óxidos de diversos metales, particularmente hierro, aluminio, y zinc. Estas sustancias en su mayoría son insolubles en agua, por lo que se pueden tratar como sólidos, a menos que sean el producto de una mezcla en estado acuoso, en tal caso pueden ser filtrados.

3.1.13 Solventes halogenados

Son sustancias líquidas orgánicas que contienen 2% o más de algún halógeno. Dentro de esta clasificación también se incluyen las mezclas de solventes siempre y cuando alguno de ellos sea halogenado y contenga 2% o más de este halógeno. En los laboratorios académicos las sustancias

generadas bajo esta clasificación son: cloroformo, diclorobenceno, nitrobenceno, cloruro de butilo, haluros de alcanos y alquenos, y otras mezclas de solventes orgánicos.

3.1.14 Solventes no halogenados

Son todos los líquidos orgánicos o mezclas de estos que contienen menos del 2% de algún halógeno. Se estima que los solventes no halogenados generados son etanol, hexano, gasolina, benceno, ciclohexeno, alcohol n-butanol, alcohol sec-butilico, alcohol ter-butilico, alcohol n-amílico y acetona. También se incluye en esta clasificación las soluciones de ftalato de sodio, ftalato de potasio por presentar características similares para el tratamiento. Estos compuestos a su vez se han agrupado de forma general para su tratamiento como alcoholes, cetonas e hidrocarburos cíclicos y alifáticos.

3.1.15 Aceites y grasas

Ácidos grasos que no son miscibles en el agua y que no son peligrosos para la salud humana, pero son dañinos para el medio ambiente ya que aumentan a demanda química de oxígeno en los cuerpos de agua y pueden bloquear tuberías del alcantarillado.

3.1.16 Sólidos

Son todos los desechos o residuos que son generados en estado sólido, y que debido a este estado su manipulación y almacenamiento se facilita. Estos son azufre, parafina, fosfato de amonio y sulfato de bario.

3.1.17 Sustancias especiales

Son sustancias que no clasifican dentro de las otras categorías establecidas y que presentan una peligrosidad muy elevada que requieren estrictamente un tratamiento antes de ser desechadas. Las sustancias generadas en los laboratorios académicos que clasifican dentro de esta categoría son el ácido pícrico (TNP) y el hipoclorito de sodio.

3.1.18 Sustancias no peligrosas

Son aquellas sustancias que no representan un peligro para la salud humana o para el medio ambiente, por lo que pueden ser desechadas al alcantarillado siguiendo los lineamientos adecuados. Estas son la mayoría de las sales de sodio, calcio y amonio, y algunas de las sales de magnesio y potasio.

3.2 Determinación de los volúmenes de los residuos y desechos generados.

Se elaboró un análisis de las prácticas de laboratorio realizadas en los laboratorios académicos de la EIQA y se realizó una estimación de las sustancias químicas generadas en forma de residuos o desechos y el volumen que se espera de estos en un año académico, este análisis ha sido resumido desde la Tabla 3.1 a la Tabla 3.27.

Tabla 3.1 Volumen de ácidos inorgánicos generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año

Ácidos Inorgánicos	Volumen (L/año)
Ácido sulfúrico	4.902
Ácido clorhídrico	5.977
Ácido nítrico	0.238
Total	11.553

Tabla 3.2 Volumen de ácidos orgánicos generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año

Ácidos Orgánicos	Volumen (L/año)
Ácido Tricloro Acético	0.015
Ácido benzoico	0.119
Ácido benzoico	0.051
Ácido esteárico	0.051
Ácido oxálico	0.511
Ácido fórmico	0.119
Ácido acético	2.893
Ácido sulfanílico	0.034
Total	3.793

Tabla 3.3 Volumen de sustancias alcalinas generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año

Soluciones alcalinas fuertes	Volumen (L/año)
Hidróxido de Amonio	0.100
Hidróxido de sodio	4.556
Hidróxido de Hierro	0.060
Hidróxido de potasio	1.214
Hidróxido de Magnesio	0.410
Hidróxido de Cobalto	0.045
Hidróxido de estaño	0.030
Hidróxido de zinc	0.090
Hidróxido de litio	0.030
Hidróxido de níquel	0.020
Hidroxilamina	0.900
Bicarbonato de sodio	0.030
Total	7.485

Tabla 3.4 Volumen de soluciones de sales de plata generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año

Soluciones de sales de plata	Volumen (L/año)
Nitrato de plata	1.450
Cloruro de plata	0.020
Cloruro de plata	0.034
Haluro de plata	0.034
Total	1.534

Tabla 3.5 Volumen de soluciones de sales de plomo generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año

Disoluciones y residuos conteniendo plomo	Volumen (L/año)
Yoduro de plomo	0.020
Acetato de Plomo	0.015
Ferricianuro de plomo	0.050
Total	0.085

Tabla 3.6 Volumen de Soluciones de sales de mercurio generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año

Residuos conteniendo mercurio	Volumen (L/año)
Cloruro de mercurio	0.165
Total	0.165

Tabla 3.7 Volumen de soluciones de sales de aluminio generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año

Sales de aluminio	Volumen (L/año)
Nitrato de aluminio	0.030
Cloruro de Aluminio	0.180
Sulfato de aluminio	0.150
Total	0.360

Tabla 3.8 Volumen de soluciones de sales de cobalto generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año

Sales de cobalto	Volumen (L/año)
Cloruro de Cobalto	2.000
Total	2.000

Tabla 3.9 Volumen de soluciones de sales de cobre generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año

Sales de cobre	Volumen (L/año)
Sulfato de cobre pentahidratado	5.520
Total	5.520

Tabla 3.10 Volumen de soluciones de sales de níquel generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año

Sales de níquel	Volumen (L/año)
Sulfuro de níquel	0.020
Fluoruro de níquel	0.020
Fluoruro de níquel	0.020
Total	0.060

Tabla 3.11 Volumen de soluciones de sales de magnesio generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año

Sales de Magnesio	Volumen (L/año)
Cloruro de Magnesio	0.220
Sulfato de magnesio	0.195
Sulfuro de magnesio	0.020
Yoduro de magnesio	0.020
Fluoruro de magnesio	0.020
Total	0.475

Tabla 3.12 Volumen de soluciones de sales de estroncio generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año

Sales de estroncio	Volumen (L/año)
Yoduro de estroncio	0.020
Fluoruro de estroncio	0.020
Total	0.040

Tabla 3.13 Volumen de soluciones de sales de estaño generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año

Sales de estaño	Volumen (L/año)
Cloruro de estaño (II)	0.030
Cloruro de estaño (IV)	0.030
Total	0.060

Tabla 3.14 Volumen de soluciones de sales de hierro generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año

Sales de hierro	Volumen (L/año)
Cloruro de Hierro (II)	0.015
Cloruro de Hierro (III)	0.030
Sulfato de hierro	0.150
Total	0.195

Tabla 3.15 Volumen de soluciones de sales de litio generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año

Sales de litio	Volumen (L/año)
Cloruro de Litio	0.150
Yoduro de litio	0.020
Fluoruro de litio	0.020
Total	0.190

Tabla 3.16 Volumen de soluciones de sales de potasio generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año

Sales de potasio	Volumen (L/año)
Nitrato de potasio	0.275
Cloruro de potasio	0.090
Cloruro de Potasio	8.525
Sulfato de potasio	0.030
Yoduro de potasio	2.810
Fosfato mono potásico	0.061
Total	11.791

Tabla 3.17 Volumen de soluciones de sales de zinc generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año

Sales de zinc	Volumen (L/año)
Cloruro de zinc	0.447
Sulfato de Zinc	0.180
Total	0.625

Tabla 3.18 Volumen de soluciones de sales de cromato hexavalente generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año

Cromatos	Volumen (L/año)
Dicromato de potasio	5.135
Cromato de potasio	0.095
Cromato de sodio	0.050
Total	5.240

Tabla 3.19 Volumen de soluciones de sales de permanganato generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año

Permanganato	Volumen (L/año)
Permanganato de potasio	65.105
Total	65.105

Tabla 3.20 Volumen de soluciones de sales de ftalato generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año

Ftalato	Volumen (L/año)
Ftalato de sodio y potasio	6.300
Total	6.300

Tabla 3.21 Volumen de soluciones de sales de ferricianuro y ferrocianuro generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año

Ferricianuro y Ferrocianuro	Volumen (L/año)
Ferrocianuro de cinc	0.150
Ferrocianuro de hierro (III)	0.250
Total	0.400

Tabla 3.22 Volumen de óxidos metálicos y sus soluciones generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año

Óxidos	Volumen (L/año)
Oxido de amonio	0.001
Óxido de hierro	0.150
Oxido de estaño	0.150
Óxido de cinc	0.150
Oxido de aluminio	0.150
Total	0.601

Tabla 3.23 Volumen de solventes no halogenados generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año

Solvente no halogenado	Volumen (L/año)
Alcohol etílico	6.851
Naftaleno	0.760
Hexano	3.334
Gasolina	0.330
Benceno	0.205
Ciclohexeno	0.221
Alcohol n-Butílico	0.034
Alcohol sec-butílico	0.034
Alcohol ter-butílico	0.068
Alcohol n-amílico	0.034
Acetona	0.119
Total	11.990

Tabla 3.24 Volumen de solventes halogenados generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año

Solvente halogenado	Volumen (L/año)
Cloroformo	0.855
Diclorobenceno	0.034
Mezclas de solventes orgánicos	0.935
Haluro de alquilo	0.017
Halogenuro de alquenos	0.017
Nitrobenceno	0.051
Cloruro de butilo	0.102
Total	2.011

Tabla 3.25 Aceites generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año

Aceite	Volumen (L/año)
Aceite vegetal	3.724
Total	3.724

Tabla 3.26 Peso de sólidos generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año

Solidos	Peso (gr/año)
Azufre	480
Parafina	5
Fosfato de Amonio	2
Sulfato de bario	1.15
Total	488.15

Tabla 3.27 Sustancias especiales generados en los laboratorios académicos de la EIQA por año.

Sustancias especiales	Volumen (L/año)
Ácido Pírico	0.015
Hipoclorito de sodio	0.150
Ion magnesio	0.350
Total	0.515

3.3 Manual de procedimientos experimentales para residuos y desechos peligrosos con enfoque al tratamiento

A continuación, en la Tabla 3.28 se presenta la lista de procedimientos de tratamiento aplicados a la clasificación de los residuos y desechos identificados a partir de las cátedras de las asignaturas que utilizan los laboratorios académicos de la EIQA, con el objetivo de realizar un tratamiento para la disposición final según las características del residuo y/o desecho. Los procedimientos para el tratamiento están detallados en el ANEXO G, se encuentran codificados donde P significa Procedimiento; TRA, Tratamiento; RYD, Residuos y Desechos; y un número correlativo asignado a cada procedimiento.

Los tratamientos que requieren de neutralización o precipitación fueron ensayados en el laboratorio de ingeniería química para comprobar la efectividad del procedimiento. Sin embargo, algunos procedimientos no fueron ensayados por la falta de muestras para tratar. Las muestras que no se encuentran en los laboratorios académicos son aquellas conteniendo mercurio, conteniendo ferrocianuro o ferrocianuro, y óxidos en solución.

Tabla 3.28 Máster de procedimientos para el tratamiento de residuos y/o desechos

N.º	NOMBRE DEL PROCEDIMIENTO	CODIGO
1	Procedimiento para el tratamiento de soluciones de ácidos inorgánicos	P-TRA-RYD-01
2	Procedimiento para el tratamiento de soluciones de ácidos orgánicos	P-TRA-RYD-02
3	Procedimiento para el tratamiento de soluciones alcalinas	P-TRA-RYD-03
4	Procedimiento para el tratamiento de soluciones conteniendo plata	P-TRA-RYD-04
5	Procedimiento para el tratamiento de soluciones con presencia de plomo	P-TRA-RYD-05
6	Procedimiento para el tratamiento de soluciones con presencia de cromo hexavalente	P-TRA-RYD-06

Continua...

**Tabla 3.28 Máster de procedimientos para el tratamiento de residuos y/o desechos
(Continuación)**

N.º	NOMBRE DEL PROCEDIMIENTO	CODIGO
7	Procedimiento para el tratamiento de soluciones con presencia del anión permanganato	P-TRA-RYD-07
8	Procedimiento para el tratamiento de soluciones conteniendo mercurio	P-TRA-RYD-08
9	Procedimiento para el tratamiento de soluciones de sales de cationes metálicos	P-TRA-RYD-09
10	Procedimiento para el tratamiento de soluciones de sales de hierro	P-TRA-RYD-10
11	Procedimiento para el tratamiento de soluciones de ferricianuro y ferrocianuro	P-TRA-RYD-11
12	Procedimiento para el tratamiento de óxidos	P-TRA-RYD-12
13	Procedimiento para el tratamiento de solventes halogenados	P-TRA-RYD-13
14	Procedimiento para el tratamiento de solventes no halogenados: alcoholes	P-TRA-RYD-14
15	Procedimiento para el tratamiento de solventes no halogenados: cetonas	P-TRA-RYD-15
16	Procedimiento para el tratamiento de solventes no halogenados: hidrocarburos cíclicos y alifáticos	P-TRA-RYD-16
17	Procedimiento para el tratamiento de aceites y grasas	P-TRA-RYD-17
18	Procedimiento para el tratamiento de materiales sólidos	P-TRA-RYD-18
19	Procedimiento para el tratamiento de sustancias especiales	P-TRA-RYD-19
20	Procedimiento para el tratamiento de sustancias no peligrosas	P-TRA-RYD-20

3.4 Análisis de resultados de los procedimientos experimentales en base a la clasificación propuesta

Los procedimientos experimentales propuestos en el apartado anterior fueron ensayados dentro de las instalaciones del laboratorio académico de Ingeniería Química. Sin embargo, se presentaron algunas limitantes para desarrollar ciertos procedimientos ya que se requiere de equipos especializados con los que no se cuenta dentro de estas instalaciones, como un incinerador, el cual es necesario para disponer de los solventes halogenados y no halogenados. Por lo tanto, se afirma que la mayoría de los procedimientos pueden realizarse sin ningún inconveniente en las instalaciones y otros, por sus características fisicoquímicas, reactivos y equipos necesarios son actualmente imposibles de realizar y el procedimiento consiste únicamente en asegurar su correcta identificación, envasado, almacenado temporal para una posterior coordinación de su disposición con una empresa certificada. Entre los procedimientos que pueden realizarse en su totalidad en los laboratorios académicos EIQA están:

1. Ácidos inorgánicos y sus soluciones acidas
2. Ácidos orgánicos y sus soluciones acidas
3. Soluciones alcalinas
4. Soluciones conteniendo plata
5. Soluciones conteniendo plomo
6. Soluciones de cromo hexavalente

7. Soluciones con presencia del anión permanganato
8. Soluciones conteniendo mercurio
9. Soluciones de sales metálicas
10. Soluciones de sales de hierro

Las sustancias mencionadas anteriormente pueden ser tratadas en los laboratorios académicos bajo las condiciones actuales, con los equipos y reactivos que cuentan los laboratorios académicos. No obstante, a pesar que forman parte de la lista de residuos y/o desechos generados en las prácticas de laboratorio según el diagnóstico, no todos se encuentran almacenados dentro de las instalaciones. Las sustancias que no se encuentran físicamente dentro del laboratorio académico como residuos y/o desecho son: soluciones conteniendo mercurio, soluciones de sales de ferrocianuro y ferrocianuro, y óxidos en solución.

El método de análisis químico cuantitativo utilizado para la validación de los resultados fue la espectrofotometría en el rango de luz ultravioleta y visible. El equipo utilizado fue el espectrofotómetro shimadzu UV-1800, equipo con el cual se identificaron las muestras de desecho tratadas de dicromato de potasio bajo el procedimiento para el tratamiento de soluciones de cromo hexavalente; la muestra de desecho de permanganato de potasio bajo el procedimiento para el tratamiento de soluciones con presencia del anión permanganato y la muestra de desecho de cloruro de cobalto en representación del procedimiento de soluciones de sales metálicas.

Es importante mencionar que se realizaron los ensayos más representativos de los procedimientos para el tratamiento de los residuos y/o desechos expuestos y de la misma forma la validación de estos no se aplicó a todos, ya que a partir de la demostración de un ensayo se puede realizar de la misma forma los procedimientos de naturaleza similar. En otros casos como el de los procedimientos para el tratamiento de soluciones conteniendo plata, plomo y hierro fueron ensayados exitosamente pero no validados ya que la validación implica un análisis cuantitativo por espectrofotometría de absorción atómica, equipo con el que no se cuenta actualmente los laboratorios académicos de la EIQA – FIA – UES.

Los resultados de estos ensayos se presentan a continuación:

3.4.1 Tratamiento de soluciones de ácidos inorgánicos

Las soluciones de ácidos inorgánicos fueron tratadas con una solución de NaOH 1M hasta obtener un pH neutro entre 6.5 y 7.5. Para su validación se utilizó un medidor de pH para confirmar que se ha logrado un pH neutro antes de descartar la solución en el alcantarillado.

3.4.2 Tratamiento de soluciones de ácidos orgánicos

Las soluciones de ácidos orgánicos serán tratadas bajo el mismo procedimiento que los ácidos inorgánicos, neutralizando con NaOH 1M. Para confirmar la efectividad del tratamiento se usó un medidor de pH para confirmar que se ha logrado un pH neutro, entre 6.5 y 7.5, antes de descartar la solución.

3.4.3 Tratamiento de soluciones alcalinas

Las soluciones alcalinas como las de hidróxido de sodio fueron tratadas utilizando una solución 2N de ácido sulfúrico hasta neutralizar (pH entre 6.5 y 7.5). En la Figura 3.1 se observa la medición de pH de una solución tratada de hidróxido de sodio bajo el procedimiento para el tratamiento de soluciones alcalinas, a la cual posteriormente se le midió el pH, obteniendo un valor de 6.56, confirmando así un tratamiento exitoso. Para evaluar este tipo de tratamiento siempre se utilizará un medidor de pH para confirmar que se ha logrado un pH entre 6.5 y 7.5 para poder descartar la solución al alcantarillado.



Figura 3.1 Solución de NaOH tratada con H_2SO_4

3.4.4 Tratamiento de soluciones con presencia de cromo hexavalente

En la Figura 3.2 se observa la muestra de desecho de dicromato de potasio sin tratar a la izquierda y la muestra tratada a la derecha.

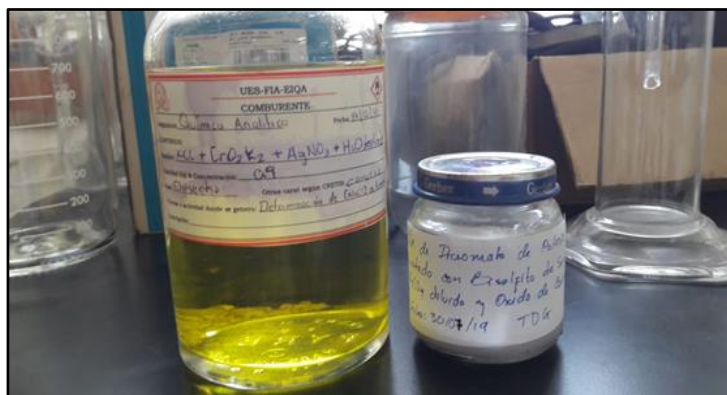


Figura 3.2 Muestra del desecho de $K_2Cr_2O_7$ sin tratar y muestra de desechos $K_2Cr_2O_7$ tratada

Para comprobar la efectividad del método se realizó un análisis espectrofotométrico a 371 nm para determinar la concentración del ion cromato $6+$ en la muestra problema sin tratar y en la muestra tratada. Para esto se elaboraron una serie de soluciones patrón del dicromato de potasio a concentraciones de 1, 5, 10, 15, 20 ppm (Ver Figura 3.3).



Figura 3.3 Soluciones patrón de $K_2Cr_2O_7$

Se evaluó la absorbancia de estos patrones utilizando un espectrofotómetro Shimadzu UV-1800, de los cuales se obtuvieron los datos tabulados en la Tabla 3.29.

Tabla 3.29 Absorbancia de patrones de $K_2Cr_2O_7$.

Concentración (ppm)	Absorbancia
0	0
1	0.0362
5	0.1929
10	0.3744
15	0.538
20	0.6816

Con estos datos se elaboró una curva de calibración que será utilizada para evaluar las soluciones problema (Ver Figura 3.4).

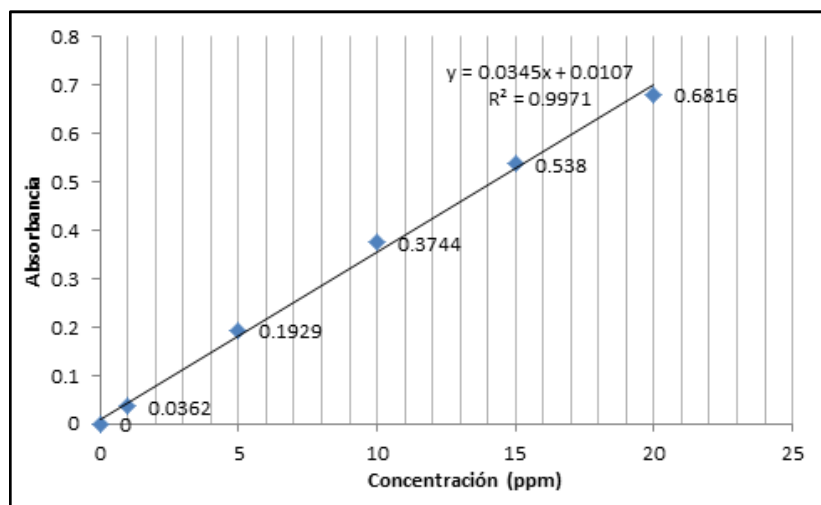


Figura 3.4 Curva de calibración del K₂Cr₂O₇ a 371 nm

Se evaluó la muestra problema sin tratar y tratada utilizando el espectrofotómetro shimadzu UV-1800, y se obtuvieron los siguientes datos y utilizando la ecuación de regresión de la curva de calibración del dicromato de potasio se encontró la concentración de las muestras:

Muestra de dicromato sin tratar:

$A = 3.365$

Concentración = 97.22 ppm

Muestra de dicromato tratada:

$A = 0.025$

Concentración = 0.414 ppm

Estos datos confirman una eliminación del 99.57% del ion dicromato en solución comprobando así la efectividad del Procedimiento para el tratamiento de soluciones de cromo hexavalente.

3.4.5 Tratamiento de soluciones con presencia del anión permanganato

La muestra del desecho de permanganato de potasio, que se muestra en la Figura 3.5, fue tratada utilizando carbonato de sodio y bisulfito de sodio.



Figura 3.5 Muestra del desecho de KMnO₄ sin tratar

En la Figura 3.6 se observa que luego de procedimiento se logró retirar el color violeta característico del permanganato, siendo este un indicador visual del procedimiento de tratamiento aplicado (análisis cualitativo).

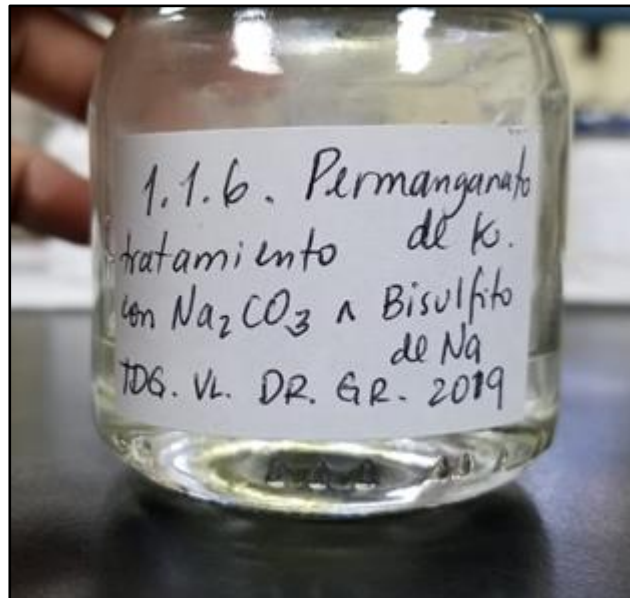


Figura 3.6 Muestra del desecho de KMnO_4 tratada

Para comprobar la efectividad del método de forma cuantitativa se realizó un análisis espectrofotométrico a 524 nm para determinar la concentración del ion permanganato en la muestra problema sin tratar y en la muestra tratada. Para esto se elaboraron una serie de soluciones patrones del permanganato de potasio a concentraciones de 1, 5, 10, 15, 20, 25 ppm (Ver Figura 3.7).



Figura 3.7 Soluciones patrón de KMnO_4

Utilizando estos patrones se evaluó su absorbancia utilizando un espectrofotómetro Shimadzu UV-1800, de los cuales se obtuvieron los datos tabulados en la Tabla 3.30.

Tabla 3.30 Absorbancia de patrones de KMnO_4

Concentración (ppm)	Absorbancia
0	0.037
1	0.074
5	0.11
10	0.202
15	0.268
20	0.363
25	0.444

Con estos datos se elaboró una curva de calibración la cual se utilizó para evaluar las soluciones problema (Ver Figura 3.8).

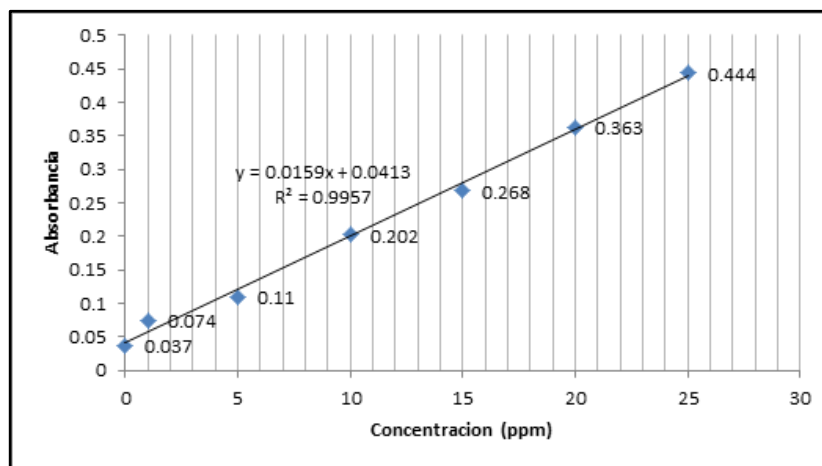


Figura 3.8 Curva de calibración del KMnO_4 a 524 nm

Se evaluó la muestra problema tratada y sin tratar utilizando el espectrofotómetro shimadzu UV-1800, y se obtuvieron los siguientes datos. Se utilizó la ecuación de regresión de la curva de calibración del permanganato de potasio y se encontró la concentración de las muestras:

Muestra de permanganato sin tratar:

$$A = 4.0$$

$$\text{Concentración} = 248.97 \text{ ppm}$$

Muestra de permanganato tratada:

$$A = 0.0514$$

$$\text{Concentración} = 0.635 \text{ ppm}$$

Estos datos muestran que el procedimiento fue capaz de eliminar un 99.7% de la concentración del ion permanganato en solución comprobando así la efectividad del procedimiento para el tratamiento de soluciones conteniendo el anión permanganato.

3.4.6 Tratamiento de soluciones conteniendo plata

Los desechos que contienen sales de plata serán tratados con ácido clorhídrico y cloruro de sodio para separar el ion plata de la solución mediante la precipitación del cloruro de plata.

El procedimiento fue realizado con un exceso de ácido clorhídrico para proveer los iones cloruro necesarios para precipitar el cloruro de plata. Se obtuvieron resultados positivos al observar que ya no se generaba el precipitado esperado, por lo que se asume que el ion plata en solución se agotó. Sin embargo, un análisis químico para determinar la concentración final del ion metálico requiere de tecnología con la que no se cuenta en los laboratorios académicos de la EIQA actualmente por lo que no este no se realizó.

3.4.7 Tratamiento de sustancias conteniendo plomo

Los desechos que contienen sales de plata serán tratados con ácido sulfúrico y meta silicato de sodio para separar el ion plata de la solución mediante la precipitación del cloruro de plata.

Este procedimiento fue ensayado y obtuvo un resultado positivo. Se observó que ya no se generó precipitado al agregar el reactivo, esto indica que el ion plomo en solución se agotó. Sin embargo, de igual manera que con las soluciones de ion plata, no se realizó el análisis químico para confirmar la concentración del ion plomo debido a la falta de tecnología para realizarlo. En la Figura 3.9 Se puede observar la solución de nitrato de plomo tratada con meta silicato de sodio, se observa un precipitado blanco el cual corresponde al meta silicato de plomo precipitado. La solución de nitrato de plomo y la solución de metasilicato de sodio son ambas homogéneas por lo que la aparición de un precipitado es un indicador de una reacción química tomando lugar.



Figura 3.9 Solución de Nitrato de plomo tratada con metasilicato de sodio

3.4.8 Tratamiento de soluciones conteniendo mercurio

Los desechos que contienen mercurio serán tratados con NaOH y sulfuro de sodio para obtener un precipitado de sulfuro de mercurio que se retirara por filtración.

Debido a la falta de muestras por la inexistencia de desechos en solución de mercurio en los laboratorios académicos de la EIQA no se realizó en ensayo de este procedimiento, sin embargo, la solución resultante de la filtración del sulfuro de mercurio puede ser analizada mediante la técnica de espectrofotometría de absorción atómica - vapor frío.

3.4.9 Tratamiento de soluciones de cationes metálicos

Las soluciones de sales de cationes metálicos como el níquel, cobre, aluminio, entre otros. Serán tratados utilizando carbonato de sodio en exceso para precipitar el catión como una sal insoluble de carbonato. Los desechos a los cuales se realizó el ensayo del procedimiento son sales en solución de níquel, cobalto, cobre, y bario.

El nitrato de níquel y el sulfato de cobre fueron tratados con este procedimiento y se logró transformar el color verde característico del catión níquel y el color azul del catión cobre a una solución transparente con su respectivo precipitado; esto es una verificación cualitativa del procedimiento aplicado. En la Figura 3.10 se observa a la derecha la muestra de la solución de nitrato de níquel sin tratar, y a la izquierda la muestra de la solución tratada. En la Figura 3.11 se observa la solución de sulfato de cobre sin tratar y en la Figura 3.12 la solución de sulfato de cobre tratada.



Figura 3.10 Solución de $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ tratada (izquierda) y previa al tratamiento (derecha)

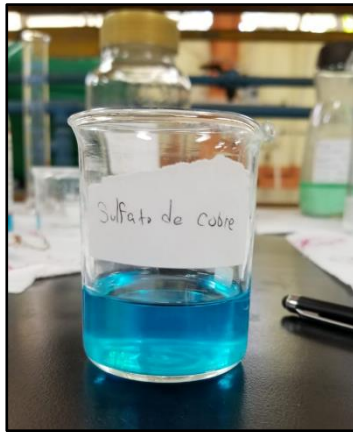


Figura 3.11 Solución de CuSO_4 sin tratar

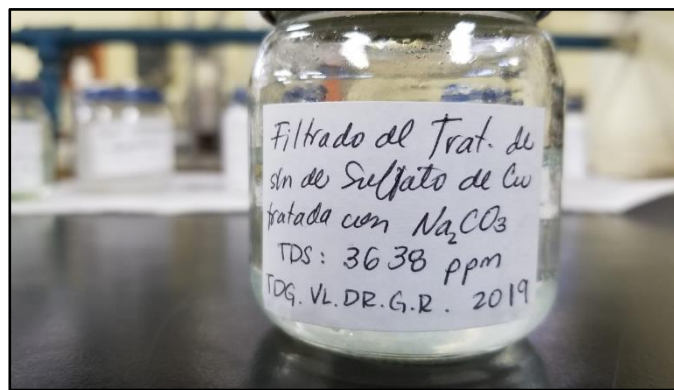


Figura 3.12 Solución de CuSO_4 tratada

Otra de los cationes tratados fue el cobalto en forma de cloruro de cobalto, el cual presenta un fuerte color púrpura, y luego de ser tratado se logró retirar ese color característico. En la Figura 3.13 se observa la solución de cloruro de cobalto sin tratar a la derecha y a la izquierda la solución luego del procedimiento para el tratamiento de soluciones de cationes metálicos aplicado.

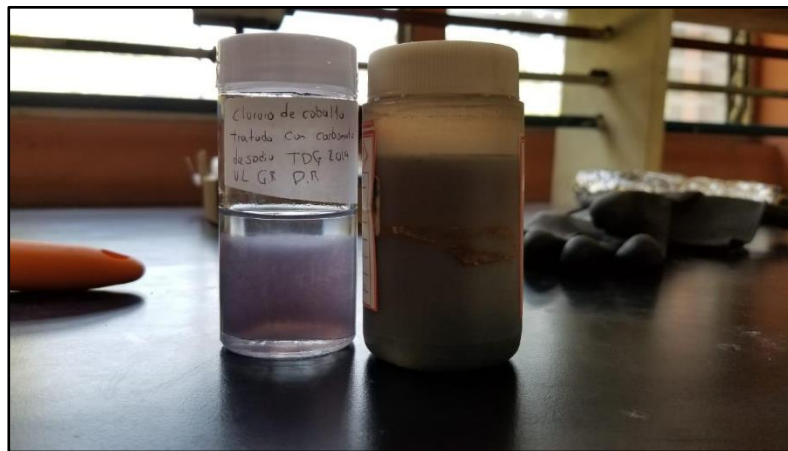


Figura 3.13 Muestra de desechos de CoCl_2 tratada y muestra de desecho de CoCl_2 sin tratar

Para confirmar el rendimiento del procedimiento de tratamiento se hizo un análisis espectrofotométrico del catión cobalto a 327 nm, utilizando un espectrofotómetro Shimadzu UV-1800. Se elaboraron una serie de soluciones patrón a concentraciones de 0, 10, 20, 100, 300 y 500 ppm de cloruro de cobalto. Estos patrones se observan en la Figura 3.14.



Figura 3.14 Soluciones patrón de cloruro de cobalto

Utilizando estos patrones se evaluó su absorbancia, de los cuales se obtuvieron los datos tabulados en la Tabla 3.31.

Tabla 3.31 Absorbancia de los patrones de CoCl_2

Concentración (ppm)	Absorbancia
0	0.036
10	0.037
20	0.038
100	0.04
300	0.045
500	0.053

Con estos datos se elaboró una curva de calibración la cual se utilizó para evaluar las soluciones problema (Ver Figura 3.15).

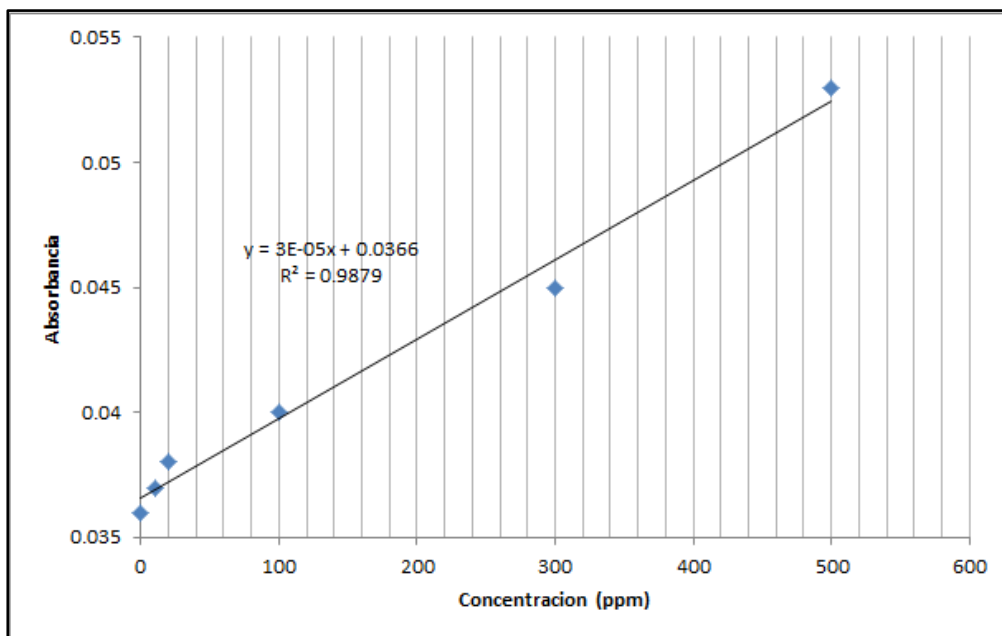


Figura 3.15 Curva de calibración del CoCl₂ a 327nm

Se evaluó la muestra problema tratada y sin tratar, se obtuvieron los siguientes datos y utilizando la ecuación de regresión de la curva de calibración del cloruro de cobalto se encontró la concentración de las muestras:

Muestra de cloruro de cobalto sin tratar:

A = 4.0

Concentración = 1,321,113.333 ppm

Muestra de cloruro de cobalto tratada:

A = 0.040

Concentración = 113 ppm

Estos datos indican una eficacia del 99.99% de remoción del ion cobalto en solución comprobando así la efectividad del Procedimiento para el tratamiento de soluciones de sales de cationes metálicos.

3.4.10 Tratamiento de soluciones de sales de hierro

Las soluciones de sales de hierro serán tratadas con óxido de calcio para formar un precipitado de hidróxido de hierro insoluble que puede ser retirado. En la Figura 3.16 se observa una solución muestra de cloruro férrico que no ha sido tratada.

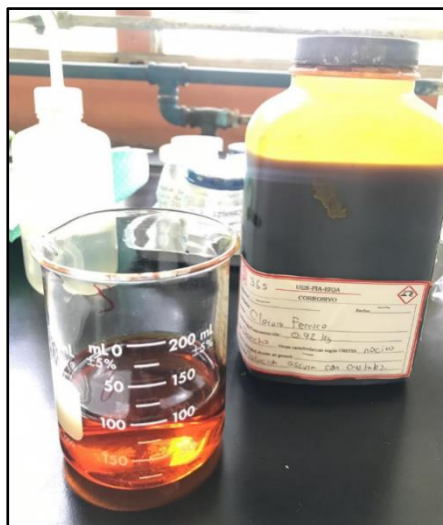


Figura 3.16 Solución de FeCl_3 sin tratar

Con el tratamiento de la solución utilizando este procedimiento se obtiene una solución de color más claro y un precipitado oscuro, este resultado se observa en la Figura 3.17.



Figura 3.17 Muestra de desecho de FeCl_3 tratada, previa a la filtración

Los procedimientos mencionados a continuación son de carácter destructivo, consisten en el adecuado etiquetado y embalado de las sustancias para su disposición mediante entidades externas. Por lo tanto, estos procedimientos no generan evidencia de su transformación más allá del correcto envasado, etiquetado y un certificado extendido por la empresa donde se tratarán en un futuro por las autoridades.

3.4.11 Tratamiento de óxidos

Son poco o nada solubles en agua por lo que raramente se encuentran en solución. Dentro de los laboratorios académicos solo se encuentran en forma sólida, por lo que no deben ser tratados, solo deben estar debidamente envasados y etiquetados para su disposición mediante una entidad externa. En la Figura 3.18 se muestra un ejemplo de un óxido en estado sólido etiquetado y almacenado temporalmente en los laboratorios académicos.

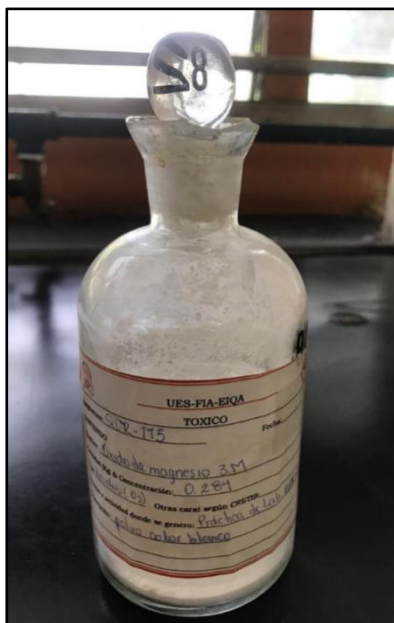


Figura 3.18 Desecho de MgO en estado sólido

3.4.12 Tratamiento de solventes halogenados

Los procedimientos para su tratamiento son de carácter destructivo, por lo que la única evidencia de su efectividad es la desaparición del desecho en otro medio, en este caso este medio es el gaseoso mediante la incineración.

3.4.13 Tratamiento de soluciones de solventes no halogenados: alcoholes, cetonas, hidrocarburos cíclicos y alifáticos

De forma similar a los solventes halogenados, su disposición consiste en la incineración o el descarte directo al alcantarillado, dependiendo de su peligrosidad, por lo que la evidencia de su eficacia será la desaparición de la sustancia en un medio diferente.

3.4.14 Tratamiento de aceites y grasas

Debido a la naturaleza de estas sustancias, su tratamiento no es posible dentro de las instalaciones de los laboratorios académicos por lo que su disposición consistirá en su correcto envasado y etiquetado para su posterior entrega a entidades externas con la capacidad para reusarlas o tratarlas.

3.4.15 Tratamiento de materiales sólidos

Al igual que los aceites, grasas y los óxidos (que siendo sólidos también clasifican en esta categoría) su tratamiento se realizará mediante entidades externas a la comunidad universitaria. Debido a esto el procedimiento para su disposición consistirá en la correcta identificación, envasado y etiquetado de estas. En la Figura 3.19 se observa las condiciones actuales de una sustancia en estado sólido almacenada en los laboratorios académicos.

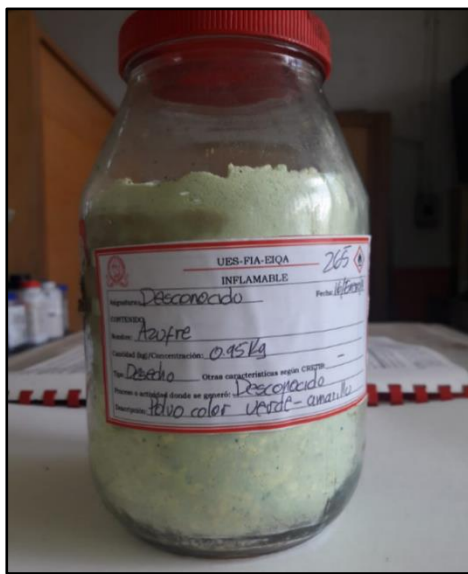


Figura 3.19 Desecho de azufre en estado sólido

3.4.16 Tratamiento de sustancias especiales

La sustancia con características especiales más delicada es el ácido pícrico. Al ser una sustancia especial, su tratamiento consiste en disminuir su peligrosidad, sin embargo, aun después del tratamiento no estará apta para su descarte, por lo que se requerirá la intervención en una entidad externa que sea capaz de darle disposición final.

3.5 Propuesta de diseño de un área de tratamiento de residuos y desechos peligrosos y bodega de almacenamiento temporal

La EIQA, como se mencionó en el capítulo II de este trabajo, cuenta con instalaciones propias para la realización de sus actividades prácticas correspondientes a las diferentes cátedras que oferta por ciclo y carrera.

Los laboratorios académicos de Ingeniería Química cuentan con una superficie total de 342.73 m² para el desempeño de sus funciones. Es intención de la EIQA aplicar tratamientos físicos y químicos a los residuos y desechos químicos que genera, es por ello que se instalará equipo con la capacidad de disponer de los mismos adecuadamente. La propuesta involucra dos fases: la adecuación de las instalaciones y su funcionamiento. La primera fase consiste en la preparación

del espacio, tanto para una bodega de almacenamiento temporal como para las actividades de tratamiento de desechos químicos descritas a continuación.

3.5.1 Disposiciones generales para el almacenamiento de sustancias peligrosas

Idealmente todo lugar de almacenamiento de sustancias, residuos y/o desechos 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. En la Figura 3.20 se muestran ejemplos de bodegas de almacenamiento.



Figura 3.20 Diferentes bodegas de almacenamiento temporal de residuos peligrosos. Fuente: (Socoam, 2018)

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 seleccione 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 (Suárez y Cruz, 2006).

3.5.1.1 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, residuos y/o desechos químicos peligrosos; debe existir espacio suficiente para las condiciones de trabajo y permitir el acceso libre por varios costados en caso de emergencia en función del volumen de sustancia que se manejen. En la Figura 3.21 se presenta la forma incorrecta y correcta del diseño y ubicación de una bodega de gran magnitud.

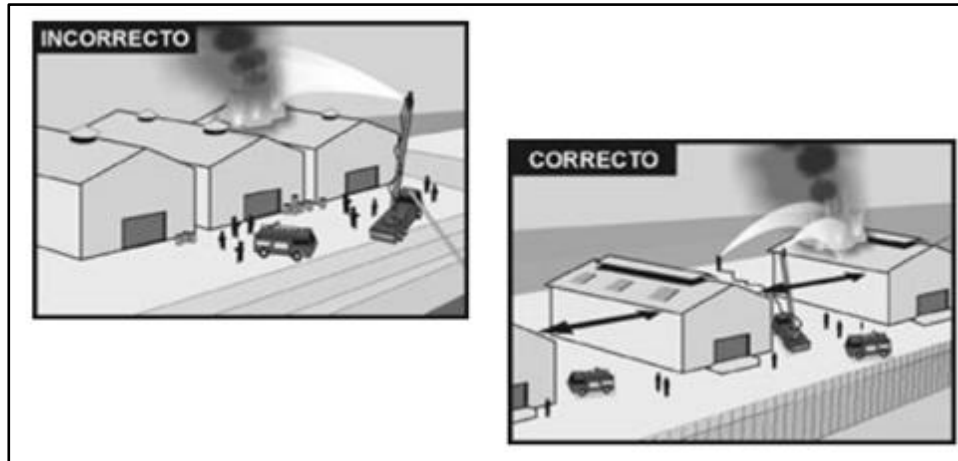


Figura 3.21 Diseño de bodegas de almacenamiento de residuos químicos peligrosos y las normas de seguridad ante una conflagración. Fuente: (Suárez y Cruz, 2006)

El diseño de la bodega debe atender a la naturaleza de los materiales a ser almacenados y de la cantidad de estos. 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 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 (Suárez y Cruz, 2006).

3.5.1.2 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 propagación del fuego. 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. En la Figura 3.22 se muestra el muro cortafuego y su diferencia marcada en la construcción de la infraestructura.

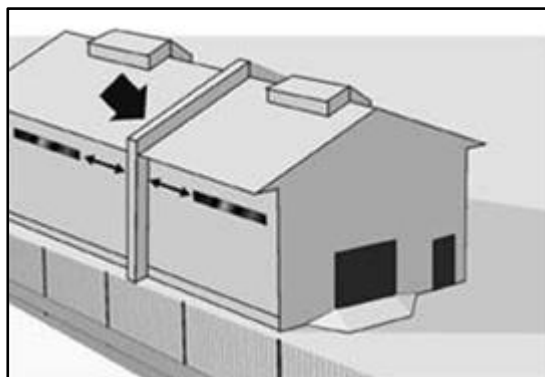


Figura 3.22 Muros cortafuego. Para evitar la propagación del fuego. Fuente: (Suárez y Cruz, 2006)

3.5.1.3 Puertas de seguridad

El número de puertas de acceso a las sustancias químicas peligrosas 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. En la Figura 3.23 se muestra una puerta de seguridad que también tiene la característica de confinar el fuego.

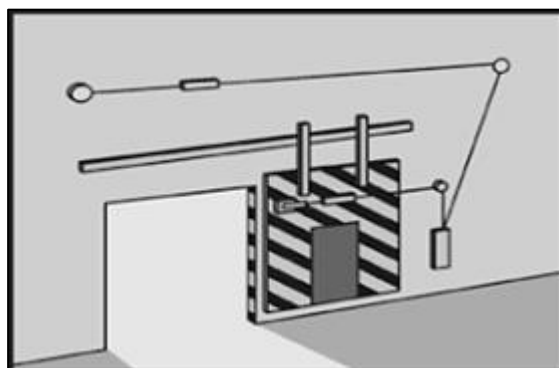


Figura 3.23 Puertas de seguridad. Fuente: (Suárez y Cruz, 2006)

3.5.1.4 Salidas de emergencia

Deben existir salidas de emergencias distintas a las de las puertas principales de ingreso. 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 como se muestra en la Figura 3.24. 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 (Suárez y Cruz, 2006). En base a la Norma para el Almacenamiento de Sustancias Químicas

Peligrosas del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de El Salvador en su Art. 6 inciso e) legisla que: “Las bodegas de almacenamiento de sustancias químicas peligrosas dispondrán al menos de una entrada y una salida de emergencia, cuando dicha área sea menor o igual que veinticinco metros cuadrados” (Acuerdo N° 1186, 2010).

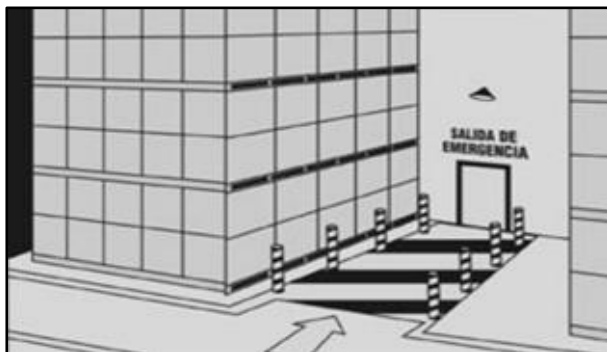


Figura 3.24 Salida de emergencia esté suficientemente señalizada. Fuente: (Suárez y Cruz, 2006)

3.5.1.5 Piso

Debe ser impermeable para evitar infiltración de contaminantes y resistente a las sustancias y/o residuos químicos que se almacenen. Debe ser liso sin ser resbaloso, libre de grietas que dificulten su limpieza, contar con curvas sanitarias. 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 borde perimetral de entre 20 y 30 cm de alto. En la Figura 3.25 se muestra la construcción del piso de una bodega de residuos y desechos.



Figura 3.25 Piso ligeramente liso y libre de grietas bodega de residuos y desechos peligrosos. Fuente: (Socoam, 2018)

3.5.1.6 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. En la Figura 3.26 se presenta la forma correcta e incorrecta del diseño y ubicación del drenaje para sitios de almacenamiento de sustancias y residuos peligrosos. El sistema de colección de derrames canalizados hacia diques de contención será diseñado con una capacidad de retener el 100% del tanque de mayor volumen almacenado en la bodega (Acuerdo N° 1186, 2010).

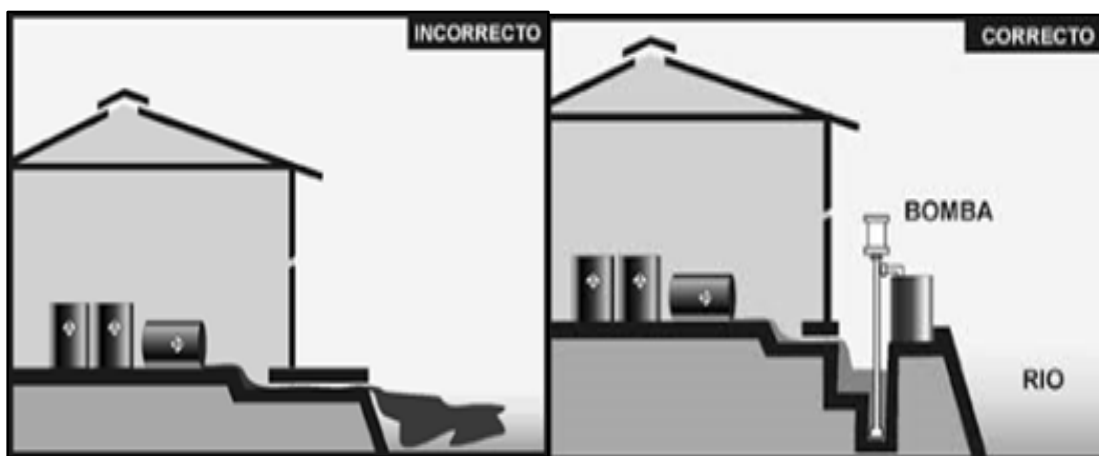


Figura 3.26 Drenaje incorrecto y correcto para una bodega se sustancias químicas. Fuente: (Suárez y Cruz, 2006)

3.5.1.7 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 perimetrales. En las puertas de las bodegas es necesario construir rampas que actúen como diques, pero permitan la circulación de vehículos y personas. En la Figura 3.27 se muestra el diseño de estos. Para sitios de almacenamiento externo es necesario construir alrededor de todo el perímetro interno con bordes de confinamiento resistente (Suárez y Cruz, 2006). Los volúmenes de retención dependen de las características de peligrosidad del material almacenado. La Tabla 3.32 nombra los estándares que han sido aceptados por varias compañías para grandes bodegas equipadas con rociadores:

Tabla 3.32 Volúmenes de retención de agua dependiendo de las características de peligrosidad del material almacenado

Característica de peligrosidad del material almacenado	Volumen de retención de agua m³ /tonelada de material
Sustancias explosivas o fácilmente inflamables	3
Sustancia susceptible de combustión espontánea	5
Sustancias inflamables con un punto de inflamación menor a 55C	5
Sólidos inflamables	5
Sustancias ecotóxicas, como por ejemplo pesticidas, algunos inmunizadores de madera, compuestos organoclorados, etc.	5

Fuente: (Suárez y Cruz, 2006)

Para bodegas más pequeñas, que no estén equipadas con rociadores, las cifras de la tabla anterior se deben incrementar en un factor de diez.



Figura 3.27 Rampas y bordes por posibles derrames. Fuente: (Suárez y Cruz, 2006)

3.5.1.8 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. En la Figura 3.28 se muestra el diseño incorrecto y correcto y su reacción ante un incendio.

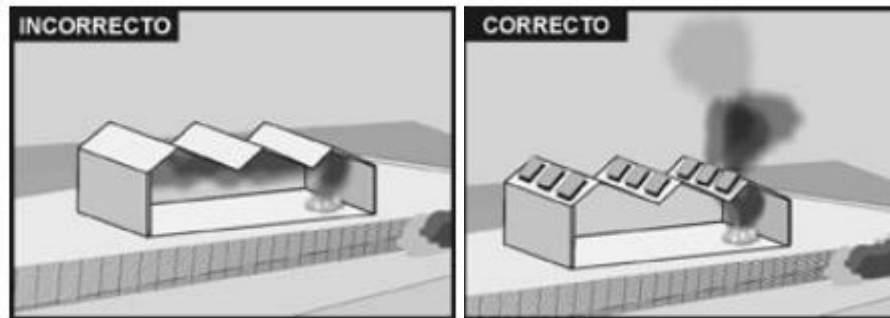


Figura 3.28 Comportamiento del incendio en una bodega con diferente disposición de techo. Fuente: (Suárez y Cruz, 2006)

3.5.1.9 Ventilación

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 la Figura 3.29 se muestra el diseño incorrecto y correcto en relación con la ventilación.

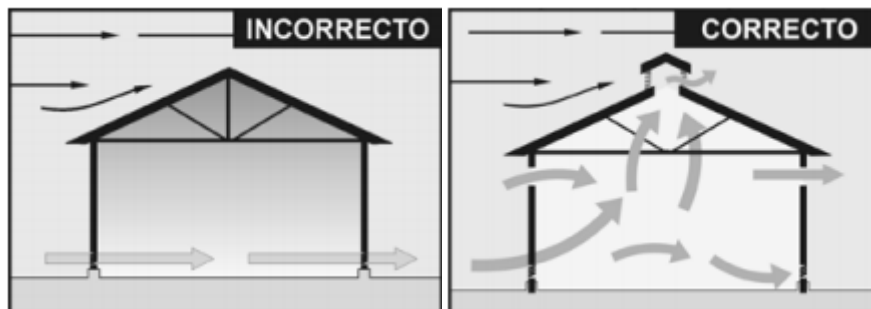


Figura 3.29 Los conductos ubicados en la parte inferior de las paredes producen ventilación pobre, mientras que los conductos tanto en las paredes como en el techo producen ventilación eficiente. Fuente: (Suárez y Cruz, 2006)

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. La ubicación de estos dispositivos debe evitar la existencia de corto-

circuitos de aire y de remolinos, los cuales reducen la eficiencia en la operación general del sistema, pudiéndose presentar problemas como la eliminación pobre de sustancias peligrosas de la atmósfera de trabajo o el estancamiento de ellas en lugares específicos.

3.5.1.10 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 estipulados por la normativa nacional, por ejemplo, que las instalaciones de luminarias deben estar protegidas con material antiexplosivo (Decreto Legislativo No. 89, 2012).

3.5.1.11 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 (Decreto Legislativo No. 89, 2012).

3.5.1.12 Señalización

La señalización tiene por objeto establecer colores y señales normalizadas que adviertan al personal 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. 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:

- a. Señalizar todas las áreas de almacenamiento y estanterías.
- b. Señalizar el uso obligatorio de los equipos de protección personal para acceder a los sitios de almacenamiento de sustancias o residuos peligrosos.
- c. Señalizar todos los lugares de almacenamiento con los correspondientes pictogramas de obligación a cumplir con determinados comportamientos, tales como no fumar, uso de equipo de protección personal, entre otros.
- d. Señalizar que sólo personal autorizado puede acceder a sitios de almacenamiento de sustancias peligrosas.
- e. Instalar señales en todos los sitios del área de tratamiento y bodega, que permitan conocer a todos los usuarios 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.
- f. Señalizar los equipos contra incendios, las salidas, recorridos de evacuación y la ubicación de los primeros auxilios.

- g. 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 del área.
- h. 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 (Suárez y Cruz, 2006).

A continuación, se presentan los tipos de señalización que engloban las consideraciones antes mencionadas (Decreto Legislativo No. 89, 2012).

i. Señales de Advertencia

Forma de triángulo equilátero. Pictograma negro sobre fondo amarillo (el amarillo deberá cubrir como mínimo el 50 % de la superficie de la señal), bordes negros. Con excepción, el fondo de la señal sobre “materias nocivas o irritantes” será de color naranja, en lugar del amarillo, para evitar confusiones con las señales similares utilizadas para la regulación del tráfico en carretera (Ver Figura 3.30).



Figura 3.30 Esquema de señalización de advertencia. Fuente: (Vives, 2016)

ii. Señales de prohibición

Forma redonda. Pictograma negro sobre fondo blanco, bordes y banda (transversal descendente de izquierda a derecha atravesando el pictograma a 45° respecto a la horizontal), el rojo deberá cubrir como mínimo el 35% de la superficie de la señal (Ver Figura 3.31).



Figura 3.31 Esquema de señalización de prohibición. Fuente: (Burgonio, 2015)

iii. Señales de obligación

Forma redonda. Pictograma blanco sobre fondo azul, el azul deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal (Ver Figura 3.32).



Figura 3.32 Esquema de señalización de obligación. Fuente: (Spuch, 2015)

iv. Señales de salvamento y de socorro

Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo verde, el verde deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal (Ver Figura 3.33).



Figura 3.33 Esquema de señalización de salvamento y socorro. Fuente: (Sanchez, 2015)

v. Señales de equipos contra incendios.

Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo rojo, el rojo deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal (Ver Figura 3.34).



Figura 3.34 Esquema de señalización de equipos contra incendio. Fuente: (Sanchez, 2015)

3.5.1.13 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. Se recomienda ubicar una ducha de emergencias y fuente lava ojos cada 200 m² para atender rápidamente un accidente ocasional por contacto con estas sustancias.

3.5.1.14 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:

- a) Inflamables
 - i. 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.
 - ii. Muros contruidos sólidamente y a pruebas de balas y fuego.
 - iii. El techo debe ser liviano.
 - iv. 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 anti chispas.
 - v. Deberá estar protegido con un sistema de pararrayos que cubra su área total, sin que ninguna de las partes del sistema tenga contacto con la estructura.
 - vi. Instalar una barra antiestática en las instalaciones de la bodega para evitar la generación de chispas.

- b) Gases comprimidos: inflamables, no inflamables y tóxicos
 - i. Debe haber un área exclusiva para cilindros, lejos de fuentes térmicas.
 - ii. El material de construcción debe ser incombustible, el techo liviano, piso sólido; los muros pueden ser metálicos o de rejillas.
 - iii. La bodega debe contar con ventilación suficiente para evitar concentración de gases que puedan originar explosión, asfixia o envenenamiento.
 - iv. Dependiendo de la compatibilidad de los gases, su almacenamiento se debe hacer áreas separadas.
 - v. Se debe contar con sistemas de detección automática de incendio.

- c) Sólidos inflamables
 - i. Se recomienda que los muros externos tengan un tiempo de resistencia al fuego de 3 horas.
 - ii. Los muros no deben tener aberturas.
 - iii. Muros divisorios internos de una misma bodega con resistencia al fuego por 120 minutos (hasta la cubierta).
 - iv. Elementos soportantes verticales con resistencia al fuego por 120 minutos.
 - v. Elementos soportantes horizontales con resistencia al fuego por 120 minutos.

- vi. Cubierta del techo con resistencia al fuego menor a 60 minutos, sin planchas metálicas.
- vii. 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.
- viii. Bodega con una distancia mínima de 3 m, entre ella y muro lindante.
- ix. Se debe contar con un sistema de detección automático de incendio.
- x. Se deben evitar las instalaciones eléctricas, pero si se requieren deberán estar protegidas adecuadamente y presentar conexión a tierra.
- xi. Mantener la temperatura suficientemente baja para evitar problemas con los vapores existentes.

d) Líquidos inflamables

- i. Se aplican las mismas condiciones de los sólidos inflamables.

3.5.1.15 Tipos de estantes para el almacenamiento de sustancias químicas

Los equipos que se utilicen para esta actividad deben cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Las estanterías metálicas en las que se almacenen sustancias inflamables o explosivas deben tener conexión equipotencial a tierra.
- b) Los estantes deben tener una ligera hendidura hacia el centro con el objeto de que en caso de derrames fluyan hacia esta área la cual deberá poseer una abertura de drenaje y las aberturas de los estantes deberán tener todas las mismas posiciones con el objeto de que en un posible vertido se pueda recoger en una cubeta o bandeja dispuesta debajo de la estantería, independiente del nivel del cual provenga.
- c) Las uniones de los estantes deben ser selladas y deben ser recubiertas de pintura resistente a la corrosión.
- d) Las patas de los estantes deberían permitir la regulación de altura para poder nivelarlas.
- e) Los estantes deben poseer o posibilitar la ubicación de bandas de seguridad que eviten la caída de los elementos almacenados, así como se muestra en la Figura 3.35 (Suárez y Cruz, 2006).



Figura 3.35 Estantería con cubetos de retención especializada para sustancias químicas. Fuente: (DENIOS, 2018)

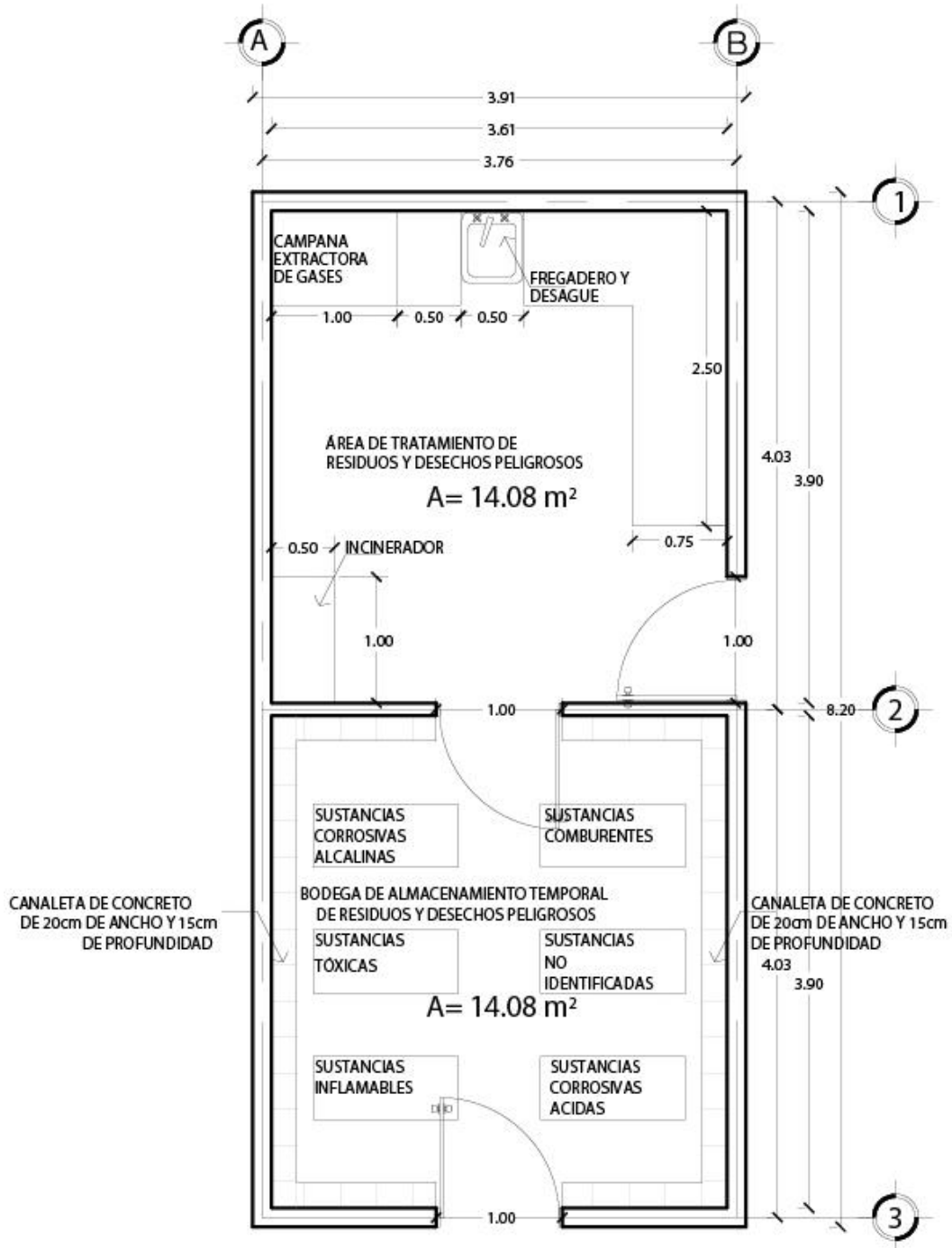
3.5.2 Distribución en planta del área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y/o desechos peligrosos

Se plantea la distribución en planta tanto del área de tratamiento como de la bodega de almacenamiento temporal en conjunto, la cual se muestra en la Figura 3.36, ambos espacios de forma contigua para facilitar el ordenamiento y concentrar los procedimientos en un solo espacio.

El área de tratamiento de residuos y desechos peligrosos tendrá un área de 14.08 m² el cual contará con un espacio para el incinerador, equipo necesario para los procedimientos de tratamiento de solventes halogenados y no halogenados; además tendrá una campana extractora de gases, un fregadero con la función principal de desagüe y una mesa de trabajo con espacios adecuados para guardar cristalería y equipos como el medidor de pH en buenas condiciones. Contará con el suficiente espacio para almacenar documentación necesaria para la realización de los procedimientos de tratamiento.

La bodega de almacenamiento temporal cuenta con un área de 14.08 m², contará con estantes para el almacenamiento de los residuos y/o desechos químicos los cuales estarán distribuidos según la matriz de compatibilidad de sustancias químicas definida en el Capítulo 1.0. Está diseñada con un pasillo en el centro como ruta de evacuación en caso de emergencia.

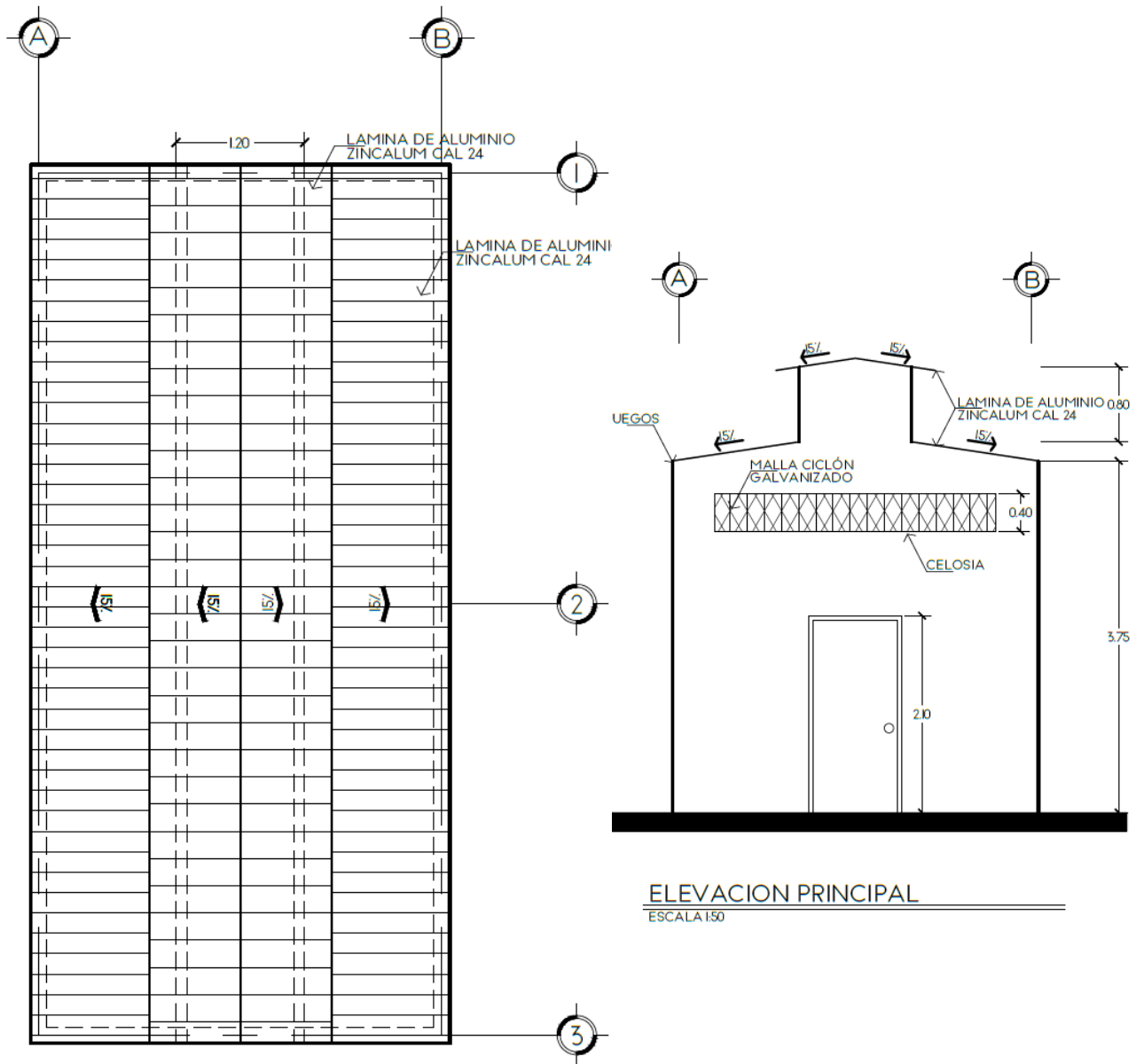
En la Figura 3.37 se presenta la planta de techos y la elevación principal. El techo se recomienda construir con lamina de aluminio zinc alum con pendiente de 15% para evitar el ingreso de agua lluvia y lograr una ventilación adecuada. En el ANEXO H se detalla el plano arquitectónico con los detalles constructivos de las paredes resistentes al fuego. Ambos espacios tendrán un sistema de drenaje en el centro conectados entre sí que llegará a un pozo colector a las afueras de las instalaciones de 0.225 m³ de capacidad igual a la sumatoria de volúmenes de desechos generados según el diagnóstico realizado.



PLANTA ARQUITECTONICA

ESCALA 1:50

Figura 3.36 Distribución en planta del área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos peligros propuesta para la EIQA



PLANTA DE TECHOS

ESCALA 1:50

ELEVACION PRINCIPAL


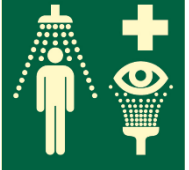








ESCALA 1:50

Figura 3.37 Planta de techos y elevación principal del área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y/o desechos peligrosos

3.5.3 Mapa de señalización y riesgos

Un mapa de riesgo es una herramienta para representar de forma gráfica los agentes generadores de riesgos dentro de instalaciones donde las personas desempeñan actividades asignadas. El mapa de riesgo correspondiente al área de tratamiento y a la bodega de almacenamiento temporal de los residuos y/o desechos peligrosos propuesta se muestra en la Figura 3.38. La simbología utilizada para representar los agentes generadores de riesgo e indicaciones de seguridad ocupacional se encuentran detalladas en la Tabla 3.33.

Tabla 3.33 Simbología del mapa de señalización y riesgo propuesto

SIMBOLOGÍA DE MAPA DE SEÑALIZACIÓN Y RIESGO			
Pictograma	Significado	Pictograma	Significado
	Indicación de las salidas de emergencia		Ubicación de la ducha de seguridad y el lavajos con desnivel en el piso y desagüe.
	Ubicación de extintor de espuma química		Pictograma GHS02 Sustancias inflamables
	Señal de uso obligatorio de equipo de protección personal y gabacha		Pictograma GHS05 Sustancias corrosivas
	Indicación de peligro de superficie caliente sobre el incinerador		Pictograma GHS03 Sustancias comburentes
	Indicación de ruta de evacuación		Pictograma GHS06 Sustancias tóxicas

Fuente: (NACIONES UNIDAS, 2017)

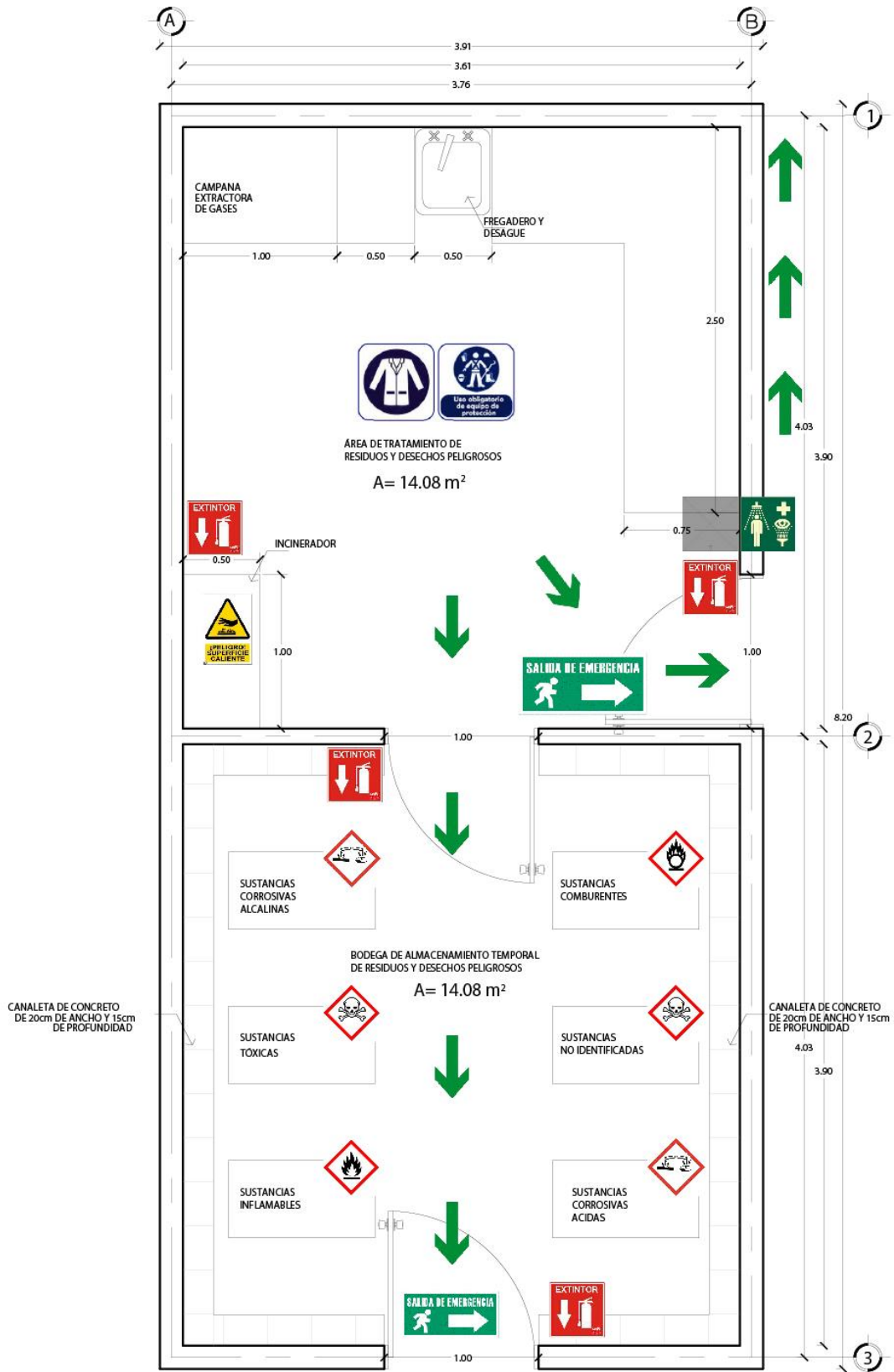


Figura 3.38 Mapa de señalización y riesgo del área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal propuesta

3.5.4 Ubicación del área de tratamiento y almacenamiento temporal

La ubicación de las instalaciones del área de tratamiento y de la bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos peligrosos generados en las prácticas de los laboratorios académicos de la EIQIA – FIA – UES, debe cumplir ciertos criterios para facilitar su operación, a continuación, se presenta una propuesta basada en uno de estos criterios:

3.5.4.1 Ubicación satelital

Se optó por ubicar la bodega de almacenamiento y el área de tratamiento de residuos y desechos peligrosos en las cercanías de las instalaciones del laboratorio académico de Ingeniería Química para no exponer a las sustancias a una ruta de transporte larga que permita posibles accidentes o derrames.

El espacio geográfico se puede visualizar a través de la ubicación satelital de las instalaciones de los laboratorios académicos en la Figura 3.39.



Figura 3.39 Ubicación del laboratorio académico de Ingeniería Química

3.5.4.2 Ubicación en los alrededores de los laboratorios académicos de Ingeniería Química

El área verde frente al laboratorio planta piloto puede ser gestionada para que se construya en ella el área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos generados, ya que la cercanía al laboratorio principal generador favorece al transporte de las sustancias químicas en cuestión (Ver Figura 3.40).




Figura 3.40 Ubicación del área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos peligrosos (cuadro amarillo)

3.5.5 Especificaciones de equipo para el área de tratamiento

Las especificaciones del equipo recomendado para utilizar en las instalaciones del área para realizar los procedimientos para el tratamiento de residuos y desechos peligrosos se detallan en la Tabla 3.34.

Tabla 3.34 Nombre y descripción de los equipos para el área y bodega de tratamiento de residuos y desechos peligrosos

Nombre del equipo	Descripción	Equipo
Medidor de pH	Medidor de pH para mesa ISOLAB #616.12.001, calibración automática, medición de pH, mV, temperatura, conductividad, SDT, sal, oxígeno disuelto y temperatura. Para pH: <ul style="list-style-type: none"> • Rango: -2.00/16.00 pH • Precisión: ± 0.01 + 1 dígitos • Resolución: 0.01 pH 	




Continua...

Tabla 3.34 Nombre y descripción de los equipos para el área y bodega de tratamiento de residuos y desechos peligrosos (Continuación)

Nombre del equipo	Descripción	Equipo
Manta calefactora con agitador magnético	Manta calefactora ISOLAB #608.12.901 con capacidad de 1000 ml. Elemento calefactor hecho de fibra de vidrio resistente al calor altamente flexible que funciona a una temperatura máxima de 900 °C, proporciona una velocidad de agitación de hasta 1400 rpm con un agitador magnético integrado. Temperatura de calentamiento máxima de 450 °C	
Espectrofotómetro UV/VIS	Espectrofotómetro UV/VIS ISOLAB #619.11.003 Sistema óptico de haz simple, rejilla de 1200 líneas, rango de longitud de onda de 190 – 1100 nm, ancho de banda espectral 2 nm, exactitud de la longitud de onda ± 0.5 nm, alimentación de corriente 110/220V $\pm 10\%$, tamaño (ancho x profundidad x alto) 620x500x370 mm	
Incinerador	INCINER8 Model: i8-10S Volumen de cámara de combustión: 0.1 m3 Velocidad de combustión: 12-30 kg p/h Consumo promedio de combustible: 3-4 litros p/h Temperatura de operación: 850 °C + Promedio de residuos de cenizas: 3% Retención de gas en cámara secundaria: 0.5 segundos Tamaño (largo x ancho x alto): 730x460x3280 mm	

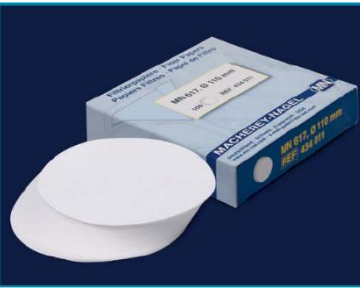



Continúa...

Tabla 3.34 Nombre y descripción de los equipos para el área y bodega de tratamiento de residuos y desechos peligrosos (Continuación)

Nombre del equipo	Descripción	Equipo
Campana extractora de gases	<p>Frontier Campanas de Gases Mono, Modelo EFH-4A-9, 110-120 VAC, 50/60 Hz, Dimensiones (largo x ancho x alto): 1200x873x1500 mm</p> <p>Cuerpo Principal: Acero EG con recubrimiento en polvo Isocide™ epoxi-poliéster híbrido de aluminio al horno</p> <p>Apertura Máxima de la Ventana: 550 mm</p>	 <p>ISOCIDE™ cULUS GREEN</p>
Embudos buchner-polipropileno	<p>ISOLAB #042.02.110</p> <p>Fabricados en polipropileno con una placa de filtro perforada. La parte superior se puede apilar con la parte inferior para formar un sello de vacío. Las partes superior e inferior se pueden separar para una limpieza eficiente.</p> <p>Volumen 110 mm</p>	
Juntas de caucho natural	<p>Juntas ISOLAB #040.06.001 Fabricado en caucho natural con forma de cuerpo cónico. Diseñado para uso con embudos Buchner.</p> <p>Juego de 7 adaptadores de diferentes tamaños que garantizan un ajuste perfecto en todos los cuellos de embudo de filtro con diferentes volúmenes</p>	

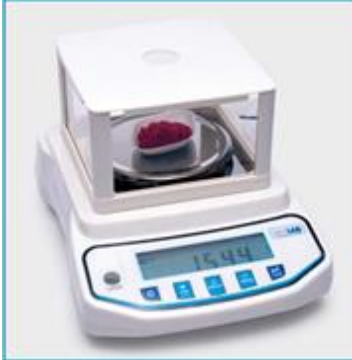

Continua...

Tabla 3.34 Nombre y descripción de los equipos para el área y bodega de tratamiento de residuos y desechos peligrosos (Continuación)

Nombre del equipo	Descripción	Equipo
Papeles de filtro cuantitativo	Papeles de filtro cuantitativo ISOLAB #105.12.110, velocidad de filtración mediana, diámetro 110 mm, bajo contenido de cenizas de menos del 0.01% y alrededor del 95% de contenido de alfa celulosa	
Pinzas para papeles de filtro	Pinzas para papel filtro ISOLAB #048.04.001 De acero inoxidable de calidad AISI 304 resistente a productos químicos y a la corrosión, las mordazas aplanadas agarran el papel suavemente, reduciendo el riesgo de daños al mismo.	
Colectores de vacío de acero inoxidable	Colectores de vacío ISOLAB #043.05.103, tres estaciones, dimensiones (largo x ancho x alto) 450x140x250 mm, permiten la filtración de múltiples muestras, los embudos de acero inoxidable tienen una capacidad desde 50 ml a 500 ml, una vez cerradas las abrazaderas de cierre debajo de cada embudo garantizan un sellado perfecto y hermético al vacío, adecuado para ser utilizado con filtros de membrana de 47/50 mm de diámetro	
Filtros de membrana	Membranas de nitrocelulosa de 0.45 y 0.20 µm de tamaño de poro	




Continua...

Tabla 3.34 Nombre y descripción de los equipos para el área y bodega de tratamiento de residuos y desechos peligrosos (Continuación)

Nombre del equipo	Descripción	Equipo
Balanza semi analítica	<p>Balanza- "0.01 gr de precisión" ISOLAB # 602.31.004</p> <p>Rango de pesaje: 2200 gr</p> <p>Tamaño compacto apropiado para espacios pequeños. Ocupa un espacio mínimo en la mesa de laboratorio, pero mantiene un rendimiento óptimo</p> <p>Equipado con batería interna recargable. Se suministra con una funda contra polvo.</p>	
Desecador con silicagel	<p>DESECADORES "vidrio" - "sin-vacío" ISOLAB # 039.01.300</p> <p>Diámetro del desecador: 300 mm</p> <p>Se suministra con una placa de desecador de porcelana perforada.</p>	
Silicagel	<p>PERLAS DESECANTES DE GEL DE SÍLICE, ISOLAB #039.16.001</p> <p>Embalaje de 1 kg en una botella sellada de P.P para evitar la absorción previa de humedad.</p> <p>Las perlas de gel de sílice pueden regenerarse cuando se calientan a una temperatura máxima de 120 °C.</p> <p>Las perlas tienen un tamaño de grano variable de 1 a 3 mm. Están exentas de cualquier componente pesado y son compatibles con el medio ambiente.</p>	




Continua...

Tabla 3.34 Nombre y descripción de los equipos para el área y bodega de tratamiento de residuos y desechos peligrosos (Continuación)

Nombre del equipo	Descripción	Equipo
Termómetro	<p>Termómetro “portátil” ISOLAB # 060.01.001</p> <p>Para medición de temperatura en líquidos y semisólidos. La sonda de acero inoxidable con una longitud de 127 mm puede introducirse fácilmente en muestras semisólidas.</p> <p>El rango de medición de temperatura es de - 58°F a +158°F (+/- 0,2°F) o -50°C a +300°C (+/- 0,1°C) selectivamente</p>	
Cristalería variedad	<p>3 Beakers 1 L, 5 Beakers 500 ml, 5 Beakers 250 ml, 2 agitadores de vidrio, 2 espátulas, 2 vidrio reloj, 2 embudo, 2 pipetas graduada 25 ml, 1 embudo büchner, escobilla de laboratorio, 2 probetas de 25 ml</p>	
Llenador de pipeta “Bomba pi”	<p>LLENADORES DE PIPETAS - "bomba-pi" ISOLAB # hasta 25 ml</p> <p>Un llenador de pipeta simple pero práctico para pipetas graduadas y volumétricas de 2 a 25 ml de rango de volumen.</p>	
Soporte para embudos	<p>SOPORTE DE EMBUDOS "polipropileno" - "sin hendidura" ISOLAB #042.05.001</p> <p>Fabricado en polipropileno para sostener de la manera más segura todo tipo de embudos desde 60 mm hasta 150 mm de diámetro.</p>	

Continua...

Tabla 3.34 Nombre y descripción de los equipos para el área y bodega de tratamiento de residuos y desechos peligrosos (Continuación)

Nombre del equipo	Descripción	Equipo
Frasco lavador	<p>FRASCOS LAVADOR - "cuello angosto" - "transparente" ISOLAB # 062.05.250</p> <p>Fabricado en polietileno altamente translúcido y semirrígido con paredes gruesas y esquinas resistentes al aplastamiento. El diseño "cuello de ganso" del tubo de descarga garantiza un alcance fácil y preciso en las esquinas del matraz.</p>	
Estante para cristalería	<p>Chemicals cabinet Systema CS-103G DENIOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anchura exterior (mm), 1055 • Profundidad exterior (mm), 520 • Altura exterior (mm), 1950 • Anchura interior (mm), 996 • Profundidad interior (mm), 493 • Altura interior (mm), 1835 • Capacidad de carga por estante (kg), 100 	
Mesas de trabajo	<p>Mesa Mural - ESYMAR LABORATORIO</p> <p>Mesa mural en L (adosada a la pared longitudinalmente con módulos rodantes, módulo para lavado con fregadero en acero inoxidable, sistema técnico integrado por repisa mural con canaleta ESYLAB, unidades de tomas frontales independientes para gases y fluidos (UFTI), canaleta ESYLAB como peto sobre una parte de la mesa.</p> <p>Ancho de mesa: 75 cm.</p>	

Fuente: (ISOLAB, 2018); (ESCO, 2019); (INCINER8, 2019); (ESYMAR, 2019)

CAPÍTULO 4.0

PLAN DE GESTIÓN PARA LOS RESIDUOS Y DESECHOS PELIGROSOS GENERADOS EN LOS LABORATORIOS ACADÉMICOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS DE LA FIA – UES

4.1 Manual de procedimientos para el manejo de los residuos y desechos peligrosos en la bodega de almacenamiento.

Los procedimientos para el manejo de residuos y desechos se clasificarán como procedimientos para el etiquetado, envasado y descarte de estos, así como el procedimiento para el filtrado de desechos sólidos precipitados que se encuentran en una solución heterogénea.

4.1.1 Procedimiento para el etiquetado de sustancias químicas

El procedimiento para el etiquetado adecuado de sustancias químicas se encuentra detallado en el ANEXO I.

4.1.2 Procedimiento para el envasado de sustancias químicas

El procedimiento para el envasado adecuado de sustancias químicas se encuentra detallado en el ANEXO I.

4.1.3 Procedimiento de filtración de sólidos precipitados

El procedimiento para filtración de sólidos precipitados que se encuentran en una solución heterogénea se encuentra detallado en el ANEXO I.

4.1.4 Procedimientos para el manejo y descarte de muestras no peligrosas

El procedimiento para el adecuado manejo y descarte de muestras no peligrosas se encuentra detallado en el ANEXO I.

4.2 Propuesta de programa de operación del área de tratamiento de los residuos y desechos peligrosos de los laboratorios académicos de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos de la FIA – UES

Un programa o plan de operación es una herramienta que permite la optimización de los recursos físicos y humanos necesarios para la generación de productos o prestación de servicios. Debe englobar todos los aspectos técnicos y organizativos de la actividad realizada.

Los aspectos técnicos del tratamiento de los residuos y desechos se detallan en el capítulo 3.0, por lo que el objetivo de esta sección es establecer un plan organizativo que optimice los recursos y el tiempo utilizado para darle tratamiento a las sustancias.

En las Tablas 4.1 a la Tabla 4.17 se hace un recuento de los procedimientos para el tratamiento de los residuos y desechos en el cual se establece un tiempo estimado para su realización, así como el volumen a tratar para cada procedimiento, el cual se ha mantenido en un máximo de 1 o 2 litros para evitar accidentes provocados por la manipulación de grandes volúmenes de desecho.

Tabla 4.1 Procedimiento para el tratamiento de Ácidos Inorgánicos (P-TRA-RYD-01)

Procedimiento para el tratamiento de Ácidos Inorgánicos (P-TRA-RYD-01)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
10	Colocarse el equipo protección personal necesario.	Vestir el equipo de protección necesario para el procedimiento a realizar, equipo de uso general para todo procedimiento es gabacha, guantes, mascarilla y lentes de protección.	2	Técnico de Laboratorio
20	Ubicar la/las sustancias a tratar	Ubicar la sustancia en el estante que corresponda a la clasificación CRETIB del desecho a tratar.	1	
30	Llevar la/las sustancia hasta el área de tratamiento.	Asegurarse la sustancia este bien cerrada, llevarla con cuidado hasta el área de tratamiento de residuos y desechos	1	
40	Verter 1 Litro de sustancia un beaker de 2 litros.	Se colocará 1 litro de la sustancia a tratar dentro de un beaker de 2 litros.	1	
50	Lavar el recipiente en que se encontraba el desecho.	Si el frasco donde estaba almacenada la sustancia queda vacío luego de verter 1 litro, este se lavará con abundante agua y detergente.	2	
60	Agregar 200 ml de agua destilada	Utilizar un frasco lavador para verter 200 ml de agua destilada al desecho, asegurándose que este caiga a la sustancia por las paredes del beaker para que no salpique.	1	

Continua...

**Tabla 4.1 Procedimiento para el tratamiento de Ácidos Inorgánicos (P-TRA-RYD-01)
(Continuación)**

Procedimiento para el tratamiento de Ácidos Inorgánicos (P-TRA-RYD-01)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
70	Lavar el electrodo del medidor de pH con agua destilada	Se lavará el electrodo del medidor de pH con un frasco lavador conteniendo agua destilada, para asegurarse que material residual de una antigua medición no interfiera con la medición actual.	1	Técnico de Laboratorio
80	Medir el pH de la sustancia el medidor de pH	Se encenderá el medidor de pH y se introducirá el electrodo dentro de la sustancia hasta que muestre una medición fija.	1	
90	Si la medición está dentro del rango 6.5-7.5, desechar la sustancia.	Si la sustancia presenta un pH neutral (6.5-7.5), la sustancia puede ser descartada siguiendo el procedimiento de descarte de muestras (<i>P-DES-RYD-01</i>) no peligrosas, el cual se encuentra detallado en el ANEXO I.	2	
100	Si presenta un pH ácido, ubicar el carbonato de sodio o el carbonato de calcio.	Si el pH de la sustancia es ácido (<6.5) este debe ser neutralizado con carbonato de sodio o de calcio. Este se ubicará en la bodega de reactivos.	1	
110	Llevar el reactivo hasta el área de tratamiento.	Si no se cuenta con una solución de carbonato sobrante de previos procedimientos se deberá preparar, para ello se llevará el reactivo desde la bodega de reactivos hasta el área de tratamiento de residuos y desechos.	1	
120	Pesar 150 gramos de carbonato de sodio o calcio.	Utilizando la balanza semianalítica, pesar 150 gramos de la sal a utilizar, carbonato de sodio o de calcio.	3	
130	Aforar 500 ml de agua destilada en un beaker.	Se verterán 500 ml de agua destilada en un beaker de 1 litro, el agua se puede tomar directamente desde los bidones de agua destilada disponible.	1	
140	Verter el carbonato de sodio o calcio.	El sólido pesado se colocará dentro de los 500 ml de agua destilada para preparar una solución de 30 % p/p.	1	
150	Agitar	Se agitará la solución con un agitador de vidrio hasta que el sólido se disuelva completamente y la solución se vuelva homogénea.	3	
160	Verter la solución hasta alcanzar pH neutro.	La solución se verterá dentro de la sustancia a tratar utilizando una pipeta graduada, 1 ml a la vez, tomando la medición de pH luego de cada mililitro agregado. Cuando se alcance un	3	

Continua...

**Tabla 4.1 Procedimiento para el tratamiento de Ácidos Inorgánicos (P-TRA-RYD-01)
(Continuación)**

Procedimiento para el tratamiento de Ácidos Inorgánicos (P-TRA-RYD-01)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
		pH neutro (6.5-7.5) dejar de agregar la sustancia.		
170	Desechar la solución	Una vez alcanzado un pH neutro se podrá desechar la sustancia siguiendo el procedimiento de descarte de muestras (<i>P-DES-RYD-01</i>) no peligrosas, el cual se encuentra detallado en el ANEXO I.	2	
		Tiempo total (min)	27	

Tabla 4.2 Procedimiento para el tratamiento de Ácidos Orgánicos (P-TRA-RYD-02)

Procedimiento para el tratamiento de Ácidos Orgánicos (P-TRA-RYD-02)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
10	Colocarse el equipo protección personal necesario.	Vestir el equipo de protección necesario para el procedimiento a realizar, equipo de uso general para todo procedimiento es gabacha, guantes, mascarilla y lentes de protección.	2	Técnico de Laboratorio
20	Ubicar la/las sustancias a tratar	Ubicar la sustancia en el estante que corresponda a la clasificación CRETIB del desecho a tratar.	1	
30	Llevar la/las sustancia hasta el área de tratamiento.	Asegurarse la sustancia este bien cerrada, llevarla con cuidado hasta el área de tratamiento de residuos y desechos	1	
40	Verter 1 Litro de sustancia un beaker de 2 litros.	Se colocará 1 litro de la sustancia a tratar dentro de un beaker de 2 litros.	1	
50	Lavar el recipiente en que se encontraba el desecho.	Si el frasco donde estaba almacenada la sustancia queda vacío luego de verter 1 litro, este se lavará con abundante agua y detergente.	2	
60	Agregar 200 ml de agua destilada	Utilizar un frasco lavador para verter 200 ml de agua destilada al desecho, asegurándose que este caiga a la sustancia por las paredes del beaker para que no salpique.	1	
70	Lavar el electrodo del medidor de pH con agua destilada	Se lavará el electrodo del medidor de pH con un frasco lavador conteniendo agua destilada, para asegurarse que material residual de una antigua medición no interfiera con la medición actual.	1	

Continua...

**Tabla 4.2 Procedimiento para el tratamiento de Ácidos Orgánicos (P-TRA-RYD-02)
(Continuación)**

Procedimiento para el tratamiento de Ácidos Orgánicos (P-TRA-RYD-02)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
80	Medir el pH de la sustancia el medidor de pH	Se encenderá el medidor de pH y se introducirá el electrodo dentro de la sustancia hasta que muestre una medición fija.	1	Técnico de Laboratorio
90	Si la medición está dentro del rango 6.5-7.5, desechar la sustancia.	Si la sustancia presenta un pH neutral (6.5-7.5), la sustancia puede ser descartada siguiendo el procedimiento de descarte de muestras no peligrosas (<i>P-DES-RYD-01</i>), el cual se encuentra detallado en el ANEXO I.	2	
100	Si presenta un pH ácido, ubicar el carbonato de sodio o el carbonato de calcio.	Si el pH de la sustancia es ácido (<6.5) este debe ser neutralizado con carbonato de sodio o de calcio. Este se ubicará en la bodega de reactivos.	1	
110	Llevar el reactivo hasta el área de tratamiento.	Si no se cuenta con una solución de carbonato sobrante de previos procedimientos se deberá preparar, para ello se llevará el reactivo desde la bodega de reactivos hasta el área de tratamiento de residuos y desechos.	1	
120	Pesar 150 gramos de carbonato de sodio o calcio.	Utilizando la balanza semianalítica, pesar 150 gramos de la sal a utilizar, carbonato de sodio o de calcio.	3	
130	Aforar 500 ml de agua destilada en un beaker.	Se verterán 500 ml de agua destilada en un beaker de 1 litro, el agua se puede tomar directamente desde los bidones de agua destilada de la planta.	1	
140	Verter el carbonato de sodio o calcio.	El sólido pesado se colocará dentro de los 500 ml de agua destilada para preparar una solución de 30 % p/p.	1	
150	Agitar	Se agitará la solución con un agitador de vidrio hasta que el sólido se disuelva completamente y la solución se vuelva homogénea.	3	
160	Verter la solución hasta alcanzar pH neutro.	La solución se verterá dentro de la sustancia a tratar utilizando una pipeta graduada, 1 ml a la vez, tomando la medición de pH luego de cada mililitro agregado. Cuando se alcance un pH neutro (6.5-7.5) dejar de agregar la sustancia.	3	
170	Desechar la solución	Una vez alcanzado un pH neutro se podrá desechar la sustancia siguiendo el procedimiento de descarte de muestras no peligrosas (<i>P-DES-RYD-01</i>), el cual se encuentra detallado en el ANEXO I.	2	
		Tiempo total (min)	26	

Tabla 4.3 Procedimiento para el tratamiento del ácido oxálico (P-TRA-RYD-02-ácido oxálico)

Procedimiento para el tratamiento del ácido oxálico. (P-TRA-RYD-02-ácido oxálico)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
10	Colocarse el equipo protección personal necesario.	Vestir el equipo de protección necesario para el procedimiento a realizar, equipo de uso general para todo procedimiento es gabacha, guantes, mascarilla y lentes de protección.	2	Técnico de Laboratorio
20	Ubicar la/las sustancias a tratar	Ubicar la sustancia en el estante que corresponda a la clasificación CRETIB del desecho a tratar.	1	
30	Llevar la/las sustancia hasta el área de tratamiento.	Asegurarse la sustancia este bien cerrada, llevarla con cuidado hasta el área de tratamiento de residuos y desechos	1	
40	Ubicar el carbonato de sodio.	Este se ubicará en la bodega de reactivos.	1	
50	Llevar el reactivo hasta el área de tratamiento.	Si no se cuenta con una solución de carbonato sobrante de previos procedimientos se deberá preparar, para ello se llevará el reactivo desde la bodega de reactivos hasta el área de tratamiento de residuos y desechos.	1	
60	Pesar 150 gramos de carbonato de sodio o calcio.	Utilizando la balanza semi analítica, pesar 150 gramos de la sal a utilizar, carbonato de sodio o de calcio.	3	
70	Aforar 500 ml de agua destilada en un beaker.	Se verterán 500 ml de agua destilada en un beaker de 1 litro, el agua se puede tomar directamente desde los bidones de agua destilada de la planta.	1	
80	Verter el carbonato de sodio o calcio.	El sólido pesado se colocará dentro de los 500 ml de agua destilada para preparar una solución de 30 % p/p.	1	
90	Agitar.	Se agitará la solución con un agitador de vidrio hasta que el sólido se disuelva completamente y la solución se vuelva homogénea.	3	
100	Verter la solución de carbonato de sodio en un beaker.	En un beaker de 1 litro se colocará la solución de carbonato de calcio hasta la marca de 500 ml.	1	
110	Mezclar con ácido oxálico.	Se verterán 100 ml de ácido oxálico dentro de la solución de carbonato de sodio.	1	
120	Lavar el recipiente en que se encontraba el desecho.	Si el frasco donde estaba almacenada la sustancia queda vacío luego de verter 1 litro, este se lavará con abundante agua y detergente.	2	

Continúa...

**Tabla 4.3 Procedimiento para el tratamiento del ácido oxálico (P-TRA-RYD-02-ácido oxálico)
(Continuación)**

Procedimiento para el tratamiento del ácido oxálico. (P-TRA-RYD-02-ácido oxálico)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
130	Agitar.	Se agitará la mezcla del ácido con el carbonato hasta que se observe la formación de un precipitado.	2	Técnico de Laboratorio
140	Filtrar.	Se filtrará el precipitado formado haciendo uso del procedimiento para la <i>filtración de sólidos precipitados (P-FIL-RYD-01)</i>	15	
150	Lavar el electrodo del medidor de pH con agua destilada.	Se lavará el electrodo del medidor de pH con un frasco lavador conteniendo agua destilada, para asegurarse que material residual de una antigua medición no interfiera con la medición actual.	1	
160	Medir el pH de la sustancia el medidor de pH.	Se encenderá el medidor de pH y se introducirá el electrodo dentro de la sustancia hasta que muestre una medición fija.	1	
170	Si la medición está dentro del rango 6.5-7.5 descartar utilizando el procedimiento de <i>descarte de muestras no peligrosas</i> .	Si la sustancia presenta un pH neutral (6.5-7.5), la sustancia puede ser descartada siguiendo el procedimiento de descarte de muestras no peligrosas (<i>P-DES-RYD-01</i>), el cual se encuentra detallado en el ANEXO I.	2	
180	Si presenta un pH alcalino, ubicar el ácido sulfúrico.	Si el pH de la sustancia es alcalino (>7.5) este debe ser neutralizado con una solución 2 normal de ácido sulfúrico.	1	
190	Llevar el reactivo hasta el área de tratamiento.	Si no se cuenta con una solución de ácido sulfúrico sobrante de previos procedimientos se deberá preparar, para ello se llevará el reactivo desde la bodega de reactivos hasta el área de tratamiento de residuos y desechos.	1	
200	Medir 6 ml de ácido sulfúrico.	Se medirán 6 ml de ácido sulfúrico calidad reactivo con una pipeta graduada.	2	
210	Verter el ácido en un beaker.	Se colocará el ácido en un beaker de 200 ml, con cuidado de no salpicar dejándolo caer por las paredes del beaker	1	
220	Agregar 100 ml de agua destilada al ácido	Se agregarán 100 ml de agua destilada al beaker conteniendo el ácido, este se agregará por las paredes del beaker con cuidado de no salpicar.	2	
230	Verter la solución hasta alcanzar pH neutro.	La solución se verterá dentro de la sustancia a tratar utilizando una pipeta graduada, 1 ml a la vez, tomando la medición de pH luego de cada mililitro agregado. Cuando se alcance	3	

Continua...

**Tabla 4.3 Procedimiento para el tratamiento del ácido oxálico (P-TRA-RYD-02-ácido oxálico)
(Continuación)**

Procedimiento para el tratamiento del ácido oxálico. (P-TRA-RYD-02-ácido oxálico)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
		un pH neutro (6.5-7.5) dejar de agregar la sustancia.		Técnico de Laboratorio
240	Desechar la solución resultante en el drenaje siguiendo el procedimiento de <i>descarte de muestras no peligrosas</i> .	Una vez alcanzado un pH neutro se podrá desechar la sustancia siguiendo el procedimiento de descarte de muestras no peligrosas, el cual se encuentra detallado en el ANEXO I.	2	
		Tiempo total (min)	52	

Tabla 4.4 Procedimiento para el tratamiento de soluciones alcalinas. (P-TRA-RYD-03)

Procedimiento para el tratamiento de soluciones alcalinas. (P-TRA-RYD-03)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
10	Colocarse el equipo protección personal necesario.	Vestir el equipo de protección necesario para el procedimiento a realizar, equipo de uso general para todo procedimiento es gabacha, guantes, mascarilla y lentes de protección.	2	Técnico de Laboratorio
20	Ubicar la/las sustancias a tratar.	Ubicar la sustancia en el estante que corresponda a la clasificación CRETIB del desecho a tratar.	1	
30	Llevar la/las sustancia hasta el área de tratamiento.	Asegurarse la sustancia este bien cerrada, llevarla con cuidado hasta el área de tratamiento de residuos y desechos	1	
40	Verter 1 Litro de sustancia un beaker de 2 litros.	Se colocará 1 litro de la sustancia a tratar dentro de un beaker de 2 litros.	1	
50	Lavar el recipiente en que se encontraba el desecho.	Si el frasco donde estaba almacenada la sustancia queda vacío luego de verter 1 litro, este se lavará con abundante agua y detergente.	2	
60	Agregar 200 ml de agua destilada.	Utilizar un frasco lavador para verter 200 ml de agua destilada al desecho, asegurándose que este caiga a la sustancia por las paredes del beaker para que no salpique.	1	
70	Lavar el electrodo del medidor de pH con agua destilada.	Se lavará el electrodo del medidor de pH con un frasco lavador conteniendo agua destilada, para asegurarse que material residual de una antigua medición no interfiera con la medición actual.	1	

Continua...

**Tabla 4.4 Procedimiento para el tratamiento de soluciones alcalinas. (P-TRA-RYD-03)
(Continuación)**

Procedimiento para el tratamiento de soluciones alcalinas. (P-TRA-RYD-03)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
80	Medir el pH de la sustancia el medidor de pH.	Se encenderá el medidor de pH y se introducirá el electrodo dentro de la sustancia hasta que muestre una medición fija.	1	Técnico de Laboratorio
90	Si la medición está dentro del rango 6.5-7.5, desechar la sustancia.	Si la sustancia presenta un pH neutral (6.5-7.5), la sustancia puede ser descartada siguiendo el procedimiento de descarte de muestras no peligrosas (<i>P-DES-RYD-01</i>), el cual se encuentra detallado en el ANEXO I.	2	
100	Si presenta un pH alcalino, ubicar el ácido sulfúrico	Si el pH de la sustancia es alcalino (>7.5) este debe ser neutralizado con ácido sulfúrico. Este se ubicará en la bodega de reactivos.	1	
110	Llevar el reactivo hasta el área de tratamiento.	Si no se cuenta con una solución de ácido sulfúrico sobrante de previos procedimientos se deberá preparar, para ello se llevará el reactivo desde la bodega de reactivos hasta el área de tratamiento de residuos y desechos.	1	
120	Medir 6 ml de ácido sulfúrico.	Se medirán 6 ml de ácido sulfúrico calidad reactivo con una pipeta graduada.	2	
130	Verter el ácido en un beaker.	Se colocará el ácido en un beaker de 200 ml, con cuidado de no salpicar dejándolo caer por las paredes del beaker	1	
140	Agregar 100 ml de agua destilada al ácido.	Se agregarán 100 ml de agua destilada al beaker conteniendo el ácido, este se agregará por las paredes del beaker con cuidado de no salpicar.	2	
150	Verter la solución hasta alcanzar pH neutro.	La solución se verterá dentro de la sustancia a tratar utilizando una pipeta graduada, 1 ml a la vez, tomando la medición de pH luego de cada mililitro agregado. Cuando se alcance un pH neutro (6.5-7.5) dejar de agregar la sustancia.	3	
160	Desechar la solución.	Una vez alcanzado un pH neutro se podrá desechar la sustancia siguiendo el procedimiento de descarte de muestras no peligrosas (<i>P-DES-RYD-01</i>), el cual se encuentra detallado en el ANEXO I.	2	
		Tiempo total (min)	24	

Tabla 4.5 Procedimiento para el tratamiento de soluciones conteniendo plata (P-TRA-RYD-04)

Procedimiento para el tratamiento de soluciones conteniendo plata (P-TRA-RYD-04)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
10	Colocarse el equipo protección personal necesario.	Vestir el equipo de protección necesario para el procedimiento a realizar, equipo de uso general para todo procedimiento es gabacha, guantes, mascarilla y lentes de protección.	2	Técnico de Laboratorio
20	Ubicar la/las sustancias a tratar.	Ubicar la sustancia en el estante que corresponda a la clasificación CRETIB del desecho a tratar.	1	
30	Llevar la/las sustancia hasta el área de tratamiento.	Asegurarse la sustancia este bien cerrada, llevarla con cuidado hasta el área de tratamiento de residuos y desechos	1	
40	Ubicar el Ácido clorhídrico.	Este se ubicará en la bodega de reactivos.	1	
	Ubicar el cloruro de sodio	Este se ubicará en la bodega de reactivos.	1	
50	Llevar los reactivos hasta el área de tratamiento.	Si no se cuenta con una solución de cloruro de sodio sobrante de previos procedimientos se deberá preparar, para ello se llevará el reactivo desde la bodega de reactivos hasta el área de tratamiento de residuos y desechos.	1	
60	Pesar 150 gramos de cloruro de sodio o calcio.	Utilizando la balanza semi analítica, pesar 150 gramos de la sal a utilizar, cloruro de sodio.	3	
70	Aforar 500 ml de agua destilada en un beaker.	Se verterán 500 ml de agua destilada en un beaker de 1 litro, el agua se puede tomar directamente desde los bidones de agua destilada de la planta.	1	
80	Verter el cloruro de sodio.	El sólido pesado se colocará dentro de los 500 ml de agua destilada para preparar una solución saturada.	1	
90	Agitar.	Se agitará la solución con un agitador de vidrio hasta que el sólido se disuelva completamente y la solución se vuelva homogénea.	3	
100	Lavar el electrodo del medidor de pH con agua destilada.	Se lavará el electrodo del medidor de pH con un frasco lavador conteniendo agua destilada, para asegurarse que material residual de una antigua medición no interfiera con la medición actual.	1	
110	Medir 10 ml de ácido clorhídrico.	Se medirán 10 ml de ácido clorhídrico utilizando una pipeta volumétrica.	2	
120	Agregar la solución de ácido clorhídrico.	El ácido se verterá dentro de la sustancia a tratar utilizando una pipeta graduada, 1 ml a la	2	

Continua...

**Tabla 4.5 Procedimiento para el tratamiento de soluciones conteniendo plata (P-TRA-RYD-04)
(Continuación)**

Procedimiento para el tratamiento de soluciones conteniendo plata (P-TRA-RYD-04)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
		vez, tomando la medición de pH luego de cada mililitro agregado. Cuando se alcance un pH de 2.0, dejar de agregar el ácido.		Técnico de Laboratorio
130	Verter la solución de cloruro de sodio en la sustancia a tratar.	Se verterán 500 ml de la solución de cloruro de sodio en la sustancia a tratar y se agitará con un agitador de vidrio hasta que se observe la formación de un precipitado.	2	
140	Filtrar.	Se filtrará el precipitado formado haciendo uso del procedimiento para la <i>filtración de sólidos precipitados (P-FIL-RYD-01)</i> .	15	
150	Lavar el electrodo del medidor de pH con agua destilada	Se lavará el electrodo del medidor de pH con un frasco lavador conteniendo agua destilada, para asegurarse que material residual de una antigua medición no interfiera con la medición actual.	1	
160	Medir el pH de la sustancia el medidor de pH	Se encenderá el medidor de pH y se introducirá el electrodo dentro de la sustancia hasta que muestre una medición fija.	1	
170	Si la medición está dentro del rango 6.5-7.5 descartar utilizando el procedimiento de <i>descarte de muestras no peligrosas</i> .	Si la sustancia presenta un pH neutral (6.5-7.5), la sustancia puede ser descartada siguiendo el procedimiento de descarte de muestras no peligrosas, el cual se encuentra detallado en el ANEXO I.	2	
180	Si presenta un pH ácido, ubicar el carbonato de sodio o el carbonato de calcio.	Si el pH de la sustancia es ácido (<6.5) este debe ser neutralizado con carbonato de sodio o de calcio. Este se ubicará en la bodega de reactivos.	1	
190	Llevar el reactivo hasta el área de tratamiento.	Si no se cuenta con una solución de carbonato sobrante de previos procedimientos se deberá preparar, para ello se llevará el reactivo desde la bodega de reactivos hasta el área de tratamiento de residuos y desechos.	1	
200	Pesar 150 gramos de carbonato de sodio o calcio.	Utilizando la balanza semianalítica, pesar 150 gramos de la sal a utilizar, carbonato de sodio o de calcio.	3	
210	Aforar 500 ml de agua destilada en un beaker.	Se verterán 500 ml de agua destilada en un beaker de 1 litro, el agua se puede tomar directamente desde los bidones de agua destilada de la planta.	1	

Continua...

**Tabla 4.5 Procedimiento para el tratamiento de soluciones conteniendo plata (P-TRA-RYD-04)
(Continuación)**

Procedimiento para el tratamiento de soluciones conteniendo plata (P-TRA-RYD-04)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
220	Verter el carbonato de sodio o calcio.	El sólido pesado se colocará dentro de los 500 ml de agua destilada para preparar una solución de 30 % p/p.	1	Técnico de Laboratorio
230	Agitar.	Se agitará la solución con un agitador de vidrio hasta que el sólido se disuelva completamente y la solución se vuelva homogénea.	3	
240	Verter la solución hasta alcanzar pH neutro.	La solución se verterá dentro de la sustancia a tratar utilizando una pipeta graduada, 1 ml a la vez, tomando la medición de pH luego de cada mililitro agregado. Cuando se alcance un pH neutro (6.5-7.5) dejar de agregar la sustancia.	3	
250	Desechar la solución resultante en el drenaje siguiendo el procedimiento de <i>descarte de muestras no peligrosas</i> .	Una vez alcanzado un pH neutro se podrá desechar la sustancia siguiendo el procedimiento de descarte de muestras no peligrosas, el cual se encuentra detallado en el ANEXO I.	2	
		Tiempo total (min)	57	

Tabla 4.6 Procedimiento para el tratamiento de soluciones conteniendo plomo (P-TRA-RYD-05)

Procedimiento para el tratamiento de soluciones conteniendo plomo. (P-TRA-RYD-05)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
10	Colocarse el equipo protección personal necesario.	Vestir el equipo de protección necesario para el procedimiento a realizar, equipo de uso general para todo procedimiento es gabacha, guantes, mascarilla y lentes de protección.	2	Técnico de Laboratorio
20	Ubicar la/las sustancias a tratar.	Ubicar la sustancia en el estante que corresponda a la clasificación CRETIB del desecho a tratar.	1	
30	Llevar la/las sustancia hasta el área de tratamiento.	Asegurarse la sustancia este bien cerrada, llevarla con cuidado hasta el área de tratamiento de residuos y desechos	1	
40	Ubicar el meta silicato de sodio.	Este se ubicará en la bodega de reactivos.	1	
50	Llevar los reactivos hasta el área de tratamiento.	Si no se cuenta con una solución de metasilicato de sodio sobrante de previos procedimientos se deberá preparar, para ello	1	

Continúa...

**Tabla 4.6 Procedimiento para el tratamiento de soluciones conteniendo plomo (P-TRA-RYD-05)
(Continuación)**

Procedimiento para el tratamiento de soluciones conteniendo plomo. (P-TRA-RYD-05)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
		se llevará el reactivo desde la bodega de reactivos hasta el área de tratamiento de residuos y desechos.		Técnico de Laboratorio
60	Pesar 5 gramos de metasilicato de sodio	Utilizando la balanza semianalitica, pesar 5 gramos de la sal a utilizar.	3	
70	Aforar 50 ml de agua destilada en un beaker.	Se verterán 50 ml de agua destilada en un beaker de 100 ml, el agua se puede tomar directamente desde los bidones de agua destilada de la planta.	1	
80	Verter el metasilicato de sodio.	El sólido pesado se colocará dentro de los 50 ml de agua destilada para preparar una solución de 10 % p/p.	1	
90	Agitar.	Se agitará la solución con un agitador de vidrio hasta que el sólido se disuelva completamente y la solución se vuelva homogénea.	3	
100	Verter 100 ml de sustancia un beaker.	Se colocará 100 ml de la sustancia a tratar dentro de un beaker de 500 ml	1	
110	Verter la solución de meta silicato de sodio en la sustancia a tratar.	Se verterán 50 ml de la solución de metasilicato de sodio en la sustancia a tratar y se agitará con un agitador de vidrio hasta que se observe la formación de un precipitado.	1	
120	Filtrar.	Se filtrará el precipitado formado haciendo uso del procedimiento para la <i>filtración de sólidos precipitados (P-FIL-RYD-01)</i> .	15	
130	Lavar el electrodo del medidor de pH con agua destilada.	Se lavará el electrodo del medidor de pH con un frasco lavador conteniendo agua destilada, para asegurarse que material residual de una antigua medición no interfiera con la medición actual.	1	
140	Medir el pH de la sustancia el medidor de pH.	Se encenderá el medidor de pH y se introducirá el electrodo dentro de la sustancia hasta que muestre una medición fija.	1	
150	Si la medición está dentro del rango 6.5-7.5 descartar utilizando el procedimiento de <i>descarte de muestras no peligrosas</i> .	Si la sustancia presenta un pH neutral (6.5-7.5), la sustancia puede ser descartada siguiendo el procedimiento de descarte de muestras no peligrosas, el cual se encuentra detallado en el ANEXO I.	2	

**Tabla 4.6 Procedimiento para el tratamiento de soluciones conteniendo plomo (P-TRA-RYD-05)
(Continuación)**

Procedimiento para el tratamiento de soluciones conteniendo plomo. (P-TRA-RYD-05)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
160	Si presenta un pH ácido, ubicar el carbonato de sodio o el carbonato de calcio.	Si el pH de la sustancia es ácido (<6.5) este debe ser neutralizado con carbonato de sodio o de calcio. Este se ubicará en la bodega de reactivos.	1	Técnico de Laboratorio
170	Llevar el reactivo hasta el área de tratamiento.	Si no se cuenta con una solución de carbonato sobrante de previos procedimientos se deberá preparar, para ello se llevará el reactivo desde la bodega de reactivos hasta el área de tratamiento de residuos y desechos.	1	Continua...
180	Pesar 150 gramos de carbonato de sodio o calcio.	Utilizando la balanza semianalitica, pesar 150 gramos de la sal a utilizar, carbonato de sodio o de calcio.	3	
190	Aforar 500 ml de agua destilada en un beaker.	Se verterán 500 ml de agua destilada en un beaker de 1 litro, el agua se puede tomar directamente desde los bidones de agua destilada de la planta.	1	
200	Verter el carbonato de sodio o calcio.	El sólido pesado se colocará dentro de los 500 ml de agua destilada para preparar una solución de 30 % p/p.	1	
210	Agitar.	Se agitará la solución con un agitador de vidrio hasta que el sólido se disuelva completamente y la solución se vuelva homogénea.	3	
220	Verter la solución hasta alcanzar pH neutro.	La solución se verterá dentro de la sustancia a tratar utilizando una pipeta graduada, 1 ml a la vez, tomando la medición de pH luego de cada mililitro agregado. Cuando se alcance un pH neutro (6.5-7.5) dejar de agregar la sustancia.	3	
230	Dejar reposar por 24 horas.	Se dejará que la solución reaccione por 24 horas.	---	
240	Desechar la solución resultante en el drenaje siguiendo el procedimiento de <i>descarte de muestras no peligrosas</i> .	Una vez separado el filtrado y la solución neutralizada se podrá desechar la sustancia siguiendo el procedimiento de descarte de muestras no peligrosas, el cual se encuentra detallado en el ANEXO I.	2	
		Tiempo total (min)	50	

Tabla 4.7 Procedimiento para el tratamiento de soluciones con presencia de cromo hexavalente (P-TRA-RYD-06)

Procedimiento para el tratamiento de soluciones con presencia de cromo hexavalente (P-TRA-RYD-06)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
10	Colocarse el equipo protección personal necesario.	Vestir el equipo de protección necesario para el procedimiento a realizar, equipo de uso general para todo procedimiento es gabacha, guantes, mascarilla y lentes de protección.	2	Técnico de Laboratorio
20	Ubicar la/las sustancias a tratar.	Ubicar la sustancia en el estante que corresponda a la clasificación CRETIB del desecho a tratar.	1	
30	Llevar la/las sustancia hasta el área de tratamiento.	Asegurarse la sustancia este bien cerrada, llevarla con cuidado hasta el área de tratamiento de residuos y desechos	1	
40	Verter 1 Litro de sustancia un beaker de 2 litros.	Se colocará 1 litro de la sustancia a tratar dentro de un beaker de 2 litros.	1	
50	Ubicar el bisulfito de sodio.	Este se ubicará en la bodega de reactivos.	1	
60	Ubicar el ácido sulfúrico.	Este se ubicará en la bodega de reactivos.	1	
	Ubicar el óxido de calcio.	Este se ubicará en la bodega de reactivos.	1	
70	Llevar los reactivos hasta el área de tratamiento.	Los reactivos se llevarán con sumo cuidado hasta el área de tratamiento.	1	
80	Pesar 50 gramos de bisulfito de sodio.	Utilizando la balanza semianalitica, pesar 50 gramos de la sal a utilizar.	3	
90	Agregar bisulfito de sodio a la sustancia a tratar.	Se agregarán 50 gramos del solido pesado a la sustancia a tratar.	1	
100	Lavar el electrodo del medidor de pH con agua destilada.	Se lavará el electrodo del medidor de pH con un frasco lavador conteniendo agua destilada, para asegurarse que material residual de una antigua medición no interfiera con la medición actual.	3	
110	Medir 10 ml de ácido sulfúrico.	Se medirán 10 ml de ácido sulfúrico utilizando una pipeta volumétrica.	1	
120	Agregar la solución de ácido sulfúrico.	El ácido se verterá dentro de la sustancia a tratar utilizando una pipeta graduada, 1 ml a la vez, tomando la medición de pH luego de cada mililitro agregado. Cuando se	1	

Continua...

Tabla 4.7 Procedimiento para el tratamiento de soluciones con presencia de cromo hexavalente (P-TRA-RYD-06) (Continuación)

Procedimiento para el tratamiento de soluciones con presencia de cromo hexavalente (P-TRA-RYD-06)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
		alcance un pH de 3.5, dejar de agregar el ácido.		Técnico de Laboratorio
130	Pesar 50 gramos de óxido de calcio.	Utilizando la balanza semianalítica, pesar 50 gramos de óxido de calcio.	3	
140	Agregar óxido de calcio a la sustancia a tratar.	Se agregarán 50 gramos del sólido pesado a la sustancia a tratar y agitara.	1	
150	Pesar 50 gramos de bisulfito de sodio.	Utilizando la balanza semianalítica, pesar 50 gramos de la sal a utilizar.	1	
160	Agregar bisulfito de sodio lentamente.	Se agregará bisulfito de sodio lentamente hasta que ya no se observe la formación de precipitado.	2	
170	Filtrar.	Se filtrará el precipitado formado haciendo uso del procedimiento para la filtración de sólidos precipitados (P-FIL-RYD-01).	15	
180	Lavar el electrodo del medidor de pH con agua destilada	Se lavará el electrodo del medidor de pH con un frasco lavador conteniendo agua destilada, para asegurarse que material residual de una antigua medición no interfiera con la medición actual.	1	
190	Medir el pH de la sustancia el medidor de pH.	Se encenderá el medidor de pH y se introducirá el electrodo dentro de la sustancia hasta que muestre una medición fija.	1	
200	Si la medición está dentro del rango 6.5-7.5 descartar utilizando el procedimiento de descarte de muestras no peligrosas.	Si la sustancia presenta un pH neutral (6.5-7.5), la sustancia puede ser descartada siguiendo el procedimiento de descarte de muestras no peligrosas, el cual se encuentra detallado en el ANEXO I.	2	
210	Si presenta un pH ácido, ubicar el carbonato de sodio o el carbonato de calcio.	Si el pH de la sustancia es ácido (<6.5) este debe ser neutralizado con carbonato de sodio o de calcio. Este se ubicará en la bodega de reactivos.	1	
220	Llevar el reactivo hasta el área de tratamiento.	Si no se cuenta con una solución de carbonato sobrante de previos procedimientos se deberá preparar, para ello se llevará el reactivo desde la bodega de reactivos hasta el área de tratamiento de residuos y desechos.	1	

Continua...

Tabla 4.7 Procedimiento para el tratamiento de soluciones con presencia de cromo hexavalente (P-TRA-RYD-06) (Continuación)

Procedimiento para el tratamiento de soluciones con presencia de cromo hexavalente (P-TRA-RYD-06)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
230	Pesar 150 gramos de carbonato de sodio o calcio.	Utilizando la balanza semianalitica, pesar 150 gramos de la sal a utilizar, carbonato de sodio o de calcio.	3	Técnico de Laboratorio
240	Aforar 500 ml de agua destilada en un beaker.	Se verterán 500 ml de agua destilada en un beaker de 1 litro, el agua se puede tomar directamente desde los bidones de agua destilada de la planta.	1	
250	Verter el carbonato de sodio o calcio.	El sólido pesado se colocará dentro de los 500 ml de agua destilada para preparar una solución de 30 % p/p.	1	
260	Agitar.	Se agitará la solución con un agitador de vidrio hasta que el sólido se disuelva completamente y la solución se vuelva homogénea.	3	
270	Verter la solución hasta alcanzar pH neutro.	La solución se verterá dentro de la sustancia a tratar utilizando una pipeta graduada, 1 ml a la vez, tomando la medición de pH luego de cada mililitro agregado. Cuando se alcance un pH neutro (6.5-7.5) dejar de agregar la sustancia.	3	
280	Desechar la solución resultante en el drenaje siguiendo el procedimiento de descarte de muestras no peligrosas.	Una vez alcanzado un pH neutro se podrá desechar la sustancia siguiendo el procedimiento de descarte de muestras no peligrosas, el cual se encuentra detallado en el ANEXO I.	2	
Tiempo total (min)			59	

Tabla 4.8 Procedimiento para el tratamiento de soluciones con presencia del ion permanganato (P-TRA-RYD-07)

Procedimiento para el tratamiento de soluciones con presencia del ion permanganato. (P-TRA-RYD-07)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
10	Colocarse el equipo protección personal necesario.	Vestir el equipo de protección necesario para el procedimiento a realizar, equipo de uso general para todo procedimiento es gabacha, guantes, mascarilla y lentes de protección.	2	Técnico de Laboratorio

Continua...

Tabla 4.8 Procedimiento para el tratamiento de soluciones con presencia del ion permanganato (P-TRA-RYD-07) (Continuación)

Procedimiento para el tratamiento de soluciones con presencia del ion permanganato. (P-TRA-RYD-07)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
20	Ubicar la/las sustancias a tratar.	Ubicar la sustancia en el estante que corresponda a la clasificación CRETIB del desecho a tratar.	1	Técnico de Laboratorio
30	Llevar la/las sustancia hasta el área de tratamiento.	Asegurarse la sustancia este bien cerrada, llevarla con cuidado hasta el área de tratamiento de residuos y desechos	1	
40	Verter 1 Litro de sustancia un beaker de 2 litros.	Se colocará 1 litro de la sustancia a tratar dentro de un beaker de 2 litros.	1	
50	Ubicar el bisulfito de sodio.	Este se ubicará en la bodega de reactivos.	1	
60	Ubicar el ácido sulfúrico.	Este se ubicará en la bodega de reactivos.	1	
70	Pesar 10 gramos de bisulfito de sodio.	Utilizando la balanza semianalitica, pesar 10 gramos de la sal a utilizar.	3	
80	Aforar 100 ml de agua destilada en un beaker.	Se verterán 100 ml de agua destilada en un beaker de 500 ml, el agua se puede tomar directamente desde los bidones de agua destilada de la planta.	1	
90	Verter el bisulfito de sodio.	El sólido pesado se colocará dentro de los 100 ml de agua destilada para preparar una solución de 10 % p/p.	1	
100	Lavar el electrodo del medidor de pH con agua destilada.	Se lavará el electrodo del medidor de pH con un frasco lavador conteniendo agua destilada, para asegurarse que material residual de una antigua medición no interfiera con la medición actual.	3	
110	Medir 10 ml de ácido sulfúrico.	Se medirán 10 ml de ácido sulfúrico utilizando una pipeta volumétrica.	1	
120	Agregar la solución de ácido sulfúrico.	El ácido se verterá dentro de la sustancia a tratar utilizando una pipeta graduada, 1 ml a la vez, tomando la medición de pH luego de cada mililitro agregado. Cuando se alcance un pH de 2.0, dejar de agregar el ácido.	1	
130	Colocar el beaker en la cámara extractora.	Se colocará el beaker con la sustancia siendo tratada dentro de la cámara extractora de gases para evitar la acumulación de gases tóxicos.	1	
140	Verter la solución de bisulfito lentamente.	Se verterá lentamente la solución de bisulfito de sodio la beaker con la sustancia a tratar,	2	

Continua...

Tabla 4.8 Procedimiento para el tratamiento de soluciones con presencia del ion permanganato (P-TRA-RYD-07) (Continuación)

Procedimiento para el tratamiento de soluciones con presencia del ion permanganato. (P-TRA-RYD-07)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
		hasta que se elimine el color purpura característico del permanganato.		Técnico de Laboratorio
150	Lavar el electrodo del medidor de pH con agua destilada.	Se lavará el electrodo del medidor de pH con un frasco lavador conteniendo agua destilada, para asegurarse que material residual de una antigua medición no interfiera con la medición actual.	1	
160	Medir el pH de la sustancia el medidor de pH.	Se encenderá el medidor de pH y se introducirá el electrodo dentro de la sustancia hasta que muestre una medición fija.	1	
170	Si la medición está dentro del rango 6.5-7.5 descartar utilizando el procedimiento de descarte de muestras no peligrosas.	Si la sustancia presenta un pH neutral (6.5-7.5), la sustancia puede ser descartada siguiendo el procedimiento de descarte de muestras no peligrosas, el cual se encuentra detallado en el ANEXO I.	2	
180	Si presenta un pH ácido, ubicar el carbonato de sodio o el carbonato de calcio.	Si el pH de la sustancia es ácido (<6.5) este debe ser neutralizado con carbonato de sodio o de calcio. Este se ubicará en la bodega de reactivos.	1	
190	Llevar el reactivo hasta el área de tratamiento.	Si no se cuenta con una solución de carbonato sobrante de previos procedimientos se deberá preparar, para ello se llevará el reactivo desde la bodega de reactivos hasta el área de tratamiento de residuos y desechos.	1	
200	Pesar 150 gramos de carbonato de sodio o calcio.	Utilizando la balanza semianalítica, pesar 150 gramos de la sal a utilizar, carbonato de sodio o de calcio.	3	
210	Aforar 500 ml de agua destilada en un beaker.	Se verterán 500 ml de agua destilada en un beaker de 1 litro, el agua se puede tomar directamente desde los bidones de agua destilada de la planta.	1	
220	Verter el carbonato de sodio o calcio.	El sólido pesado se colocará dentro de los 500 ml de agua destilada para preparar una solución de 30 % p/p.	1	
230	Agitar.	Se agitará la solución con un agitador de vidrio hasta que el sólido se disuelva	3	

Continua...

Tabla 4.8 Procedimiento para el tratamiento de soluciones con presencia del ion permanganato (P-TRA-RYD-07) (Continuación)

Procedimiento para el tratamiento de soluciones con presencia del ion permanganato. (P-TRA-RYD-07)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
		completamente y la solución se vuelva homogénea.		Técnico de Laboratorio
240	Verter la solución hasta alcanzar pH neutro.	La solución se verterá dentro de la sustancia a tratar utilizando una pipeta graduada, 1 ml a la vez, tomando la medición de pH luego de cada mililitro agregado. Cuando se alcance un pH neutro (6.5-7.5) dejar de agregar la sustancia.	3	
250	Desechar la solución resultante en el drenaje siguiendo el procedimiento de descarte de muestras no peligrosas.	Una vez alcanzado un pH neutro se podrá desechar la sustancia siguiendo el procedimiento de descarte de muestras no peligrosas, el cual se encuentra detallado en el ANEXO I.	2	
		Tiempo total (min)	39	

Tabla 4.9 Procedimiento para el tratamiento de soluciones conteniendo mercurio. (P-TRA-RYD-08)

Procedimiento para el tratamiento de soluciones conteniendo mercurio. (P-TRA-RYD-08)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
10	Colocarse el equipo protección personal necesario.	Vestir el equipo de protección necesario para el procedimiento a realizar, equipo de uso general para todo procedimiento es gabacha, guantes, mascarilla y lentes de protección.	2	Técnico de Laboratorio
20	Ubicar la/las sustancias a tratar.	Ubicar la sustancia en el estante que corresponda a la clasificación CRETIB del desecho a tratar.	1	
30	Llevar la/las sustancia hasta el área de tratamiento.	Asegurarse la sustancia este bien cerrada, llevarla con cuidado hasta el área de tratamiento de residuos y desechos	1	
40	Verter 100 ml de sustancia un beaker.	Se colocará 100 ml de la sustancia a tratar dentro de un beaker de 500.	1	
50	Ubicar el sulfuro de sodio.	Este se ubicará en la bodega de reactivos.	1	

Continua...

**Tabla 4.9 Procedimiento para el tratamiento de soluciones conteniendo mercurio. (P-TRA-RYD-08)
(Continuación)**

Procedimiento para el tratamiento de soluciones conteniendo mercurio. (P-TRA-RYD-08)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
60	Ubicar el hidróxido de sodio.	Este se ubicará en la bodega de reactivos.	1	Técnico de Laboratorio
70	Llevar los reactivos hasta el área de tratamiento.	Si no se cuenta con una solución de sulfuro o hidróxido de sodio sobrante de previos procedimientos se deberá preparar, para ello se llevará el reactivo desde la bodega de reactivos hasta el área de tratamiento de residuos y desechos.	1	
80	Pesar 25 gramos hidróxido de sodio.	Utilizando la balanza semi analítica, pesar 25 gramos de hidróxido de sodio.	3	
90	Aforar 500 ml de agua destilada en un beaker.	Se verterán 500 ml de agua destilada en un beaker de 1 litro, el agua se puede tomar directamente desde los bidones de agua destilada de la planta.	1	
100	Verter el hidróxido de sodio.	El sólido pesado se colocará dentro de los 500 ml de agua destilada para preparar una solución de 5 % p/p.	1	
110	Agitar.	Se agitará la solución con un agitador de vidrio hasta que el sólido se disuelva completamente y la solución se vuelva homogénea.	2	
120	Pesar 20 gramos sulfuro de sodio.	Utilizando la balanza semianalítica, pesar 20 gramos de sulfuro de sodio.	3	
130	Aforar 200 ml de agua destilada en un beaker.	Se verterán 200 ml de agua destilada en un beaker de 500 ml, el agua se puede tomar directamente desde los bidones de agua destilada de la planta.	1	
140	Verter el sulfuro de sodio.	El sólido pesado se colocará dentro de los 500 ml de agua destilada para preparar una solución de 10 % p/v.	1	
150	Agitar.	Se agitará la solución con un agitador de vidrio hasta que el sólido se disuelva completamente y la solución se vuelva homogénea.	2	
160	Verter la solución de hidróxido de sodio.	Se verterá 200 ml de la solución de hidróxido de sodio al beaker con la solución a tratar.	1	
170	Medir 25 ml de la solución de sulfuro de sodio.	Se medirán 25 ml de la solución de sulfuro de sodio con una pipeta volumétrica.	1	

Continua...

**Tabla 4.9 Procedimiento para el tratamiento de soluciones conteniendo mercurio. (P-TRA-RYD-08)
(Continuación)**

Procedimiento para el tratamiento de soluciones conteniendo mercurio. (P-TRA-RYD-08)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
180	Agregar la solución de sulfuro de sodio.	Se agregará la solución de sulfuro de sodio lentamente al beaker con la solución siendo tratada, hasta que ya no se observe la formación de precipitado.	2	Técnico de Laboratorio
190	Filtrar.	Se filtrará el precipitado formado haciendo uso del procedimiento para la filtración de sólidos precipitados (P-FIL-RYD-01).	15	
200	Lavar el electrodo del medidor de pH con agua destilada.	Se lavará el electrodo del medidor de pH con un frasco lavador conteniendo agua destilada, para asegurarse que material residual de una antigua medición no interfiera con la medición actual.	1	
210	Medir el pH de la sustancia el medidor de pH.	Se encenderá el medidor de pH y se introducirá el electrodo dentro de la sustancia hasta que muestre una medición fija.	1	
220	Si la medición está dentro del rango 6.5-7.5, desechar la sustancia.	Si la sustancia presenta un pH neutral (6.5-7.5), la sustancia puede ser descartada siguiendo el procedimiento de descarte de muestras no peligrosas (P-DES-RYD-01), el cual se encuentra detallado en el ANEXO I.	2	
230	Si presenta un pH alcalino, ubicar el ácido sulfúrico.	Si el pH de la sustancia es alcalino (>7.5) este debe ser neutralizado con ácido sulfúrico. Este se ubicará en la bodega de reactivos.	1	
240	Llevar el reactivo hasta el área de tratamiento.	Si no se cuenta con una solución de ácido sulfúrico sobrante de previos procedimientos se deberá preparar, para ello se llevará el reactivo desde la bodega de reactivos hasta el área de tratamiento de residuos y desechos.	1	
250	Medir 6 ml de ácido sulfúrico.	Se medirán 6 ml de ácido sulfúrico calidad reactivo con una pipeta graduada.	2	
260	Verter el ácido en un beaker.	Se colocará el ácido en un beaker de 200 ml, con cuidado de no salpicar dejándolo caer por las paredes del beaker	1	
270	Agregar 100 ml de agua destilada al ácido.	Se agregarán 100 ml de agua destilada al beaker conteniendo el ácido, este se agregará por las paredes del beaker con cuidado de no salpicar.	2	
280	Verter la solución hasta alcanzar pH neutro.	La solución se verterá dentro de la sustancia a tratar utilizando una pipeta graduada, 1 ml a la vez, tomando la medición de pH luego de cada mililitro agregado. Cuando se alcance un pH neutro (6.5-7.5) dejar de agregar la sustancia.	3	

Continúa...

**Tabla 4.9 Procedimiento para el tratamiento de soluciones conteniendo mercurio. (P-TRA-RYD-08)
(Continuación)**

Procedimiento para el tratamiento de soluciones conteniendo mercurio. (P-TRA-RYD-08)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
290	Desechar la solución.	Una vez alcanzado un pH neutro se podrá desechar la sustancia siguiendo el procedimiento de descarte de muestras no peligrosas (P-DES-RYD-01), el cual se encuentra detallado en el ANEXO I.	2	Técnico de Laboratorio
Tiempo total (min)			57	

Tabla 4.10 Procedimiento para el tratamiento de soluciones de sales de cationes metálicos (P-TRA-RYD-09)

Procedimiento para el tratamiento de soluciones de sales de cationes metálicos. (P-TRA-RYD-09)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
10	Colocarse el equipo protección personal necesario.	Vestir el equipo de protección necesario para el procedimiento a realizar, equipo de uso general para todo procedimiento es gabacha, guantes, mascarilla y lentes de protección.	2	Técnico de Laboratorio
20	Ubicar la/las sustancias a tratar.	Ubicar la sustancia en el estante que corresponda a la clasificación CRETIB del desecho a tratar.	1	
30	Llevar la/las sustancia hasta el área de tratamiento.	Asegurarse la sustancia este bien cerrada, llevarla con cuidado hasta el área de tratamiento de residuos y desechos	1	
40	Verter 1 Litro de sustancia un beaker de 2 litros.	Se colocará 1 litro de la sustancia a tratar dentro de un beaker de 2 litros.	1	
50	Ubicar el carbonato de sodio.	Este se ubicará en la bodega de reactivos.	1	
60	Agregar el carbonato de sodio.	Se agregará carbonato de sodio de forma lenta y controlada a la sustancia a tratar hasta que ya no se observe una formación de precipitado.	3	
70	Filtrar.	Se filtrará el precipitado formado haciendo uso del procedimiento para la filtración de solidos precipitados (P-FIL-RYD-01).	15	
80	Lavar el electrodo del medidor de pH con agua destilada.	Se lavará el electrodo del medidor de pH con un frasco lavador conteniendo agua destilada, para asegurarse que material residual de una antigua medición no interfiera con la medición actual.	1	

Continua...

Tabla 4.10 Procedimiento para el tratamiento de soluciones de sales de cationes metálicos (P-TRA-RYD-09) (Continuación)

Procedimiento para el tratamiento de soluciones de sales de cationes metálicos. (P-TRA-RYD-09)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
90	Medir el pH de la sustancia el medidor de pH.	Se encenderá el medidor de pH y se introducirá el electrodo dentro de la sustancia hasta que muestre una medición fija.	1	Técnico de Laboratorio
100	Si la medición está dentro del rango 6.5-7.5, desechar la sustancia.	Si la sustancia presenta un pH neutral (6.5-7.5), la sustancia puede ser descartada siguiendo el procedimiento de descarte de muestras no peligrosas (P-DES-RYD-01), el cual se encuentra detallado en el ANEXO I.	2	
110	Si presenta un pH alcalino, ubicar el ácido sulfúrico.	Si el pH de la sustancia es alcalino (>7.5) este debe ser neutralizado con ácido sulfúrico. Este se ubicará en la bodega de reactivos.	1	
120	Llevar el reactivo hasta el área de tratamiento.	Si no se cuenta con una solución de ácido sulfúrico sobrante de previos procedimientos se deberá preparar, para ello se llevará el reactivo desde la bodega de reactivos hasta el área de tratamiento de residuos y desechos.	1	
130	Medir 6 ml de ácido sulfúrico.	Se medirán 6 ml de ácido sulfúrico calidad reactiva con una pipeta graduada.	2	
140	Verter el ácido en un beaker.	Se colocará el ácido en un beaker de 200 ml, con cuidado de no salpicar dejándolo caer por las paredes del beaker	1	
150	Agregar 100 ml de agua destilada al ácido.	Se agregarán 100 ml de agua destilada al beaker conteniendo el ácido, este se agregará por las paredes del beaker con cuidado de no salpicar.	2	
160	Verter la solución hasta alcanzar pH neutro.	La solución se verterá dentro de la sustancia a tratar utilizando una pipeta graduada, 1 ml a la vez, tomando la medición de pH luego de cada mililitro agregado. Cuando se alcance un pH neutro (6.5-7.5) dejar de agregar la sustancia.	3	
170	Desechar la solución.	Una vez alcanzado un pH neutro se podrá desechar la sustancia siguiendo el procedimiento de descarte de muestras no peligrosas (P-DES-RYD-01), el cual se encuentra detallado en el ANEXO I.	2	
		Tiempo total (min)	41	

Tabla 4.11 Procedimiento para el tratamiento de soluciones de sales de hierro. (P-TRA-RYD-10)

Procedimiento para el tratamiento de soluciones de sales de hierro. (P-TRA-RYD-10)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
10	Colocarse el equipo protección personal necesario.	Vestir el equipo de protección necesario para el procedimiento a realizar, equipo de uso general para todo procedimiento es gabacha, guantes, mascarilla y lentes de protección.	2	Técnico de Laboratorio
20	Ubicar la/las sustancias a tratar.	Ubicar la sustancia en el estante que corresponda a la clasificación CRETIB del desecho a tratar.	1	
30	Llevar la/las sustancia hasta el área de tratamiento.	Asegurarse la sustancia este bien cerrada, llevarla con cuidado hasta el área de tratamiento de residuos y desechos	1	
40	Verter 200 ml de sustancia un beaker.	Se colocará 200 ml de la sustancia a tratar dentro de un beaker de 500 ml.	1	
50	Ubicar el óxido de calcio.	Este se ubicará en la bodega de reactivos.	1	
60	Llevar los reactivos hasta el área de tratamiento.	Llevar el reactivo con cuidado hasta el área de tratamiento para su uso.	1	
70	Agregar el óxido de calcio.	Se agregará oxido de calcio de forma lenta y controlada a la sustancia a tratar hasta que ya no se observe una formación de precipitado color marrón, agitar con un agitador de vidrio.	3	
80	Dejar reposar por 24 horas.	Se dejará reposar por 24 horas para asegurar una reacción completa y una buena separación del precipitado.	---	
90	Filtrar.	Se filtrará el precipitado formado haciendo uso del procedimiento para la filtración de solidos precipitados (P-FIL-RYD-01).	15	
100	Lavar el electrodo del medidor de pH con agua destilada.	Se lavará el electrodo del medidor de pH con un frasco lavador conteniendo agua destilada, para asegurarse que material residual de una antigua medición no interfiera con la medición actual.	1	
110	Medir el pH de la sustancia el medidor de pH.	Se encenderá el medidor de pH y se introducirá el electrodo dentro de la sustancia hasta que muestre una medición fija.	1	
120	Si la medición está dentro del rango 6.5-7.5, desechar la sustancia.	Si la sustancia presenta un pH neutral (6.5-7.5), la sustancia puede ser descartada siguiendo el procedimiento de descarte de muestras no peligrosas (P-DES-RYD-01), el cual se encuentra detallado en el ANEXO I.	2	

Continua...

**Tabla 4.11 Procedimiento para el tratamiento de soluciones de sales de hierro. (P-TRA-RYD-10)
(Continuación)**

Procedimiento para el tratamiento de soluciones de sales de hierro. (P-TRA-RYD-10)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
130	Si presenta un pH alcalino, ubicar el ácido sulfúrico.	Si el pH de la sustancia es alcalino (>7.5) este debe ser neutralizado con ácido sulfúrico. Este se ubicará en la bodega de reactivos.	1	Técnico de Laboratorio
140	Llevar el reactivo hasta el área de tratamiento.	Si no se cuenta con una solución de ácido sulfúrico sobrante de previos procedimientos se deberá preparar, para ello se llevará el reactivo desde la bodega de reactivos hasta el área de tratamiento de residuos y desechos.	1	
150	Medir 6 ml de ácido sulfúrico.	Se medirán 6 ml de ácido sulfúrico calidad reactivo con una pipeta graduada.	2	
160	Verter el ácido en un beaker.	Se colocará el ácido en un beaker de 200 ml, con cuidado de no salpicar dejándolo caer por las paredes del beaker	1	
170	Agregar 100 ml de agua destilada al ácido.	Se agregarán 100 ml de agua destilada al beaker conteniendo el ácido, este se agregará por las paredes del beaker con cuidado de no salpicar.	2	
180	Verter la solución hasta alcanzar pH neutro.	La solución se verterá dentro de la sustancia a tratar utilizando una pipeta graduada, 1 ml a la vez, tomando la medición de pH luego de cada mililitro agregado. Cuando se alcance un pH neutro (6.5-7.5) dejar de agregar la sustancia.	3	
190	Desechar la solución.	Una vez alcanzado un pH neutro se podrá desechar la sustancia siguiendo el procedimiento de descarte de muestras no peligrosas (P-DES-RYD-01), el cual se encuentra detallado en el ANEXO I.	2	
		Tiempo total (min)	41	

**Tabla 4.12 Procedimiento para el tratamiento de soluciones de ferrocianuro y ferricianuro
(P-TRA-RYD-11)**

Procedimiento para el tratamiento de soluciones de ferrocianuro y ferricianuro (P-TRA-RYD-11)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
10	Colocarse el equipo protección personal necesario.	Vestir el equipo de protección necesario para el procedimiento a realizar, equipo de uso general para todo procedimiento es gabacha, guantes, mascarilla y lentes de protección.	2	Técnico de Laboratorio

Continua...

Tabla 4.12 Procedimiento para el tratamiento de soluciones de ferrocianuro y ferricianuro (P-TRA-RYD-11) (Continuación)

Procedimiento para el tratamiento de soluciones de ferrocianuro y ferricianuro (P-TRA-RYD-11)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
20	Ubicar la/las sustancias a tratar.	Ubicar la sustancia en el estante que corresponda a la clasificación CRETIB del desecho a tratar.	1	Técnico de Laboratorio
30	Llevar la/las sustancia hasta el área de tratamiento.	Asegurarse la sustancia este bien cerrada, llevarla con cuidado hasta el área de tratamiento de residuos y desechos	1	
40	Verter 500 ml de sustancia un beaker.	Se colocará 500 ml de la sustancia a tratar dentro de un beaker de 2 Litros.	1	
50	Ubicar el hidróxido de sodio.	Este se ubicará en la bodega de reactivos.	1	
60	Ubicar el hipoclorito de sodio.	Este se ubicará en la bodega de reactivos.	1	
70	Llevar los reactivos hasta el área de tratamiento.	Llevar el reactivo con cuidado hasta el área de tratamiento para su uso.	1	
80	Pesar 150 gramos hidróxido de sodio.	Utilizando la balanza semianalitica, pesar 150 gramos de hidróxido de sodio.	3	
90	Aforar 500 ml de agua destilada en un beaker.	Se verterán 500 ml de agua destilada en un beaker de 1 litro, el agua se puede tomar directamente desde los bidones de agua destilada de la planta.	1	
100	Verter el hidróxido de sodio.	El sólido pesado se colocará dentro de los 500 ml de agua destilada para preparar una solución de 30 % p/v.	1	
110	Agitar.	Se agitará la solución con un agitador de vidrio hasta que el sólido se disuelva completamente y la solución se vuelva homogénea.	3	
120	Agregar las solución de hidróxido de sodio.	Se verterá la solución de hidróxido de sodio en la solución de la muestra a tratar de manera lenta y controlada, con cuidado de no derramar o salpicar.	1	
130	Medir 1 L de hipoclorito de sodio.	Se medirán 1 L de hipoclorito de sodio al 5 % o "lejía coun" en un beaker de 1 L con cuidado de no salpicar.	1	
140	Agregar la solución de hipoclorito.	Se verterá la solución de hipoclorito al 5 % al beaker con la sustancia siendo tratada, agregándola poco a poco con cuidado de no salpicar.	1	

Tabla 4.12 Procedimiento para el tratamiento de soluciones de ferrocianuro y ferricianuro (P-TRA-RYD-11) (Continuación)

Procedimiento para el tratamiento de soluciones de ferrocianuro y ferricianuro (P-TRA-RYD-11)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
150	Agitar durante 3 horas.	Se agitará la solución durante 3 horas para asegurar una buena mezcla y reacción, para esto se puede utilizar un agitador magnético.	180	Técnico de Laboratorio
160	Lavar el electrodo del medidor de pH con agua destilada.	Se lavará el electrodo del medidor de pH con un frasco lavador conteniendo agua destilada, para asegurarse que material residual de una antigua medición no interfiera con la medición actual.	1	
170	Medir el pH de la sustancia el medidor de pH.	Se encenderá el medidor de pH y se introducirá el electrodo dentro de la sustancia hasta que muestre una medición fija.	1	
180	Si la medición está dentro del rango 6.5-7.5, desechar la sustancia.	Si la sustancia presenta un pH neutral (6.5-7.5), la sustancia puede ser descartada siguiendo el procedimiento de descarte de muestras no peligrosas (P-DES-RYD-01), el cual se encuentra detallado en el ANEXO I.	2	
190	Si presenta un pH alcalino, ubicar el ácido sulfúrico.	Si el pH de la sustancia es alcalino (>7.5) este debe ser neutralizado con ácido sulfúrico. Este se ubicará en la bodega de reactivos.	1	
200	Llevar el reactivo hasta el área de tratamiento.	Si no se cuenta con una solución de ácido sulfúrico sobrante de previos procedimientos se deberá preparar, para ello se llevará el reactivo desde la bodega de reactivos hasta el área de tratamiento de residuos y desechos.	1	
210	Medir 6 ml de ácido sulfúrico.	Se medirán 6 ml de ácido sulfúrico calidad reactivo con una pipeta graduada.	2	
220	Verter el ácido en un beaker.	Se colocará el ácido en un beaker de 200 ml, con cuidado de no salpicar dejándolo caer por las paredes del beaker	1	
230	Agregar 100 ml de agua destilada al ácido.	Se agregarán 100 ml de agua destilada al beaker conteniendo el ácido, este se agregará por las paredes del beaker con cuidado de no salpicar.	2	
240	Verter la solución hasta alcanzar pH neutro.	La solución se verterá dentro de la sustancia a tratar utilizando una pipeta graduada, 1 ml a la vez, tomando la medición de pH luego de cada mililitro agregado. Cuando se alcance un pH neutro (6.5-7.5) dejar de agregar la sustancia.	3	
250	Desechar la solución.	Una vez alcanzado un pH neutro se podrá desechar la sustancia siguiendo el procedimiento de descarte de muestras no	2	

Tabla 4.12 Procedimiento para el tratamiento de soluciones de ferrocianuro y ferricianuro (P-TRA-RYD-11) (Continuación)

Procedimiento para el tratamiento de soluciones de ferrocianuro y ferricianuro (P-TRA-RYD-11)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
		peligrosas (P-DES-RYD-01), el cual se encuentra detallado en el ANEXO I.		Técnico de Laboratorio
		Tiempo total (min)	216	

Tabla 4.13 Procedimiento para el tratamiento y disposición de solventes halogenados (P-TRA-RYD-13)

Procedimiento para el tratamiento y disposición de solventes halogenados. (P-TRA-RYD-13)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
10	Colocarse el equipo protección personal necesario.	Vestir el equipo de protección necesario para el procedimiento a realizar, equipo de uso general para todo procedimiento es gabacha, guantes, mascarilla y lentes de protección.	2	Técnico de Laboratorio
20	Ubicar la/las sustancias a tratar.	Ubicar la sustancia en el estante que corresponda a la clasificación CRETIB del desecho a tratar.	1	
30	Llevar la/las sustancia hasta el área de tratamiento.	Asegurarse la sustancia este bien cerrada, llevarla con cuidado hasta el área de tratamiento de residuos y desechos	1	
40	Verter 2 litros de sustancia un beaker.	Se colocará 2 litros de la sustancia a tratar dentro de un beaker de 5 Litros.	1	
50	Ubicar el carbonato de sodio o de calcio.	Este se ubicará en la bodega de reactivos.	1	
60	Llevar los reactivos hasta el área de tratamiento.	Llevar el reactivo con cuidado hasta el área de tratamiento para su uso.	1	
70	Pesar 2 Kg de carbonato de sodio o de calcio.	Utilizando la balanza granataria, pesar 2 Kg de la sal a utilizar, carbonato de sodio o de calcio.	3	
80	Verter el solvente no halogenado a tratar, sobre el sólido.	Se verterá la sustancia a tratar sobre el sólido pesado, para que este absorba el solvente.	1	
90	Encender el incinerador.	Se encenderá el incinerador con cuidado para evitar quemaduras.	1	
100	Esperar que este alcance la temperatura necesaria.	Se dejará que el horno del incinerador alcance la temperatura necesaria para la combustión del desecho.	20	

Continua...

Tabla 4.13 Procedimiento para el tratamiento y disposición de solventes halogenados (P-TRA-RYD-13) (Continuación)

Procedimiento para el tratamiento y disposición de solventes halogenados. (P-TRA-RYD-13)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
110	Introducir el sólido mezclado con el solvente.	Se agregará el sólido mezclado con el solvente al horno del incinerador, con cuidado de no tocar las paredes de este.	1	Técnico de Laboratorio
120	Esperar que el desecho se incinere.	Se dará el tiempo suficiente para que el calor y las llamas quemen el desecho que se espera destruir.	10	
130	Dejar que el incinerador enfrié.	Se apagará y se dejará que el incinerador alcance una temperatura que permita tocarlo sin provocar quemaduras.	20	
140	Limpiar el horno de incinerador.	Se limpiará el interior del horno del incinerador para evitar que este se desgaste por los residuos de la incineración.	5	
		Tiempo total (min)	69	

Tabla 4.14 Procedimiento para el tratamiento y disposición de solventes no halogenados: alcohol (P-TRA-RYD-14)

Procedimiento para el tratamiento y disposición de solventes no halogenados: alcohol (P-TRA-RYD-14)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
10	Colocarse el equipo protección personal necesario.	Vestir el equipo de protección necesario para el procedimiento a realizar, equipo de uso general para todo procedimiento es gabacha, guantes, mascarilla y lentes de protección.	2	Técnico de Laboratorio
20	Ubicar la/las sustancias a tratar.	Ubicar la sustancia en el estante que corresponda a la clasificación CRETIB del desecho a tratar.	1	
30	Llevar la/las sustancia hasta el área de tratamiento.	Asegurarse la sustancia este bien cerrada, llevarla con cuidado hasta el área de tratamiento de residuos y desechos	1	
40	Encender el incinerador.	Se encenderá el incinerador con cuidado para evitar quemaduras.	1	
50	Esperar que este alcance la temperatura necesaria.	Se dejará que el horno del incinerador alcance la temperatura necesaria para la combustión del desecho.	20	

Continua...

Tabla 4.14 Procedimiento para el tratamiento y disposición de solventes no halogenados: alcohol (P-TRA-RYD-14) (Continuación)

Procedimiento para el tratamiento y disposición de solventes no halogenados: alcohol (P-TRA-RYD-14)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
60	Introducir la sustancia a destruir en horno.	Se agregará el solvente al horno del incinerador, con cuidado de no tocar las paredes de este.	1	Técnico de Laboratorio
70	Esperar que el desecho se incinere.	Se dará el tiempo suficiente para que el calor y las llamas quemem el desecho que se espera destruir.	10	
80	Dejar que el incinerador enfrié.	Se apagará y se dejará que el incinerador alcance una temperatura que permita tocarlo sin provocar quemaduras.	20	
90	Limpiar el horno de incinerador.	Se limpiará el interior del horno del incinerador para evitar que este se desgaste por los residuos de la incineración.	5	
		Tiempo total (min)	61	

Tabla 4.15 Procedimiento para el tratamiento de solventes no halogenados: cetonas. (P-TRA-RYD-15)

Procedimiento para el tratamiento de solventes no halogenados: cetonas. (P-TRA-RYD-15)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
10	Colocarse el equipo protección personal necesario.	Vestir el equipo de protección necesario para el procedimiento a realizar, equipo de uso general para todo procedimiento es gabacha, guantes, mascarilla y lentes de protección.	2	Técnico de Laboratorio
20	Ubicar la/las sustancias a tratar.	Ubicar la sustancia en el estante que corresponda a la clasificación CRETIB del desecho a tratar.	1	
30	Llevar la/las sustancia hasta el área de tratamiento.	Asegurarse la sustancia este bien cerrada, llevarla con cuidado hasta el área de tratamiento de residuos y desechos.	1	
40	Encender el incinerador.	Se encenderá el incinerador con cuidado para evitar quemaduras.	1	
50	Esperar que este alcance la temperatura necesaria.	Se dejará que el horno del incinerador alcance la temperatura necesaria para la combustión del desecho.	20	

Continua...

**Tabla 4.15 Procedimiento para el tratamiento de solventes no halogenados: cetonas.
(P-TRA-RYD-15) (Continuación)**

Procedimiento para el tratamiento de solventes no halogenados: cetonas. (P-TRA-RYD-15)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
60	Introducir la sustancia a destruir en horno.	Se agregará el solvente al horno del incinerador, con cuidado de no tocar las paredes de este.	1	
70	Esperar que el desecho se incinere.	Se dará el tiempo suficiente para que el calor y las llamas quemem el desecho que se espera destruir.	10	
80	Dejar que el incinerador enfrié.	Se apagará y se dejará que el incinerador alcance una temperatura que permita tocarlo sin provocar quemaduras.	20	
90	Limpiar el horno de incinerador.	Se limpiará el interior del horno del incinerador para evitar que este se desgaste por los residuos de la incineración.	5	
		Tiempo total (min)	61	

Tabla 4.16 Procedimiento para el tratamiento de solventes no Halogenados: Hidrocarburos Cíclicos y alifáticos (P-TRA-RYD-16)

Procedimiento para el tratamiento de solventes no Halogenados: Hidrocarburos Cíclicos y alifáticos (P-TRA-RYD-16)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
10	Colocarse el equipo protección personal necesario.	Vestir el equipo de protección necesario para el procedimiento a realizar, equipo de uso general para todo procedimiento es gabacha, guantes, mascarilla y lentes de protección.	2	Técnico de Laboratorio
20	Ubicar la/las sustancias a tratar.	Ubicar la sustancia en el estante que corresponda a la clasificación CRETIB del desecho a tratar.	1	
30	Llevar la/las sustancia hasta el área de tratamiento.	Asegurarse la sustancia este bien cerrada, llevarla con cuidado hasta el área de tratamiento de residuos y desechos.	1	
40	Encender el incinerador.	Se encenderá el incinerador con cuidado para evitar quemaduras.	1	
50	Esperar que este alcance la temperatura necesaria.	Se dejará que el horno del incinerador alcance la temperatura necesaria para la combustión del desecho.	20	

Continua...

Tabla 4.16 Procedimiento para el tratamiento de solventes no Halogenados: Hidrocarburos Cíclicos y alifáticos (P-TRA-RYD-16) (Continuación)

Procedimiento para el tratamiento de solventes no Halogenados: Hidrocarburos Cíclicos y alifáticos (P-TRA-RYD-16)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
60	Introducir la sustancia a destruir en horno.	Se agregará el solvente al horno del incinerador, con cuidado de no tocar las paredes de este.	1	Técnico de Laboratorio
70	Esperar que el desecho se incinere.	Se dará el tiempo suficiente para que el calor y las llamas quemem el desecho que se espera destruir.	10	
80	Dejar que el incinerador enfrié.	Se dejará que el incinerador alcance una temperatura que permita tocarlo sin provocar quemaduras.	20	
90	Limpiar el horno de incinerador.	Se limpiará el interior del horno del incinerador para evitar que este se desgaste por los residuos de la incineración.	5	
		Tiempo total (min)	61	

Tabla 4.17 Procedimiento para el tratamiento y disposición del ácido pícrico. (P-TRA-RYD-19)

Procedimiento para el tratamiento y disposición del ácido pícrico. (P-TRA-RYD-19)				
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable
10	Colocarse el equipo protección personal necesario.	Vestir el equipo de protección necesario para el procedimiento a realizar, equipo de uso general para todo procedimiento es gabacha, guantes, mascarilla y lentes de protección.	2	Técnico de Laboratorio
20	Ubicar la/las sustancias a tratar.	Ubicar la sustancia en el estante que corresponda a la clasificación CRETIB del desecho a tratar.	1	
30	Llevar la/las sustancia hasta el área de tratamiento.	Asegurarse la sustancia este bien cerrada, llevarla con cuidado hasta el área de tratamiento de residuos y desechos.	1	
40	Ubicar el hidróxido de sodio.	Este se ubicará en la bodega de reactivos.	1	
50	Ubicar el sulfuro de sodio.	Este se ubicará en la bodega de reactivos.	1	
60	Llevar los reactivos hasta el área de tratamiento.	Llevar el reactivo con cuidado hasta el área de tratamiento para su uso.	1	

Continua...

**Tabla 4.17 Procedimiento para el tratamiento y disposición del ácido pícrico. (P-TRA-RYD-19)
(Continuación)**

Procedimiento para el tratamiento y disposición del ácido pícrico. (P-TRA-RYD-19)					
Paso	Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Responsable	
70	Pesar 0.13 gramos hidróxido de sodio.	Utilizando la balanza semianalítica, pesar 0.13 gramos de hidróxido de sodio.	3	Técnico de Laboratorio	
80	Aforar 25 ml de agua destilada en un beaker.	Se verterán 25 ml de agua destilada en un beaker de 100 ml, el agua se puede tomar directamente desde los bidones de agua destilada de la planta.	1		
90	Verter el hidróxido de sodio.	El sólido pesado se colocará dentro de los 25 ml de agua destilada para preparar una solución.	1		
100	Agitar.	Se agitará la solución con un agitador de vidrio hasta que el sólido se disuelva completamente y la solución se vuelva homogénea.	2		
110	Pesar 2.7 gramos sulfuro de sodio.	Utilizando la balanza semianalítica, pesar 2.7 gramos de sulfuro de sodio.	3		
120	Verter el sulfuro de sodio	El sólido pesado se colocará dentro del beaker donde se encuentra la solución de hidróxido de sodio.	1		
130	Agitar	Se agitará la solución con un agitador de vidrio hasta que el sólido se disuelva completamente y la solución se vuelva homogénea.	2		
140	Medir 4 ml de ácido pícrico	Se medirán 4 ml de ácido pícrico utilizando una pipeta graduada.	1		
150	Agrega 4 ml de ácido pícrico.	Se agregará 4 ml de ácido pícrico para que reaccione con el hidróxido y sulfuro de sodio.	1		
160	Esperar que la reacción se complete.	Se dejará reposar el tiempo suficiente para que la reacción sea completa.	10		
170	Envasar el producto del tratamiento.	Una vez la reacción termine se envasará el producto de esta siguiendo el procedimiento de envasado de sustancias no peligrosas (P-ENV-RYD-01), el cual se encuentra detallado en el ANEXO I.	5		
180	Etiquetar el producto del tratamiento.	Una vez la sustancia sea envasada esta será etiquetada siguiendo el procedimiento de etiquetado de sustancias no peligrosas (P-ETQ-RYD-01), el cual se encuentra detallado en el ANEXO I.	3		
		Tiempo total (min)	40		

Con el tiempo estimado para cada uno de los procedimientos que serán realizados por el técnico de laboratorio, se calcula el tiempo requerido para tratar todos los desechos generados en un año académico según el análisis de los manuales de laboratorio, en la Tabla 4.18

Tabla 4.18 Tiempo total de operación del área de tratamiento de los residuos y desechos de la EIQA

Procedimiento	Tiempo por procedimiento (min)	Volumen tratado por procedimiento o (litros)	Volumen generado anualmente (litros)	Repeticiones del procedimiento requeridas	Tiempo total por procedimiento (min)
P-TRA-RYD-01	27	1	11	11	297
P-TRA-RYD-02	26	1	3.2	3	78
P-TRA-RYD-02	52	0.5	0.5	1	52
P-TRA-RYD-03	24	1	6.8	7	168
P-TRA-RYD-04	57	1	1.5	2	114
P-TRA-RYD-05	50	0.1	0.085	1	50
P-TRA-RYD-06	59	1	5.2	5	295
P-TRA-RYD-07	39	1	65	65	2535
P-TRA-RYD-08	57	0.1	0.09	1	57
P-TRA-RYD-09	41	1	21.1	21	861
P-TRA-RYD-10	41	0.2	0.195	1	41
P-TRA-RYD-11	216	0.5	0.4	1	216
P-TRA-RYD-13	69	2	2	1	69
P-TRA-RYD-14	61	N/A	6.9	1	61
P-TRA-RYD-15	61	N/A	0.12	1	61
P-TRA-RYD-15	61	N/A	4.8	1	61
P-TRA-RYD-19	40	0.004	0.015	4	160
Tiempo total (min)					5176
Tiempo total (horas)					86.27

Los resultados de la Tabla 4.18 muestran que el área de tratamiento requiere un tiempo de operación anual de 86.27 horas, sin considerar tiempo de mantenimiento y otras actividades que deberán ser realizadas por la jefatura de los laboratorios académicos (como la gestión de la disposición de desechos sólidos con entidades externas a la universidad).

Se consideran días laborales de 8 horas, por lo que estas 86.27 horas se pueden repartir en 11 días laborales de un operario al año. Los cuales pueden realizarse en los periodos entre ciclos académicos, en julio, diciembre o enero. Debido a la peligrosidad de algunas sustancias como los solventes halogenados y no halogenados, los cuales son inflamables, se recomienda disponer de ellas lo más pronto posible. Se deberá dar tratamiento a todas las sustancias generadas durante el ciclo I durante el mes de Julio, y las sustancias generadas durante el ciclo II durante el mes de diciembre antes de entrar al periodo de vacaciones.

4.3 Evaluación de riesgos del área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos peligrosos.

En el marco del cumplimiento de la Ley General de Prevención de Riesgos en los Lugares de Trabajo, según el Art. 4, legisla: “La presente ley se aplicará a todos los lugares de trabajo, sean privados o del Estado. Ninguna institución autónoma podrá alegar la existencia de un régimen especial o preferente para incumplir sus disposiciones”.

Además, en el Art. 8, la misma ley establece que es responsabilidad del empleador (o entidad, en este caso) contar con la identificación, evaluación, control y seguimiento permanente de los riesgos ocupacionales determinando los puestos de trabajo que representan riesgos para la salud de los trabajadores; es por ello que en atención a lo contemplado en la ley, se propone la siguiente evaluación de riesgos del área de tratamiento de residuos y desechos químicos peligrosos así como también de la bodega de almacenamiento temporal de estos (Decreto Legislativo N° 254, 2010).

La evaluación de riesgos es un proceso sistemático para estimar la magnitud y probabilidad de ocurrencia de efectos adversos derivados, en este contexto, del manejo y tratamiento de los residuos y desechos peligrosos asociados.

El objetivo de la evaluación de riesgos es proporcionar, a partir de la estimación cuantitativa o cualitativa de los riesgos, una base para la toma de decisiones sobre la aceptabilidad del riesgo y las medidas a adoptar por el personal en el área de desempeño.

Se empleará la Norma Técnica de Prevención 934 (NTP 934) “Agentes químicos: metodología cualitativa y simplificada de evaluación del riesgo accidente”, la cual propone un método simplificado de evaluación basado en una aplicación específica de las metodologías generales (especialmente la desarrollada en la Norma Técnica de Prevención 330) a la evaluación de riesgos de accidente por agentes químicos peligrosos.

Se pretende con ella satisfacer los requerimientos de análisis de las propiedades peligrosas y cualquier otra información necesaria para la evaluación de riesgos, que deba facilitar el emisor, o que pueda recabarse de este o de cualquier otra fuente de información de fácil acceso.

En este método se evalúa el nivel de riesgo (NR) como el producto de tres variables:

- a) nivel de peligrosidad objetiva (NPO)
- b) nivel de exposición (NE)
- c) nivel de consecuencias (NC)

$$NR = NPO * NE * NC.$$

De ellas, tan solo el nivel de peligrosidad objetiva constituye una novedad y una especificidad para la evaluación del riesgo de accidente por agentes químicos. Plantea identificar mediante un cuestionario de chequeo las posibles deficiencias de distinta tipología asociados a la presencia de agentes químicos en cinco situaciones habituales:

- a) Identificación
- b) almacenamiento/envasado
- c) utilización/proceso
- d) organización de la prevención
- e) uso de equipo de protección personal

f) instalaciones de socorro.

Valora de forma conjunta e inseparablemente las deficiencias identificadas al nivel de peligrosidad intrínseca del agente químico en cuestión, ya que para evaluar objetivamente el riesgo de accidente químico no basta con saber cómo se trabaja, sino que hay que saber con qué se trabaja (peligrosidad intrínseca).

La NTP 934 incorpora los requisitos establecidos por el marco normativo del Reglamento CE N° 1272/2008 de Clasificación, Etiquetado y Envasado de Sustancias y Mezclas.

La información que aporta este método es orientativa, siendo su objetivo facilitar al ejecutor la priorización de las actuaciones preventivas con criterios objetivos y seguidamente, ayudar a la planificación preventiva.

Nivel de peligrosidad objetiva (NPO) es la magnitud de la vinculación esperable entre el conjunto de factores de riesgo considerados y su relación causal directa con el posible accidente.

En primera instancia la evaluación permite identificar las deficiencias existentes en las instalaciones, equipos, procesos, tareas con agentes químicos peligrosos que se propone teniendo como base el cuestionario de chequeo detallado en la Tabla 4.19.

La calificación y justificaciones dadas por cuestión se han realizado en base a la Norma Técnica de Prevención 934 (NTP 934) “Agentes químicos: metodología cualitativa y simplificada de evaluación del riesgo accidente”, la cual presenta aspectos valorativos, de calificación y decisión con los que se realizó la evaluación aplicada en el cuestionario de chequeo para evaluación de riesgos aplicado al área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos químicos peligrosos de la EIQA – FIA – UES .

En la Tabla 4.20 se presenta la Evaluación de riesgos cuantitativa aplicada al área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos químicos peligrosos de la EIQA – FIA – UES partiendo del cuestionario de chequeo realizado. Cuenta con valoraciones realizadas en base a las indicaciones y criterios técnicos de la NTP 934, la cual se encuentra en el ANEXO J.

Esta es una evaluación propuesta tomando de referencia las condiciones actuales de los laboratorios académicos de Ingeniería Química de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador

Tabla 4.19 Cuestionario de chequeo para evaluación de riesgos aplicado al área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos químicos peligrosos de la EIQA – FIA – UES

CUESTIONARIO DE CHEQUEO PARA EVALUACIÓN DE RIESGOS APLICADO AL ÁREA DE TRATAMIENTO Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE RESIDUOS Y DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS DE LA EIQA – FIA – UES					
Cuestión	SI	NO	No procede	Calificación	Observaciones aplicadas al área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos peligrosos
Sobre identificación de agentes químicos					
1. Están identificados e inventariados los recipientes conteniendo residuos y/o desechos químicos peligrosos presentes durante el trabajo, sea esta presencia con carácter ordinario o con carácter ocasional.	x			ACEPTABLE	Se ha establecido una clasificación y un inventario en MS Excel para los residuos y desechos presentes los laboratorios académicos en base a trabajos de horas sociales realizados por estudiantes.
2. Están correctamente señalizados con etiqueta los envases de los residuos/desechos químicos peligrosos.	x			ACEPTABLE	Los residuos y desechos peligrosos se encuentran etiquetados en base a la clasificación dada.
3. La señalización anterior se mantiene cuando se trasvasan los residuos/desechos peligrosos a otros envases o recipientes.	x			ACEPTABLE	Dado que los formatos de las etiquetas están disponibles se espera que cuando se realice la acción de trasvase se siga adecuadamente el Procedimiento de Etiquetado de Sustancias Químicas propuesto.
4. En tuberías que contengan agentes químicos peligrosos se han pegado, fijado o pintado etiquetas de identificación del material y el sentido de la circulación de los fluidos.		x		MUY DEFICIENTE	Dependiendo de la frase H que tenga el agente químico peligroso así será la categoría que corresponda a la evaluación del riesgo. Para el caso en los laboratorios académicos y por ende en el área de tratamiento, se cuenta únicamente con la tubería de gas propano sin señalar, el cual tiene las

Tabla 4.19 Cuestionario de chequeo para evaluación de riesgos aplicado al área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos químicos peligrosos de la EIQA – FIA – UES (Continuación)

CUESTIONARIO DE CHEQUEO PARA EVALUACIÓN DE RIESGOS APLICADO AL ÁREA DE TRATAMIENTO Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE RESIDUOS Y DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS DE LA EIQA – FIA – UES					
Cuestión	SI	NO	No procede	Calificación	Observaciones aplicadas al área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos peligrosos
					frases H220 y H280, según su hoja de datos de seguridad, por lo que al no contar con la cuestión indicada, se trata de una evaluación de riesgo, MUY DEFICIENTE, según la evaluación de la NTP 934 donde se encontró la frase H del gas propano (Ver ANEXO J).
5. Las etiquetas se han colocado a lo largo de la tubería en número suficiente y en zonas de especial riesgo (válvulas, conexiones, etc.)		x		MEJORABLE	
6. Se dispone de la ficha de datos de seguridad (FDS) de todos los agentes químicos peligrosos que están o pueden estar presentes durante el desarrollo de las actividades, o dado el caso, información suficiente y adecuada de aquellos agentes químicos peligrosos que no dispongan de FDS como en el caso de los residuos y/o desechos.		x		MUY DEFICIENTE	Dado que se trata de residuos y desechos químicos peligrosos según la clasificación, al no contar con toda la información necesaria inmediata se incurre en una calificación de MUY DEFICIENTE. Se recomendará por tanto buscar las SDS asociadas a la familia de compuestos existentes, en caso, de no encontrarse exactamente el mismo. En el caso de las mezclas, se dejará la información del componente de mayor peligrosidad.

Tabla 4.19 Cuestionario de chequeo para evaluación de riesgos aplicado al área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos químicos peligrosos de la EIQA – FIA – UES (Continuación)

CUESTIONARIO DE CHEQUEO PARA EVALUACIÓN DE RIESGOS APLICADO AL ÁREA DE TRATAMIENTO Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE RESIDUOS Y DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS DE LA EIQA – FIA – UES					
Cuestión	SI	NO	No procede	Calificación	Observaciones aplicadas al área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos peligrosos
Sobre el almacenamiento/envasado de agentes químicos peligrosos					
7. Los agentes químicos peligrosos se almacenan en recintos especiales, agrupados por comunidad de riesgo y suficientemente aislados (por distancia o pared divisoria) de los incompatibles o que pueden generar reacciones peligrosas.	x			ACEPTABLE	Los residuos y desechos peligrosos se encuentran almacenados según la matriz de compatibilidad de sustancias químicas y de la misma forma se ha propuesto la distribución de almacenamiento temporal para la bodega propuesta.
8. El área de almacenamiento esta correctamente ventilada, sea por tiro natural o forzado.	x			ACEPTABLE	Actualmente, los residuos y desechos peligrosos se encuentran almacenados en un área ventilada en los laboratorios académicos de Ingeniería Química, y de la misma forma se ha propuesto una ventilación adecuada en los planos del capítulo 3 el diseño de la bodega de almacenamiento temporal.
9. Las áreas de almacenamiento, utilización y tratamiento, cuando la cantidad y/o la peligrosidad del producto lo requieran, garantiza la recogida y conducción a una zona o recipiente seguro de fugas o derrames de agentes químicos peligrosos en estado líquido.	x			ACEPTABLE	Actualmente se cuenta con desagües en el piso de los laboratorios académicos. En la propuesta de diseño también se incluye un sistema de recogida de agentes químicos peligrosos en estado líquido.
10. Está prohibida la presencia o uso de focos de ignición “sin control” en el almacén de agentes	x			ACEPTABLE	Se cuenta con las señales de prohibición respectivas.

Continua...

Tabla 4.19 Cuestionario de chequeo para evaluación de riesgos aplicado al área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos químicos peligrosos de la EIQA – FIA – UES (Continuación)

CUESTIONARIO DE CHEQUEO PARA EVALUACIÓN DE RIESGOS APLICADO AL ÁREA DE TRATAMIENTO Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE RESIDUOS Y DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS DE LA EIQA – FIA – UES					
Cuestión	SI	NO	No procede	Calificación	Observaciones aplicadas al área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos peligrosos
químicos peligrosos inflamables y se verifica y garantiza exhaustivamente el cumplimiento de tal prohibición.					
11. Los envases y embalajes que contienen agentes químicos peligrosos ofrecen suficiente resistencia física o química (teniendo además en cuenta las condiciones ambientales del entorno) y no presentan golpes, cortes o deformaciones.		x		MUY DEFICIENTE	A pesar de que, a la fecha de realización de este estudio, la mayoría de los recipientes son adecuados, aún hay un porcentaje de recipientes en malas condiciones que representan un peligro y que por tratarse de agentes químicos peligrosos varios se asigna una calificación de MUY DEFICIENTE. Si se requiere de una calificación más detallada se recomienda realizar una lista, en base al inventario, de los residuos y/o desechos que se encuentren en recipientes en mal estado, buscar las hojas de seguridad respectivas, anotar las frases H correspondientes a ese agente químico y buscar la frase H dada en los criterios de valoración según la NTP 934 para asignar la calificación que coincida (Ver ANEXO J).
12. Los envases que contienen agentes químicos peligrosos son totalmente seguros (cierre automático,			x		

Tabla 4.19 Cuestionario de chequeo para evaluación de riesgos aplicado al área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos químicos peligrosos de la EIQA – FIA – UES (Continuación)

CUESTIONARIO DE CHEQUEO PARA EVALUACIÓN DE RIESGOS APLICADO AL ÁREA DE TRATAMIENTO Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE RESIDUOS Y DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS DE LA EIQA – FIA – UES					
Cuestión	SI	NO	No procede	Calificación	Observaciones aplicadas al área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos peligrosos
cierro de seguridad con enclavamiento, doble envoltente, revestimiento amortiguador de choques, entre otros).					
13. El transporte de envases, sea por medios manuales o mecánicos, se realiza mediante equipos y/o implementos que garantizan su estabilidad y correcta sujeción.			x		No se requiere transporte de grandes distancias internamente.
Sobre utilización/proceso de agentes químicos					
14. En el área de trabajo y/o su entorno inmediato solo permanece la cantidad de agentes químicos peligrosos estrictamente necesaria para el trabajo inmediato (nunca cantidades superiores a las necesarias para lo planificado)	x			ACEPTABLE	Cantidades manejables. Área de trabajo despejada.
15. Los agentes químicos peligrosos en el área de trabajo para el uso en la jornada y no utilizados en ese momento, están depositados en recipientes adecuados, armarios protegidos o recintos especiales.	x			ACEPTABLE	Las instalaciones de mesas de trabajo, tanto actualmente como en el diseño presentado, cuenta con espacios adecuados para el uso dentro de la jornada de trabajo en el área.
16. Se evita trasvasar agentes químicos peligrosos por vertido libre y pipetear con la boca.	x			ACEPTABLE	Se cuenta con la cristalería adecuada para realizar dichas tareas.
17. Se controla rigurosamente la formación y/o acumulación de cargas electrostáticas en el trasvase de líquidos inflamables, y otros agentes químicos			x		Son pequeñas cantidades.

Continúa...

Tabla 4.19 Cuestionario de chequeo para evaluación de riesgos aplicado al área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos químicos peligrosos de la EIQA – FIA – UES (Continuación)

CUESTIONARIO DE CHEQUEO PARA EVALUACIÓN DE RIESGOS APLICADO AL ÁREA DE TRATAMIENTO Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE RESIDUOS Y DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS DE LA EIQA – FIA – UES					
Cuestión	SI	NO	No procede	Calificación	Observaciones aplicadas al área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos peligrosos
peligrosos en los que la aportación de un incremento de energía puede dar lugar a reacciones peligrosas.					
18. La instalación eléctrica en las zonas con riesgo de atmósferas inflamables es antiexplosiva, al tiempo que están controlados los focos de ignición de cualquier tipología.	x			ACEPTABLE	
19. La instalación eléctrica de equipos, instrumentos, salas y almacenes de productos corrosivos es adecuada.	x			ACEPTABLE	
20. Las características de los materiales, equipos y herramientas son adecuadas a la naturaleza de los agentes químicos peligrosos que se utilizan.	x			ACEPTABLE	
21. Se comprueba la ausencia de fugas y, en general, el correcto estado de las instalaciones y/o equipos antes de su uso.	x			ACEPTABLE	
22. En aquellos equipos o procesos que lo requieren, existen sistemas de detección de condiciones inseguras (nivel del LII en un túnel de secado, temperatura/presión de un reactor, nivel de llenado de un depósito,) asociados a un sistema de alarma.			x		
23. Los sistemas de detección existentes, cuando se precisa ante situaciones críticas, actúan sobre una o varias de las siguientes opciones: paro del proceso, detención de la alimentación de productos, activación			x		

Continúa...

Tabla 4.19 Cuestionario de chequeo para evaluación de riesgos aplicado al área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos químicos peligrosos de la EIQA – FIA – UES (Continuación)

CUESTIONARIO DE CHEQUEO PARA EVALUACIÓN DE RIESGOS APLICADO AL ÁREA DE TRATAMIENTO Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE RESIDUOS Y DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS DE LA EIQA – FIA – UES					
Cuestión	SI	NO	No procede	Calificación	Observaciones aplicadas al área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos peligrosos
de sistemas de barrido de seguridad, provocan el venteo de la instalación, etc.					
24. Los venteos y salidas de los dispositivos de seguridad para productos inflamables/explosivos están canalizados a lugar seguro y cuando se precisa dotados de antorchas o apagallamas.			x		
25. Para productos tóxicos o corrosivos existen medios para el tratamiento, absorción, destrucción y/o confinamiento seguro de los efluentes provenientes de los dispositivos de seguridad y de los venteos.			x		
26. Las operaciones con posibles desprendimientos de gases, vapores, polvos, etc., de agentes químicos peligrosos se realizan mediante procesos cerrados o, en su caso, en áreas bien ventiladas o en instalaciones dotadas de aspiración localizada.	x			ACEPTABLE	Se cuenta con una campana extractora de gases para las operaciones que lo requieran.
27. Con carácter general, se han implantado las medidas de protección colectiva necesarias para aislar los agentes químicos peligrosos y/o limitar la exposición y/o contacto del personal a los mismos.	x			ACEPTABLE	Medidas físicas, puertas y separaciones en los compartimientos donde se encuentran almacenados temporalmente los desechos y residuos peligrosos.
Sobre la organización de la prevención en el uso de agentes químicos					
28. Se exige autorización de trabajo para la realización de operaciones con riesgo en recipientes,			x		

Continua...

Tabla 4.19 Cuestionario de chequeo para evaluación de riesgos aplicado al área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos químicos peligrosos de la EIQA – FIA – UES (Continuación)

CUESTIONARIO DE CHEQUEO PARA EVALUACIÓN DE RIESGOS APLICADO AL ÁREA DE TRATAMIENTO Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE RESIDUOS Y DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS DE LA EIQA – FIA – UES					
Cuestión	SI	NO	No procede	Calificación	Observaciones aplicadas al área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos peligrosos
equipos o instalaciones que contienen o han contenido agentes químicos peligrosos					
29. Está garantizado el control de accesos de personal no autorizado a zonas de almacenamiento, carga/descarga o proceso de agentes químicos peligrosos.	x			ACEPTABLE	
30. El personal ha sido explícita y adecuadamente informados de los riesgos asociados a los agentes químicos peligrosos y formados correctamente sobre las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse.	x			ACEPTABLE	Se han realizado capacitaciones al personal de los laboratorios académicos por servicio social de estudiantes.
31. El personal tienen acceso a las hojas de datos de seguridad asociadas a los agentes químicos peligrosos con los que tiene contacto.		x		MEJORABLE	
32. Se dispone de procedimientos escritos de trabajo para la realización de tareas con los agentes químicos peligrosos.	x			ACEPTABLE	El presente trabajo de graduación detalla los procedimientos que corresponden para el tratamiento de residuos y desechos químicos peligrosos.
33. Existe un programa de mantenimiento preventivo de aquellos equipos o instalaciones de cuyo correcto funcionamiento dependa la seguridad del proceso.		x		DEFICIENTE	

Continua...

Tabla 4.19 Cuestionario de chequeo para evaluación de riesgos aplicado al área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos químicos peligrosos de la EIQA – FIA – UES (Continuación)

CUESTIONARIO DE CHEQUEO PARA EVALUACIÓN DE RIESGOS APLICADO AL ÁREA DE TRATAMIENTO Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE RESIDUOS Y DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS DE LA EIQA – FIA – UES					
Cuestión	SI	NO	No procede	Calificación	Observaciones aplicadas al área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos peligrosos
34. Está garantizada la limpieza de las áreas de trabajo. (Se ha implantado un programa y se controla su aplicación).		x		MEJORABLE	
35. Se dispone de medios específicos para la neutralización y limpieza de derrames y/o para el control de fugas y existen instrucciones de actuación	x			ACEPTABLE	Existen instrucciones de actuación en el plan de emergencia, sin embargo, se requiere adquirir los materiales absorbentes necesarios en caso de derrame químico.
36. Existe un programa de gestión de residuos y se controla su aplicación.	x			ACEPTABLE	
37. Se han implantado normas de higiene personal correctas (lavarse las manos, cambiarse de ropa, prohibición de comer, beber o fumar en los puestos de trabajo, etc.) y se controla su aplicación.		x		MEJORABLE	Existen señales de prohibición, sin embargo, se requiere un control más estricto de la aplicación.
38. Se dispone de Plan de Emergencia ante situaciones críticas en las que se vean involucrados agentes químicos peligrosos (fugas, derrames, incendio, explosión, etc.).		x		MUY DEFICIENTE	
39. Con carácter general, se han implantado las medidas organizativas necesarias para aislar los agentes químicos peligrosos, limitar la exposición y contacto del personal con los mismos, contemplando la posible existencia de personas especialmente sensibles.		x		DEFICIENTE	

Continua...

Tabla 4.19 Cuestionario de chequeo para evaluación de riesgos aplicado al área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos químicos peligrosos de la EIQA – FIA – UES (Continuación)

CUESTIONARIO DE CHEQUEO PARA EVALUACIÓN DE RIESGOS APLICADO AL ÁREA DE TRATAMIENTO Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE RESIDUOS Y DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS DE LA EIQA – FIA – UES					
Cuestión	SI	NO	No procede	Calificación	Observaciones aplicadas al área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos peligrosos
Sobre el uso de Equipo de Protección Personal					
40. Se dispone y se controla el uso eficaz de los equipos de protección personal (EPP) necesarios en las distintas tareas con riesgo de exposición o contacto con agentes químicos peligrosos.	x			ACEPTABLE	
41. Existen duchas descontaminadoras y fuentes lavaojos próximas al área de trabajo donde sea factible la proyección de agentes químicos peligrosos.	x			ACEPTABLE	
42. Con carácter general, se hace una correcta gestión de los EPP, de la ropa de trabajo y de las instalaciones de socorro.		x		DEFICIENTE	

Fuente: (NTP 934, 2012)

Tabla 4.20 Evaluación de riesgos cuantitativa aplicada al área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos químicos peligrosos de la EIQA – FIA – UES

EVALUACIÓN DE RIESGOS CUANTITATIVA APLICADA AL ÁREA DE TRATAMIENTO Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS DE LA EIQA – FIA – UES									
Cuestión	SI	NO	No procede	Calificación	NPO	NE	NC	NR	SIGNIFICADO
1. Están identificados e inventariados los recipientes conteniendo residuos y/o desechos químicos peligrosos presentes durante el trabajo, sea esta presencia con carácter ordinario o con carácter ocasional.	x			ACEPTABLE	-	-	-	-	-
2. Están correctamente señalizados con etiqueta los envases de los residuos/desechos químicos peligrosos.	x			ACEPTABLE	-	-	-	-	-
3. La señalización anterior se mantiene cuando se trasvasan los residuos/desechos peligrosos a otros envases o recipientes.	x			ACEPTABLE	-	-	-	-	-
4. En tuberías que contengan agentes químicos peligrosos se han pegado, fijado o pintado etiquetas de identificación del material y el sentido de la circulación de los fluidos.		x		MUY DEFICIENTE	10	4	25	1000	Situación que precisa de una corrección urgente.
5. Las etiquetas se han colocado a lo largo de la tubería en número suficiente y en zonas de especial riesgo (válvulas, conexiones, etc.).		x		MEJORABLE	2	3	10	60	Establecer medidas de reducción del riesgo e implantarlas en un periodo determinado.
6. Se dispone de la ficha de datos de seguridad (FDS) de todos los agentes químicos peligrosos que están o pueden estar presentes durante el desarrollo de las actividades, o dado el caso, información suficiente y adecuada de aquellos agentes químicos		x		MUY DEFICIENTE	10	4	60	2400	Situación que precisa de una corrección urgente.

Continua...

Tabla 4.20 Evaluación de riesgos cuantitativa aplicada al área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos químicos peligrosos de la EIQA – FIA – UES (Continuación)

EVALUACIÓN DE RIESGOS CUANTITATIVA APLICADA AL ÁREA DE TRATAMIENTO Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS DE LA EIQA – FIA – UES									
Cuestión	SI	NO	No procede	Calificación	NPO	NE	NC	NR	SIGNIFICADO
peligrosos que no dispongan de FDS como en el caso de los residuos y/o desechos.									
7. Los agentes químicos peligrosos se almacenan en recintos especiales, agrupados por comunidad de riesgo y suficientemente aislados (por distancia o pared divisoria) de los incompatibles o que pueden generar reacciones peligrosas.	x			ACEPTABLE	-	-	-	-	-
-8. El área de almacenamiento esta correctamente ventilada, sea por tiro natural o forzado.	x			ACEPTABLE	-	-	-	-	-
9. Las áreas de almacenamiento, utilización y tratamiento, cuando la cantidad y/o la peligrosidad del producto lo requieran, garantiza la recogida y conducción a una zona o recipiente seguro de fugas o derrames de agentes químicos peligrosos en estado líquido.	x			ACEPTABLE	-	-	-	-	-
10. Está prohibida la presencia o uso de focos de ignición “sin control” en el almacén de agentes químicos peligrosos inflamables y se verifica y garantiza exhaustivamente el cumplimiento de tal prohibición.	x			ACEPTABLE	-	-	-	-	-
11. Los envases y embalajes que contienen agentes químicos peligrosos ofrecen suficiente resistencia física o química (teniendo además en cuenta las condiciones ambientales del entorno) y no presentan golpes, cortes o deformaciones.		x		MUY DEFICIENTE	10	3	25	750	Situación que precisa de una corrección urgente.

Continua...

Tabla 4.20 Evaluación de riesgos cuantitativa aplicada al área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos químicos peligrosos de la EIQA – FIA – UES (Continuación)

EVALUACIÓN DE RIESGOS CUANTITATIVA APLICADA AL ÁREA DE TRATAMIENTO Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS DE LA EIQA – FIA – UES									
Cuestión	SI	NO	No procede	Calificación	NPO	NE	NC	NR	SIGNIFICADO
12. Los envases que contienen agentes químicos peligrosos son totalmente seguros (cierre automático, cierre de seguridad con enclavamiento, doble envoltorio, revestimiento amortiguador de choques, entre otros).			x						
13. El transporte de envases, sea por medios manuales o mecánicos, se realiza mediante equipos y/o implementos que garantizan su estabilidad y correcta sujeción.			x						
14. En el área de trabajo y/o su entorno inmediato solo permanece la cantidad de agentes químicos peligrosos estrictamente necesaria para el trabajo inmediato (nunca cantidades superiores a las necesarias para lo planificado).	x			ACEPTABLE	-	-	-	-	-
15. Los agentes químicos peligrosos en el área de trabajo para el uso en la jornada y no utilizados en ese momento, están depositados en recipientes adecuados, armarios protegidos o recintos especiales.	x			ACEPTABLE	-	-	-	-	-
16. Se evita trasvasar agentes químicos peligrosos por vertido libre y pipetear con la boca.	x			ACEPTABLE	-	-	-	-	-
17. Se controla rigurosamente la formación y/o acumulación de cargas electrostáticas en el trasvase de líquidos inflamables, y otros agentes químicos peligrosos en los que la aportación de un			x						

Continua...

Tabla 4.20 Evaluación de riesgos cuantitativa aplicada al área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos químicos peligrosos de la EIQA – FIA – UES (Continuación)

EVALUACIÓN DE RIESGOS CUANTITATIVA APLICADA AL ÁREA DE TRATAMIENTO Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS DE LA EIQA – FIA – UES									
Cuestión	SI	NO	No procede	Calificación	NPO	NE	NC	NR	SIGNIFICADO
incremento de energía puede dar lugar a reacciones peligrosas.									
18. La instalación eléctrica en las zonas con riesgo de atmósferas inflamables es antiexplosiva, al tiempo que están controlados los focos de ignición de cualquier tipología.	x			ACEPTABLE	-	-	-	-	-
19. La instalación eléctrica de equipos, instrumentos, salas y almacenes de productos corrosivos es adecuada.	x			ACEPTABLE	-	-	-	-	-
20. Las características de los materiales, equipos y herramientas son adecuadas a la naturaleza de los agentes químicos peligrosos que se utilizan.	x			ACEPTABLE	-	-	-	-	-
21. Se comprueba la ausencia de fugas y, en general, el correcto estado de las instalaciones y/ o equipos antes de su uso.	x			ACEPTABLE	-	-	-	-	-
22. En aquellos equipos o procesos que lo requieren, existen sistemas de detección de condiciones inseguras (nivel del LII en un túnel de secado, temperatura/presión de un reactor, nivel de llenado de un depósito,) asociados a un sistema de alarma.			x						
23. Los sistemas de detección existentes, cuando se precisa ante situaciones críticas, actúan sobre una o varias de las siguientes opciones: paro del proceso, detención de la alimentación de productos,			x						

Continua...

Tabla 4.20 Evaluación de riesgos cuantitativa aplicada al área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos químicos peligrosos de la EIQA – FIA – UES (Continuación)

EVALUACIÓN DE RIESGOS CUANTITATIVA APLICADA AL ÁREA DE TRATAMIENTO Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS DE LA EIQA – FIA – UES									
Cuestión	SI	NO	No procede	Calificación	NPO	NE	NC	NR	SIGNIFICADO
activación de sistemas de barrido de seguridad, provocan el venteo de la instalación, etc.									
24. Los venteos y salidas de los dispositivos de seguridad para productos inflamables/explosivos están canalizados a lugar seguro y cuando se precisa dotados de antorchas o apagallamas.			x						
25. Para productos tóxicos o corrosivos existen medios para el tratamiento, absorción, destrucción y/o confinamiento seguro de los efluentes provenientes de los dispositivos de seguridad y de los venteos.			x						
26. Las operaciones con posibles desprendimientos de gases, vapores, polvos, etc., de agentes químicos peligrosos se realizan mediante procesos cerrados o, en su caso, en áreas bien ventiladas o en instalaciones dotadas de aspiración localizada.	x			ACEPTABLE	-	-	-	-	-
27. Con carácter general, se han implantado las medidas de protección colectiva necesarias para aislar los agentes químicos peligrosos y/o limitar la exposición y/o contacto del personal a los mismos.	x			ACEPTABLE	-	-	-	-	-
28. Se exige autorización de trabajo para la realización de operaciones con riesgo en recipientes, equipos o instalaciones que contienen o han contenido agentes químicos peligrosos			x						
29. Está garantizado el control de accesos de personal no autorizado a zonas de almacenamiento,	x			ACEPTABLE	-	-	-	-	-

Continua...

Tabla 4.20 Evaluación de riesgos cuantitativa aplicada al área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos químicos peligrosos de la EIQA – FIA – UES (Continuación)

EVALUACIÓN DE RIESGOS CUANTITATIVA APLICADA AL ÁREA DE TRATAMIENTO Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS DE LA EIQA – FIA – UES									
Cuestión	SI	NO	No procede	Calificación	NPO	NE	NC	NR	SIGNIFICADO
carga/descarga o proceso de agentes químicos peligrosos.									
30. El personal ha sido explícita y adecuadamente informados de los riesgos asociados a los agentes químicos peligrosos y formados correctamente sobre las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse.	x			ACEPTABLE	-	-	-	-	-
31. El personal tienen acceso a las hojas de datos de seguridad asociadas a los agentes químicos peligrosos con los que tiene contacto.		x		MEJORABLE	2	4	10	80	Establecer medidas de reducción del riesgo e implantarlas en un periodo determinado.
32. Se dispone de procedimientos escritos de trabajo para la realización de tareas con los agentes químicos peligrosos.	x			ACEPTABLE	-	-	-	-	
33. Existe un programa de mantenimiento preventivo de aquellos equipos o instalaciones de cuyo correcto funcionamiento dependa la seguridad del proceso.		x		DEFICIENTE	6	1	25	150	Corregir y adoptar medidas de control a corto plazo.
34. Está garantizada la limpieza de las áreas de trabajo. (Se ha implantado un programa y se controla su aplicación).		x		MEJORABLE	2	4	10	80	Establecer medidas de reducción del riesgo e implantarlas en un periodo determinado.
35. Se dispone de medios específicos para la neutralización y limpieza de derrames y/o para el	x			ACEPTABLE	-	-	-	-	

Continúa...

Tabla 4.20 Evaluación de riesgos cuantitativa aplicada al área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos químicos peligrosos de la EIQA – FIA – UES (Continuación)

EVALUACIÓN DE RIESGOS CUANTITATIVA APLICADA AL ÁREA DE TRATAMIENTO Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS DE LA EIQA – FIA – UES									
Cuestión	SI	NO	No procede	Calificación	NPO	NE	NC	NR	SIGNIFICADO
control de fugas y existen instrucciones de actuación.									
36. Existe un programa de gestión de residuos y se controla su aplicación.	x			ACEPTABLE	-	-	-	-	
37. Se han implantado normas de higiene personal correctas (lavarse las manos, cambiarse de ropa, prohibición de comer, beber o fumar en los puestos de trabajo, etc.) y se controla su aplicación.		x		MEJORABLE	2	4	25	200	Corregir y adoptar medidas de control a corto plazo.
38. Se dispone de Plan de Emergencia ante situaciones críticas en las que se vean involucrados agentes químicos peligrosos (fugas, derrames, incendio, explosión, etc.).		x		MUY DEFICIENTE	10	1	25	250	Corregir y adoptar medidas de control a corto plazo.
39. Con carácter general, se han implantado las medidas organizativas necesarias para aislar los agentes químicos peligrosos, limitar la exposición y contacto del personal con los mismos, contemplando la posible existencia de personas especialmente sensibles.		x		DEFICIENTE	6	1	10	60	Establecer medidas de reducción del riesgo e implantarlas en un periodo determinado.
40. Se dispone y se controla el uso eficaz de los equipos de protección personal (EPP) necesarios en las distintas tareas con riesgo de exposición o contacto con agentes químicos peligrosos.	x			ACEPTABLE	-	-	-		-
41. Existen duchas descontaminadoras y fuentes lavaojos próximas al área de trabajo donde sea factible la proyección de agentes químicos peligrosos.	x			ACEPTABLE	-	-	-		-

Continua...

Tabla 4.20 Evaluación de riesgos cuantitativa aplicada al área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos químicos peligrosos de la EIQA – FIA – UES (Continuación)

EVALUACIÓN DE RIESGOS CUANTITATIVA APLICADA AL ÁREA DE TRATAMIENTO Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS DE LA EIQA – FIA – UES									
Cuestión	SI	NO	No procede	Calificación	NPO	NE	NC	NR	SIGNIFICADO
42. Con carácter general, se hace una correcta gestión de los EPP, de la ropa de trabajo y de las instalaciones de socorro.		x		DEFICIENTE	6	4	25	600	Situación que precisa de una corrección urgente.

A partir de la evaluación realizada se proponen las siguientes medidas de mitigación del riesgo aplicadas en la Tabla 4.21.

Tabla 4.21 Evaluación y medidas de mitigación de riesgos propuestas (Continuación)

EVALUACIÓN Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE RIESGO			
Cuestión	NR	SIGNIFICADO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
4. En tuberías que contengan agentes químicos peligrosos se han pegado, fijado o pintado etiquetas de identificación del material y el sentido de la circulación de los fluidos.	1000	Situación que precisa de una corrección urgente.	Pintar la tubería de gas propano de color amarillo, colocar identificación del fluido y del sentido de circulación. Corrección inmediata.
5. Las etiquetas se han colocado a lo largo de la tubería en número suficiente y en zonas de especial riesgo (válvulas, conexiones, etc.).	60	Establecer medidas de reducción del riesgo e implantarlas en un periodo determinado.	Colocar la señalización correspondiente a lo largo de las tuberías de gas propano en las áreas de trabajo del laboratorio. Corrección inmediata.
6. Se dispone de la ficha de datos de seguridad (FDS) de todos los agentes químicos peligrosos que están o pueden estar presentes durante el desarrollo de las actividades, o dado el caso, información suficiente y adecuada de aquellos agentes químicos peligrosos que no dispongan de FDS como en el caso de los residuos y/o desechos.	2400	Situación que precisa de una corrección urgente.	Se recomienda realizar una investigación y recopilación de las hojas de datos de seguridad de los residuos y desechos peligrosos identificados a la fecha. Corrección a corto plazo.

Continua...

Tabla 4.21 Evaluación y medidas de mitigación de riesgos propuestas (Continuación)

EVALUACIÓN Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE RIESGO			
Cuestión	NR	SIGNIFICADO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
11. Los envases y embalajes que contienen agentes químicos peligrosos ofrecen suficiente resistencia física o química (teniendo además en cuenta las condiciones ambientales del entorno) y no presentan golpes, cortes o deformaciones.	750	Situación que precisa de una corrección urgente.	Algunos envases se encuentran en malas condiciones, para ello se necesita solicitar envases adecuados y realizar el trasiego con las medidas respectivas. Corrección a corto plazo.
31. El personal tienen acceso a las hojas de datos de seguridad asociadas a los agentes químicos peligrosos con los que tiene contacto.	80	Establecer medidas de reducción del riesgo e implantarlas en un periodo determinado.	Se debe hacer una base de datos tanto digital como impresa de las hojas de datos de seguridad de los residuos y desechos generados. Corrección a mediano plazo.
33. Existe un programa de mantenimiento preventivo de aquellos equipos o instalaciones de cuyo correcto funcionamiento dependa la seguridad del proceso.	150	Corregir y adoptar medidas de control a corto plazo.	Cuando se adquiera el equipo e instrumentos para el área de tratamiento se deberá crear un plan de mantenimiento para ellos.
34. Está garantizada la limpieza de las áreas de trabajo. (Se ha implantado un programa y se controla su aplicación).	80	Establecer medidas de reducción del riesgo e implantarlas en un periodo determinado.	Se recomienda establecer un procedimiento básico de limpieza para las áreas de trabajo y controlar su aplicación. Corrección a mediano plazo.
37. Se han implantado normas de higiene personal correctas (lavarse las manos, cambiarse de ropa, prohibición de comer, beber o fumar en los puestos de trabajo, etc.) y se controla su aplicación.	200	Corregir y adoptar medidas de control a corto plazo.	Colocar letreros visibles con dichas indicaciones una vez se destine el área de tratamiento y almacenamiento de residuos y desechos peligrosos.
38. Se dispone de Plan de Emergencia ante situaciones críticas en las que se vean involucrados agentes químicos peligrosos (fugas, derrames, incendio, explosión, etc.).	250	Corregir y adoptar medidas de control a corto plazo.	En el presente trabajo de graduación se propone un Plan de Emergencia para el área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal a detallarse en el apartado 4.5.
39. Con carácter general, se han implantado las medidas organizativas necesarias para aislar los agentes químicos peligrosos, limitar la exposición y contacto del personal con los	60	Establecer medidas de reducción del riesgo e implantarlas	Colocar señales de advertencia de peligro químico. Corrección inmediata.

Continua...

Tabla 4.21 Evaluación y medidas de mitigación de riesgos propuestas (Continuación)

EVALUACIÓN Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE RIESGO			
Cuestión	NR	SIGNIFICADO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
mismos, contemplando la posible existencia de personas especialmente sensibles.		en un periodo determinado.	
42. Con carácter general, se hace una correcta gestión de los EPP, de la ropa de trabajo y de las instalaciones de socorro.	600	Situación que precisa de una corrección urgente.	Realizar una requisición de los implementos de protección personal de forma permanente para las personas que laboren en el área de tratamiento y en la bodega de almacenamiento temporal ya que estarán en contacto con los agentes químicos.

Para complementar la evaluación de riesgo realizada en este lugar de trabajo se propone un plan de riesgos en siguiente apartado.

4.4 Programa de gestión de prevención de riesgos para el área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos peligrosos.

Atendiendo a lo dispuesto en el Marco Legal de El Salvador, el presente “Plan de Prevención de Riesgos” está fundamentado en la Ley General de Prevención de Riesgos en los Lugares de Trabajo, en el Art. 8, el cual legisla: “Será responsabilidad del empleador formular y ejecutar el Programa de Gestión de Prevención de Riesgos Ocupacionales de su empresa, de acuerdo con su actividad y asignar los recursos necesarios para su ejecución. El Empleador deberá garantizar la participación efectiva de trabajadores y trabajadoras en la elaboración, puesta en práctica y evaluación del referido programa...”, para el caso, el empleador, se trata de las autoridades de la EIQA que velan por el bienestar del personal que trabajan como técnicos de los laboratorios académicos y estudiantes y docentes que realizan prácticas de laboratorio en dichas instalaciones.

También en el Decreto 86: Reglamento de Gestión de la Prevención de Riesgos en los Lugares de Trabajo”, en el Capítulo VII, Art. 35 establece: El Programa de Gestión de Prevención de Riesgos Ocupacionales, es el instrumento en el que queda plasmado el proceso de promoción, ejecución, supervisión y evaluación de la acción preventiva del lugar de trabajo. Por tanto, su exigencia implicará tener a disposición el documento que lo contiene para la revisión de parte de la Dirección General de Previsión Social, como también la aplicación práctica de cada uno de los elementos que lo integran (Decreto N° 86, 2012).

Teniendo conocimiento de la base legal del plan de prevención de riesgos y de la evaluación de riesgos previamente realizada en el apartado 4.3, se da paso al desarrollo y a la propuesta de lineamientos de ejecución del Programa de Gestión de Prevención de Riesgos para el área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos peligrosos generados por las cátedras impartidas por la EIQA – FIA – UES, el cual se presenta en el ANEXO K, asumiendo que dicho desarrollo se llevara a cabo y a su plenitud siempre apegado a las disposiciones que emanan de las Leyes y Reglamentos que proporcionan aspectos técnicos que pautan los estándares en la materia en mención, manteniendo la aplicación participativa entre las autoridades, docentes, estudiantes y técnicos con el objeto de crear una cultura de prevención de riesgos con la planificación de un auténtico sistema de seguridad y salud ocupacional.

4.5 Plan de emergencia para el área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos

Durante el manejo de sustancias químicas peligrosas 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, equipos eléctricos, fuentes de calor y sustancias peligrosas, propias de las actividades de la institución o departamento (IDEAM, 2018).

Un plan de emergencia es el instrumento que define políticas, objetivos, estrategias, acciones y programas mediante los cuales se deben orientar las actividades tanto internas como externas a la institución para la prevención y mitigación de riesgos, los preparativos para la atención de emergencias, la rehabilitación en caso de desastre, y entrena al personal para aplicar dichas técnicas (Ochoa, 2017)

La legislación nacional contempla en el Reglamento de Gestión de la Prevención de Riesgos en los Lugares de Trabajo, en el Art. 49: “El plan de emergencia y evacuación como parte del Programa de Gestión, deberá estar de acuerdo con la naturaleza de las labores y a su entorno, debiendo incluir al menos:

- a) Medidas de respuesta a las emergencias propias y ajenas a que este expuesto el lugar de trabajo, definiendo el alcance del plan.
- b) Responsables de su implementación definiendo los roles de todo el personal del lugar de trabajo durante la emergencia.
- c) Mecanismos de comunicaciones y de alerta a ser utilizados durante o fuera del horario de trabajo.
- d) Detalle de equipos y medios para la respuesta ante emergencias.
- e) Mapa del lugar de trabajo, rutas de evacuación y puntos de reunión.
- f) Procedimientos de respuesta, de acuerdo con cada tipo de emergencia.
- g) Plan de capacitaciones a los responsables de la atención de emergencias.
- h) Calendarización y registro de simulacros, de tal forma que todos los trabajadores participen puntual o gradualmente en el lapso de un año, a partir de la adopción del plan.
- i) Métodos de revisión y actualización del plan de emergencia” (Decreto N° 86, 2012).

Tomando las consideraciones antes mencionadas, se propone el Plan de Emergencia para el Área de Tratamiento y Bodega de Almacenamiento Temporal de los Residuos y Desechos Químicos Peligrosos de los Laboratorios Académicos de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador, en el ANEXO L.

4.6 Propuesta de manual de higiene y seguridad industrial para el área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos químicos peligrosos de la EIQA

Un programa de higiene y seguridad industrial es definido como un conjunto de objetivos de acciones y metodologías establecidas para prevenir y controlar los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

El manual de higiene y seguridad industrial, por tanto, tiene como objetivos el establecer normas, reglas y procedimientos que a su vez permiten:

- i. Evitar eventos no deseados.
- ii. Mantener las operaciones eficientes y productivas.
- iii. Llevar una coordinación y orden de las actividades de la organización.

Un manual de higiene y seguridad industrial se sustenta con la necesidad de proveer de seguridad, protección y atención a los empleados en el desempeño de su trabajo además de ofrecer a todo el personal datos generales de prevención de accidentes, la evaluación médica constantemente de los empleados, la investigación de los accidentes que ocurran y un programa de entrenamiento y divulgación de las normas a seguir, ayuda a, evitar los accidentes y el riesgo laboral (Barroso, 2019)

4.6.1 Prevención de riesgos laborales

La prevención de las Riesgos Laborales son técnicas que se aplican para determinar los peligros relacionados con tareas, el personal que ejecuta la tarea, personas involucradas en la tarea, equipos y materiales que se utilizan y ambiente donde se ejecuta el trabajo.

La prevención implica la definición de políticas y normas que caracterizan el deber ser del procedimiento. En cualquier lugar un procedimiento de prevención tiene como objetivos:

- a) Identificar peligros en áreas específicas.
- b) Mejorar procedimientos de trabajo.
- c) Eliminar errores en el proceso de ejecución en una actividad específica.

Entre las políticas generales para la prevención de riesgos laborales se cuentan las siguientes:

- a) Ejecutar procesos de capacitación y actualización permanentes que contribuyan a minimizar los riesgos laborales.
- b) Asesorar permanentemente al personal involucrado en el área operativa sobre normas y procedimientos para la prevención de riesgos laborales.
- c) Mantener los equipos de seguridad industrial requeridos para cada tarea.
- d) Ejecutar campañas de prevención de riesgos laborales a través de medios publicitarios dentro de la empresa.

Entre las normas propuestas para la prevención de riesgos laborales se cuentan las siguientes:

- a) Uso permanente de implementos de seguridad.

- b) Atender a las señales de prevención.
- c) Evitar el acceso de visitantes al área laboral sin el uso de los implementos de seguridad.
- d) Mantener el orden en el área de trabajo.

Es importante aclarar que en el proceso primero se procede a seleccionar el sitio y la persona que desarrollará el mismo, generalmente lo ejecuta un supervisor (de no realizarse este paso no podrá continuar con el siguiente), luego se selecciona la tarea a evaluar cuyos criterios de selección son: accidentalidad y complejidad, después se realiza un análisis de riesgos en el sitio de trabajo el cual se realiza mediante la observación de la ejecución de la tarea, éste debe someterse a consideración del personal que ejecute la tarea, se procede a identificar los riesgos en el análisis para así aplicar las medidas preventivas pertinentes para dicha actividad y concluir el proceso (Barroso, 2019)

4.6.2 Propuesta de manual de higiene y seguridad para los laboratorios académicos de la EIQA

En términos generales, los laboratorios académicos de la EIQA FIA UES se caracterizan por:

- a) Operaciones.
- b) Instalaciones, equipos y materiales de un solo uso u descartables.
- c) Productos químicos de diferentes peligrosidades.
- d) Personal docente, no docente y estudiantil.

Todo ello implica riesgos múltiples y de diferente naturaleza, según el Manual de Seguridad en los Laboratorios Químicos (Panreac Química S.A., 2006), algunos de los riesgos son:

- a) Asfixia.
- b) Atrapamiento por o entre objetos.
- c) Caída de objetos desprendidos.
- d) Caída de objetos en manipulación.
- e) Caída de personas a distinto nivel.
- f) Caída de personas al mismo nivel.
- g) Contacto térmico.
- h) Corte.
- i) Choque contra objetos inmóviles.
- j) Choque contra objetos móviles.
- k) Explosión.
- l) Exposición a contactos eléctricos.
- m) Exposición a radiaciones.
- n) Exposición a ruido.
- o) Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.
- p) Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- q) Exposición a sustancias corrosivas.
- r) Golpe por objetos o herramientas.
- s) Incendio.
- t) Proyección de fragmentos o partículas.
- u) Sobre esfuerzo.

De lo anterior se puede inferir lo siguiente:

- a) La seguridad es responsabilidad de la línea jerárquica.
- b) Todos los accidentes pueden ser evitados.
- c) Las personas son la base fundamental en la gestión de la prevención de riesgos laborales.
- d) Una gestión eficaz de la prevención de riesgos laborales produce una mejora en el sistema de calidad, así como en el aumento de producción.
- e) La prevención efectiva de riesgos laborales evita días perdidos debidos a las bajas causadas por accidentes o por enfermedades derivadas del trabajo.

Es de primer orden establecer un programa de higiene y seguridad industrial para el área de tratamiento y bodega de almacenamiento debido a que este programa permite utilizar una serie de actividades planeadas que sirvan para crear un ambiente y actitudes psicológicas que promuevan la seguridad. El manual está orientado a garantizar condiciones personales y materiales de trabajo capaces de mantener cierto nivel de salud de los trabajadores, como también desarrollar conciencia sobre la identificación de riesgos, prevención de accidentes e incluso posibles enfermedades profesionales en cada perspectiva de trabajo.

El presente Manual de Seguridad e Higiene Ocupacional, se elabora y toma en consideración el mandato establecido en el Art. 8 de la Ley General de Prevención de Riesgos en los Lugares de Trabajo, el cual determina como una responsabilidad del empleador el de garantizar la participación efectiva de trabajadores y trabajadoras en la elaboración de un Programa de Gestión de Prevención de Riesgos ocupacionales, asignando para ello los recursos necesarios para su ejecución.

Los riesgos identificados a los cuales pretende el manual categorizar y establecer medidas de prevención se dividen en:

- a) Laborales o situacionales
- b) Instalaciones, equipos y materiales

A continuación, en la Tabla 4.22 se presenta la subdivisión de cada uno de los riesgos mencionados anteriormente:

Tabla 4.22 Riesgos y sus subdivisiones

Riesgos y sus subdivisiones	
Primer orden de riesgo	Subdivisiones
Riesgos laborales	<ul style="list-style-type: none"> a) Incendios b) Accidentes c) Sismos d) Señalización e) Derrames f) Normas generales de trabajo
Instalación, equipos y materiales	<ul style="list-style-type: none"> a) Ventilación b) Aparatos con llama c) Auto enclave

Tabla 4.22 Riesgos y sus subdivisiones (Continuación)

Riesgos y sus subdivisiones	
Primer orden de riesgo	Subdivisiones
Instalación, equipos y materiales	d) Baños calientes e) Baños fríos f) Recipientes g) Material de vidrio h) Otros aparatos

La propuesta de Manual de Higiene y Seguridad Industrial se presenta en el ANEXO M.

4.7 Programa de disposición final de residuos y desechos no tratables

No todos los desechos generados pueden disponerse de manera común, también hay residuos que no pueden tratarse por diversas razones, en este último caso para algunas de estas sustancias, los procedimientos experimentales de tratamiento tienen como único fin el hacer un pretratamiento a manera de eliminar algunas de sus características de peligrosidad para facilitar su manejo y posterior disposición.

La acumulación de residuos y desechos ha sido la solución en lo correspondiente a la responsabilidad ambiental que tiene la EIQA con el medio ambiente, sustentando en la normativa legal aplicable. Pero por razones anteriormente mencionadas, resulta imperativa la disposición de todos los residuos y desechos químicos peligrosos generados de una manera segura, eficiente, legal y de costo adecuado.

La coordinación con empresas de tratamiento y transporte externo, especializadas y autorizadas por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) en materia de residuos y desechos peligrosos se presenta como una solución para una adecuada disposición. Es responsabilidad del jefe de Laboratorio verificar que la empresa cuente con el permiso ambiental y programar el proceso de entrega de los residuos a la empresa recolectora, de manera general es necesario tener en cuenta:

- a. Con la empresa transportista, la EIQA debe entregar los residuos y desechos debidamente etiquetados y envasados según lo estipulado en este documento.
- b. Mantener registro de salida de los residuos químicos para disposición final (VER ANEXO N, Propuesta de formato para el control interno de entrada y salida de residuos y desechos de la bodega de almacenamiento)
- c. Evaluar las condiciones de seguridad de los vehículos y los equipos antes de cada viaje, y si éstas no son seguras abstenerse de autorizar el correspondiente despacho y/o cargue.

Las empresas autorizadas por el MARN para el manejo y tratamiento de residuos y desechos químicos peligrosos se presentan en el ANEXO O.

4.8 Criterios técnicos que faciliten la evaluación ambiental de la bodega de almacenamiento y área de tratamiento de la EIQA

La Ley del Medio Ambiente, en su artículo 22, establece que el titular de toda actividad, obra o proyecto que requiera de permiso ambiental para su realización o funcionamiento, ampliación, rehabilitación o reconversión deberá presentar al Ministerio el formulario ambiental que ésta requiera con la información que se solicite.

El Formulario Ambiental (FA) por tanto, es un documento con carácter de declaración jurada, que el titular de una actividad, obra o proyecto presenta al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, como autoridad ambiental en El Salvador, siguiendo un formato preestablecido. En él, se describen las características básicas de la actividad, obra o proyecto que se piensa realizar y que por ley requiera entrar en el proceso de evaluación ambiental, como condición previa a la obtención de un permiso ambiental. Así mismo, se deberá presentar para el funcionamiento, ampliación, rehabilitación o reconversión de la actividad, obra o proyecto definida.

A continuación, se presentarán de forma general los requerimientos para los formularios ambientales a fin de no tener inconvenientes. También cabe destacar que no se tiene como propósito sustituir el juicio técnico del personal evaluador o de los profesionales responsables en materia de residuos y desechos peligrosos. En este contexto, los principales formularios que se deben tener en cuenta son los siguientes:

- a. Para el almacenamiento de materiales peligrosos
- b. Para el transporte de materiales peligrosos

Los formatos de ambos formularios se presentan en el ANEXO P.

4.8.1 Almacenamiento de materiales peligrosos

4.8.1.1 Documentos que presentar para el almacenamiento de materiales peligrosos

Toda actividad relacionada con materiales peligrosos deberá presentar:

- 1) Nombre del titular
- 2) Nombre del proyecto
- 3) Ubicación física del proyecto
- 4) Formulario ambiental (original y copia)
- 5) Testimonio de escritura de constitución de la sociedad o asociación en original y fotocopia o copia certificada e inscrita en el registro correspondiente, cuando fuere el caso
- 6) Credencial de junta directiva o administrador único en original y fotocopia o copia certificada e inscrita en el registro correspondiente
- 7) Testimonio de poder otorgado, si se tratare de apoderado, cuando fuere el caso
- 8) Copia de DUI certificada del titular
- 9) Copia de NIT certificada del titular y representante legal.
- 10) Copia de pasaporte certificada, si es extranjero (a)
- 11) Copia de tarjeta de residencia certificada

- 12) Testimonio de escritura de compraventa, o cualquier otro documento que legitime la posesión o tenencia, en original y fotocopia o copia certificada
- 13) Mapa o plano de ubicación del sitio de almacenamiento plano de distribución del sitio de almacenamiento
- 14) Plano de curvas a nivel, si el área del proyecto es superior a 5000 m²
- 15) Otros: plan de contingencias y hojas de seguridad de las sustancias peligrosas

También, es necesario el nombre y firma del titular del proyecto y presentar documentó de identidad. Tener en cuenta que, si la persona que presenta el formulario no es el firmante, la firma del titular deberá estar legalizada por notario. En la Tabla 4.23 se muestra la lista de documentos según los requerimientos:

Tabla 4.23 Documentos técnicos y legales para el almacenamiento de materiales peligrosos

Documentos técnicos y legales	
Aspectos técnicos	Aspectos legales
<ul style="list-style-type: none"> a. Original y copia del Formulario Ambiental y de la información complementaria presentada por el Titular. b. Indicar número de teléfono o fax del Titular o representante legal. c. El Formulario Ambiental debe estar firmado por el Titular o Representante Legal. En el caso de Personas Jurídicas debe poseer el sello de la empresa <ul style="list-style-type: none"> o Localización y ubicación del sitio propuesto para el almacenamiento. d. Nombre y cantidades de los materiales peligrosos a almacenar. e. Plan de Contingencias (Detalle de riesgos y manejo ambiental) f. Contactos en caso de emergencia (información de la empresa o el Titular) g. Plano de ubicación del sitio de almacenamiento. Este plano debe poseer: <ul style="list-style-type: none"> i. Datos de linderos (mojones, rumbos y distancias) ii. Área destinada a bodegas iii. Esquema general de ubicación iv. Localización de detalles existentes en el terreno, tales como infraestructura y construcciones, viviendas y calles más cercanas. 	<ul style="list-style-type: none"> a. Copia de DUI del Titular o representante legal b. Certificación de la escritura de propiedad del inmueble debidamente inscrito o en su defecto el documento que acredite la tenencia legal del inmueble. c. Certificación de la escritura de Constitución de la empresa (Si se trata de una Persona Jurídica). d. Certificación del Acta de Acreditación del Representante Legal o de la Credencial de la Junta Directiva de la Sociedad, si es procedente (Si se trata de una Persona Jurídica).

4.8.2 Transporte de materiales peligrosos

4.8.2.1 Documentos a presentar para el transporte de materiales peligrosos

- 1) Formulario ambiental (original y copia)
- 2) Testimonio de escritura de constitución de la sociedad o asociación en original y fotocopia o Copia certificada e inscrita en el registro correspondiente, cuando fuere el caso
- 3) Credencial de junta directiva o administrador único en original y fotocopia o copia certificada e Inscrita en el registro correspondiente
- 4) Testimonio de poder otorgado, si se tratare de apoderado, cuando fuere el caso
- 5) Copia de DUI certificada del titular
- 6) Copia de NIT certificada del titular y representante legal.
- 7) Copia de pasaporte certificada, si es extranjero (a)
- 8) Copia de tarjeta de residencia certificada
- 9) Licencia, dui y tarjetas de circulación certificadas
- 10) Certificación de cuerpo de bomberos de el salvador
- 11) Número de vehículos para los que se solicita permiso ambiental
- 12) Plan de contingencias

4.8.2.2 Lista de chequeo para el formulario de transporte de materiales peligrosos

A. Información general

- 1) Original y copia del Formulario Ambiental para el Transporte de Materiales Peligrosos. El Formulario Ambiental debe estar completo y firmado por el Titular o Representante Legal. En el caso de Personas Jurídicas debe poseer el sello de la empresa.
- 2) Nombre de la Persona Natural o Jurídica
- 3) Nombre del Representante Legal, en caso de una Persona Jurídica
- 4) Indicar número de teléfono y/o fax del Titular o representante legal para comunicación.
- 5) Copia del DUI o Pasaporte del Titular o Representante Legal, si se trata de una Persona Jurídica
- 6) Certificación de la Escritura de Constitución de la Persona Jurídica.
- 7) Certificación de la Credencial de la Junta Directiva si es Persona Jurídica y/o del mandato del apoderado
- 8) Contactos en caso de atención de accidentes o contingencias relacionadas con los materiales peligrosos
- 9) Si delega a Prestadores de Servicios Ambientales o un Tercero para realizar los trámites ante este Ministerio, deberá presentar nota firmada por el Titular expresando que delega a esa persona, relacionando nombre y un documento que identifique a dicha persona (Presentar copia de DUI). Esta nota deberá ser elaborada

en papel membretado de la empresa y con el sello respectivo. De ser persona natural, la firma deberá estar autenticada por un Notario.

B. Información sobre los materiales a transportar

Para cada una de las sustancias a registrar se indica:

- 1) Nombre comercial
- 2) nombre científico o químico
- 3) Tipo y tamaño de envases
- 4) Hoja de seguridad en castellano de las sustancias a transportar

Nota: Verificar que el número de sustancias a transportar coincida con el número de Hojas de Datos de Seguridad presentadas.

C. Información sobre los vehículos, conductores y equipamiento para atención de emergencias

- 1) Placas e información sobre los vehículos
- 2) Copia de DUI y de Licencias de conducir del personal asignado a los vehículos
- 3) Tipo y tamaño de envases
- 4) Plan de contingencias y listado de equipo para atender emergencias
- 5) Información de personas de contacto en caso de accidentes o contingencia

CONCLUSIONES

1. Del análisis cuantitativo de la cantidad de desechos y residuos generados por asignatura se concluye que las materias de Ingeniería de las Reacciones Químicas (IRQ115), Análisis Instrumental para Ingeniería Química (ALI115), Química Técnica (QTR115) y Química Analítica para Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos (QAR115 y QCR115) son las que contribuyen más a la generación de desechos en el laboratorio académico de ingeniería química.
2. Se calculó que la asignatura de Ingeniería de las Reacciones Químicas genera 72.282 L de desechos en un año académico. Esta cantidad conforma en el 29.65% de todos los desechos generados en el laboratorio académico de Ingeniería Química.
3. La cátedra de Ingeniería de las Reacciones Químicas genera 56 L de una solución de permanganato de potasio (KMnO_4) a una concentración de 0.125 g/L o 125 ppm. Dicha solución conforma el 22.97 % de desechos generados en el laboratorio de Ingeniería Química. Sin embargo, esté vertido no es almacenado, por el contrario, es descartado directamente al desagüe.
4. Dentro de las instalaciones del laboratorio académico de Ingeniería de Alimentos, la asignatura con una mayor generación de residuos y desechos es Tecnología del Procesamiento de Alimentos II (TPA215). Esta genera 1.95 L de desechos cada ciclo académico, un promedio menor comparado a los generados por asignaturas en el laboratorio académico de Ingeniería Química; esto es debido a la diferencia en estudiantes inscritos entre ambas carreras, según la información actualizada hasta 2018 proporcionada por administración académica.
5. Según el análisis de inventario de residuos y desechos almacenados en los laboratorios académicos de la EIQA, actualizado hasta marzo del 2019, de 471 sustancias almacenadas, un 78.5% (370) han sido identificadas, etiquetadas y segregadas; mientras que un 21.5% (101) no han sido identificadas ya que no contaban con

referencia alguna sobre su naturaleza u origen por lo cual se han considerado, automáticamente, como sustancias peligrosas. Estas representan un peligro mayor dentro de las instalaciones comparado con las sustancias identificadas debido a que su almacenamiento no se puede ubicar de acuerdo con las normas de compatibilidad establecidas.

6. De acuerdo con el análisis del inventario se determinó que un 62 % de las sustancias identificadas corresponde a “reactivos antiguos”, 20% son disoluciones de elementos conocidos, 12% descartes de laboratorio donde se han mezclado varias sustancias, 3% sustancias indicadoras y 3% corresponde a reactivos caducados. Esta clasificación de “reactivos antiguos” consiste en sustancias en desuso que aún no han llegado a su fecha de caducidad y que no están contaminadas por otra sustancia y que pueden ser reutilizados para prácticas de laboratorio.
7. Basado en el análisis del inventario de residuos y desechos se calculó que un 24 % de las sustancias son corrosivas según el sistema de clasificación CRETIB utilizado en este inventario; 30 % son sustancias con diferentes grados de toxicidad, que van desde irritantes hasta muy tóxicas; 15% son sustancias inflamables, 6 % son combustibles, 15 % son sustancias no peligrosas y un 9% de las sustancias no se logró identificar una categoría de peligrosidad en base a este sistema.
8. Se clasificaron todos los residuos y desechos generados en los laboratorios académicos de la EIQA para facilitar su tratamiento, y se determinó que las sustancias que contienen el ion permanganato presentan la mayor contribución de desechos con 65 L generados anualmente; sin embargo, como se concluyó previamente, 56 L de solución de permanganato de potasio son generados en una sola práctica de laboratorio de la cátedra de IRQ115 los cuales no son almacenados por razones de espacio, así que la clasificación con mayor contribución, si no se considera la solución del ion permanganato de potasio, son las soluciones de sales metálicas varias con 21 L generados anualmente.

9. Se realizaron ensayos de los procedimientos de laboratorio para el tratamiento de soluciones de sales metálicas, soluciones conteniendo el ion cromo hexavalente y soluciones conteniendo el ion permanganato, y se obtuvieron los siguientes resultados: una disminución del 99.99% en la concentración del ion metálico (cobalto, Co), una disminución del 99.57% de la concentración del ion dicromato, y 99.7% de disminución de concentración del ion permanganato. Con estos resultados, se concluye que los procedimientos para el tratamiento de estos desechos son efectivos y se determina que los procedimientos para el tratamiento de otras sustancias serán de la misma forma efectivos ya que estos se fundamentan en el mismo principio de los procedimientos ensayados.

10. Se realizó un análisis de operatividad de los procedimientos de tratamiento propuestos y se determinó que para dar tratamiento a todas las sustancias generadas en un año académico se requieren 11 días laborales de un técnico de laboratorio. Con ello, se concluye que no será necesario contratar un técnico adicional asignado exclusivamente al área de tratamiento ya que con el personal actual se pueden acomodar los tiempos de operación para realizar los procedimientos de tratamiento.

11. A partir de la evaluación de riesgos propuesta por la norma NPT 934, las instalaciones actuales de los laboratorios académicos de la EIQA cuentan con un 67% de los ítems evaluados con calificación aceptable. Mientras que el 11.7% de los ítems evaluados presentan una calificación muy deficiente indicando niveles de riesgo más altos y por lo tanto se requiere tomar medidas inmediatas para mejorar las condiciones de seguridad actuales.

RECOMENDACIONES

En un plan de gestión, está presente en cualquier aspecto la mejora continua. A continuación, se presentan, una serie de recomendaciones cuya implementación mejorara la operatividad del sistema de gestión y tratamiento propuesto.

Las recomendaciones, por tanto, son las siguientes:

1. Realizar una revisión de los manuales de laboratorio con énfasis en el uso de técnicas más eficientes, tecnologías más limpias y reactivos no peligrosos, con prioridad en las asignaturas identificadas como generadoras mayoritarias de desechos. También es necesario establecer, a partir del estudio de las prácticas experimentales, el producto que será generado por la interacción de las sustancias a fin de evitar problemas de identificación posterior.
2. Se recomienda la disposición inmediata de los residuos y desechos no peligrosos a fin de liberar los espacios de almacenamiento. En el caso de las sustancias líquidas tener en consideración los parámetros de descarga, es decir, hacer descargas programadas para evitar saturar el sistema de desagüe.
3. En lo correspondiente a los laboratorios de Ingeniería de Alimentos con una cantidad de estudiantes y espacio menor en comparación con Ingeniería Química se recomienda el traslado de los desechos que no puedan disponerse de manera tradicional a las instalaciones del laboratorio académico de Ingeniería Química para un tratamiento posterior.
4. Asegurar el adecuado envasado, etiquetado y almacenamiento de las sustancias generadas según las características de peligrosidad y compatibilidad tanto para su tratamiento posterior o como para ser reutilizadas.
5. Adoptar y darle seguimiento al inventario de residuos y desechos peligrosos. El inventario es una poderosa herramienta que incide en el control de las actividades y

puede utilizarse para la toma de decisiones, por lo tanto, se recomienda mantenerlo actualizado y en mejora continua.

6. Es importante el estudio de las prácticas experimentales de tratamiento y brindar la importancia necesaria para su realización y seguimiento. El personal de laboratorio, docentes y estudiantes deben atender las recomendaciones dispuestas según la sustancia a tratar.
7. Se sugiere contar con un área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal específica, con equipos, materiales e insumos independientes debido a la cantidad y variedad de sustancias que generan y manejan los laboratorios académicos. Esto con el objetivo de realizar los procedimientos de tratamiento de forma segura y eficiente.
8. Programar las actividades de tratamiento de los desechos a fin de evitar su acumulación cumpliendo con las disposiciones del plan de gestión de los residuos y desechos generados propuesto en el Capítulo 4.0 de este trabajo de graduación.
9. Se recomienda que para realizar la gestión de los residuos y desechos se elabore y ponga en práctica un plan de acción en el que participen y tomen responsabilidad jefaturas, docentes y estudiantes en servicio social y que tenga como principal objetivo, principalmente, la disminución de desechos y luego su tratamiento.
10. Incluir en las prácticas experimentales de las cátedras de ambas carreras, una sección sobre el tratamiento y/o disposición final de los residuos y desechos a manera de investigación, para formar conciencia y responsabilidad en el estudiante. Se recomienda realizar esta actualización a través de estudiantes en servicio social.
11. Se recomienda implementar las medidas de mitigación de riesgos propuestas en el presente trabajo de graduación para resolver problemáticas actuales y así disminuir el riesgo de accidentes dentro de las instalaciones de los laboratorios académicos de la EIQA, y en un futuro cercano, aplicarlo al área de tratamiento y a la bodega de

almacenamiento temporal de los residuos y desechos peligrosos; de la misma forma ejecutar y actualizar continuamente el programa de prevención de riesgos, el plan de emergencia y el manual de higiene y seguridad ocupacional propuestos.

12. En el caso de ejecutarse los planes de expansión del laboratorio académico de Ingeniería Química y se construya una segunda planta en el edificio, se recomienda que el área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal sean ubicadas en la primera planta como una medida de seguridad y prevención de riesgos.
13. Se recomienda sustituir los reactivos más peligrosos utilizados en las prácticas experimentales de las cátedras de ambas carreras, como por ejemplo las soluciones de ferricianuro, el cual es utilizado en la asignatura de Principios de Electroquímica y Corrosión (PRI115) como floculante, y las soluciones de fertilizantes utilizadas en las prácticas de la asignatura Análisis Instrumental (ALI115). Evaluar uno a uno los reactivos utilizados en cada práctica experimental y sustituir por menos peligrosos.
14. Se propone realizar una evaluación de las tecnologías fotocatalíticas para el tratamiento de los desechos de soluciones con presencia del ion permanganato generadas en la asignatura Ingeniería de las Reacciones Químicas (IRQ115). Se recomienda implementar una práctica de laboratorio utilizando un reactor fotocatalítico donde los estudiantes traten los desechos generados por si mismos en prácticas previas.
15. Se recomienda incluir en asignaturas electivas y en asignaturas obligatorias prácticas experimentales que sean los procedimientos de tratamiento de residuos y desechos, para que permita al estudiante familiarizarse con estos, enriquecer su proceso académico y lograr la disposición final adecuada de los desechos generados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuerdo N° 1186, Norma Técnica Sanitaria para el Manejo y el Almacenamiento de Sustancias Químicas Peligrosas (Ministerio de Salud (MINSAL) 2010). Obtenido de http://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/norma/norma_sustancias_quimicas.pdf
- Administración Académica. (2019). Administración Académica de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador. *Reporte de Estadísticas de Inscripción por Carrera*. San Salvador, El Salvador.
- AGROWASTE. (2013). *AGROWASTE - Centro Tecnológico de la Conserva y la Alimentación*. Recuperado el 10 de Junio de 2019, de Pirolisis: <http://www.agrowaste.eu/wp-content/uploads/2013/02/PIROLISIS.pdf>
- Alcion. (2019). *Envases barrera*. (Imagen) Obtenido de <https://alcion.com/soluciones/>
- Alfaro, R. O. (2017). *Plan de Gestión de Prevención de Riesgos Laborales*. Usulután: Gobernador departamental de Usulután.
- Amaya, A., Cardona, J., & Dahbura, J. (2007). *Diseño de un sistema de gestión en laboratorios de la facultad de ingeniería y arquitectura de la Universidad de El Salvador basado en las buenas prácticas de gestión empresarial y sistema 5S*. Ciudad Universitaria, San Salvador, El Salvador : Trabajo de Graduación para optar al Título de Ingeniero Químico. Obtenido de <http://ri.ues.edu.sv/1994/>
- Armentia, M. (2008). *Manual de gestión de residuos y seguridad en laboratorios ambientales*. Madrid, España: Centro de Desarrollo Tecnológico.
- Armour, M. A. (2003). *Hazardous Laboratory Chemicals Disposal Guide*. Edmonton, Canada: Lewis Publishers.
- Arnaiz, C., Isac, L., & Lebrato, J. (2000). Determinación de la biomasa en procesos biológicos. I Métodos directos e indirectos. *Tecnología del agua*, 45-52. Obtenido de http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/tvolke/00_Determin-BM.pdf
- Ayala, E. S. (2011). *Elaboración de Línea Base de Generación de Desechos Químicos en Hospitales y Propuesta de Líneas de Acción para la Gestión Ambiental de los Desechos Químicos*. El Salvador: Organización Panamericana de la Salud.
- Ayala, I. E. (2018). *Gestión de Sustancias, Residuos y Desechos Peligrosos*. *Cátedra de Ingeniería Química*. Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Ciudad Universitaria, El Salvador.
- Bailey, P. S. (1998). *Química orgánica: conceptos y aplicaciones*. México: Prentice Hall Hispanoamericana.
- Barroso, P. (2019). *Manual de higiene y seguridad industrial*. Obtenido de Monografias: <https://www.monografias.com/trabajos12/oym/oym2.shtml>

- Bautista, M. C. (3 de Septiembre de 2000). *Theoretikos: la revista electronica de la UFG*. Obtenido de Residuos Tóxicos y Peligrosos (RTPs): <http://www.ufg.edu.sv/ufg/theorethikos/julio20/analisis08.html>
- Belgiorno, V., De Feo, G., & Della Rocca, C. (2003). *Energy from gasification of solid wastes*. Waste Management.
- Bonato, F. (Junio de 2000). *La Gestión Integral de los Residuos Sólidos*. Obtenido de Tecnologías para el Tratamiento de los Residuos Industriales. Termodestrucción: <http://www.ingenieroambiental.com/4014/bonato.pdf>
- Burgonio, J. D. (1 de Junio de 2015). *Prevención de Riesgos Laborales DAW*. (Imagen) Obtenido de http://prldawlaguna.blogspot.com/2015/06/senales-de-prohibicion_9.html
- Campos, L. E., Quiroa, M. S., & Vásquez, L. A. (2009). *Sistematización "Caso Contaminación por Plomo Ocasionado por la Empresa Baterías de El Salvador. S.A de C.V. y el Proceso de Lucha Impulsado por la Población Afectada"*. Centro Salvadoreño de Tecnología Apropiable CESTA. San Salvador, El Salvador: Cabrera Publicidad. Obtenido de <http://www.cesta-foe.org.sv/home/Pubs/Investigacion%20completa.pdf>
- Carranza, E. (26 de Septiembre de 2006). *No hay negociación entre Ediles y MIDES*. (Imagen) Obtenido de El Diario de Hoy: <http://archivo.elsalvador.com/noticias/2006/09/26/nacional/nac5.asp>
- Carrera, E. G. (1991). NPE-276: Eliminación de residuos en el laboratorio: procedimientos generales. Madrid: CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO.
- Decreto Legislativo N° 254, Ley General de Prevención de Riesgos en los Lugares de Trabajo (Órgano Legislativo de la República de El Salvador 21 de 01 de 2010). Obtenido de http://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/ley/Ley_prevencion_riesgos_lugares_trabajo.pdf
- Decreto Legislativo No. 89, Reglamento General de Prevención de Riesgos en los Lugares de Trabajo (Órgano Ejecutivo de la República de El Salvador 27 de Abril de 2012). Obtenido de <http://www.jurisprudencia.gob.sv/DocumentosBoveda/D/2/2010-2019/2012/04/96988.PDF>
- Decreto N° 39, Reglamento Especial de Aguas Residuales (Asamblea Legislativa de la República El Salvador Mayo de 2000). Obtenido de <http://www.marn.gob.sv/cidoc/documentos/reglamento-especial-de-aguas-residuales-decreto-n-39/>
- Decreto N° 41, Reglamento Especial en Materia de Sustancias, Residuos y Desechos Peligrosos (Órgano Ejecutivo de la República de El Salvador 31 de Mayo de 2000).

Obtenido de <http://www.marn.gob.sv/descarga/reglamento-especial-de-sustancias-residuos-y-desechos-peligrosos/>

Decreto N° 233, LEY DE MEDIO AMBIENTE (Asamblea Legislativa de la República de El Salvador 4 de Mayo de 1998). Obtenido de <https://tramites.gob.sv/media/ley%20de%20medio%20ambiente.pdf>

Decreto N° 86, Reglamento de Gestión de la Prevención de Riesgos en los Lugares de Trabajo (Órgano Ejecutivo de El Salvador 27 de Abril de 2012). Obtenido de <http://www.mtps.gob.sv/wp-content/uploads/descargas/InformacionInstitucional/Decretos/decreto-86-reglamento-de-gestion-de-la-prevision-de-riesgos-en-los-lugares-de-trabajo.pdf>

DENIOS. (2018). *Estanterías con cubetos de retención*. (Imagen) Obtenido de <https://www.denios.es/shop/almacenamiento-de-sustancias-peligrosas/estanterias-con-cubeto/>

DENSORB. (2018). *DENIOS*. Obtenido de Manual para la recogida y eliminación seguras de líquidos contaminantes: <https://denios-images-typo3-es.s3.amazonaws.com/documents/DENIOS-Manual-Densorb-absorbentes.pdf>

Diario Co Latino. (24 de Marzo de 2014). Embargan a banco Scotiabank por \$49 millones. *Diario Co Latino - El Salvador*. Obtenido de Diariocolatino Web site: <https://www.diariocolatino.com/embargan-a-banco-scotiabank-por-49-millones/>

EIQIA. (2015). *Propuesta de Plan Estratégico Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos*. San Salvador: Universidad de El Salvador.

EIQIA. (2016). *Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador*. Obtenido de Historia - Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos: <http://www.fia.ues.edu.sv/quimica/index.html>

ESCO. (2019). *ESCO Global*. Obtenido de Frontier Campanas de Gases Mono: <http://www.escoglobal.es/product/campanas-de-gases-de-laboratorio/frontier-campanas-de-gases-mono/EFH-A/>

Estrella, P. M. (2004). *Procedimiento para la separación del cromo hexavalente de efluentes mineros*. (m. m. Facultad de ingeniería geológica, Ed.) Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

ESYMAR. (2019). *ESYMAR Laboratorio*. Obtenido de Catálogo de mesas Laboratorio: <http://www.esymarlaboratorio.com>

Florez, J. M. (Octubre de 2010). *Universidad Nacional de Colombia: Portal de Revistas* . Obtenido de Water Clarification using polymerized coagulants: aluminum hydroxychloride case: <https://bit.ly/2Q51L19>

- García, A., & Mendoza, L. (2007). *Protocolos 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*. Bucaramanga: Colombia.
- Geocycle. (2019). *Geocycle El Salvador*. (Imagen) Recuperado el 13 de Marzo de 2019, de <https://www.geocycle.com/el-salvador?address=El%20Salvador>
- Google Maps. (2019). *Google Maps*. Recuperado el 24 de Agosto de 2019, de Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador: <https://goo.gl/maps/gQJNDCu8kSkdaMTc6>
- GPDU . (2018). *Plan de Emergencia y Evacuación*. Usulután, El Salvador: Gobernación Política Departamental de Usulután.
- Haleco. (2017). *Caja estanca y con cerradura para almacenamiento*. (Imagen) Obtenido de <http://www.haleco.es/producto/022-242-43-caja-estanca-y-con-cerradura-para-almacenamiento/>
- Holcim Group. (2014). *Guía para el Co-Procesamiento de Residuos en la Producción de Cemento*. Cooperación Público-Privada GTZ-Holcim.
- Ibérica. (Enero de 2014). *Envases Jerricanes*. (Imagen) Obtenido de <http://ibericaenvases.com/jerricanes/>
- IDEAM. (2018). *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia*. Obtenido de Manejo de Emergencias con Sustancias Químicas Peligrosas: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/018903/Links/cap3.pdf>
- INCINER8. (2019). *INCINER8 Product Catalogue*. Obtenido de Model i8 10S: <http://pdf.medicaexpo.es/pdf-en/inciner8/product-catalogue/115640-212355.html>
- Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS). (2009). *Nuevo reglamento sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas. Guía para asesores de prevención*. Barcelona: Paralelo Edición.
- ISDEM. (2012). *Manual de seguridad e higiene ocupacional*. San Salvador: Gobierno de El Salvador.
- ISOLAB. (2018). *ISOLAB Catálogo en español*. Obtenido de Laborgarate GmbH: <http://www.isolab.de/spanishcatalog/>
- ISOTools. (19 de Marzo de 2015). *Plataforma Tecnológica para la Gestión de la Excelencia*. Obtenido de ¿Qué son las normas ISO y cuál es su finalidad?: <https://www.isotools.org/2015/03/19/que-son-las-normas-iso-y-cual-es-su-finalidad/>
- Kaifer, J. (2006). *Módulo de contaminación de residuos*. Obtenido de Tratamientos Físico-Químicos de Residuos: http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45774/componente45772.pdf

- MARN. (2002). *Manejo Ambiental adecuado de baterías de ácido/plomo usadas en Centroamérica y México*. El Salvador: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Obtenido de <http://www.marn.gob.sv/centro-regional-del-convenio-de-basilea-para-centroamerica-y-mexico-2/>
- MARN. (13 de Abril de 2010). *Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador*. Obtenido de Estadísticas de Generación de Desechos: <http://www.marn.gob.sv/estadisticas-de-generacion-de-desechos/>
- MARN. (2013). *Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador*. Recuperado el 22 de Junio de 2019, de Formularios Ambientales: <http://www.marn.gob.sv/formilarios-ambientales/>
- MARN. (13 de Noviembre de 2014). *Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador*. Obtenido de QUIMAGRO: <http://www.marn.gob.sv/?s=quimagro>
- MARN. (21 de Abril de 2015). *Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador*. Obtenido de Desechos tóxicos de San Luis Talpa fueron destruidos en el Reino Unido: <http://www.marn.gob.sv/toxicos-de-san-luis-talpa-fueron-destruidos-en-reino-unido/4/>
- MARN. (26 de Septiembre de 2016). *Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador*. Obtenido de Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación: <http://www.marn.gob.sv/convenio-de-basilea-sobre-el-control-de-los-movimientos-transfronterizos-sobre-los-desechos-peligrosos-y-su-eliminacion/>
- MARN. (14 de Septiembre de 2016). *Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador*. Obtenido de Convenio de Estocolmo sobre los Contaminantes Orgánicos Persistentes: <http://www.marn.gob.sv/convenio-de-estocolmo-sobre-los-contaminantes-organicos-persistentes/17/>
- MARN. (2018 de Abril de 2018). *Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador*. Recuperado el Marzo de 2019, de Listado de rellenos sanitarios en el país: <https://bit.ly/2Ju0HPO>
- Martínez, M. I. (2005). *Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos - Fundamentos Tomo I*. Montevideo, Uruguay : Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe.
- NACIONES UNIDAS. (2017). *Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA)*. Séptima Revisión, Nueva York y Ginebra. Obtenido de https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/ghs/ghs_rev07/English/S_T_SG_AC10_30_Rev7e.pdf
- News, E. U. (5 de Febrero de 2018). Comunidades exigen a Fiscalía gestione extradición contra directivos de Baterías Récord (imagen). *EL URBANO*. Obtenido de

<https://elurbano.news/2018/02/05/comunidades-exigen-a-fiscalia-gestione-extradicion-contra-directivos-de-baterias-record/>

- NOM-052-SEMARNAT-2005, Norma Oficial Mexicana que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos (Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos 23 de Junio de 2006). Recuperado el 26 de Junio de 2019, de http://www.inb.unam.mx/stecnica/nom052_semarnat.pdf
- NTP 480, La gestión de los residuos peligrosos en los laboratorios universitarios y de investigación (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo 1998). Obtenido de <https://bit.ly/2IVM6no>
- NTP 675, Norma Técnica de Prevención 675: Riesgos laborales en empresas de gestión y tratamiento de residuos, clasificación y actividades. (Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España 2004). Obtenido de https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_675.pdf
- NTP 934, Agentes químicos: metodología cualitativa y simplificada de evaluación del riesgo de accidente (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo 2012). Obtenido de <https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/926a937/934%20w.pdf>
- Ochoa, C. A. (2017). *CPI OFDA LAC Salud Ocupacional Uniquindio*. Obtenido de Diseño e Implementación de Planes de Emergencia: <http://www.almamater.edu.co/sitio/Archivos/Documentos/Documentos/00000560.pdf>
- OSHA. (2015). *Occupational Safety and Health Administration*. Obtenido de Etiquetas Estandar para la Comunicación de Peligros: <https://www.osha.gov/Publications/OSHA3492QuickCardLabel-spanish.pdf>
- Panreac Quimica S.A. (2006). *Manual de Seguridad en Laboratorios Quimicos*. Barcelona, España: Graficas Montaña, SL. Obtenido de <https://www.icv.csic.es/prevencion/Documentos/manuales/panreac.pdf>
- Peñalver, N. D. (2000). *Manual de Gestión de los Residuos Especiales de la Universidad de Barcelona*. Barcelona: Universidad de Barcelona.
- Pérez, M. T. (25 de Marzo de 2000). No comparecen en caso "El Tobarón". *El Diario de Hoy (imagen)*. Obtenido de <http://archivo.elsalvador.com/noticias/EDICIONESANTERIORES/marzo25/NACIONAL/nacio6.html>
- Protección contra incendios. (2011). *Seguridad y protección contra incendios*. Obtenido de Como usar un extintor correctamente:

<http://www.seguridadproteccioncontraincendios.es/como-usar-un-extintor-correctamente/>

- Rivera, D. (2018). *PLAN DE TRABAJO DE SERVICIO SOCIAL: GESTION DE DESECHOS PELIGROSOS DE LABORATORIOS DE LA ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA E INGENIERIA DE ALIMENTOS*. Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Subunidad de Proyección Social, Ciudad Universitaria "Dr. Fabio Castillo Figueroa".
- Rodríguez, C., & Cáceres, M. (2016). *Propuesta de diseño de remodelación y ampliación de los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de El Salvador*. Ciudad Universitaria, San Salvador, El Salvador: Trabajo de Graduación para optar al Título de Arquitecto. Obtenido de <http://ri.ues.edu.sv/10094/>
- Sanchez, R. A. (12 de Junio de 2015). *Prevención de Riesgos Laborales DAW*. (Imagen) Obtenido de <http://prldawlaguna.blogspot.com/2015/06/senales-de-salvamento-y-socorro.html?q=salvamento>
- Socoam. (2018). *Sociedad de Consultorías Ambientales*. (Imagen) Obtenido de Almacenamiento residuos peligrosos: <http://www.socoam.cl/portfolio-posts/almacenamiento-residuos-peligrosos/>
- Spuch, E. P. (5 de Junio de 2015). *Prevención de Riesgos Laborales DAW*. (Imagen) Obtenido de <http://prldawlaguna.blogspot.com/2015/06/senales-de-obligacion-en-prevencion-de.html>
- Suárez, L., & Cruz, S. (2006). *Guías ambientales para el almacenamiento y transporte por carretera de sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos*. Bogota, Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Obtenido de <https://bit.ly/2W12dsJ>
- Taboada Gonzalez, P., Aguilar Virgen, Q., & Armijo de Vega, C. (2009). La tecnología de plasma y residuos sólidos. *Revista académica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California*, 51-56. Obtenido de http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen13/tecnologia_plasma.pdf
- TIMES, E. S. (29 de Enero de 2017). Caso Baterías Record pasa a juicio y emiten difusión roja contra exadministradores de la planta. *EL SALVADOR TIMES (imagen)*. Obtenido de <https://www.elsalvadortimes.com/articulo/sucesos/caso-baterias-record-pasa-juicio-emiten-difusion-roja-exadministradores-planta/20170126153138015918.html>
- UGT Asturias. (2017). *Oficina Técnica de Salud Laboral de UGT Asturias*. Obtenido de Planes de Emergencia: Como actuar en cada caso: http://antigua.ugt-asturias.org/Intranet/documentos/3162_Planes_de_emergencia.pdf
- ULINE. (2019). *Uline.mx*. (Imagen) Obtenido de Frascos de vidrio ámbar: https://es.uline.mx/BL_755/Amber-Wide-Mouth-Glass-Jars

- Ullca, J. (2006). Los Rellenos Sanitarios. *LA GRANJA, Revista de ciencias de la vida*, 2-17. Recuperado el 2019, de <https://www.redalyc.org/pdf/4760/476047388001.pdf>
- Universidad de Concepción. (Diciembre de 1998). *Universidad de Concepción, Chile*. Obtenido de Reglamento de Manejo de Residuos Peligrosos: http://www2.udec.cl/sqrt/reglamento/reglresiduos.html#_Toc431695705
- Universidad Javeriana. (2018). *Procedimiento para la Gestión del Peligro Químico*. Obtenido de Matrices de Compatibilidad: <http://archivo.pnglab.co/quimicos/>
- Urzelai, D. A., & Cambra, K. (2004). *Sociedad Pública de Gestión Ambiental del Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente del Gobierno Vasco*. (U. d. Vasco, Ed.) Obtenido de Guía Metodológica de Análisis de Riesgos para la Salud Humana y los Ecosistemas: <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/biblioteca-de-archivos/2367-guia-metodologica-analisis-de-riesgos-para-la-salud-humana-y-los-ecosistemas-pais-de-vasco/file>
- Vélez, D. J. (2015). *La comunicación visual y su influencia en las campañas de comunicación gráfica para la enseñanza y aplicación del reciclaje*. Guayaquil, Ecuador: Proyecto de Tesis previo a la Obtención del título de Ingeniero en Diseño Gráfico. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/10154/1/TESIS%20Darwin%20Rodriguez.pdf>
- Vives, L. (12 de Junio de 2016). *Señales de Advertencia*. (Imagen) Obtenido de <https://pcpiluisvives.webcindario.com>
- Vogel, A. I. (1979). *Vogel's textbook of macro and semimicro qualitative inorganic analysis* (Fifth edition ed.). United States of America: Longman Group Limited.
- Vrijheid, M. (2000). Health Effects of Residence Near Hazardous Waste Landfill Sites: A Review. *Environmental Epidemiology Unit, Department of Public Health and Policy, London School of Hygiene and Tropical Medicine*, 12. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1637771/>

ANEXOS

**ANEXO A. Artículos relacionados con la
gestión ambiental y el manejo de los
residuos y desechos peligrosos Ley de
Medio Ambiente de El Salvador**

Tabla A.1 Artículos relacionados con la gestión ambiental y el manejo de los residuos y desechos peligrosos

Regulación	Artículo	Disposición
Participación de la población en la gestión ambiental	Art. 9	“...El Ministerio establecerá lineamientos para la utilización de mecanismos de consultas públicas con relación a la gestión ambiental. Fomentará la participación de organismos no gubernamentales ambientalistas, de organismos empresariales y el sector académico.”
Incentivos ambientales y desincentivos económicos	Art. 32	“El Ministerio, juntamente con el Ministerio de Economía y el de Hacienda, previa consulta con el Consejo Nacional de Desarrollo Sostenible elaborará programas de incentivos y desincentivos ambientales para facilitar la reconversión de procesos y actividades contaminantes, o que hagan uso excesivo o ineficiente de los recursos naturales...”
Apoyo a la captación de recursos para la gestión ambiental	Art. 33	El Ministerio, juntamente con el Ministerio de Economía y el de Hacienda, previa consulta con el Consejo Nacional de Desarrollo Sostenible elaborará programas de incentivos y desincentivos ambientales para facilitar la reconversión de procesos y actividades contaminantes, o que hagan uso excesivo o ineficiente de los recursos naturales.
Mecanismos de financiamiento de la gestión ambiental	Art. 34	El Estado promoverá mecanismos de financiamiento para la gestión ambiental pública y privada, con recursos privados o de cooperación internacional, además de los que se asignen para tal fin en el Presupuesto General de la Nación.
Apoyo a la captación de recursos para la gestión ambiental	Art. 35	El Ministerio apoyará a los Gobiernos Municipales, a los sectores gubernamentales y sector no gubernamental en la gestión de recursos, a través de la cooperación técnica y financiera nacional e internacional, para ser destinados a actividades y proyectos de conservación, recuperación y producción ambientalmente sana.
Financiamiento al componente ambiental en actividades, obras o proyectos	Art. 36	En los proyectos públicos financiados con partidas del presupuesto nacional o municipal, o con fondos externos, deberán incluirse las partidas necesarias para financiar el componente ambiental en los mismos y las condiciones y medidas contenidas en el permiso ambiental que autorice dichos proyectos.
Premio nacional del medio ambiente	Art. 37	Créase el Premio Nacional del Medio Ambiente, que será otorgado anualmente por el presidente de la República, a las personas, empresas, proyectos o instituciones, que durante el año se hayan destacado en actividades de protección del medio ambiente o en la ejecución de procesos ambientalmente sanos en El Salvador.
Dimensión ambiental en las prácticas para la obtención de títulos o diplomas	Art. 39.	Para la obtención de cualquier título académico, deberá destinarse una parte de las horas de servicio social, a prácticas relacionadas con el medio ambiente, según lo establecido en las leyes respectivas.
Investigación científica y tecnológica	Art. 40	El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, las Universidades, el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal del

Tabla A.1 Artículos relacionados con la gestión ambiental y el manejo de los residuos y desechos peligrosos (Continuación)

Regulación	Artículo	Disposición
		Ministerio de Agricultura y Ganadería, el Ministerio de Educación y demás organismos que promuevan y desarrollen la investigación científica y tecnológica, incluirán en sus planes, programas y proyectos de ciencia y tecnología la dimensión ambiental.
Concientización ambiental	Art. 41	El Ministerio promoverá con las instituciones educativas, organismos no gubernamentales ambientalistas, el sector empresarial y los medios de comunicación, la formulación y desarrollo de programas de concientización ambiental.
Deberes de las personas e instituciones del estado	Art. 42	Toda persona natural o jurídica, el Estado y sus entes descentralizados están obligados, a evitar las acciones que deterioran al medio ambiente, a prevenir, controlar, vigilar y denunciar ante las autoridades competentes la contaminación que pueda perjudicar la salud, la calidad de vida de la población y los ecosistemas.
Programas de prevención y control de la contaminación	Art. 43	El Ministerio elaborará, en coordinación con el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, los entes e instituciones del Sistema Nacional de Gestión del Medio Ambiente, programas para prevenir y controlar la contaminación y el cumplimiento de las normas de calidad. Dentro de los mismos se promoverá la introducción gradual de programas de autorregulación por parte de los titulares de actividades, obras o proyectos.
Aprobación de las normas técnicas de calidad ambiental	Art. 44	El Ministerio, en coordinación con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, velarán por el cumplimiento de las normas técnicas de calidad ambiental. Un reglamento especial aprobado por el presidente de la República contendrá dichas normas.
Revisión de las normas de calidad ambiental	Art. 45	Es obligación del Ministerio, revisar periódicamente las normas técnicas de calidad ambiental, a fin de proponer al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología la readecuación necesaria de acuerdo a los cambios físicos, químicos, biológicos, económicos y tecnológicos.
Inventarios de emisiones y medios receptores	Art. 46	“Para asegurar un eficaz control de protección contra la contaminación, se establecerá, por parte del Ministerio en coordinación con el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social y con las autoridades competentes en materia de normatividad del uso o protección del agua, el aire y el suelo, la capacidad de estos recursos como medios receptores, priorizando las zonas del país más afectadas por la contaminación...”
Protección del recurso hídrico	Art. 48	“El Ministerio promoverá el manejo integrado de cuencas hidrográficas, una ley especial regulará esta materia...”
	Art. 50	La prevención y control de la contaminación del suelo, se regirá por los siguientes criterios: b) Los habitantes deberán utilizar prácticas correctas en la generación, reutilización, almacenamiento, transporte,






Continua...

Tabla A.1 Artículos relacionados con la gestión ambiental y el manejo de los residuos y desechos peligrosos (Continuación)

Regulación	Artículo	Disposición
		tratamiento y disposición final de los desechos domésticos, industriales y agrícolas.
Riesgos ambientales y materiales peligrosos	Art. 56	El Ministerio calificará las actividades de riesgo ambiental de acuerdo a esta ley y sus disposiciones reglamentarias.
Introducción, tránsito, distribución y almacenamiento de sustancias peligrosas	Art. 57	La introducción, tránsito, distribución y almacenamiento de sustancias peligrosas será autorizada por el Ministerio, en coordinación con el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, el Ministerio de Economía y el Consejo Superior de Salud Pública; un reglamento especial regulará el procedimiento para esta materia.
Desechos peligrosos	Art. 58	El Ministerio, en coordinación con los Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Economía y las municipalidades, de acuerdo a las leyes pertinentes y reglamentos de las mismas, regulará el manejo, almacenamiento y disposición final de desechos peligrosos producidos en El Salvador.
Prohibición de introducir desechos peligrosos	Art. 59	Se prohíbe la introducción en el territorio nacional de desechos peligrosos, así como su tránsito, liberación y almacenamiento.
Contaminación por sustancias, residuos y desechos peligrosos	Art. 60	Toda persona natural o jurídica que use genere, recolecte, almacene, reutilice, recicle, comercialice, transporte, haga tratamiento o disposición final de sustancias, residuos y desechos peligrosos, deberá obtener el Permiso Ambiental correspondiente, de acuerdo a lo establecido en esta ley.
Responsabilidad por contaminación y daños al ambiente	Art. 85	Quien, por acción u omisión, realice emisiones, vertimientos, disposición o descarga de sustancias o desechos que puedan afectar la salud humana, ponga en riesgo o causare un daño al medio ambiente, o afectare los procesos ecológicos esenciales o la calidad de vida de la población, será responsable del hecho cometido o la omisión, y estará obligado a restaurar el medio ambiente o ecosistema afectado. En caso de ser imposible esta restauración, indemnizará al Estado y a los particulares por los daños y perjuicios causados.




ANEXO B. Pictogramas de peligro y transporte del SGA

Tabla B.1 Pictogramas de peligro exclusivos del SGA e incorporados en el reglamento CLP

PICTOGRAMA	CLASE DE PELIGRO
PELIGROS FÍSICOS	
	<p>Explosivo</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Sustancias y mezclas que reaccionan espontáneamente. b) Peróxidos orgánicos.
	<p>Inflamable</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Sustancias y mezclas que reaccionan espontáneamente. b) Líquidos y sólidos pirofóricos. c) Sustancias y mezclas que experimentan calentamiento espontáneo. d) Sustancias y mezclas que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables. e) Peróxidos orgánicos.
	<p>Comburente</p>
	<p>Gas a presión Gas comprimido, licuado, licuado refrigerado o disuelto</p>
	<p>Corrosivo para los metales</p>
PELIGROS PARA LA SALUD	
	<p>Toxicidad aguda Oral, cutánea, por inhalación</p>
	<p>Corrosión cutánea Lesión ocular grave</p>

Continua...

**Tabla B.1 Pictogramas de peligro exclusivos del SGA e incorporados en el reglamento CLP
(Continuación)**

PICTOGRAMA	CLASE DE PELIGRO
	Irritación cutánea y ocular a) Sensibilización cutánea b) Toxicidad específica en determinados órganos (exposición única) c) Irritación de las vías respiratorias Efectos narcóticos
	Sensibilización respiratoria a) Mutagenicidad en células germinales. b) Carcinogenicidad. c) Toxicidad específica en determinados órganos (exposición única). d) Toxicidad específica en determinados órganos (exposiciones repetidas). Peligro por aspiración.
PELIGROS PARA EL MEDIO AMBIENTE	
	Peligroso para el medio ambiente acuático.

Fuente: (Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS), 2009).

ANEXO C. FRASES H – Indicaciones de Peligro

Tabla C.1 Rangos de las frases H

Peligro	Rango de Frases H
Peligros físicos:	Frases H200 - H299
Peligros para la salud:	Frases H300 - H399
Peligros para el medio ambiente:	Frases H400 - H499

Fuente: (Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS), 2009).

Tabla C.2 Frases H -Indicaciones de peligro

INDICACIONES DE PELIGRO FÍSICOS	
H200	Explosivo inestable.
H201	Explosivo; peligro de explosión en masa.
H202	Explosivo; grave peligro de proyección.
H203	Explosivo; peligro de incendio, de onda expansiva o de proyección.
H204	Peligro de incendio o de proyección.
H205	Peligro de explosión en masa en caso de incendio.
H220	Gas extremadamente inflamable.
H221	Gas inflamable.
H222	Aerosol extremadamente inflamable.
H223	Aerosol inflamable.
H224	Líquido y vapores extremadamente inflamables.
H225	Líquido y vapores muy inflamables.
H226	Líquidos y vapores inflamables.
H228	Sólido inflamable.
H240	Peligro de explosión en caso de calentamiento.
H241	Peligro de incendio o explosión en caso de calentamiento.
H242	Peligro de incendio en caso de calentamiento.
H250	Se inflama espontáneamente en contacto con el aire.
H251	Se calienta espontáneamente; puede inflamarse.
H252	Se calienta espontáneamente en grandes cantidades; puede inflamarse.
H260	En contacto con el agua desprende gases inflamables que pueden inflamarse espontáneamente.
H261	En contacto con el agua desprende gases inflamables.
H270	Puede provocar o agravar un incendio; comburente.
H271	Puede provocar un incendio o una explosión; muy comburente.
H272	Puede agravar un incendio; comburente.
H280	Contiene gas a presión; peligro de explosión en caso de calentamiento.
H281	Contiene un gas refrigerado; puede provocar quemaduras o lesiones criogénicas.
H290	Puede ser corrosivo para los metales.
INDICACIONES DE PELIGRO PARA LA SALUD HUMANA	
H300	Mortal en caso de ingestión.
H301	Tóxico en caso de ingestión.
H302	Nocivo en caso de ingestión.
H310	Mortal en contacto con la piel.
H311	Tóxico en contacto con la piel.
H312	Nocivo en contacto con la piel.

Tabla C.2 Frases H -Indicaciones de peligro (Continuación)

INDICACIONES DE PELIGRO FÍSICOS	
INDICACIONES DE PELIGRO PARA LA SALUD HUMANA	
H314	Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.
H315	Provoca irritación cutánea.
H317	Puede provocar una reacción
H318	Provoca lesiones oculares graves.
H319	Provoca irritación ocular grave.
H330	Mortal en caso de inhalación.
H331	Tóxico en caso de inhalación.
H332	Nocivo en caso de inhalación.
H334	Puede provocar síntomas de alergia o asma o dificultades respiratorias en caso de inhalación.
H335	Puede irritar las vías respiratorias.
H336	Puede provocar somnolencia o vértigo.
H340	Puede provocar defectos genéticos.
H341	Se sospecha que provoca defectos genéticos.
H350	Puede provocar cáncer.
H351	Se sospecha que provoca cáncer.
H360	Puede perjudicar la fertilidad o dañar al feto
H361	Se sospecha que perjudica la fertilidad o daña al feto
H362	Puede perjudicar a los niños alimentados con leche materna
H370	Provoca daños en los órganos
H371	Puede provocar daño en los órganos
H372	Provoca daños en los órganos mediante el uso prolongado
H373	Puede provocar daños en los órganos mediante el uso prolongado
INDICACIONES DE PELIGRO PARA EL MEDIO AMBIENTE	
H400	Muy tóxico para los organismos acuáticos
H410	Muy tóxico para los organismos acuáticos con efectos nocivos duraderos
H411	Tóxico para los organismos acuáticos con efectos nocivos duraderos
H412	Nocivo para los organismos acuáticos con efectos nocivos duraderos
H413	Puede ser nocivo para los organismos acuáticos con efectos nocivos duraderos

Fuente: (Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS), 2009).

ANEXO D. FRASES P – Consejos de Prudencia

Tabla D.1 Rangos de las frases P

Consejo	Rango de Frases P
Consejos generales:	Frases P 100
Consejos de prevención:	Frases P 200
Consejos de respuesta:	Frases P 300
Consejos de almacenamiento:	Frases P 400
Consejos de eliminación:	Frases P 500

Fuente: (Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS), 2009).

Tabla D.2 Frases P - Consejos de prudencia

FRASES P	CONSEJOS DE PRUDENCIA
CONSEJOS DE PRUDENCIA DE CARÁCTER GENERAL	
P101	Si se necesita consejo médico, tener a mano el envase o la etiqueta
P102	Mantener fuera del alcance de los niños
P103	Leer la etiqueta antes del uso
CONSEJOS DE PRUDENCIA DE PREVENCIÓN	
P201	Solicitar instrucciones especiales antes del uso
P202	No manipular la sustancia antes de haber leído todas las instrucciones de seguridad
P210	Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llama abierta o superficies calientes. No fumar
P211	No pulverizar sobre una llama abierta y otra fuente de ignición
P220	Mantener o almacenar alejado de la ropa /.../ materiales combustibles
P221	Tomar todas las precauciones necesarias para no mezclar con materias combustibles
P222	No dejar que entre en contacto con el aire
P223	Mantener alejado de cualquier posible contacto con el agua, pues reacciona violentamente y puede provocar una llamarada
P230	Mantener humedecido con
P231	Manipular un gas inerte
P232	Proteger de la humedad
P233	Mantener el recipiente herméticamente cerrado
P234	Conservar únicamente en el recipiente original
P235	Mantener en lugar fresco
P240	Conectar a tierra/enlace equipotencial del recipiente y del equipo de recepción
P241	Utilizar un material eléctrico, de ventilación o de iluminación /.../ antideflagrante
P242	Utilizar únicamente herramientas que no produzcan chispas
P243	Tomar medidas de precaución contra descargas electrostáticas
P244	Mantener las válvulas de reducción limpias de grasa y aceite
P250	Evitar la abrasión/el choque /.../ la fricción
P251	Recipiente a presión: no perforar ni quemar, incluso después del uso
P260	No respirar el polvo/el humo/el gas/la niebla/los vapores/el aerosol
P261	Evitar el polvo/el humo/el gas/la niebla/los vapores/el aerosol
P262	Evitar el contacto con los ojos, la piel o la ropa
P263	Evitar el contacto durante el embarazo/la lactancia
P264	Lavarse... concienzudamente tras la manipulación

Tabla D.2 Frases P - Consejos de prudencia (Continuación)

FRASES P	CONSEJOS DE PRUDENCIA
P270	No comer, beber ni fumar durante su utilización
P271	Utilizar únicamente en exteriores o en un lugar bien ventilado
P272	Las prendas de trabajo contaminadas no podrán sacarse del lugar de trabajo
P273	Evitar su liberación al medio ambiente
P280	Llevar guantes/prendas/gafas/máscaras de protección
P281	Utilizar el equipo de protección individual obligatorio
P282	Llevar guantes/gafas/máscaras que aíslen del frío
P283	Llevar prendas ignífugas/resistentes al fuego/resistentes a las llamas
P284	Llevar equipo de protección respiratoria
P285	En caso de ventilación insuficiente, llevar equipo de protección respiratoria
CONSEJOS DE PRUDENCIA DE RESPUESTA	
P301	En caso de ingestión:
P302	En caso de contacto con la piel:
P303	En caso de contacto con la piel (o el pelo):
P304	En caso de inhalación:
P305	En caso de contacto con los ojos:
P306	En caso de contacto con la ropa:
P307	En caso de exposición:
P308	En caso de exposición manifiesta o presenta:
P309	En caso de exposición o malestar:
P310	Llamar inmediatamente a un centro de información toxicológica o a un médico
P311	Llamar a un centro de información toxicológica o a un médico
P312	Llamar a un centro de información toxicológica o a un médico en caso de malestar
P313	Consultar a un médico
P314	Consultar a un médico en caso de malestar
P315	Consultar a un médico inmediatamente
P320	Se necesita urgentemente un tratamiento específico
P321	Se necesita un tratamiento específico
P322	Se necesitan medidas específicas
P330	Enjuagarse la boca
P331	NO provocar el vómito
P332	En caso de irritación cutánea
P333	En caso de irritación o erupción cutánea
P334	Sumergir en agua fresca/aplicar compresas húmedas
P335	Sacudir las partículas que se hayan depositado en la piel
P336	Descongelar las partes heladas con agua tibia. No frotar la zona afectada
P337	Si persiste la irritación ocular
P338	Quitar los lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando
P340	Transportar a la víctima al exterior y mantenerla en reposo en una posición confortable para respirar
P341	Si respira con dificultad, transportar a la víctima al exterior y mantenerla en reposo en una posición confortable para respirar

Tabla D.2 Frases P - Consejos de prudencia (Continuación)

FRASES P	CONSEJOS DE PRUDENCIA
P342	En caso de síntomas respiratorios
P350	Lavar suavemente con agua y jabón abundantes
P351	Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos
P352	Lavar con agua y jabón abundantes
P353	Aclararse la piel con agua/ducharse
P360	Aclarar inmediatamente con agua abundante las prendas y la piel contaminadas antes de quitarse la ropa
P361	Quitarse inmediatamente las prendas contaminadas
P362	Quitarse las prendas contaminadas y lavarlas antes de volver a usarlas
P363	Lavar las prendas contaminadas antes de volver a utilizar
P370	En caso de incendio:
P371	En caso de incendio importante y en grandes cantidades:
P372	Riesgo de explosión en caso de incendio
P373	NO luchar contra el incendio cuando el fuego llega a los explosivos
P374	Luchar contra el incendio desde una distancia razonable, tomando precauciones
P375	Luchar contra el incendio a distancia, dado el riesgo de explosión
P376	Detener la fuga, si no hay peligro en hacerlo
P377	Fuga de gas en llamas: No apagar, salvo si la fuga puede detenerse sin peligro
P378	Utilizar _____ para apagarlo
P380	Evacuar la zona
P381	Eliminar todas las fuentes de ignición si no hay peligro en hacerlo
P390	Absorber el vertido para que no dañe otros materiales
P391	Recoger el vertido
CONSEJOS DE PRUDENCIA DE ALMACENAMIENTO	
P401	Almacenar:
P402	Almacenar en un lugar seco
P403	Almacenar en un lugar bien ventilado
P404	Almacenar en un recipiente cerrado
P405	Guardar bajo llave
P406	Almacenar en un recipiente resistente a la corrosión/... con revestimiento interior resistente
P407	Dejar una separación entre los bloques/los palés de carga
P410	Proteger de la luz del sol
P411	Almacenar a temperaturas no superiores a ___ °C / ___ °F
P412	No exponer a temperaturas superiores a 50 °C / 122 °F
P413	Almacenar las cantidades a granel superiores a ___ kg/ ___ lbs a temperaturas no superiores a ___ °C / ___ °F
P420	Almacenar alejado de otros materiales
P422	Almacenar el contenido en _____
CONSEJOS DE PRUDENCIA DE ELIMINACIÓN	
P501	Eliminar el contenido/el recipiente en _____

Fuente: (Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS), 2009).

ANEXO E. Empresas autorizadas para el transporte de materiales peligrosos

Tabla E.1 Empresas autorizadas para el transporte de materiales peligrosos

EMPRESAS AUTORIZADAS PARA EL TRANSPORTE DE MATERIALES PELIGROSOS (RESIDUOS Y DESECHOS)	
Empresa	Tipo de material
BIOCAM Tecnología, S.A. de C.V.	Medicamentos vencidos
	Medicamentos vencidos
	Bioinfecciosos
Clean Generation, S.A. de C.V.	Baterías ácido plomo usadas
CORPORACIÓN HR, S.A. de C.V.	Desechos Biológico–Infecciosos (DB): Desechos patológicos y Desechos punzo cortantes
	Desechos biológico-infecciosos
Distribuidora de electricidad de Sur, S.A. DE C.V.	Bifenilos Policlorados (PCB's)
GEOCYCLE, El Salvador, SA. de C.V.	Desechos de planta de tratamiento
	Emulsiones
	Hullas
	Aceites minerales, vegetales y sintéticos
	Llantas y neumáticos desechados
	Tierras diatomáceas
	Lodo de procesos químicos e industriales
	Lodos de perforación
	Aguas contaminadas o aguas residuales
Residuos de destilación	
GEOCYCLE, El Salvador, SA. de C.V.	Textiles contaminados o no contaminados
	Solventes e hidrocarburos de cualquier proceso
	Plásticos contaminados
	Medicamentos vencidos y medicinas desechadas
	Suelos, arena, polvos, arcillas, tierra contaminadas o no
Grupo Paill, S.A. de C.V.	Medicamentos vencidos
Hugo Naun Liborio Grijalva	Desechos biológico-infecciosos
José Guillermo Miranda Gutiérrez	Baterías ácido plomo usadas llenas de ácido (BAPU)
Lubricant S.A de C.V.	Aceites usados y quemados
MAPRECO S.A de C.V.	Desechos cloacales
María Ester Rodríguez de Doñan	Desechos bioinfecciosos
	Medicamentos vencidos
Multibaterias, S.A DE C.V.	Baterías ácido plomo usadas llenas de ácido (BAPU)
Operadora de la Sierra, S.A. de C.V.	Llantas y neumáticos desechados
	Emulsiones
	Materiales caducos o fuera de especificación
	Pesticidas
	PCB's aceites y materiales contaminados
	Biomاسas
	Papel
Cartón	

Continua...

**Tabla E.1 Empresas autorizadas para el transporte de materiales peligrosos
(Continuación)**

EMPRESAS AUTORIZADAS PARA EL TRANSPORTE DE MATERIALES PELIGROSOS (RESIDUOS Y DESECHOS)	
Empresa	Tipo de material
Operadora de la Sierra, S.A. de C.V.	Desechos sólidos municipales clasificados
	Aceites minerales, vegetales y sintéticos
	Aceites usados o aceites quemados
	Lodos de fondo de tanque
	Lodos de procesos químicos e industriales
	Lodos de perforación
	Aguas contaminadas o aguas residuales
	Residuos de destilación
	Solventes e hidrocarburos de cualquier proceso
	Plásticos contaminados
	Medicamentos vencidos y medicinas desechadas
	Textiles contaminados o no contaminados
	Suelos, arena, polvos, arcilla, tierra contaminadas o no
	Tierras diatomáceas
	Bitúmenes
	Hullas
	Ceras
Desechos de planta de tratamientos	
Recicladora GR, Sociedad Anónima de Capital Variable	Desechos de Baterías Ácido Plomo Usadas (BAPU)
Recicladora la Centroamericana, S.A. de C.V.	Baterías ácido plomo usadas
Servicios Ambientales Centroamericanos, S.A. de C.V.	Desechos Biológico–Infecciosos (DB): Desechos patológicos y Desechos punzo cortantes
Transporte Medina, S.A.	Lodos de hidrocarburos
Servicios ambientales especializados, S.A. de C.V.	Desechos biológico-infecciosos y medicamentos vencidos
Señor Jorge Narváez Urías	Residuos de envases que han contenido plaguicidas
	Plaguicidas obsoletos líquidos
	Plaguicidas obsoletos sólidos
Transporte Hernández Rodríguez, S.A. de C.V.	Desechos biológico-infecciosos
Zarco Alimentos y Representaciones Externas, S.A. de C.V.	Desechos de aparatos eléctricos y electrónicos RAEE

Fuente: (MARN, 2015)

ANEXO F. Documentos por presentar para el transporte de materiales peligrosos

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Dirección General de Evaluación y Cumplimiento Ambiental
Formulario Ambiental: Transporte de materiales peligrosos

A.-INFORMACION GENERAL

I. DEL TITULAR. PERSONA JURIDICA

Nombre del titular, según como se establece en la escritura pública de constitución de la persona jurídica:

Y _____ que _____ se _____ podrá
abreviar _____

(*) Nombre del representante legal, según credencial de junta directiva vigente o acuerdo de
Nombramiento _____

(*) N° documento único de identidad (DUI) del representante legal _____

(*)Nombre del apoderado de la persona jurídica según poder (de ser procedente)

(*) N° de NIT de la persona jurídica _____

Domicilio principal de la persona jurídica: calle/avenida: _____

N° _____ Colonia _____ Municipio _____

Departamento _____

(*) Debe anexar copia de la documentación legal.

II. DEL TITULAR. PERSONA NATURAL

Nombre _____ del _____ titular:

(**)N° _____ documento _____ único _____ de _____ identidad _____ (DUI.)

(*) N° _____ de _____ NIT _____ de _____ la _____ persona
natural _____

(*) Nombre del apoderado de la persona natural según poder (de ser procedente)

Domicilio principal de la persona natural: calle/avenida _____ N° _____

_____ Colonia _____ Municipio _____

Departamento _____

(**)Debe anexar copia de la documentación legal.

**III. PARA COMUNICACIONES Y/O NOTIFICACIONES. PROPORCIONAR LA
INFORMACIÓN SIGUIENTE:**

Teléfono fijo no.: _____ Teléfono móvil no.: _____

Fax N°: _____ Correo electrónico: _____

IV. DECLARACION JURADA

yo _____ en calidad de titular del proyecto, declaro bajo juramento la veracidad de la información detallada en el presente y la documentación anexa, cumpliendo con los requisitos de ley exigidos; asimismo, me comprometo a informar al marn, si cambiare los datos de los medios señalados para recibir comunicaciones y/o notificaciones, de todo lo anterior asumo la responsabilidad que establece el código penal para el delito de perjurio y falso testimonio.

Lugar y fecha

Nombre del titular y/o Representante Legal

Firma del titular y/o Representante Legal

V. - MATERIALES (SUSTANCIAS, RESIDUOS O DESECHOS) PELIGROSOS PARA LOS QUE SOLICITA AUTORIZACIÓN AMBIENTAL DE TRANSPORTE. Deberá indicarse el nombre, la cantidad a transportar y las características corrosivas, reactivas, radioactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico infecciosos del material.

Nombre Comercial	Número CAS/ONU	Tipo de material		
		S	R	D

Condición o periodo para el que se solicita el Permiso Ambiental de transporte:

Un año

Seis meses

Si el material tiene un único destinatario indicar:

Lugar de destino de los materiales transportados:

Lugar de origen de los materiales transportados:

Cantidad de material a transportar:

1. Número total de unidades de transporte para los que solicita autorización: _____

2. Listado y especificaciones de vehículos y/o contenedores a ser utilizados:

Material a Transportar	Placa	Clase de vehículo	Capacidad	Numero de motor	Numero de chasis

Nota: Incorporar copia de la tarjeta de circulación de cada unidad (vehículo o contenedor)

3. Información del conductor de cada unidad de transporte:

Nombre	Número de DUI	Número de Licencia de conducir

Nota: Incorporar copia del DUI y licencia de conducir

4. Equipos que se utilizarán, en caso de peligro causado por accidente o contingencia:

Equipo	Cantidad	Especificaciones

**ANEXO G. Procedimientos para el
tratamiento de residuos y/o desechos
peligrosos propuestos**

**PROCEDIMIENTO:****“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES DE ÁCIDOS INORGÁNICOS”**

CODIGO: P-TRA-RYD-01

PAGINA: 1 de 4

FECHA: 04/08/2019

REVISION: 0

1. TITULO

“Procedimiento para el tratamiento de soluciones de ácidos inorgánicos”

2. OBJETIVO

Contar con un procedimiento experimental que permita la neutralización y el adecuado descarte de los desechos químicos ácidos de naturaleza inorgánica generados en las prácticas de laboratorio de la EIQA, sin perjudicar el medio ambiente.

3. ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN

Este procedimiento es aplicable a desechos de soluciones de ácidos inorgánicos generados en los laboratorios académicos de la EIQA. Estos son soluciones de ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, ácido nítrico, entre otras sustancias que reúnan las condiciones de una sustancia ácida.

4. DEFINICIONES Y MARCO CONCEPTUAL

Sustancia ácida: Es cualquier sustancia que en disolución acuosa aporta iones H^+ al medio, presentando un pH de 0.0 a 6.0

5. RESPONSABILIDADES

Técnico de laboratorio: personal encargado de disponer adecuadamente de los residuos en los contenedores.

6. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- 2 Beaker de 1L
- Beaker de 500 ml
- Espátula
- Agitador de vidrio
- Pipeta de 25 ml graduada
- Frasco lavador
- Medidor de pH
- Equipo de protección personal

7. REACTIVOS

- Carbonato de Calcio ($CaCO_3$) o Carbonato de Sodio (Na_2CO_3), en polvo o en solución

8. PROCEDIMIENTO

Nota: Si el ácido a ser desechado está concentrado, dentro del extractor de gases, se debe diluir, previo al tratamiento, con agua destilada fría hasta una concentración del 10 % como máximo.



PROCEDIMIENTO:

“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES DE ÁCIDOS INORGÁNICOS”

CODIGO: P-TRA-RYD-01

PAGINA: 2 de 4

FECHA: 04/08/2019

REVISION: 0

PROCEDIMIENTO PARA TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y DISPOSICION

PASO	ACTIVIDAD	RESPONSABLES	CONDICION AMBIENTAL	CONDICION DE SEGURIDAD	REGISTRO
10	Colocar la solución de desecho en un beaker de 1L, aproximadamente 500 ml	Técnico de Laboratorio	Área de trabajo limpia.	Guantes. Lentes de protección. Gabacha.	“Ficha de registro de tratamiento de desecho”
20	Agregar agua destilada hasta la marca de 600 ml con el frasco lavador				
30	Medir el pH del desecho a tratar con el pH metro, si se encuentra dentro del rango de 6.5 - 7.5 descartar en el desagüe con abundante agua				
40	Si el pH del desecho es menor a 7, agregar con una espátula carbonato de calcio o de sodio en polvo, poco a poco, agitar. En su defecto se puede preparar una solución de carbonato de sodio al 50% p/p y agregar la solución con una pipeta contabilizando los ml utilizados.				
50	Medir el pH constantemente, anotar el valor en la hoja de registro				
60	Agregar carbonato de calcio o de sodio en polvo o en solución hasta que el pH se encuentre dentro del rango 6.5 – 7.5. Repetir paso 50.				
70	Una vez logrado el pH neutro, desechar la solución generada por el drenaje con abundante agua. Si se observan residuos sólidos producto de la reacción o que estaban presentes desde antes, separar según <i>Procedimiento para la filtración de sustancias después del tratamiento</i> . Etiquetar el precipitado según <i>Procedimiento</i>				



PROCEDIMIENTO:

“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES DE ÁCIDOS INORGÁNICOS”

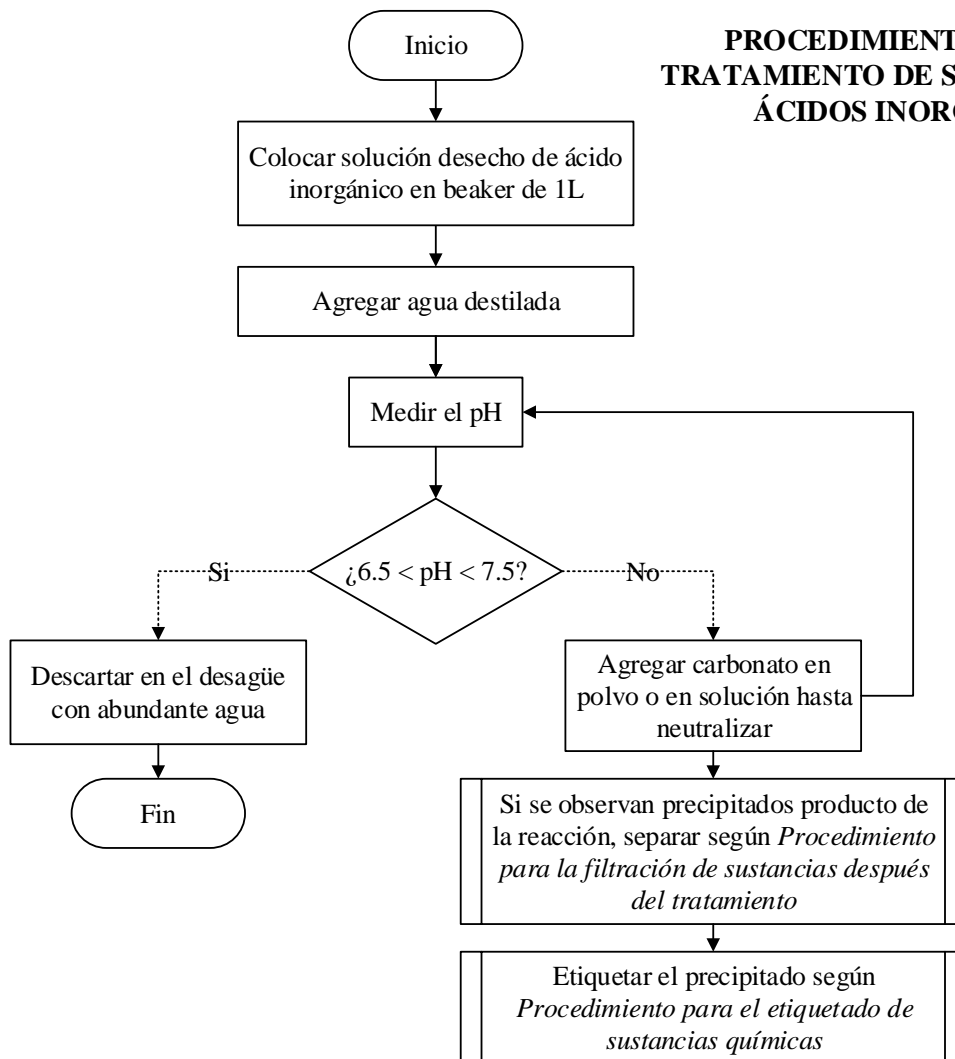
CODIGO: P-TRA-RYD-01
 PAGINA: 3 de 4
 FECHA: 04/08/2019
 REVISION: 0

PROCEDIMIENTO PARA TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y DISPOSICION

PASO	ACTIVIDAD	RESPONSABLES	CONDICION AMBIENTAL	CONDICION DE SEGURIDAD	REGISTRO
	<i>para el etiquetado de sustancias químicas</i>				

9. FLUJOGRAMA

PROCEDIMIENTO PARA EL TRATAMIENTO DE SOLUCIONES DE ÁCIDOS INORGÁNICOS



**PROCEDIMIENTO:****“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES DE ÁCIDOS
INORGÁNICOS”****CODIGO: P-TRA-RYD-01**
PAGINA: 4 de 4
FECHA: 04/08/2019
REVISION: 0**10. CONTROL DE CAMBIOS**

Revisión:	1	2	3	4	5	6
Fecha:						
Modificación:						

11. REFERENCIAS

Armour, M. A. (2003). *Hazardous Laboratory Chemicals Disposal Guide*. Edmonton, Canada: Lewis Publishers.

**PROCEDIMIENTO:****“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES DE
ÁCIDOS ORGÁNICOS”**

CODIGO: P-TRA-RYD-02

PAGINA: 1 de 5

FECHA: 10/08/2019

REVISION: 0

1. TITULO

“Procedimiento para el tratamiento de soluciones de ácidos orgánicos”

2. OBJETIVO

Contar con un procedimiento experimental que permita la neutralización y el adecuado descarte de los desechos químicos ácidos de naturaleza orgánica generados en las prácticas de laboratorio de la EIQA, sin perjudicar el medio ambiente.

3. ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN

Este procedimiento es aplicable a desechos de soluciones de ácidos orgánicos generados en los laboratorios académicos de la EIQA. Estos son soluciones de ácido acético, ácido fórmico, ácido benzoico, ácido sulfonílico, tricloro acético, entre otras sustancias que reúnan las condiciones de ser una sustancia ácida de carácter orgánico. Para el ácido oxálico se tendrá un procedimiento de tratamiento particular.

4. DEFINICIONES Y MARCO CONCEPTUAL

Sustancia ácida: es cualquier sustancia que en disolución acuosa aporta iones H^+ al medio, presentando un pH de 0.0 a 6.0

Sustancia orgánica: es un compuesto químico que contiene carbono en su molécula, formando enlaces carbono-carbono y carbono-hidrógeno principalmente.

5. RESPONSABILIDADES

Técnico de laboratorio: personal encargado de disponer adecuadamente de los residuos en los contenedores.

6. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- 2 Beaker de 1L
- Beaker de 500 ml
- Espátula
- Agitador de vidrio
- Pipeta de 25 ml graduada
- Frasco lavador
- Papel filtro
- Medidor de pH
- Hot plate
- Cámara extractora de gases
- Equipo de protección personal

7. REACTIVOS

- Carbonato de Calcio ($CaCO_3$) o Carbonato de Sodio (Na_2CO_3), en polvo o en solución
- Ácido sulfúrico diluido.

8. PROCEDIMIENTO



PROCEDIMIENTO:

**“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES DE
ÁCIDOS ORGÁNICOS”**

CODIGO: P-TRA-RYD-02

PAGINA: 2 de 5

FECHA: 10/08/2019

REVISION: 0

PROCEDIMIENTO PARA TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y DISPOSICION

PASO	ACTIVIDAD	RESPONSABLES	CONDICION AMBIENTAL	CONDICION DE SEGURIDAD	REGISTRO
10	Colocar la solución de desecho en un beaker de 1L, aproximadamente 500 ml	Técnico de Laboratorio	Área de trabajo limpia.	Guantes. Lentes de protección. Gabacha.	“Ficha de registro de tratamiento de desecho y/o residuo”
20	Agregar agua destilada hasta la marca de 600 ml con el frasco lavador. Agitar con el agitador de vidrio.				
30	Medir el pH del desecho a tratar con el pH metro, si se encuentra dentro del rango de 6.5 - 7.5 descargar en el desagüe con abundante agua				
40	Si el pH del desecho es menor a 7, agregar con una espátula carbonato de calcio o de sodio en polvo, poco a poco. En su defecto se puede preparar una solución de carbonato de sodio al 50% p/p y agregar la solución con una pipeta contabilizando los ml utilizados.				
50	Medir el pH constantemente, anotar el valor en la hoja de registro				
60	Agregar carbonato de calcio o de sodio en polvo o en solución hasta que el pH se encuentre dentro del rango 6.5 – 7.5. Repetir paso 50.				
70	Una vez logrado el pH neutro, desechar la solución generada por el drenaje con abundante agua. Si se observan residuos sólidos producto de la reacción o que estaban presentes desde antes, se separan por filtración o decantación y se tratan como				



PROCEDIMIENTO:

**“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES DE
ÁCIDOS ORGÁNICOS”**

CODIGO: P-TRA-RYD-02

PAGINA: 3 de 5

FECHA: 10/08/2019

REVISION: 0

PROCEDIMIENTO PARA TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y DISPOSICION

PASO	ACTIVIDAD	RESPONSABLES	CONDICION AMBIENTAL	CONDICION DE SEGURIDAD	REGISTRO
	residuos sólidos comunes según el <i>Procedimiento para la filtración de sustancias después del tratamiento</i>				

Para el caso particular del ácido oxálico se sigue el siguiente procedimiento:

PROCEDIMIENTO PARA TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y DISPOSICION

PASO	ACTIVIDAD	RESPONSABLES	CONDICION AMBIENTAL	CONDICION DE SEGURIDAD	REGISTRO
10	Disolver el desecho de ácido oxálico en una solución de carbonato de calcio saturada en un beaker de 1L de forma proporcional	Técnico de Laboratorio	Área de trabajo limpia.	Guantes. Lentes de protección. Gabacha.	“Ficha de registro de tratamiento de desecho”
20	Agitar con un agitador de vidrio y dejar reposar de 12 a 24 horas				
30	Se observará la formación del precipitado de oxalato de calcio el cual se podrá separar por filtración o decantación según <i>Procedimiento para la filtración de sustancias después del tratamiento</i> . Etiquetar según <i>Procedimiento para el etiquetado de sustancias químicas</i>				
40	Medir el pH de la solución de desecho filtrada con el pH metro, si se encuentra dentro del rango de 6.5 - 7.5 descargar en el desagüe con abundante agua				
50	Si el pH del desecho es mayor que 7.5, agregar más ácido sulfúrico diluido poco a poco. Si				



PROCEDIMIENTO:

“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES DE ÁCIDOS ORGÁNICOS”

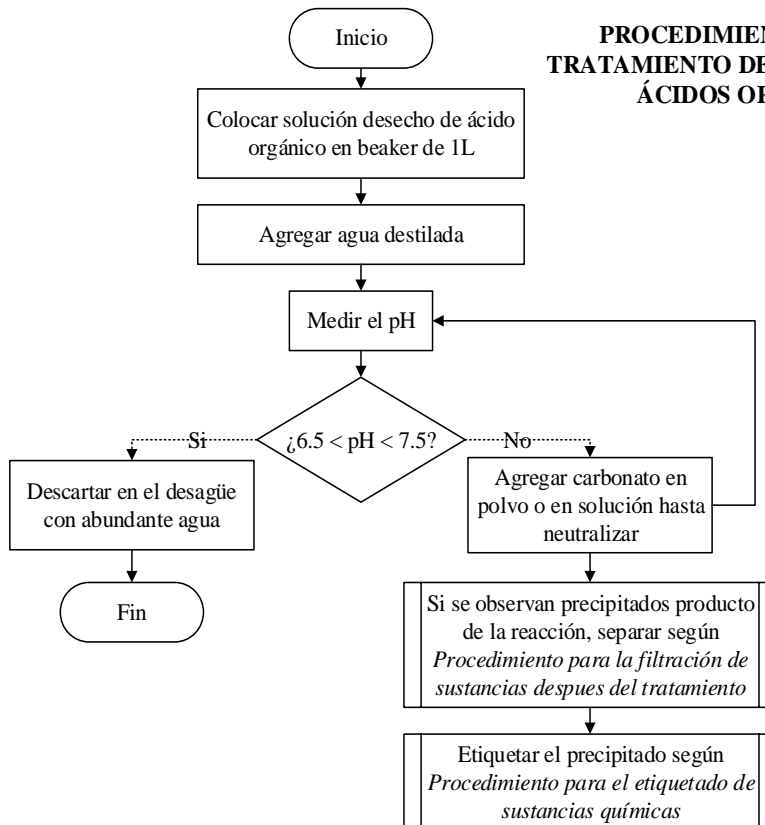
CODIGO: P-TRA-RYD-02
PAGINA: 4 de 5
FECHA: 10/08/2019
REVISION: 0

PROCEDIMIENTO PARA TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y DISPOSICION

PASO	ACTIVIDAD	RESPONSABLES	CONDICION AMBIENTAL	CONDICION DE SEGURIDAD	REGISTRO
	el pH del desecho es menor que 6.5, agregar carbonato de calcio poco a poco. Hasta llegar a la neutralización. Agitar.				
60	Medir el pH constantemente, anotar el valor en la hoja de registro				
70	Una vez logrado el pH neutro, desechar la solución generada por el drenaje con abundante agua				

9. FLUJOGRAMA

PROCEDIMIENTO PARA EL TRATAMIENTO DE SOLUCIONES DE ÁCIDOS ORGÁNICOS





PROCEDIMIENTO:

“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES DE ÁCIDOS ORGÁNICOS”

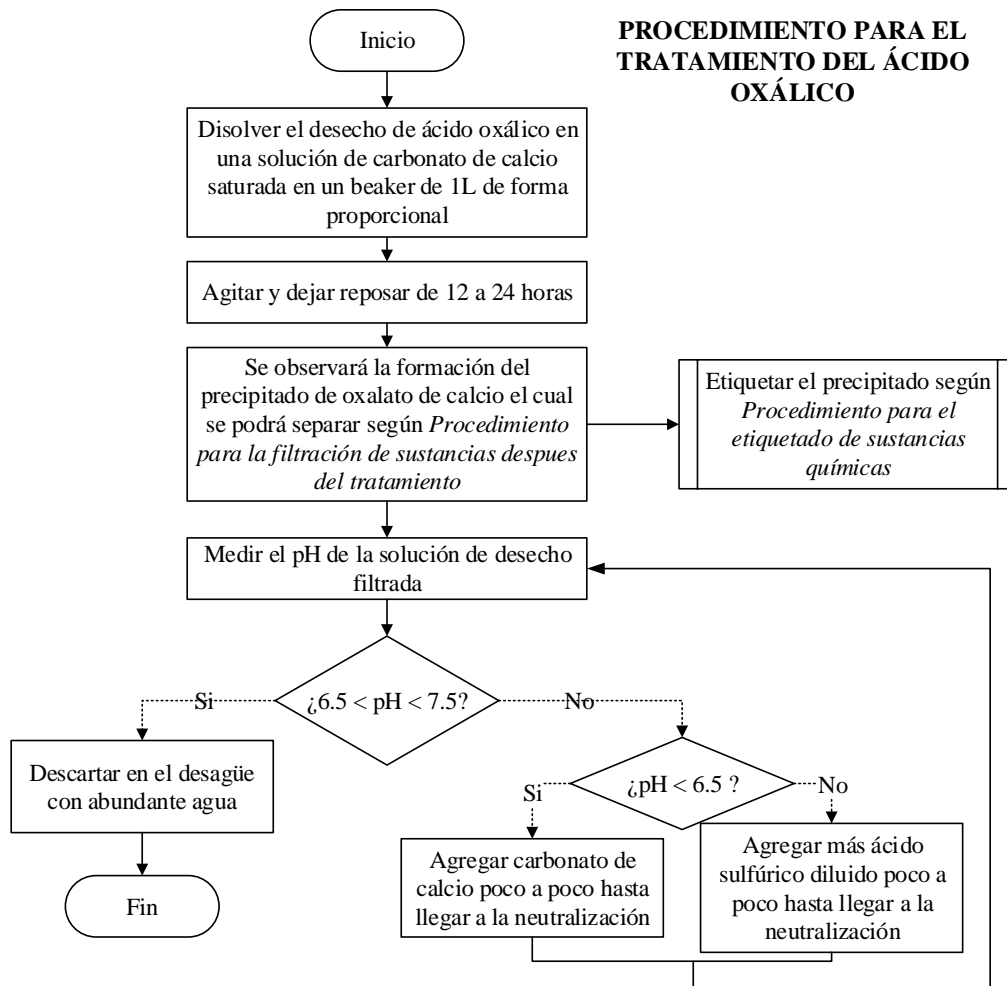
CODIGO: P-TRA-RYD-02

PAGINA: 5 de 5

FECHA: 10/08/2019

REVISION: 0

Para el caso particular del ácido oxálico se sigue el siguiente flujograma:



10. CONTROL DE CAMBIOS

Revisión:	1	2	3	4	5	6
Fecha:						
Modificación:						

11. REFERENCIAS

Armour, M. A. (2003). *Hazardous Laboratory Chemicals Disposal Guide*. Edmonton, Canada: Lewis Publishers.

Peñalver, N. D. (2000). *Manual de Gestión de los Residuos Especiales de la Universidad de Barcelona*. Barcelona: Universidad de Barcelona.

**PROCEDIMIENTO:****“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES
ALCALINAS”**

CODIGO: P-TRA-RYD-03

PAGINA: 1 de 3

FECHA: 05/08/2019

REVISION: 0

1. TITULO

“Procedimiento para el tratamiento de soluciones alcalinas”

2. OBJETIVO

Contar con un procedimiento experimental que permita la neutralización y el adecuado descarte de los desechos químicos alcalinos generados en las prácticas de laboratorio de la EIQA, sin perjudicar el medio ambiente.

3. ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN

Este procedimiento es aplicable a desechos de soluciones alcalinas generadas en los laboratorios académicos de la EIQA. Estos son Hidróxido de sodio, hidróxido de amonio, hidróxido de hierro, hidróxido de potasio, hidróxido de magnesio, hidróxido de cobalto, hidróxido de estaño, hidróxido de zinc, hidróxido de litio, hidróxido de níquel, hidroxilamina y bicarbonato de sodio, entre otra sustancia que reúna las condiciones de ser una sustancia básica.

4. DEFINICIONES Y MARCO CONCEPTUAL

Sustancia básica o alcalina: Es cualquier sustancia que en disolución acuosa aporta iones OH^- al medio, presentando un pH de 8.0 a 14.0

5. RESPONSABILIDADES

Técnico de laboratorio: personal encargado de disponer adecuadamente de los residuos en los contenedores.

6. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- 2 Beaker de 1L
- Beaker de 500 ml
- Agitador de vidrio
- Frasco lavador
- Desecador
- Pipeta graduada o gotero
- Medidor de pH
- Extractor de gases
- Equipo de protección personal

7. REACTIVOS

Ácido Clorhídrico 5 % (HCl) o Ácido Nítrico 5 % (HNO₃) o Ácido sulfúrico 2N

8. PROCEDIMIENTO



PROCEDIMIENTO:
**“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES
 ALCALINAS”**

CODIGO: P-TRA-RYD-03
PAGINA: 2 de 3
FECHA: 05/08/2019
REVISION: 0

PROCEDIMIENTO PARA TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y DISPOSICION

PASO	ACTIVIDAD	RESPONSABLES	CONDICION AMBIENTAL	CONDICION DE SEGURIDAD	REGISTRO
10	Colocar la solución de desecho en un beaker de 1L, aproximadamente 300 ml	Técnico de Laboratorio	Área de trabajo limpia.	Guantes. Lentes de protección. Gabacha.	“Ficha de registro de tratamiento o de desecho y/o residuo”
20	Agregar agua destilada hasta 500 ml con el frasco lavador				
30	Si se observa la presencia de precipitado, filtrar según <i>Procedimiento para la filtración de sustancias después del tratamiento</i> , y medir el pH con el pH metro, si se encuentra dentro del rango de 6.5 - 7.5 descartar en el desagüe con abundante agua				
40	Si hay precipitado, colocar el precipitado en un desecador por 24 horas para eliminar la humedad y luego almacenar y etiquetar el sólido según <i>Procedimiento para el etiquetado de sustancias químicas</i>				
50	Si el pH del desecho es mayor a 7.5, agregar con una pipeta graduada o con un gotero ácido clorhídrico al 5% o Ácido Nítrico 5 % (HNO ₃) o Ácido sulfúrico diluido				
60	Medir el pH constantemente, anotar el valor en la hoja de registro.				
70	Agregar la disolución ácida hasta que el pH sea se encuentre dentro del rango 6.5 – 7.5. Repetir paso 60.				
80	Una vez logrado el pH neutro, desechar la solución generada por el drenaje con abundante agua.				



PROCEDIMIENTO:

“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES ALCALINAS”

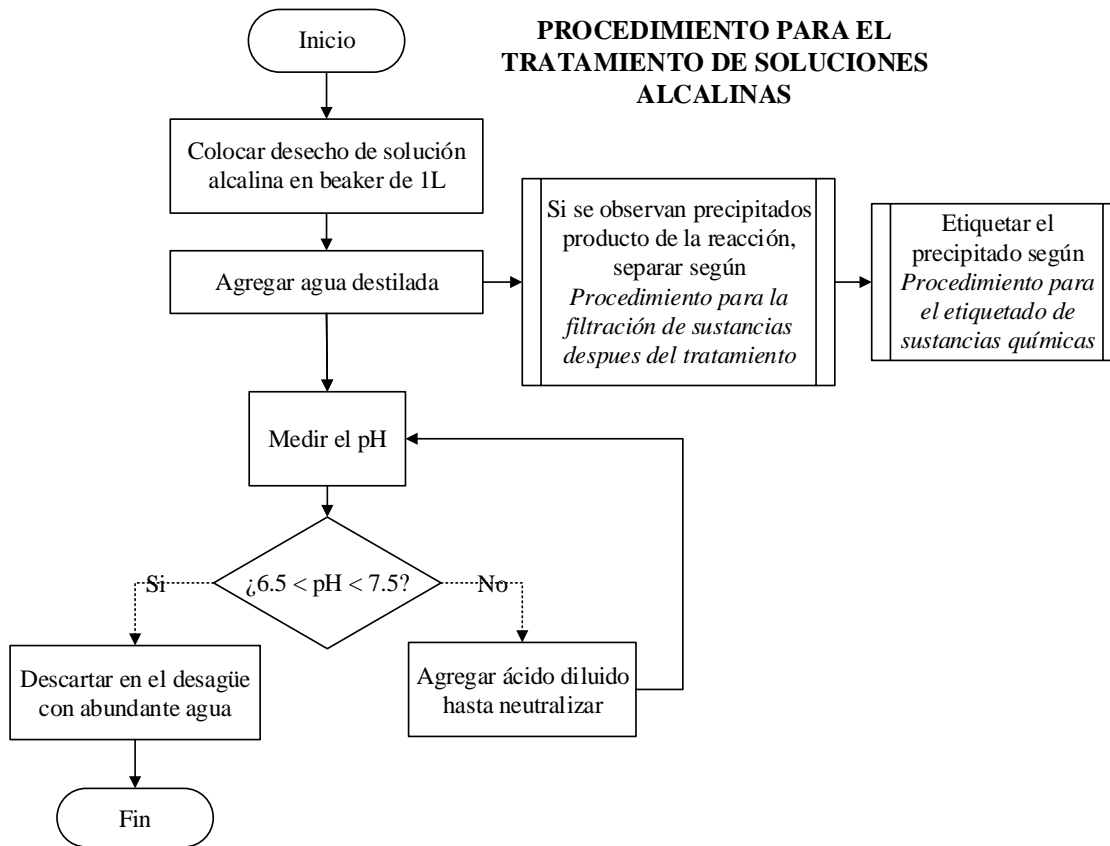
CODIGO: P-TRA-RYD-03

PAGINA: 3 de 3

FECHA: 05/08/2019

REVISION: 0

9. FLUJOGRAMA



10. CONTROL DE CAMBIOS

Revisión:	1	2	3	4	5	6
Fecha:						
Modificación:						

11. REFERENCIAS

Armour, M. A. (2003). *Hazardous Laboratory Chemicals Disposal Guide*. Edmonton, Canada: Lewis Publishers.

**PROCEDIMIENTO:****“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES
CONTENIENDO PLATA”**

CODIGO: P-TRA-RYD-04

PAGINA: 1 de 3

FECHA: 04/08/2019

REVISION: 0

1. TITULO

“Procedimiento para el tratamiento de soluciones conteniendo plata”

2. OBJETIVO

Contar con un procedimiento experimental que permita el adecuado descarte de las disoluciones acuosas de productos orgánicos e inorgánicos presentes en las prácticas de laboratorio de la EIQA sin perjudicar el medio ambiente.

3. ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN

Este procedimiento únicamente al compuesto nitrato de plata utilizado en los laboratorios académicos de la EIQA.

4. DEFINICIONES Y MARCO CONCEPTUAL

Nitrato de plata: El nitrato de plata es una sal inorgánica mixta. Este compuesto es muy utilizado para detectar la presencia de cloruro en otras soluciones. Cuando está diluido en agua, reacciona con el cobre formando nitrato de cobre, se filtra y lo que se queda en el filtro es plata.

Reactivo de Tollens: El reactivo de Tollens es un oxidante débil que contiene un ión complejo de plata amoniacal, dicha sustancia debe prepararse solo cuando se necesite. Después de realizar la prueba, la mezcla resultante debe ser acidificada con ácido diluido antes de ser desechada. Estas precauciones previenen la formación del altamente explosivo fulminato de plata, que es fundamentalmente, AgCNO.

5. RESPONSABILIDADES

Técnico de laboratorio: personal encargado de disponer adecuadamente de los residuos en los contenedores.

6. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Beaker 500 ml
- pH metro
- Papel filtro
- Embudo
- Agitador

7. REACTIVOS

- Solución ácido clorhídrico
- Cloruro de sodio

8. PROCEDIMIENTO



PROCEDIMIENTO:

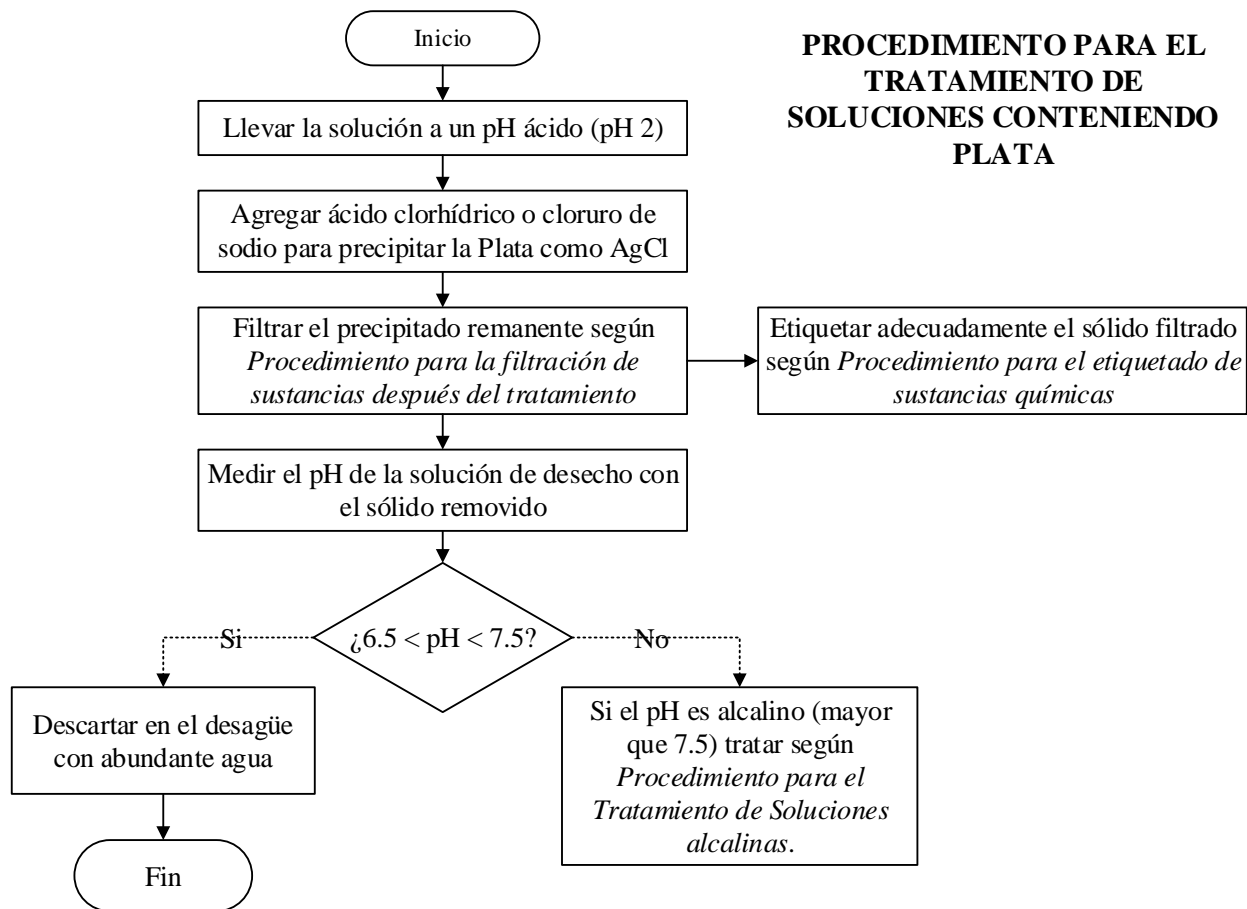
**“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES
CONTENIENDO PLATA”**

CODIGO: P-TRA-RYD-04
PAGINA: 2 de 3
FECHA: 04/08/2019
REVISION: 0

PROCEDIMIENTO PARA TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y DISPOSICION					
PASO	ACTIVIDAD	RESPONSABLES	CONDICION AMBIENTAL	CONDICION DE SEGURIDAD	REGISTRO
10	Llevar la solución a un pH ácido (pH 2)	Técnico de Laboratorio	Área de trabajo limpia	Guantes. Lentes de protección. Gabacha.	“Ficha de registro de tratamiento de desecho y/o residuo”
20	Agregar ácido clorhídrico o cloruro de sodio para precipitar la Plata como AgCl				
30	Filtrar el precipitado remanente según <i>Procedimiento para la filtración de sustancias después del tratamiento</i>				
40	Etiquetar adecuadamente el sólido filtrado según <i>Procedimiento para el etiquetado de sustancias químicas</i>				
50	Medir el pH de la solución de desecho con el sólido removido				
60	Si el pH es alcalino (mayor que 7.5) tratar según <i>Procedimiento para el Tratamiento de Soluciones alcalinas</i> . Si el pH es neutro, desechar la solución en el drenaje con abundante agua.				



9. FLUJOGRAMA



10. CONTROL DE CAMBIOS

Revisión:	1	2	3	4	5	6
Fecha:						
Modificación:						

11. REFERENCIAS

Instituto de Física Nuclear (UNAM). (2013). *MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA EL MANEJO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS QUIMICOS*. UNAM.

**PROCEDIMIENTO:****“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES CON PRESENCIA DE PLOMO”**

CODIGO: P-TRA-RYD-05

PAGINA: 1 de 4

FECHA: 20/07/2019

REVISION: 0

1. TITULO

“Procedimiento para el tratamiento de soluciones con presencia de plomo”

2. OBJETIVO

Contar con un procedimiento experimental que permita la precipitación del plomo a través de la formación de sus sales insolubles para poder separarlo por filtración y realizar posteriormente el adecuado descarte de los desechos generados en las prácticas de laboratorio de la EIQA.

3. ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN

Este procedimiento es aplicable a desechos de soluciones conteniendo plomo generadas en los laboratorios académicos de la EIQA, como lo son el yoduro de plomo, acetato de plomo, nitrato de plomo y otras soluciones que contengan plomo y que puedan tratarse por la formación de sus compuestos insolubles.

4. DEFINICIONES Y MARCO CONCEPTUAL

Plomo: El plomo es un metal pesado. Tiene la capacidad de formar muchas sales, óxidos y compuestos organometálicos con la característica de ser insolubles en agua.

5. RESPONSABILIDADES

Técnico de laboratorio: personal encargado de disponer adecuadamente de los residuos en los contenedores.

6. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- 2 Beaker de 500 ml.
- Espátula.
- Agitador de vidrio
- Vidrio reloj
- Balanza
- Gotero o Pipeta de 10 ml.
- Medidor de pH.
- Equipo de protección personal

7. REACTIVOS

- Meta silicato de sodio ($\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)
- Ácido sulfúrico diluido (H_2SO_4)

8. PROCEDIMIENTO



PROCEDIMIENTO:
“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES CON PRESENCIA DE PLOMO”

CODIGO: P-TRA-RYD-05
PAGINA: 2 de 4
FECHA: 20/07/2019
REVISION: 0

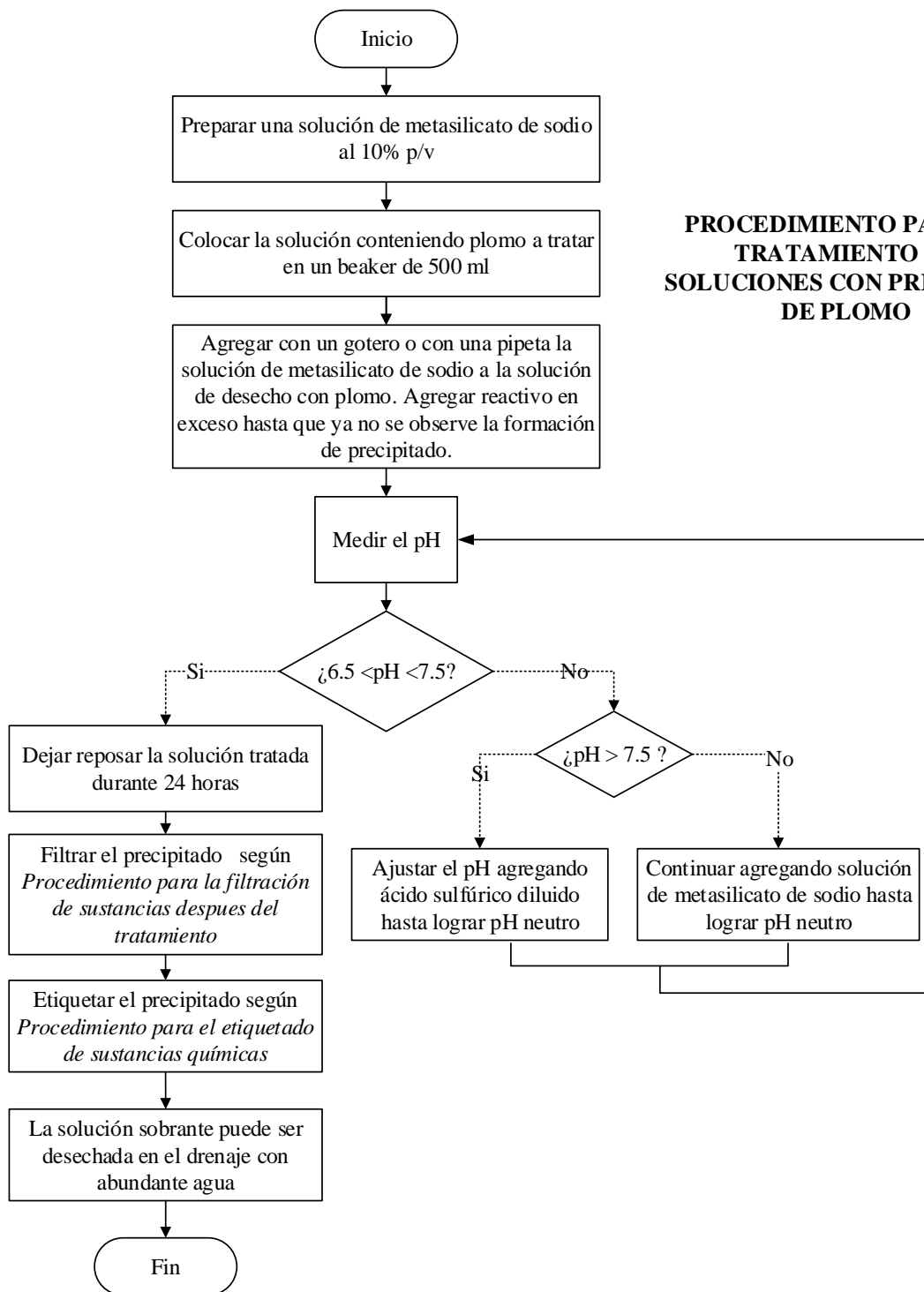
PROCEDIMIENTO PARA TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y DISPOSICION					
PASO	ACTIVIDAD	RESPONSABLES	CONDICION AMBIENTAL	CONDICION DE SEGURIDAD	REGISTRO
10	Preparar una solución de metasilicato de sodio al 10% p/v	Técnico de Laboratorio	Área de trabajo limpia.	Guantes. Lentes de protección. Gabacha.	“Ficha de registro de tratamiento de desecho y/o residuo”
20	Colocar 250 ml de la solución conteniendo plomo en un beaker de 500 ml				
30	Agregar con un gotero o con una pipeta graduada la solución de metasilicato de sodio a la solución de desecho conteniendo plomo. Agregar reactivo en exceso. Se observará la formación de precipitado y se seguirá agregando la solución de metasilicato de sodio hasta que ya no se observe la formación de precipitado.				
40	Medir el pH de la solución. Si es mayor que 7.5 ajustar el pH agregando ácido sulfúrico diluido hasta lograr pH neutro. Si es menor que 6.5, continuar agregando solución de metasilicato de sodio hasta lograr pH neutro.				
50	Dejar reposar la solución tratada durante 24 horas.				
60	Recolectar el precipitado según <i>Procedimiento para la filtración de sustancias después del tratamiento</i>				
70	Etiquetar adecuadamente el sólido filtrado según <i>Procedimiento para el etiquetado de sustancias químicas</i>				
80	La solución sobrante puede ser desechada en el drenaje con abundante agua, de forma lenta y segura.				



PROCEDIMIENTO:
“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES CON PRESENCIA DE PLOMO”

CODIGO: P-TRA-RYD-05
PAGINA: 3 de 4
FECHA: 20/07/2019
REVISION: 0

9. FLUJOGRAMA



**PROCEDIMIENTO:****“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES CON
PRESENCIA DE PLOMO”**

CODIGO: P-TRA-RYD-05

PAGINA: 4 de 4

FECHA: 20/07/2019

REVISION: 0

10. CONTROL DE CAMBIOS

Revisión:	1	2	3	4	5	6
Fecha:						
Modificación:						

11. REFERENCIAS

Armour, M. A. (2003). *Hazardous Laboratory Chemicals Disposal Guide*. Edmonton, Canada: Lewis Publishers.

**PROCEDIMIENTO:****“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES CON PRESENCIA DE CROMO HEXAVALENTE”**

CODIGO: P-TRA-RYD-06

PAGINA: 1 de 5

FECHA: 25/07/2019

REVISION: 0

1. TITULO

“Procedimiento para el tratamiento de soluciones con presencia de cromo hexavalente”

2. OBJETIVO

Contar con un procedimiento experimental que permita el tratamiento de las soluciones conteniendo cromo 6+ a través de la precipitación del catión por la formación de sus sales insolubles (cromo 3+) para poder separarlo por filtración y realizar posteriormente el adecuado descarte de los desechos generados en las prácticas de laboratorio de la EIQA de esta naturaleza.

3. ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN

Este procedimiento es aplicable a desechos de soluciones conteniendo cromo en su estado de oxidación 6+ generadas en los laboratorios académicos de la EIQA, como el dicromato de potasio, cromato de potasio, cromato de sodio y otras soluciones que contengan cromo y que puedan tratarse por la formación de sus compuestos insolubles.

4. DEFINICIONES Y MARCO CONCEPTUAL

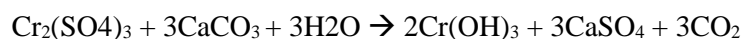
Estado de oxidación 6+ del Cromo: estado de oxidación del cromo que representa un peligro alto por ser agente oxidante fuerte y ser cancerígeno y tóxico.

Factibilidad de las reacciones de reducción de Cr^{6+} a Cr^{3+} : se reduce el cromo a su estado de oxidación más estable y menos peligroso, mediante bisulfito de sodio en medio ácido (agregando H_2SO_4 diluido) y la precipitación como hidróxido crómico empleando cal.

Agente reductor: dióxido de azufre o cualquiera de sus derivados como el bisulfito de sodio, sulfito de sodio u otros similares como reductor de los compuestos hexavalentes de cromo. El Cr^{6+} presente en el dicromato de sodio se reduce a Cr^{3+} y se combina con el radical sulfato para formar el sulfato crómico que es soluble en soluciones ácidas y débilmente alcalinas; como contraparte ocurre la oxidación a sulfato de los radicales sulfito y bisulfito. Por ello la reacción indicada requiere de la presencia del ácido sulfúrico para garantizar la reducción y postar un pH final de 3.0 a 3.5.

Agente neutralizante: la reacción de neutralización se logra mediante la adición de un agente neutralizador que puede ser óxido de calcio, hidróxido de calcio, carbonato de calcio u otro agente alcalino similar. La precipitación ocurre desde pH de 7.5 en adelante; es completa cuando alcanza un pH de 10.0 precipitando $Cr(OH)_3$.

Reacción fundamental:



Los precipitados obtenidos son sedimentados mediante la adición de polímeros que flocculan las partículas finas y permiten que la velocidad de sedimentación aumente. Los otros productos obtenidos de las reacciones de reducción y precipitación, Na_2SO_4 y el $CaSO_4$, no son contaminantes perjudiciales y no afectan la calidad ambiental del efluente final (Estrella, 2004).

**PROCEDIMIENTO:****“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES CON PRESENCIA DE CROMO HEXAVALENTE”**

CODIGO: P-TRA-RYD-06

PAGINA: 2 de 5

FECHA: 25/07/2019

REVISION: 0

5. RESPONSABILIDADES

Técnico de laboratorio: personal encargado de disponer adecuadamente de los residuos en los contenedores.

6. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- beaker de 500 ml
- Agitador de vidrio
- Espátula
- Gotero
- Recipiente de polietileno de alta densidad
- Equipo de protección personal

7. REACTIVOS

- Bisulfito de sodio ($\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)
- Ácido sulfúrico diluido (H_2SO_4)
- Oxido de calcio (cal)

8. PROCEDIMIENTO**PROCEDIMIENTO PARA TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y DISPOSICION**

PASO	ACTIVIDAD	RESPONSABLES	CONDICION AMBIENTAL	CONDICION DE SEGURIDAD	REGISTRO
10	Preparar la muestra de desecho en un beaker de 500 ml	Técnico de Laboratorio	Área de trabajo limpia.	Guantes. Lentes de protección. Gabacha.	“Ficha de registro de tratamiento de desecho y/o residuo”
20	Agregar con la espátula bisulfito de sodio en exceso a la muestra preparada del paso 10				
30	Agregar con un gotero ácido sulfúrico diluido a la solución de desecho conteniendo cromo hexavalente hasta lograr un pH ácido de 3.0 – 3.5. Mezclar con el agitador de vidrio. La solución muestra presentará un color verde oscuro indicando que el cromo presente tiene un estado de oxidación de 3+.				



PROCEDIMIENTO:
“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES CON PRESENCIA DE CROMO HEXAVALENTE”

CODIGO: P-TRA-RYD-06
PAGINA: 3 de 5
FECHA: 25/07/2019
REVISION: 0

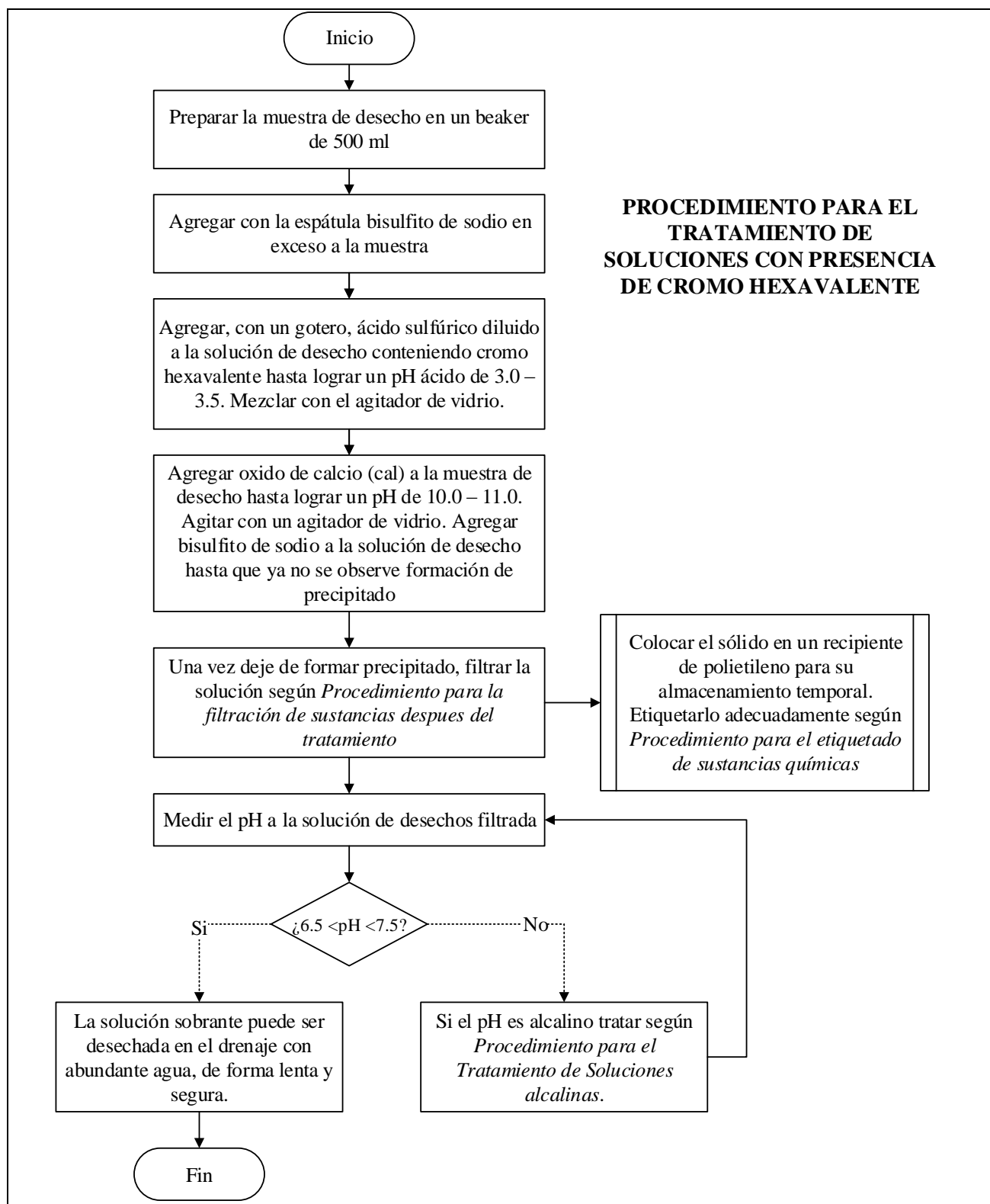
40	Agregar oxido de calcio (cal) a la muestra de desecho hasta lograr un pH de 10.0 – 11.0. Agitar con un agitador de vidrio. Este paso dará lugar a la reacción de precipitación del $\text{Cr}(\text{OH})_3$. Agregar bisulfito de sodio a la solución de desecho hasta que ya no se observe formación de precipitado				
50	Filtrar el precipitado según el <i>Procedimiento para la filtración de sustancias después del tratamiento.</i>				
60	Colocar el sólido en un recipiente de polietileno para su almacenamiento temporal. Etiquetarlo adecuadamente según <i>Procedimiento para el etiquetado de sustancias químicas</i>				
70	Medir el pH de la solución con el sólido removido.				
80	Si el pH es alcalino (mayor que 7.5) tratar según <i>Procedimiento para el Tratamiento de Soluciones alcalinas.</i> Si el pH es neutro, desechar la solución en el drenaje con abundante agua.				

9. FLUJOGRAMA



PROCEDIMIENTO:
“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES CON PRESENCIA DE CROMO HEXAVALENTE”

CODIGO: P-TRA-RYD-06
PAGINA: 4 de 5
FECHA: 25/07/2019
REVISION: 0



**PROCEDIMIENTO:****“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES CON PRESENCIA DE CROMO HEXAVALENTE”**

CODIGO: P-TRA-RYD-06

PAGINA: 5 de 5

FECHA: 25/07/2019

REVISION: 0

10. CONTROL DE CAMBIOS

Revisión:	1	2	3	4	5	6
Fecha:						
Modificación:						

11. REFERENCIAS

Estrella, P. M. (2004). *Procedimiento para la separación del cromo hexavalente de efluentes mineros*. (m. m. Facultad de ingeniería geológica, Ed.) Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

**PROCEDIMIENTO:****“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES CON PRESENCIA DEL ANION PERMANGANATO”**

CODIGO: P-TRA-RYD-07

PAGINA: 1 de 4

FECHA: 25/07/2019

REVISION: 0

1. TITULO

“Procedimiento para el tratamiento de soluciones con presencia del anión permanganato”

2. OBJETIVO

Contar con un procedimiento experimental que permita el tratamiento de las soluciones conteniendo manganeso en su estado de oxidación 7+ para realizar posteriormente el adecuado descarte de los desechos generados en las prácticas de laboratorio de la EIQA de esta naturaleza.

3. ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN

Este procedimiento es aplicable a desechos de soluciones conteniendo manganeso en su estado de oxidación 7+ generadas en los laboratorios académicos de la EIQA, como son el permanganato de potasio, permanganato de sodio y otras soluciones que contengan manganeso en su valencia mayor y que puedan tratarse por oxido-reducción.

4. DEFINICIONES Y MARCO CONCEPTUAL

Anión permanganato: son las sales del ácido permangánico, de fórmula HMnO_4 . Se trata de sustancias de un intenso color violeta y alto poder oxidante que contienen el anión MnO_4^- y por lo tanto el manganeso en su mayor estado de oxidación, 7+.

5. RESPONSABILIDADES

Técnico de laboratorio: personal encargado de disponer adecuadamente de los residuos en los contenedores.

6. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Beaker de 1L
- Beaker de 250 ml
- Papel filtro
- Agitador de vidrio
- Espátula
- Cámara extractora de gases
- Equipo de protección personal

7. REACTIVOS

- Solución de bisulfito de sodio al 10%
- Ácido sulfúrico diluido (H_2SO_4)
- Carbonato de sodio



PROCEDIMIENTO:

“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES CON PRESENCIA DEL ANION PERMANGANATO”

CODIGO: P-TRA-RYD-07
PAGINA: 2 de 4
FECHA: 25/07/2019
REVISION: 0

8. PROCEDIMIENTO

PROCEDIMIENTO PARA TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y DISPOSICION

PASO	ACTIVIDAD	RESPONSABLES	CONDICION AMBIENTAL	CONDICION DE SEGURIDAD	REGISTRO
10	Use protección para los ojos, bata de laboratorio y guantes de goma de nitrilo. Trabajar en la cámara extractora de gases.	Técnico de Laboratorio	Área de trabajo limpia.	Guantes. Lentes de protección. Gabacha.	“Ficha de registro de tratamiento de desecho y/o residuo”
20	Diluir la muestra de desecho de permanganato 1:10 o 1:20 hasta lograr un color violeta claro				
30	Agregar 1 gota de ácido sulfúrico diluido por cada 10 ml de solución de desecho para lograr un pH de aproximadamente 2.0				
40	En la cámara de extracción de gases, lentamente y mientras agita, agregue una solución de bisulfito de sodio al 10% hasta que se descargue el color de permanganato y se disuelva el precipitado marrón inicial de dióxido de manganeso.				
50	Neutralizar con carbonato de sodio si es necesario				
60	Lave la solución incolora resultante en el desagüe con al menos 50 veces su volumen de agua.				



PROCEDIMIENTO:

“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES CON PRESENCIA DEL ANION PERMANGANATO”

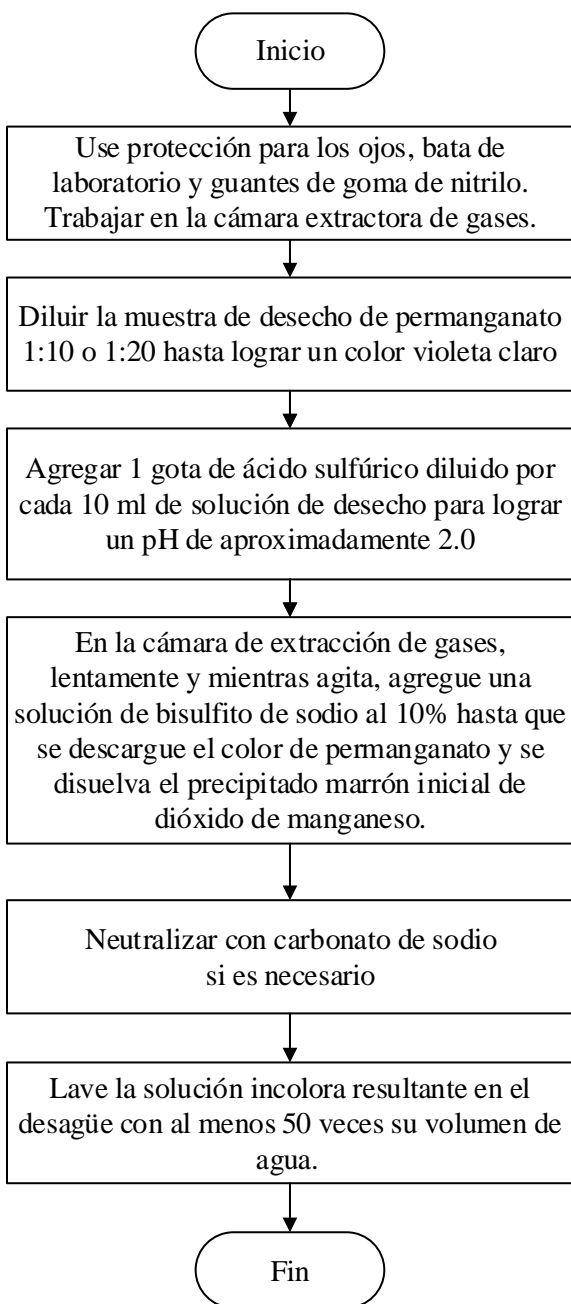
CODIGO: P-TRA-RYD-07

PAGINA: 3 de 4

FECHA: 25/07/2019

REVISION: 0

9. FLUJOGRAMA



PROCEDIMIENTO PARA EL TRATAMIENTO DE SOLUCIONES CON PRESENCIA DEL ANIÓN PERMANGANATO

**PROCEDIMIENTO:****“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES CON
PRESENCIA DEL ANION PERMANGANATO”**CODIGO: **P-TRA-RYD-07**PAGINA: **4 de 4**FECHA: **25/07/2019**REVISION: **0****10. CONTROL DE CAMBIOS**

Revisión:	1	2	3	4	5	6
Fecha:						
Modificación:						

11. REFERENCIAS

Armour, M. A. (2003). Hazardous Laboratory Chemicals Disposal Guide. Edmonton, Canadá:
Lewis Publishers.

**PROCEDIMIENTO:****“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES DE
CONTENIENDO MERCURIO”**

CODIGO: P-TRA-RYD-08

PAGINA: 1 de 4

FECHA: 01/08/19

REVISION: 0

1. TITULO

“Procedimiento para el tratamiento de soluciones conteniendo mercurio”

2. OBJETIVO

Contar con un procedimiento experimental que permita la estabilización y el adecuado descarte de los desechos químicos que contienen mercurio o sales de mercurio generados en las prácticas de laboratorio de la EIQA, sin perjudicar el medio ambiente.

3. ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN

Este procedimiento es aplicable a desechos de soluciones de mercurio o sales de mercurio generados en los laboratorios académicos de la EIQA. Según análisis de los manuales de laboratorio utilizados, el cloruro de mercurio es el principal compuesto de mercurio generado.

4. DEFINICIONES Y MARCO CONCEPTUAL

Mercurio: Es un metal pesado, líquido a temperatura ambiente. Es tóxico e irritante en caso de contacto en inhalación. Si se calienta por encima de 40 °C libera gases tóxicos que son fácilmente inhalados si no se toman las precauciones necesarias.

Sales de mercurio: son sales que contienen al catión mercurio, usualmente en estado de oxidación 2+, el cual es altamente tóxico.

5. RESPONSABILIDADES

Técnico de laboratorio: personal encargado de disponer adecuadamente de los residuos en los contenedores.

6. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- 2 Beaker de 250 ml
- Beaker de 500 ml
- Espátula
- Agitador de vidrio
- Pipeta de 25 ml graduada
- Frasco lavador
- Papel filtro
- Medidor de pH
- Equipo de protección personal

7. REACTIVOS

- Solución de NaOH 5%
- Solución de Na₂S 10-20%



PROCEDIMIENTO:

**“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES DE
CONTENIENDO MERCURIO”**

CODIGO: P-TRA-RYD-08

PAGINA: 2 de 4

FECHA: 01/08/19

REVISION: 0

8. PROCEDIMIENTO

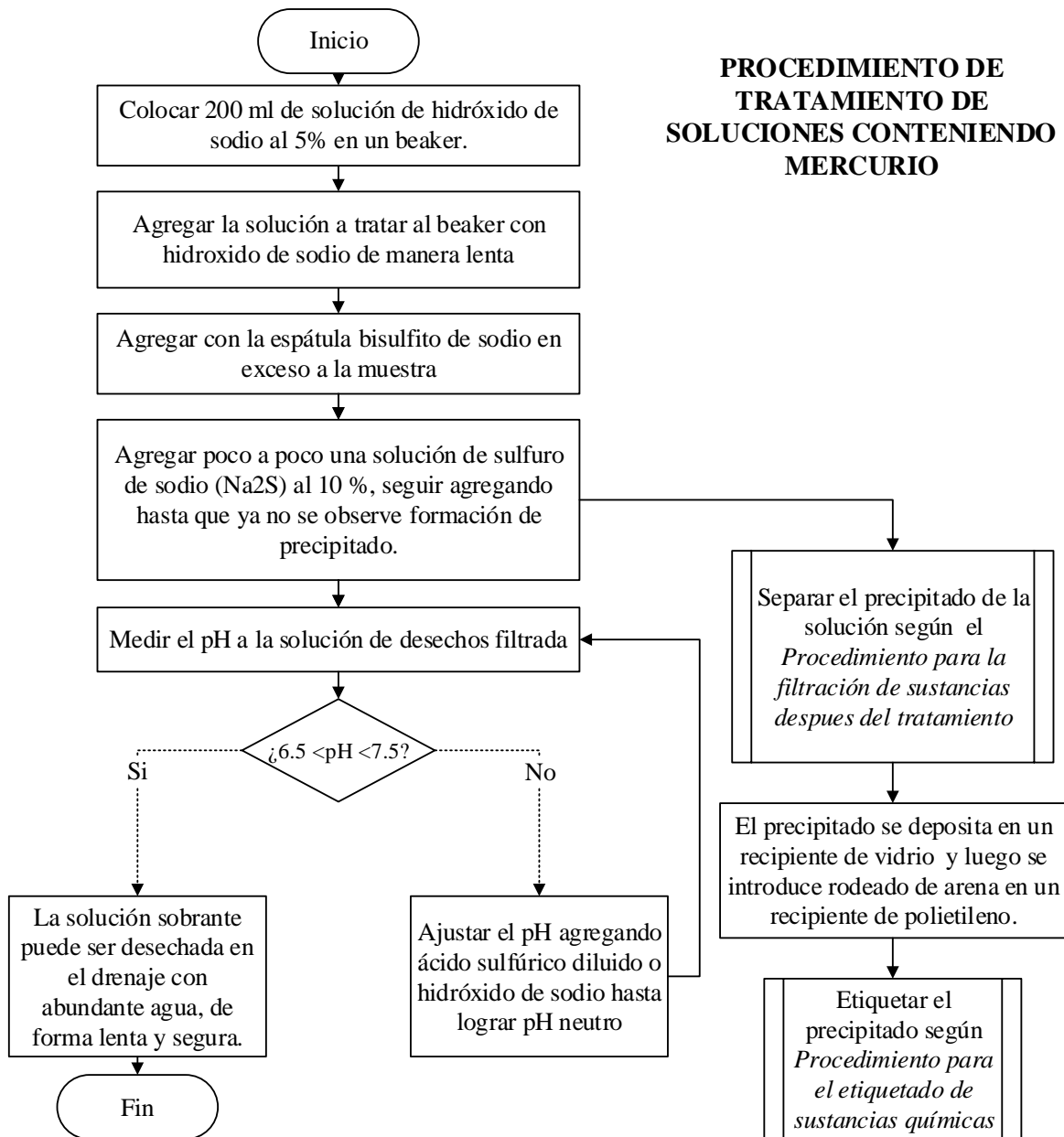
PROCEDIMIENTO PARA TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y DISPOSICION

PASO	ACTIVIDAD	RESPONSABLES	CONDICION AMBIENTAL	CONDICION DE SEGURIDAD	REGISTRO
10	Colocar 200 ml de solución de hidróxido de sodio al 5%.	Técnico de Laboratorio	Área de trabajo limpia.	Guantes. Lentes de protección. Gabacha. Mascarilla.	“Ficha de registro de tratamiento de desecho y/o residuo”
20	Verter la solución desecho en la solución de hidróxido de sodio.				
30	Agregar poco a poco una solución de sulfuro de sodio (Na ₂ S) al 10 %, seguir agregando hasta que ya no se observe formación de precipitado.				
40	El precipitado formado de HgS será separado de la solución según el <i>Procedimiento para la filtración de sustancias después del tratamiento</i>				
50	Medir el pH de la solución resultante luego de la filtración. Si el pH se encuentra entre 6.5 y 7.5 desechar la solución generada por el drenaje con abundante agua.				
60	Si el pH > 7.5, agregar ácido sulfúrico hasta alcanzar un pH neutro. Repetir el paso 50.				
70	Si el pH < 6.5, agregar solución de hidróxido de potasio hasta alcanzar pH neutro. Repetir el paso 50.				
80	Depositar desecho solido que fue filtrado en paso 40 en recipientes de vidrio luego estos se introducen rodeados de arena en recipientes de polietileno.				



9. FLUJOGRAMA

**PROCEDIMIENTO DE
TRATAMIENTO DE
SOLUCIONES CONTENIENDO
MERCURIO**





PROCEDIMIENTO:
**“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES DE
CONTENIENDO MERCURIO”**

CODIGO: P-TRA-RYD-08
PAGINA: 4 de 4
FECHA: 01/08/19
REVISION: 0

10. CONTROL DE CAMBIOS:

Revisión:	1	2	3	4	5	6
Fecha:						
Modificación:						

11. REFERENCIAS

Peñalver, N. D. (2000). *Manual de Gestión de los Residuos Especiales de la Universidad de Barcelona*. Barcelona: Universidad de Barcelona.

**PROCEDIMIENTO:****“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES DE SALES DE CATIONES METÁLICOS”**

CODIGO: P-TRA-RYD-09

PAGINA: 1 de 3

FECHA: 20/07/2019

REVISION: 0

1. TITULO

“Procedimiento para el tratamiento de soluciones de sales de cationes metálicos”

2. OBJETIVO

Contar con un procedimiento experimental que permita la precipitación de cationes metálicos a través de la formación de sus sales insolubles para poder separarlos por filtración y realizar posteriormente el adecuado descarte de los desechos de estas soluciones generadas en las prácticas de laboratorio de la EIQA.

3. ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN

Este procedimiento es aplicable a desechos de soluciones conteniendo cationes metálicos generadas en los laboratorios académicos de la EIQA. Los cationes que forman compuestos insolubles y que se tratarán con este procedimiento son las sales en solución de níquel, aluminio, zinc, litio, estaño, magnesio, cobalto, cobre, estroncio, entre otra sustancia que reúna las condiciones de ser una solución de catión metálico que forme compuesto insoluble con el ion carbonato.

4. DEFINICIONES Y MARCO CONCEPTUAL

Catión: es un ion con carga eléctrica positiva, es decir, que ha perdido electrones. Los cationes se describen con un estado de oxidación positivo.

5. RESPONSABILIDADES

Técnico de laboratorio: personal encargado de disponer adecuadamente de los residuos en los contenedores.

6. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Beaker de 1 L
- Espátula
- Hot plate (para el caso del tratamiento de soluciones de Litio)
- Agitador de vidrio
- Medidor de pH
- Equipo de protección personal

7. REACTIVOS

- Carbonato de sodio (Na_2CO_3)

8. PROCEDIMIENTO**PROCEDIMIENTO PARA TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y DISPOSICION**

PASO	ACTIVIDAD	RESPONSABLES	CONDICION AMBIENTAL	CONDICION DE SEGURIDAD	REGISTRO
10	Colocar la solución del catión en un beaker de 1L, hasta	Técnico de Laboratorio		Guantes.	“Ficha de registro de



PROCEDIMIENTO:

“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES DE SALES DE CATIONES METÁLICOS”

CODIGO: P-TRA-RYD-09

PAGINA: 2 de 3

FECHA: 20/07/2019

REVISION: 0

PROCEDIMIENTO PARA TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y DISPOSICION

PASO	ACTIVIDAD	RESPONSABLES	CONDICION AMBIENTAL	CONDICION DE SEGURIDAD	REGISTRO
	aproximadamente la mitad del volumen del recipiente			Lentes de protección. Gabacha.	tratamiento de desecho y/o residuo”
20	Agregar carbonato de sodio de forma lenta y controlada con una espátula. Observar a formación del precipitado. Seguir agregando carbonato de sodio hasta que ya no se observe la formación del precipitado. Nota: en el caso particular del catión Litio calentar la solución hasta 80°C hasta que se observe la formación de precipitado.				
30	Una vez se deje de formar precipitado, filtrar la solución según el <i>Procedimiento para la filtración de sustancias después del tratamiento</i>		Área de trabajo limpia.		
40	Colocar el sólido en un recipiente de polietileno para su almacenamiento temporal. Etiquetarlo adecuadamente según <i>Procedimiento para el etiquetado de sustancias químicas</i>				
50	Medir el pH de la solución con el sólido removido.				
60	Si el pH es alcalino (mayor que 7.5) tratar según <i>Procedimiento para el Tratamiento de Soluciones alcalinas</i> . Si el pH es neutro, desechar la solución en el drenaje con abundante agua.				

9. FLUJOGRAMA



PROCEDIMIENTO:

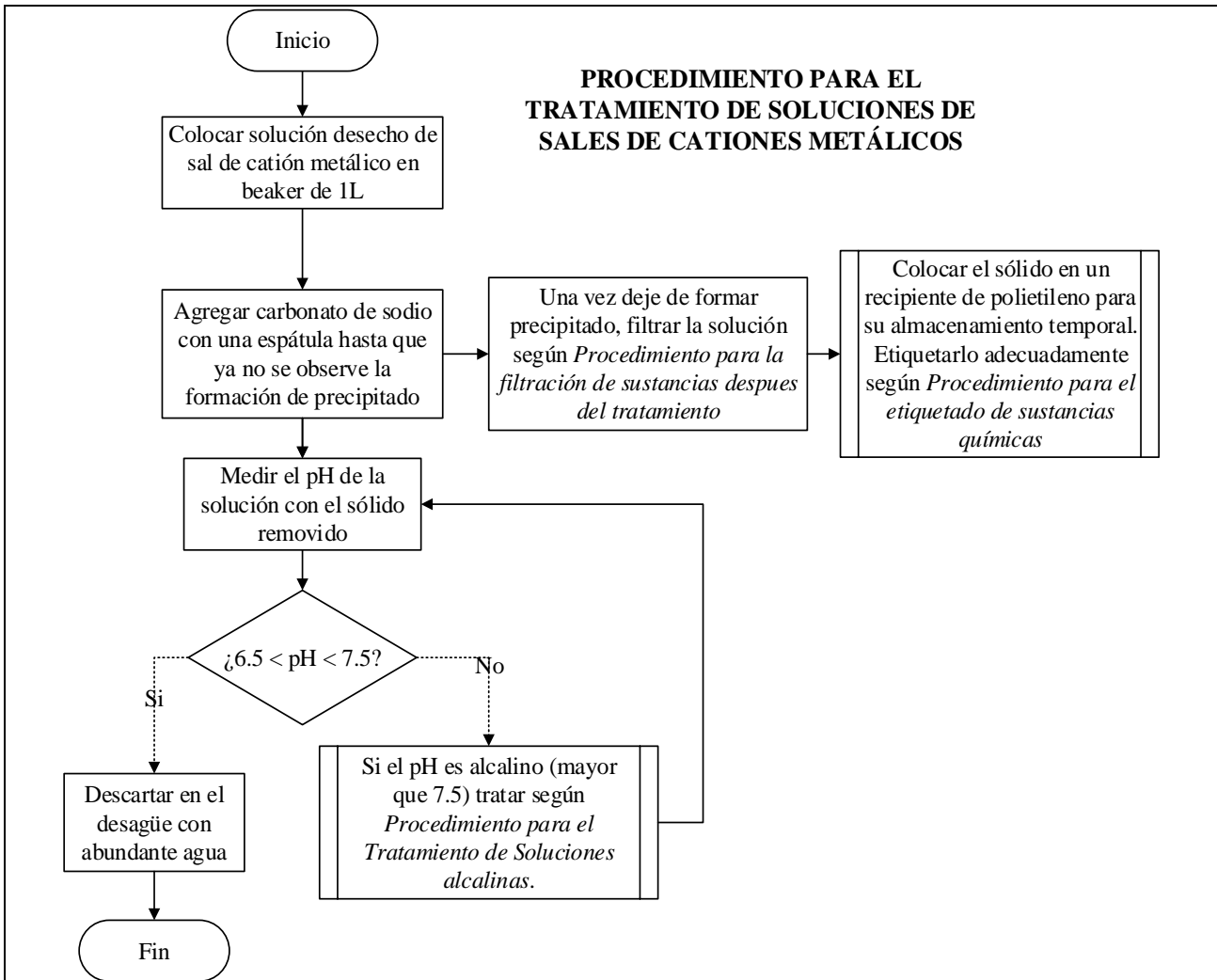
“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES DE SALES DE CATIONES METÁLICOS”

CODIGO: P-TRA-RYD-09

PAGINA: 3 de 3

FECHA: 20/07/2019

REVISION: 0



10. CONTROL DE CAMBIOS

Revisión:	1	2	3	4	5	6
Fecha:						
Modificación:						

12. REFERENCIAS

Armour, M. A. (2003). *Hazardous Laboratory Chemicals Disposal Guide*. Edmonton, Canada: Lewis Publishers.

**PROCEDIMIENTO:****“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES DE SALES DE HIERRO”**

CODIGO: P-TRA-RYD-10

PAGINA: 1 de 4

FECHA: 04/08/2019

REVISION: 0

1. TITULO

“Procedimiento para el tratamiento de soluciones de sales de hierro”

2. OBJETIVO

Contar con un procedimiento experimental que permita la neutralización y precipitación del elemento hierro cuando se encuentra presente en soluciones de sus sales para luego realizar el adecuado descarte de este desecho generado en las prácticas de laboratorio de la EIQA, sin perjudicar el medio ambiente.

3. ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN

Este procedimiento es aplicable a desechos de soluciones de sales de hierro generados en los laboratorios académicos de la EIQA. Estos son soluciones de cloruro de hierro III, cloruro de hierro II, sulfato de hierro, entre otras sustancias que reúnan las condiciones de una sustancia conteniendo un compuesto de hierro.

4. DEFINICIONES Y MARCO CONCEPTUAL

Precipitación de compuestos de hierro: precipitación debido a la formación de compuestos insolubles de hierro en sus estados de oxidación 2+ y 3+ en un medio ácido propio de la naturaleza de las soluciones conteniendo hierro.

5. RESPONSABILIDADES

Técnico de laboratorio: personal encargado de disponer adecuadamente de los residuos en los contenedores.

6. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- 1 Beaker de 1L
- Espátula
- Agitador de vidrio
- Frasco lavador
- Medidor de pH
- Equipo de protección personal

7. REACTIVOS

- Óxido de calcio (CaO) o cal viva



PROCEDIMIENTO:

“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES DE SALES DE HIERRO”

CODIGO: P-TRA-RYD-10
PAGINA: 2 de 4
FECHA: 04/08/2019
REVISION: 0

8. PROCEDIMIENTO

PROCEDIMIENTO PARA TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y DISPOSICION

PASO	ACTIVIDAD	RESPONSABLES	CONDICION AMBIENTAL	CONDICION DE SEGURIDAD	REGISTRO
10	Colocar la solución de desecho en un beaker de 1L, aproximadamente 500 ml	Técnico de Laboratorio	Área de trabajo limpia.	Guantes. Lentes de protección. Gabacha.	“Ficha de registro de tratamiento de desecho”
20	Agregar agua destilada hasta la marca de 600 ml con el frasco lavador				
30	Agregar con una espátula óxido de calcio (cal), poco a poco, agitar con el agitador de vidrio. Continuar agregando óxido de calcio en exceso hasta que se observe la formación de precipitado color café oscuro.				
40	Dejar reposar por 24 horas y tratar según <i>Procedimiento para la filtración de sustancias después del tratamiento.</i>				
50	Etiquetar el precipitado según <i>Procedimiento para el etiquetado de sustancias químicas.</i>				
60	Medir el pH de la solución con el precipitado removido.				
70	Si el pH es alcalino (mayor que 7.5) tratar según <i>Procedimiento para el Tratamiento de Soluciones alcalinas.</i> Si el pH es neutro, desechar la solución en el drenaje con abundante agua.				

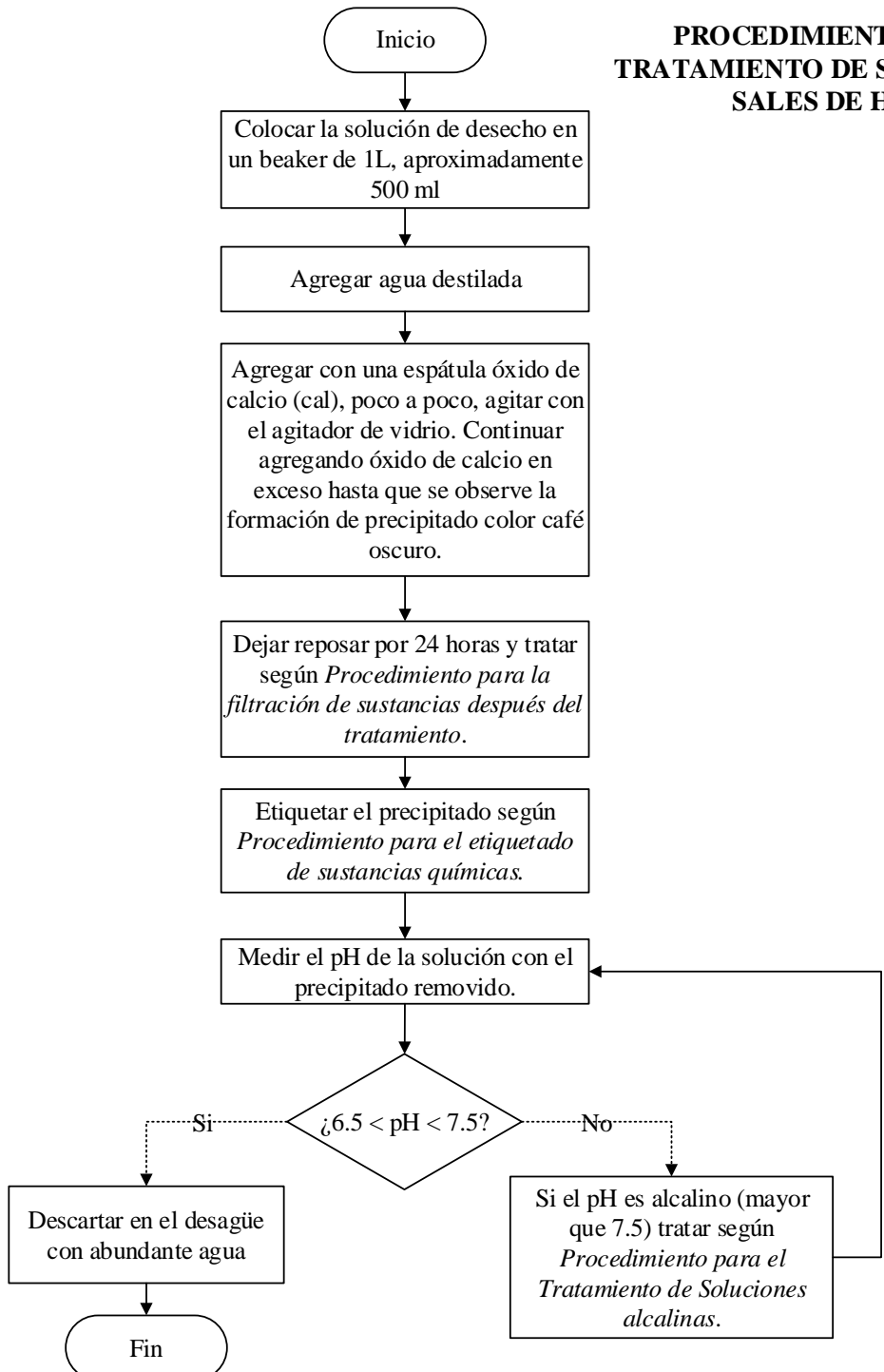


PROCEDIMIENTO:
“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES DE SALES DE HIERRO”

CODIGO: P-TRA-RYD-10
PAGINA: 3 de 4
FECHA: 04/08/2019
REVISION: 0

9. FLUJOGRAMA

PROCEDIMIENTO PARA EL TRATAMIENTO DE SOLUCIONES DE SALES DE HIERRO



**PROCEDIMIENTO:****“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES DE SALES DE HIERRO”****CODIGO: P-TRA-RYD-10**
PAGINA: 4 de 4
FECHA: 04/08/2019
REVISION: 0**10. CONTROL DE CAMBIOS**

Revisión:	1	2	3	4	5	6
Fecha:						
Modificación:						

11. REFERENCIAS

Vogel, A. I. (1979). *Vogel's textbook of macro and semimicro qualitative inorganic analysis* (Fifth edition ed.). United States of America: Longman Group Limited.



PROCEDIMIENTO:

“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES DE FERROCIANURO Y FERRICIANURO”

CODIGO: P-TRA-RYD-11

PAGINA: 1 de 4

FECHA: 04/08/2019

REVISION: 0

1. TITULO

“Procedimiento para el tratamiento de soluciones de ferrocianuro y ferricianuro”

2. OBJETIVO

Contar con un procedimiento experimental que permita la estabilización y el adecuado descarte de los desechos químicos de ferrocianuro y ferricianuro generados en las prácticas de laboratorio de la EIQA, sin perjudicar el medio ambiente.

3. ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN

Este procedimiento es aplicable a desechos de soluciones de ferrocianuro y ferricianuro generados en los laboratorios académicos de la EIQA. Estos son soluciones de ferrocianuro de cinc y ferrocianuro de hierro (III).

4. DEFINICIONES Y MARCO CONCEPTUAL

Ferrocianuro: es un anión también llamado hexacianoferrato (II), presenta un fuerte color azul e incluso es un componente principal de algunos pigmentos azules.

Ferricianuro: es un anión también llamado hexacianoferrato (III), puede presentar un fuerte color rojo.

5. RESPONSABILIDADES

Técnico de laboratorio: personal encargado de disponer adecuadamente de los residuos en los contenedores.

6. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- 1 beaker de 1 L.
- 2 Beaker de 500 ml.
- Medidor de pH.
- Agitador de vidrio
- Extractor de gases.
- Frasco lavador.

7. REACTIVOS

- Solución de NaOH 1 M
- Solución de hipoclorito de sodio al 5.25% (NaClO) o en su defecto, hipoclorito de calcio



PROCEDIMIENTO:

“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES DE FERROCIANURO Y FERRICIANURO”

CODIGO: P-TRA-RYD-11

PAGINA: 2 de 4

FECHA: 04/08/2019

REVISION: 0

8. PROCEDIMIENTO

PROCEDIMIENTO PARA TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y DISPOSICION

PASO	ACTIVIDAD	RESPONSABLES	CONDICION AMBIENTAL	CONDICION DE SEGURIDAD	REGISTRO
10	Colocar la solución en un beaker de 1 L y diluir hasta el 50 %.	Técnico de Laboratorio	Área de trabajo limpia.	Guantes. Lentes de protección. Gabacha.	“Ficha de registro de tratamiento de desecho y/o residuo”
20	Agregar 1 ml de solución de hidróxido de sodio 1M por cada ml de solución desecho.				
30	Agregar 2 ml de solución de hipoclorito de sodio 5.25 % por cada ml de solución desecho.				
40	Agitar la mezcla durante 3 h.				
50	Medir el pH de la solución resultante.				
60	Si el pH > 7.5, agregar ácido sulfúrico hasta alcanzar un pH neutro. Repetir el paso 50.				
70	Si el pH < 6.5, agregar solución de hidróxido de potasio hasta alcanzar pH neutro. Repetir el paso 50.				
80	Logrado el pH neutro, descartar la solución en el drenaje con abundante agua y cuidadosamente.				



PROCEDIMIENTO:

“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES DE FERROCIANURO Y FERRICIANURO”

CODIGO: P-TRA-RYD-11

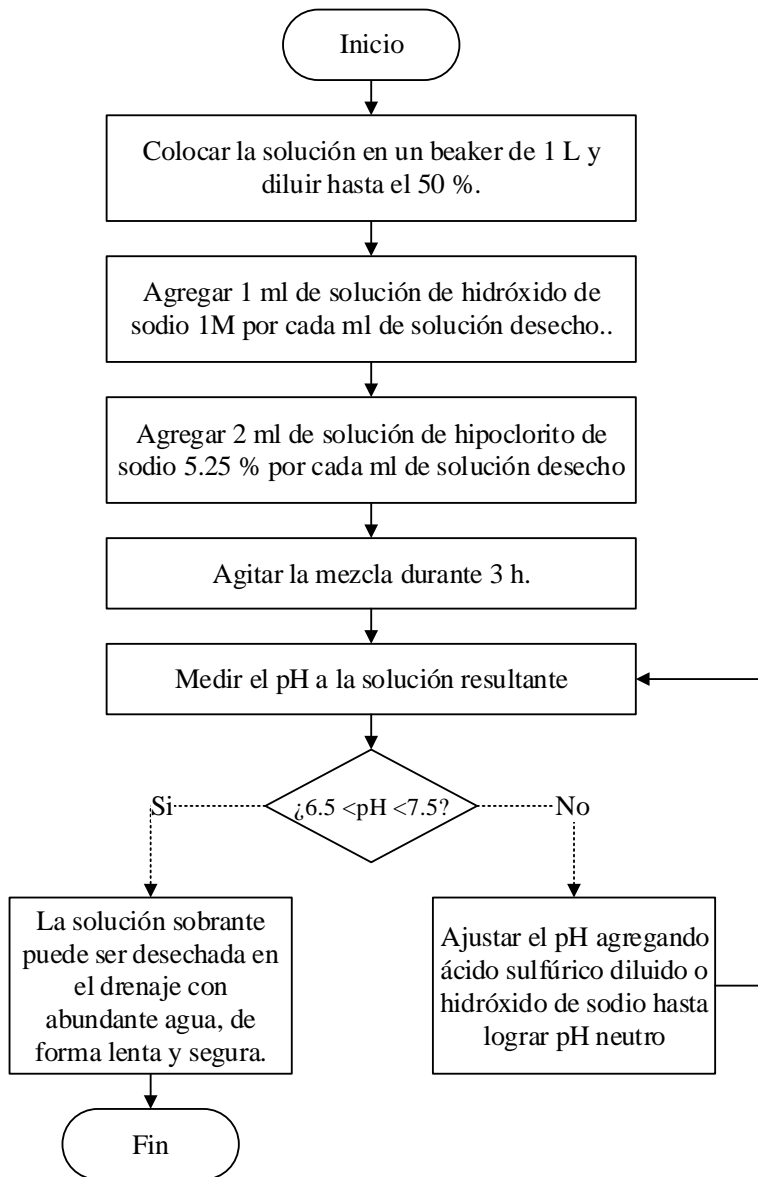
PAGINA: 3 de 4

FECHA: 04/08/2019

REVISION: 0

9. FLUJOGRAMA

**PROCEDIMIENTO DE
TRATAMIENTO DE
SOLUCIONES DE
FERROCIANURO Y
FERRICIANURO**



**PROCEDIMIENTO:****“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES DE FERROCIANURO Y FERRICIANURO”**

CODIGO: P-TRA-RYD-11

PAGINA: 4 de 4

FECHA: 04/08/2019

REVISION: 0

10. CONTROL DE CAMBIOS:

Revisión:	1	2	3	4	5	6
Fecha:						
Modificación:						

11. REFERENCIAS

Armour, M. A. (2003). *Hazardous Laboratory Chemicals Disposal Guide*. Edmonton, Canada: Lewis Publishers.

Peñalver, N. D. (2000). *Manual de Gestión de los Residuos Especiales de la Universidad de Barcelona*. Barcelona: Universidad de Barcelona.

**PROCEDIMIENTO:****“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES
CONTENIENDO OXIDOS”**

CODIGO: P-TRA-RYD-12

PAGINA: 1 de 4

FECHA: 06/08/2019

REVISION: 0

1. TITULO

“Procedimiento para el tratamiento de soluciones conteniendo óxidos”

2. OBJETIVO

Contar con un procedimiento experimental que permita la separación y el adecuado descarte de los desechos químicos que contiene óxidos generados en las prácticas de laboratorio de la EIQA, sin perjudicar el medio ambiente.

3. ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN

Este procedimiento es aplicable a desechos de soluciones que contienen óxidos metálicos en solución o suspensión generados en los laboratorios académicos de la EIQA. Estos son suspensiones de óxido de hierro, óxido de zinc, óxido de estaño, óxido de aluminio, entre otros.

4. DEFINICIONES Y MARCO CONCEPTUAL

Óxidos: Son sustancias químicas formadas por al menos un átomo de oxígeno y un átomo de algún otro elemento. Usualmente son insolubles en agua por lo que se encuentran en suspensión y no en solución.

Suspensión: Mezcla heterogénea de un líquido y un sólido no disuelto.

5. RESPONSABILIDADES

Técnico de laboratorio: personal encargado de disponer adecuadamente de los residuos en los contenedores.

6. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- 2 beaker de 500 ml.
- 1 beaker de 250 ml.
- Papel filtro.
- Agitador de vidrio.
- Gotero.
- Frasco lavador.

7. REACTIVOS

No requiere reactivos.

8. PROCEDIMIENTO



PROCEDIMIENTO:

**“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES
CONTENIENDO OXIDOS”**

CODIGO: P-TRA-RYD-12
PAGINA: 2 de 4
FECHA: 06/08/2019
REVISION: 0

PROCEDIMIENTO PARA TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y DISPOSICION					
PASO	ACTIVIDAD	RESPONSABLES	CONDICION AMBIENTAL	CONDICION DE SEGURIDAD	REGISTRO
10	Colocar la suspensión con el óxido solido en un beaker de 500 ml	Técnico de Laboratorio	Área de trabajo limpia.	Guantes. Lentes de protección. Gabacha.	“Ficha de registro de tratamiento de desecho y/o residuo”
20	Separar el exceso de agua mediante decantación, este exceso de agua se colocara en otro beaker de 500 ml.				
30	Separar el sólido en suspensión según el <i>Procedimiento para la filtración de sustancias después del tratamiento</i>				
40	Medir el pH de la solución resultante luego de la filtración. Si el pH se encuentra entre 6.5 y 7.5 desechar la solución generada por el drenaje con abundante agua.				
50	Si el pH > 7.5, agregar ácido sulfúrico hasta alcanzar un pH neutro. Repetir el paso 50.				
60	Si el pH < 6.5, agregar solución de hidróxido de potasio hasta alcanzar pH neutro. Repetir el paso 50.				
70	Una vez logrado el pH neutro, desechar la solución generada por el drenaje con abundante agua. <i>filtración de sustancias después del tratamiento</i>				



PROCEDIMIENTO:

**“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES
CONTENIENDO OXIDOS”**

CODIGO: P-TRA-RYD-12

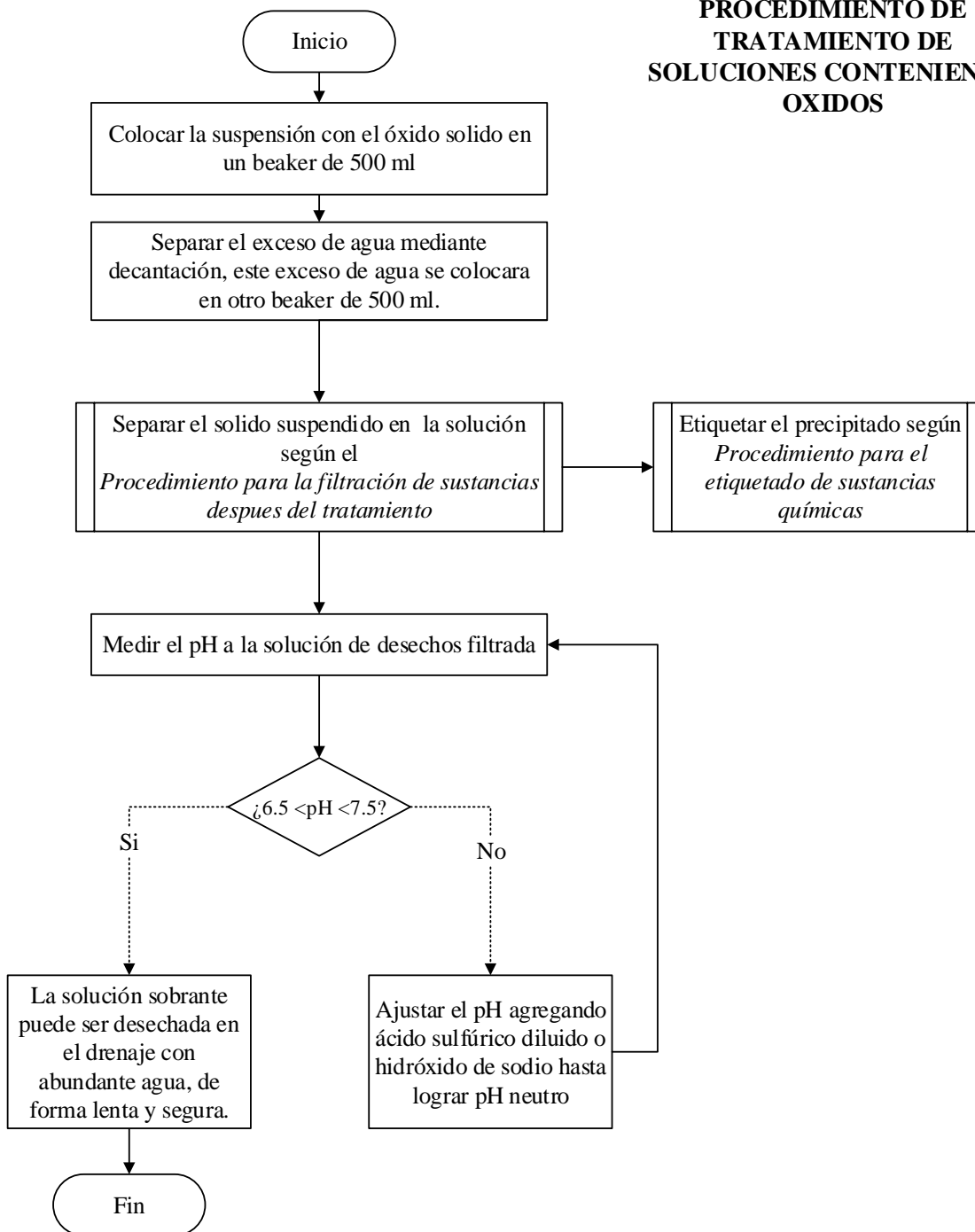
PAGINA: 3 de 4

FECHA: 06/08/2019

REVISION: 0

9. FLUJOGRAMA

**PROCEDIMIENTO DE
TRATAMIENTO DE
SOLUCIONES CONTENIENDO
OXIDOS**



**PROCEDIMIENTO:****“TRATAMIENTO DE SOLUCIONES
CONTENIENDO OXIDOS”**CODIGO: **P-TRA-RYD-12**PAGINA: **4 de 4**FECHA: **06/08/2019**REVISION: **0****10. CONTROL DE CAMBIOS:**

Revisión:	1	2	3	4	5	6
Fecha:						
Modificación:						

11. REFERENCIAS

Armour, M. A. (2003). *Hazardous Laboratory Chemicals Disposal Guide*. Edmonton, Canada: Lewis Publishers.

**PROCEDIMIENTO:****“TRATAMIENTO DE SOLVENTES
HALOGENADOS”**

CODIGO: P-TRA-RYD-13

PAGINA: 1 de 3

FECHA: 06/08/2019

REVISION: 0

1. TITULO

“Procedimiento para el tratamiento de solventes halogenados”

2. OBJETIVO

Este procedimiento es aplicable a disolventes halogenados seleccionados.

3. ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN

Este procedimiento es aplicable a los disolventes aromáticos siguientes:

- Cloruro de metileno (CH_2Cl_2)
- Tetracloroetileno ($\text{CCl}_2=\text{CCl}_2$)
- 1,1-dicloroetano (CCl_2HCH_3)
- 1,2-dicloroetano ($\text{CClH}_2\text{CClH}_2$)
- 1,1,1-tricloroetano (CCl_3CH_3)
- 1,1,2-tricloro-1,2,2-trifluoroetano ($\text{CCl}_2\text{FCClF}_2$)

4. DEFINICIONES Y MARCO CONCEPTUAL

Disolventes halogenados: Utilizados en su mayoría como disolventes en el laboratorio, los disolventes halogenados, son bastante tóxicos y tienen que ser transportados prudentemente y eliminados en cantidades de laboratorio. Poseen baja solubilidad en agua y su toxicidad hace que incluso en cantidades trazas sean inaceptables en el alcantarillado. En el caso del tetracloruro de carbono la incineración no es recomendable a causa de la formación de fosgeno, cloruro de hidrógeno y otros gases tóxicos al ser calentado. El cloroformo debe mezclarse con un combustible, como puede ser el queroseno, y se debe incinerar con precaución previniendo la formación o emisión de fosgeno. El o-diclorobenceno debe ser eliminado en un incinerador químico con las precauciones adecuadas y en combinación con alcohol o acetona, para limitar la formación de humos (Díaz Peñalver y Moyano i Baldoire, 2000).

5. RESPONSABILIDADES

Técnico de laboratorio: personal encargado de disponer adecuadamente de los residuos en los contenedores.

Jefe de laboratorio: personal encargado de realizar y/o supervisar las actividades de control del área con el fin de garantizar el buen uso de las instalaciones. Definirá y revisará los procesos y procedimientos utilizados y coordinará la disposición final de los residuos y desechos generados.

6. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Recipiente.
- Equipo de protección personal.
- Balanza granataria
- Espátula
- Vidrio reloj

**PROCEDIMIENTO:****“TRATAMIENTO DE SOLVENTES
HALOGENADOS”**

CODIGO: P-TRA-RYD-13

PAGINA: 2 de 3

FECHA: 06/08/2019

REVISION: 0

7. REACTIVOS

- Carbonato de Sodio Na_2CO_3 o Hidróxido de calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$

8. PROCEDIMIENTO**PROCEDIMIENTO PARA TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y DISPOSICION**

PASO	ACTIVIDAD	RESPONSABLES	CONDICION AMBIENTAL	CONDICION DE SEGURIDAD	REGISTRO
10	Envase la sustancia	Técnico de Laboratorio	Área de trabajo limpia.	Guantes. Lentes de protección. Gabacha.	“Ficha de registro de tratamiento de desecho”
20	Etiquete y almacene la sustancia según <i>Procedimiento para el etiquetado de sustancias químicas.</i>				
30	Coordinar la disposición del desecho con una empresa certificada	Jefe de Laboratorio	Ninguna	Ninguna	
30	Mezclar la sustancia con en una relación 1:1 con Na_2CO_3 o $\text{Ca}(\text{OH})$	Técnico de Laboratorio	Área de trabajo limpia.	Guantes. Lentes de protección. Gabacha.	“Ficha de registro de tratamiento de desecho”
40	Incinerar en una vitrina de gases o en un horno de combustión				



PROCEDIMIENTO:

“TRATAMIENTO DE SOLVENTES HALOGENADOS”

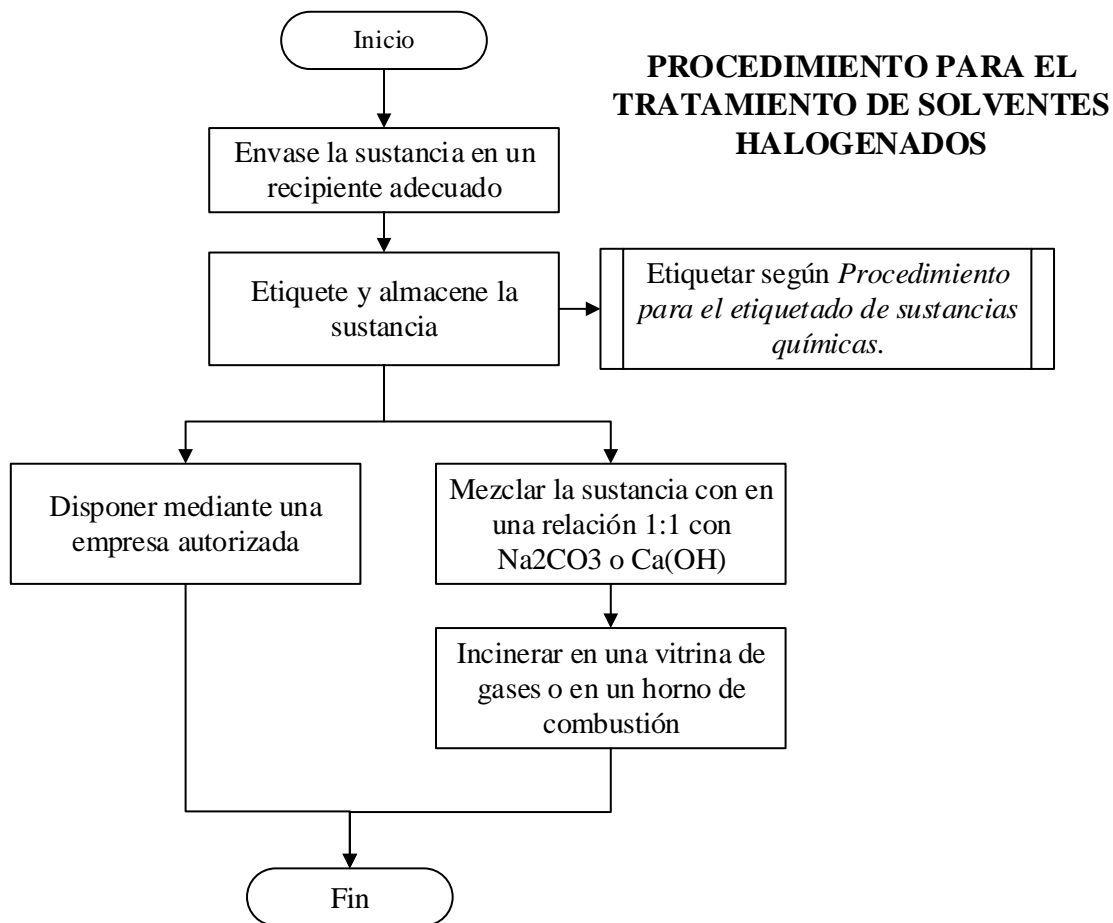
CODIGO: P-TRA-RYD-13

PAGINA: 3 de 3

FECHA: 06/08/2019

REVISION: 0

9. FLUJOGRAMA



10. CONTROL DE CAMBIOS

Revisión:	1	2	3	4	5	6
Fecha:						
Modificación:						

11. REFERENCIAS

Díaz Peñalver, N., y Moyano i Baldoire, A. (2000). *Manual de gestión de los residuos especiales de la Universidad de Barcelona*. Barcelona: Publicacions Universitat de Barcelona.

**PROCEDIMIENTO:****“TRATAMIENTO DE SOLVENTES NO HALOGENADOS: ALCOHOLES”**

CODIGO: P-TRA-RYD-14

PAGINA: 1 de 3

FECHA: 06/08/19

REVISION: 0

1. TITULO

“Procedimiento para el tratamiento de solventes no halogenados: alcoholes”

2. OBJETIVO

Contar con un procedimiento experimental que permita el adecuado descarte de los líquidos orgánicos inflamables que contengan menos de un 2% en halógenos presentes en las prácticas de laboratorio de la EIQA sin perjudicar el medio ambiente.

3. ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN

Este procedimiento es aplicable a desechos de alcoholes generados en los laboratorios académicos de la EIQA.

4. DEFINICIONES Y MARCO CONCEPTUAL

Alcohol: Los alcoholes son utilizados extensamente como disolventes y reactivos de laboratorio. Pueden ser incinerados, quemados con una fuente de energía suplementaria o dispuesta en un vertedero controlado. La mayoría de los alcoholes habituales son solubles en agua, tienen baja toxicidad, son rápidamente biodegradados y pueden verse al desagüe con un exceso de agua (Díaz Peñalver y Moyano i Baldoire, 2000).

Recuperación de alcoholes: Las cantidades de residuos clasificados como cetonas pueden recuperarse para su reutilización por destilación (tener en cuenta la cantidad de componentes).

5. RESPONSABILIDADES

Técnico de laboratorio: personal encargado de disponer adecuadamente de los residuos en los contenedores.

6. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Recipiente.
- Equipo de protección personal

7. REACTIVOS

- No se hará uso de ningún reactivo.



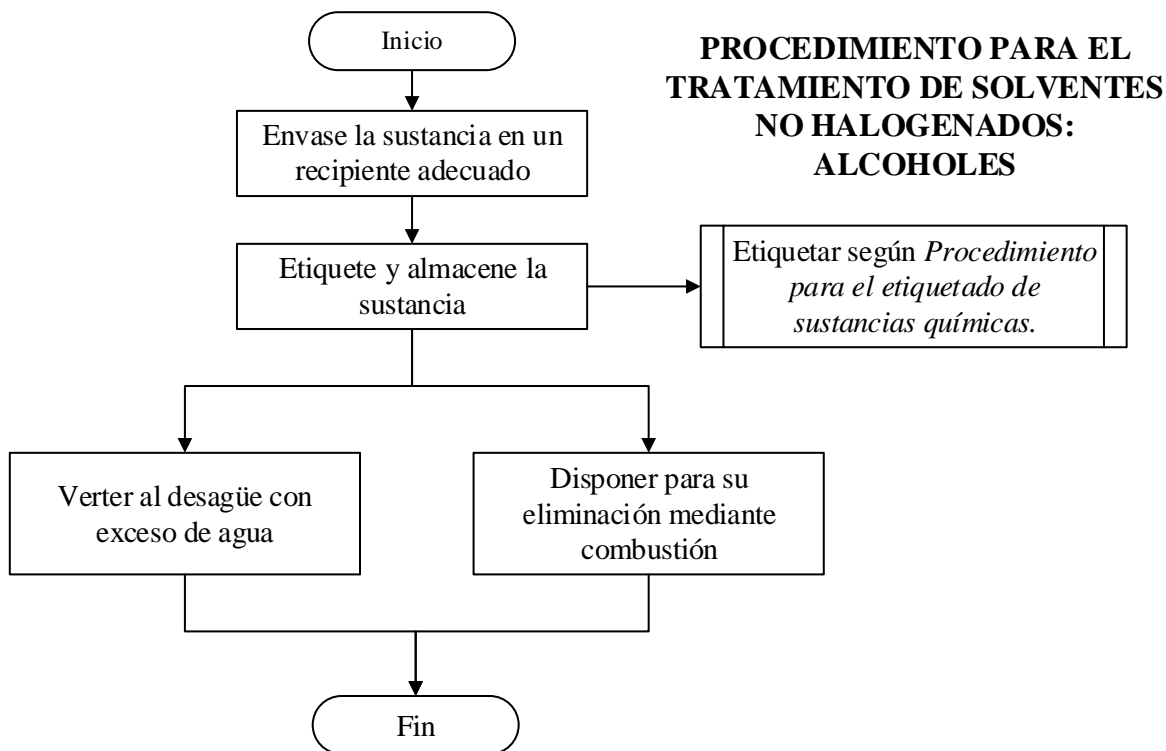
PROCEDIMIENTO:
“TRATAMIENTO DE SOLVENTES NO HALOGENADOS: ALCOHOLES”

CODIGO: P-TRA-RYD-14
PAGINA: 2 de 3
FECHA: 06/08/19
REVISION: 0

8. PROCEDIMIENTO

PROCEDIMIENTO PARA TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y DISPOSICION					
PASO	ACTIVIDAD	RESPONSABLES	CONDICION AMBIENTAL	CONDICION DE SEGURIDAD	REGISTRO
10	Envase la sustancia en un recipiente adecuado	Técnico de Laboratorio	Área de trabajo limpia.	Guantes. Lentes de protección. Gabacha.	“Ficha de registro de tratamiento de desecho y/o residuo”
20	Etiquete y almacene la sustancia. Etiquetar según <i>Procedimiento para el etiquetado de sustancias químicas.</i>				
30	Disponga para su eliminación mediante combustión				
40	Verter al desagüe con un exceso de agua				

13. FLUJOGRAMA



**PROCEDIMIENTO:****“TRATAMIENTO DE SOLVENTES NO
HALOGENADOS: ALCOHOLES”**CODIGO: **P-TRA-RYD-14**PAGINA: **3 de 3**FECHA: **06/08/19**REVISION: **0****10. CONTROL DE CAMBIOS:**

Revisión:	1	2	3	4	5	6
Fecha:						
Modificación:						

11. REFERENCIAS

Díaz Peñalver, N., y Moyano i Baldoire, A. (2000). *Manual de gestión de los residuos especiales de la Universidad de Barcelona*. Barcelona: Publicacions Universitat de Barcelona.

**PROCEDIMIENTO:****“TRATAMIENTO DE SOLVENTES NO HALOGENADOS: CETONAS”**

CODIGO: P-TRA-RYD-15

PAGINA: 1 de 3

FECHA: 04/08/2019

REVISION: 0

1. TITULO

“Procedimiento para el tratamiento de solventes no halogenados: cetonas”

2. OBJETIVO

Contar con un procedimiento experimental que permita el adecuado descarte de los líquidos orgánicos inflamables que contengan menos de un 2% en halógenos presentes en las prácticas de laboratorio de la EIQA sin perjudicar el medio ambiente.

3. ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN

Este procedimiento es aplicable a desechos de cetonas generados en los laboratorios académicos de la EIQA.

4. DEFINICIONES Y MARCO CONCEPTUAL

Cetonas: Las cetonas, especialmente la acetona y la butanona, son disolventes orgánicos habituales en los laboratorios. Las cetonas son utilizadas como intermedios en síntesis orgánica. Todos queman con facilidad y pueden ser incinerados o quemados en forma de fuente de energía suplementaria. Para esto, es necesario proteger los ojos y la piel, y tener disponible un aparato de respiración (Díaz Peñalver y Moyano i Baldoire, 2000).

Reutilización de cetonas: Las cantidades de residuos clasificados como cetonas pueden recuperarse para su reutilización por destilación (tener en cuenta la cantidad de componentes).

5. RESPONSABILIDADES

Técnico de laboratorio: personal encargado de disponer adecuadamente de los residuos en los contenedores.

Jefe de laboratorio: personal encargado de realizar y/o supervisar las actividades de control del área con el fin de garantizar el buen uso de las instalaciones. Definirá y revisará los procesos y procedimientos utilizados y coordinará la disposición final de los residuos y desechos generados.

6. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Recipiente.
- Equipo de protección personal.

7. REACTIVOS

- No se hará uso de ningún reactivo.



PROCEDIMIENTO:

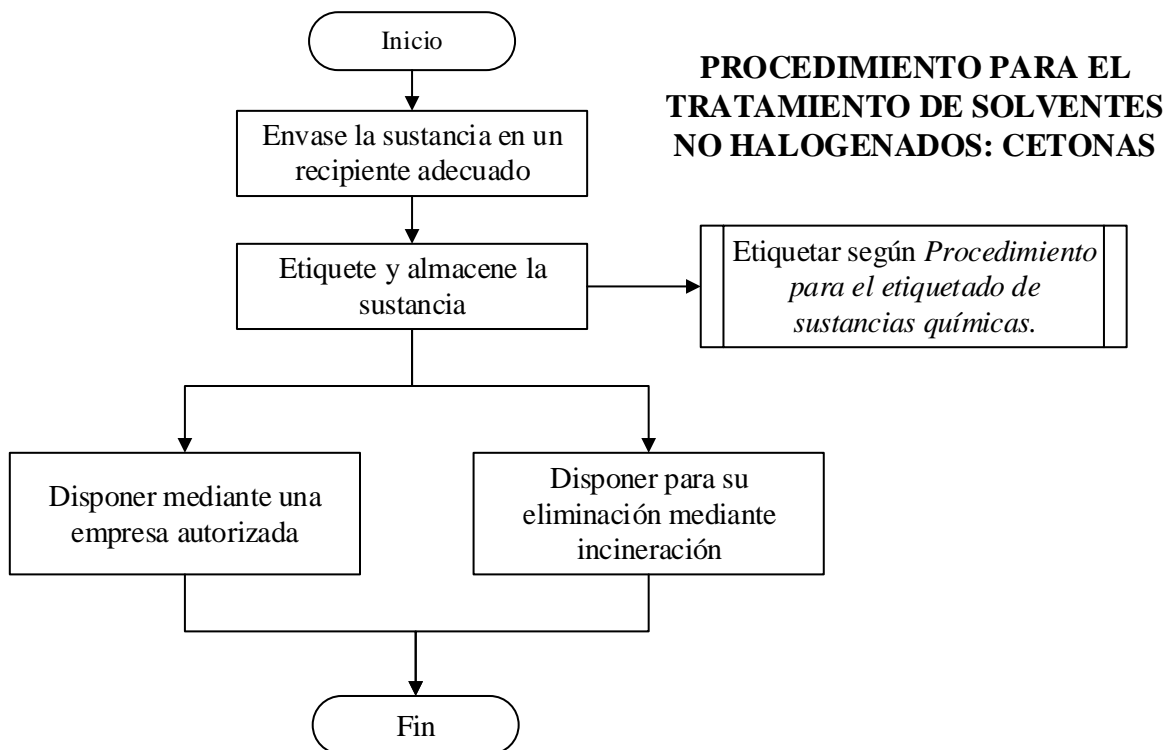
“TRATAMIENTO DE SOLVENTES NO HALOGENADOS: CETONAS”

CODIGO: P-TRA-RYD-15
PAGINA: 2 de 3
FECHA: 04/08/2019
REVISION: 0

8. PROCEDIMIENTO

PROCEDIMIENTO PARA TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y DISPOSICION					
PASO	ACTIVIDAD	RESPONSABLES	CONDICION AMBIENTAL	CONDICION DE SEGURIDAD	REGISTRO
10	Envase la sustancia en un recipiente adecuado	Técnico de Laboratorio	Área de trabajo limpia.	Guantes. Lentes de protección. Gabacha.	“Ficha de registro de tratamiento de desecho y/residuo”
20	Etiquete y almacene la sustancia. Etiquetar según <i>Procedimiento para el etiquetado de sustancias químicas.</i>				
30	Coordinar la disposición del desecho con una empresa certificada	Jefe de Laboratorio	Ninguna	Ninguna	
40	Disponga para su eliminación mediante incineración	Técnico de Laboratorio	Área de trabajo limpia.	Guantes. Lentes de protección. Gabacha.	

9. FLUJOGRAMA





PROCEDIMIENTO:

“TRATAMIENTO DE SOLVENTES NO HALOGENADOS: CETONAS”

CODIGO: P-TRA-RYD-15
PAGINA: 3 de 3
FECHA: 04/08/2019
REVISION: 0

10. CONTROL DE CAMBIOS:

Revisión:	1	2	3	4	5	6
Fecha:						
Modificación:						

11. REFERENCIAS

Díaz Peñalver, N., y Moyano i Baldoire, A. (2000). *Manual de gestión de los residuos especiales de la Universidad de Barcelona*. Barcelona: Publicacions Universitat de Barcelona.

**PROCEDIMIENTO:****“TRATAMIENTO DE SOLVENTES NO HALOGENADOS: HIDROCARBUROS CICLICOS Y ALIFATICOS”**CODIGO: **P-TRA-RYD-16**PAGINA: **1 de 3**FECHA: **06/08/2019**REVISION: **0****1. TITULO**

“Procedimiento para el tratamiento de hidrocarburos cíclicos y alifáticos”

2. OBJETIVO

Contar con un procedimiento experimental que permita el adecuado descarte de los líquidos orgánicos inflamables que contengan menos de un 2% en halógenos presentes en las prácticas de laboratorio de la EIQA sin perjudicar el medio ambiente.

3. ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN

Este procedimiento es aplicable a desechos de hidrocarburos cíclicos y alifáticos generados en los laboratorios académicos de la EIQA entre las cuales están el ciclohexano, metilciclohexano, pentano, hexano y soluciones de esteres del ácido ftálico que se encuentran en la forma de ftalato de sodio y de potasio.

4. DEFINICIONES Y MARCO CONCEPTUAL

Hidrocarburos alifáticos: Los hidrocarburos alifáticos son compuestos orgánicos constituidos por carbono e hidrógeno cuyo carácter no es aromático. Los más utilizados como solventes son: pentano, hexano, heptano, ciclohexano y metilciclohexano. Los alquenos y alquinos se utilizan como productos de partida en síntesis química. Las cantidades de residuos clasificados como derivados de hidrocarburos alifáticos pueden recuperarse para su reutilización por destilación (tener en cuenta la cantidad de componentes).

Hidrocarburos cíclicos: son aquellos que contienen cadena cíclica o cerrada. Se les representa mediante polígonos, donde cada vértice del polígono indica un átomo de carbono y son utilizados en menores cantidades como disolvente y como agente químico intermedio (Bailey, 1998).

5. RESPONSABILIDADES

Técnico de laboratorio: personal encargado de disponer adecuadamente de los residuos en los contenedores.

Jefe de laboratorio: personal encargado de realizar y/o supervisar las actividades de control del área con el fin de garantizar el buen uso de las instalaciones. Definirá y revisará los procesos y procedimientos utilizados y coordinará la disposición final de los residuos y desechos generados.

6. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Recipiente de polietileno de alta densidad.
- Equipo de protección personal.

7. REACTIVOS

- No se hará uso de ningún reactivo.



PROCEDIMIENTO:

“TRATAMIENTO DE SOLVENTES NO HALOGENADOS: HIDROCARBUROS CICLICOS Y ALIFATICOS”

CODIGO: P-TRA-RYD-16

PAGINA: 2 de 3

FECHA: 06/08/2019

REVISION: 0

8. PROCEDIMIENTO

PROCEDIMIENTO PARA TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y DISPOSICION

PASO	ACTIVIDAD	RESPONSABLES	CONDICION AMBIENTAL	CONDICION DE SEGURIDAD	REGISTRO
10	Envase la sustancia en el recipiente de polietileno de alta densidad	Técnico de Laboratorio	Área de trabajo limpia. Nunca disponer en el desagüe (Peligroso para el medio ambiente acuático - peligro crónico)	Use guantes de goma de nitrilo, bata de laboratorio y equipo de respiración autónomo Apague todas las fuentes de ignición. Indique a los demás que mantengan una distancia segura.	“Ficha de registro de tratamiento de desecho”
20	Etiquete y almacene la sustancia				
30	Disponer de los hidrocarburos alifáticos mediante combustión (Armour, 2003)				
30	Disponer de los hidrocarburos cíclicos mediante un incinerador químico equipado con posquemador y depurador (Armour, 2003)				
30	Coordinar la disposición mediante una empresa certificada	Jefe de laboratorio	Ninguna	Ninguna	



PROCEDIMIENTO:

“TRATAMIENTO DE SOLVENTES NO HALOGENADOS: HIDROCARBUROS CICLICOS Y ALIFATICOS”

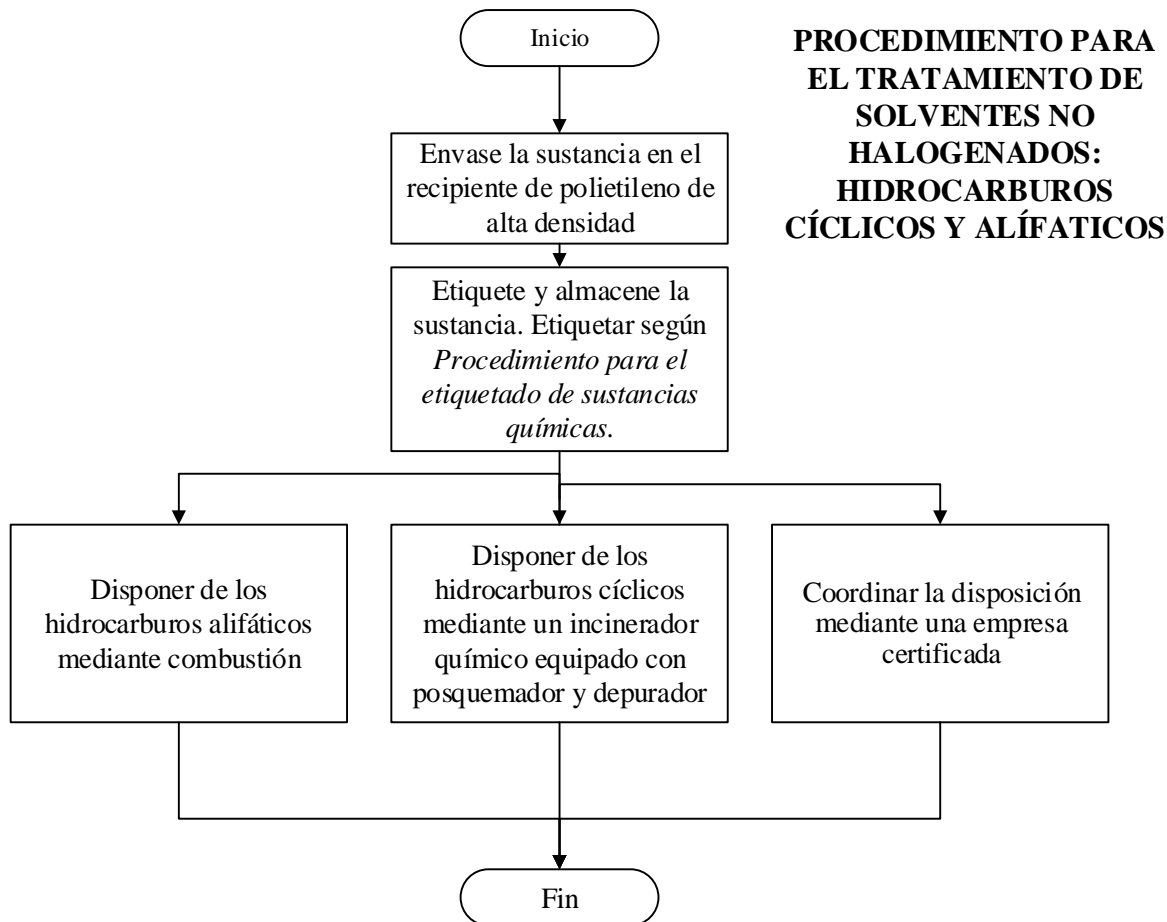
CODIGO: P-TRA-RYD-16

PAGINA: 3 de 3

FECHA: 06/08/2019

REVISION: 0

9. FLUJOGRAMA



10. CONTROL DE CAMBIOS:

Revisión:	1	2	3	4	5	6
Fecha:						
Modificación:						

11. REFERENCIAS

Armour, M.-A. (2003). *Hazardous laboratory chemicals disposal guide*. Boca Raton: Lewis Publishers.

Bailey, P. S. (1998). *Química orgánica: conceptos y aplicaciones*. México: Prentice Hall Hispanoamericana.

**PROCEDIMIENTO:****“TRATAMIENTO DE ACEITES Y GRASAS”**

CODIGO: P-TRA-RYD-17

PAGINA: 1 de 3

FECHA: 06/08/2019

REVISION: 0

1. TITULO

“Procedimiento para el tratamiento de aceites y grasas”

2. OBJETIVO

Contar con un procedimiento experimental que permita el adecuado descarte de los aceites, grasas, filtros y demás residuos contaminados que se producen con el uso de esta sustancia en las prácticas de laboratorio de la EIQA sin perjudicar el medio ambiente.

3. ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN

Este procedimiento es aplicable para aceites, grasas, filtros y demás residuos contaminados que se producen con el uso de esta sustancia.

4. DEFINICIONES Y MARCO CONCEPTUAL

Aceites: constituido por los aceites minerales derivados de las operaciones de mantenimiento y también en calidad comercial utilizado en algunas prácticas, su uso en los laboratorios académicos de la EIQA es mínimo. Este tipo de sustancia no puede descartarse al de alcantarillado, debido a que dificulta las tareas de depuración y tampoco a cuerpos superficiales por su alto nivel de contaminación, ya que la película superficial que formará el aceite impedirá el intercambio de oxígeno presente en el aire necesario para la vida y el equilibrio de los ecosistemas acuáticos (iAgua, 2018). Es importante establecer en la etiqueta los componentes exactos del desecho sea aceite, filtros u mezclas de aceite comercial o industrial con otras sustancias. Algunas mezclas de aceites que contienen productos orgánicos pueden ser eliminados por incineración después de separarlos del agua, otros contienen productos cancerígenos (aceites lubricantes) y pueden contaminar las aguas superficiales y subterráneas. Sin embargo, el tratamiento de residuos de aceites y petróleos no es fácil, especialmente si se forman emulsiones las que necesitan bastante tratamiento para ser separadas (Ej: tratamiento de emulsiones con sulfato de aluminio, con una borra de cal para formar los flóculos que absorben el aceite que puede ser posteriormente quemado). En muchos casos es posible la recuperación de los aceites, como en el caso de emulsiones de grasas en la industria de alimentos, donde se liberan las grasas y se pueden quemar o reutilizar. También es posible que algunos suelos descompongan materiales aceitosos en sustancias no dañinas, así como también el tratamiento biológico es un método adecuado siempre que no contenga metales pesados (Díaz Peñalver y Moyano i Baldoire, 2000).

5. RESPONSABILIDADES

Técnico de laboratorio: personal encargado de disponer adecuadamente de los residuos en los contenedores.

Jefe de laboratorio: personal encargado de realizar y/o supervisar las actividades de control del área con el fin de garantizar el buen uso de las instalaciones. Definirá y revisará los procesos y procedimientos utilizados y coordinará la disposición final de los residuos y desechos generados.

6. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Contenedores de residuos rotulados
- Elementos de Protección Personal.



PROCEDIMIENTO:
“TRATAMIENTO DE ACEITES Y GRASAS”

CODIGO: P-TRA-RYD-17
PAGINA: 2 de 3
FECHA: 06/08/2019
REVISION: 0

- Aserrín o material absorbente de Aceite

7. REACTIVOS

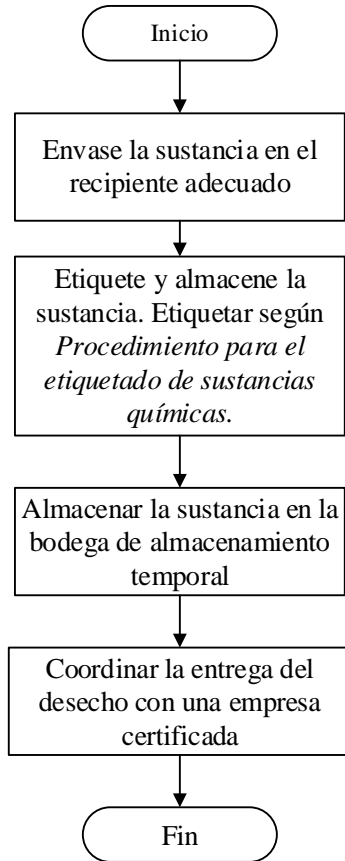
- En presente procedimiento, no se hará uso de ningún reactivo.

8. PROCEDIMIENTO

PROCEDIMIENTO PARA TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y DISPOSICION					
PASO	ACTIVIDAD	RESPONSABLES	CONDICION AMBIENTAL	CONDICION DE SEGURIDAD	REGISTRO
10	Envasar la sustancia. En caso de filtros u otros residuos contaminados disponer en conjunto en contenedores debidamente sellados	Técnico de Laboratorio	Área de trabajo limpia.	Guantes. Lentes de protección. Gabacha.	“Ficha de registro de tratamiento de desecho y/o residuo”
20	Etiquetar el contenedor. Etiquetar según <i>Procedimiento para el etiquetado de sustancias químicas.</i>				
30	Almacenar el contenedor en el cuarto de almacenamiento temporal				
40	Coordinar la entrega del desecho con una empresa certificada	Jefe de Laboratorio	Ninguna	Ninguna	



9. FLUJOGRAMA



PROCEDIMIENTO PARA EL TRATAMIENTO DE ACEITES Y GRASAS

10. CONTROL DE CAMBIOS:

Revisión:	1	2	3	4	5	6
Fecha:						
Modificación:						

11. REFERENCIAS

Díaz Peñalver, N., y Moyano i Baldoire, A. (2000). *Manual de gestión de los residuos especiales de la Universidad de Barcelona*. Barcelona: Publicacions Universitat de Barcelona.

iAgua, redaccion. (2018, abril 9). La importancia de la separación de aceites y grasas en el tratamiento del agua residual urbana [Text]. Recuperado 6 de agosto de 2019, de IAgua website: <https://www.iagua.es/noticias/teqma/importancia-separacion-aceites-y-grasas-tratamiento-agua-residual-urbana>.

**PROCEDIMIENTO:****“TRATAMIENTO DE MATERIALES SÓLIDOS”**CODIGO: **P-TRA-RYD-18**PAGINA: **1 de 3**FECHA: **06/08/2019**REVISION: **0****1. TITULO**

“Procedimiento para el tratamiento de materiales sólidos”

2. OBJETIVO

Contar con un procedimiento experimental que permita el adecuado descarte de los sólidos químicos peligrosos o no peligrosos generados en las prácticas de laboratorio de la EIQA sin perjudicar el medio ambiente.

3. ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN

Este procedimiento es aplicable para los residuos químicos sólidos peligrosos generados en los laboratorios académicos de la EIQA como el azufre, fosfato de amonio y sulfato de bario.

4. DEFINICIONES Y MARCO CONCEPTUAL

Residuos químicos sólidos: Los residuos sólidos químicos, pueden ser producto de la interacción entre sustancias entre los cuales están los generados en las practicas experimentales y de tratamiento. Además, se tiene en cuenta, los reactivos caducados. Los residuos en el estado sólido, con características de peligrosidad, de no tratarse, se deben disponer en relleno de residuos peligrosos. Almacenar en un lugar fresco, seco y bien ventilado. En el caso de azufre separe de cloratos, nitratos y materiales oxidantes e hidrocarburos (Restrepo, 2007).

5. RESPONSABILIDADES

Técnico de laboratorio: personal encargado de disponer adecuadamente de los residuos en los contenedores.

Jefe de laboratorio: personal encargado de realizar y/o supervisar las actividades de control del área con el fin de garantizar el buen uso de las instalaciones. Definirá y revisará los procesos y procedimientos utilizados y coordinará la disposición final de los residuos y desechos generados.

6. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Equipo de protección personal
- Embudo
- Recipiente adecuado

7. REACTIVOS

- No se hará uso de ningún reactivo.



PROCEDIMIENTO:

“TRATAMIENTO DE MATERIALES SÓLIDOS”

CODIGO: P-TRA-RYD-18

PAGINA: 2 de 3

FECHA: 06/08/2019

REVISION: 0

8. PROCEDIMIENTO

PROCEDIMIENTO PARA TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y DISPOSICION

PASO	ACTIVIDAD	RESPONSABLES	CONDICION AMBIENTAL	CONDICION DE SEGURIDAD	REGISTRO
10	Caracterizar el sólido a tratar	Técnico de Laboratorio	Área de trabajo limpia.	Guantes. Lentes de protección. Gabacha.	“Ficha de registro de tratamiento de desecho”
20	Descartar directamente en el basurero, con las precauciones debidas por su estado (polvo o granular)				
20	Envasar el sólido.				
30	Etiquetar el solido según <i>Procedimiento para el etiquetado de sustancias químicas.</i>				
40	Almacenar el sólido en el cuarto de almacenamiento temporal	Jefe de Laboratorio	Ninguna	Ninguna	
50	Coordinar la entrega del desecho con una empresa certificada.				



PROCEDIMIENTO:

“TRATAMIENTO DE MATERIALES SÓLIDOS”

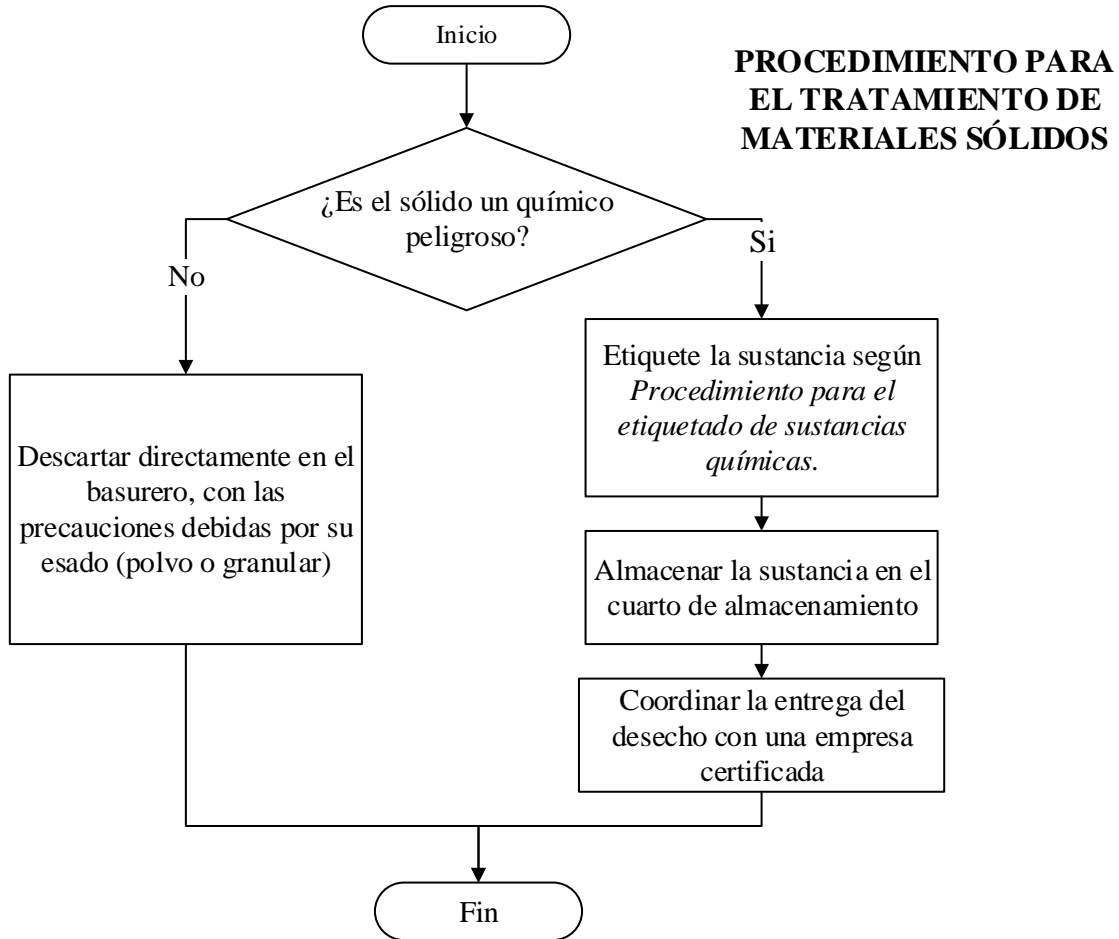
CODIGO: P-TRA-RYD-18

PAGINA: 3 de 3

FECHA: 06/08/2019

REVISION: 0

9. FLUJOGRAMA



10. CONTROL DE CAMBIOS:

Revisión:	1	2	3	4	5	6
Fecha:						
Modificación:						

11. REFERENCIAS

Restrepo, J. E. (2007). *Manual para la disposicion de residuos liquidos y soludos en los laboratorios de la coordinacion inspeccion de calidad de la gerencia Complejo Barrancabermeja. Ecopetrol S.A.* Pereira: Universidad Tecnologica de Pereira.



PROCEDIMIENTO

“TRATAMIENTO DE SUSTANCIAS ESPECIALES: ACIDO PICRICO”

CODIGO: P-TRA-RYD-19

PAGINA: 1 de 3

FECHA: 06/08/2019

REVISION: 0

1. TITULO

“Procedimiento de Tratamiento sustancias especiales: Ácido pícrico”

2. OBJETIVO

Contar con un procedimiento experimental que permita el adecuado descarte de los desechos presentes en la EIQA que necesitan un tratamiento especializado sin perjudicar el medio ambiente.

3. ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN

Este procedimiento es aplicable únicamente a la sustancia ácido pícrico utilizada en los laboratorios académicos de la EIQA.

4. DEFINICIONES Y MARCO CONCEPTUAL

Ácido pícrico: El ácido pícrico (2,4,6-trinitrofenol) se utiliza en los laboratorios químicos para preparar picratos para la caracterización de compuestos orgánicos. También se utiliza en tinciones histológicas. Cuando está húmedo es bastante estable, pero en forma seca es explosivo. Puede formar también sales explosivas con muchos metales y provocar en el hombre reacciones locales y sistémicas con una variedad de síntomas. Sólo se ha de degradar el ácido pícrico húmedo. Si tenemos ácido pícrico seco debemos buscar colaboración profesional (Peñalver, 2000). Los grupos nitro del ácido pícrico pueden ser reducidos utilizando sulfuro de sodio o estaño en ácido clorhídrico (HCl). Aunque el producto teórico es el 2,4,6-triaminofenol, es probable que la reducción no sea completa. En consecuencia, después de que la reducción se halla detenido, la oxidación con el aire convertirá el producto en una mezcla de nitrosaminas, dímeros diversos y otros compuestos peligrosos, pero al menos no serán explosivos. Los productos de estas reacciones se han de eliminar como residuos peligrosos.

5. RESPONSABILIDADES

Técnico de laboratorio: personal encargado de disponer adecuadamente de los residuos en los contenedores.

Jefe de laboratorio: personal encargado de realizar y/o supervisar las actividades de control del área con el fin de garantizar el buen uso de las instalaciones. Definirá y revisará los procesos y procedimientos utilizados y coordinará la disposición final de los residuos y desechos generados.

6. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Balanza
- Beaker 50 ml
- Vidrio reloj
- Equipo de protección personal
- Agitador

7. REACTIVOS

- Hidróxido de sodio (NaOH).
- Sulfuro de sodio (Na₂S).

**PROCEDIMIENTO****“TRATAMIENTO DE SUSTANCIAS ESPECIALES:
ACIDO PICRICO”**

CODIGO: P-TRA-RYD-19

PAGINA: 2 de 3

FECHA: 06/08/2019

REVISION: 0

8. PROCEDIMIENTO**PROCEDIMIENTO PARA TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y DISPOSICION**

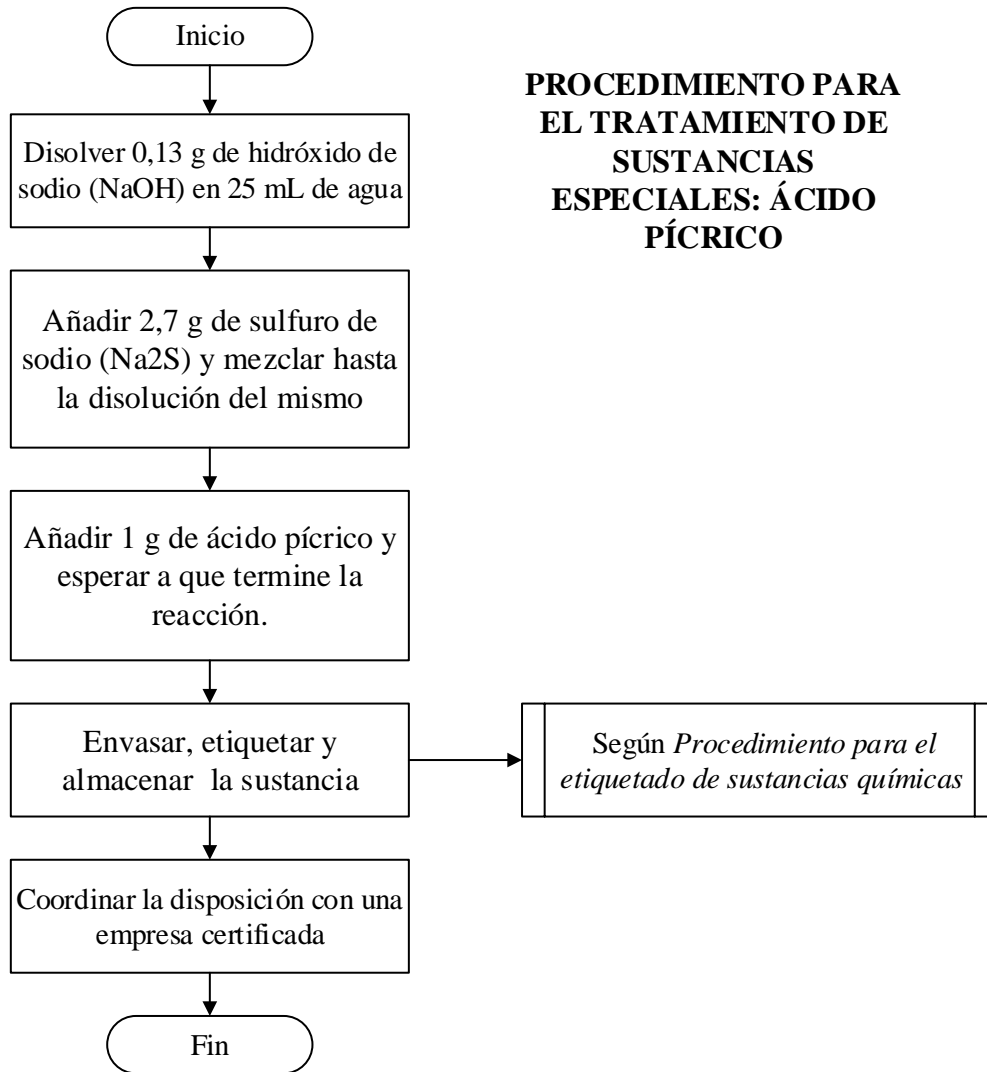
PASO	ACTIVIDAD	RESPONSABLES	CONDICION AMBIENTAL	CONDICION DE SEGURIDAD	REGISTRO
10	Disolver 0,13 g de hidróxido de sodio (NaOH) en 25 ml de agua	Técnico de Laboratorio	Área de trabajo limpia.	Guantes. Lentes de protección. Gabacha.	“Ficha de registro de tratamiento de desecho”
20	Añadir 2,7 g de sulfuro de sodio (Na ₂ S) y mezclar hasta la disolución de este.				
30	Añadir 1 g de ácido pícrico y esperar a que termine la reacción.				
40	Envasar adecuadamente, etiquetar y almacenar la sustancia.				
50	Coordinar la disposición con una empresa certificada	Jefe de Laboratorio	Ninguna	Ninguna	



PROCEDIMIENTO
“TRATAMIENTO DE SUSTANCIAS ESPECIALES:
ACIDO PICRICO”

CODIGO: P-TRA-RYD-19
PAGINA: 3 de 3
FECHA: 06/08/2019
REVISION: 0

9. FLUJOGRAMA



10. CONTROL DE CAMBIOS:

Revisión:	1	2	3	4	5	6
Fecha:						
Modificación:						

11. REFERENCIAS

Peñalver, N. D. (2000). Manual de Gestión de los Residuos Especiales de la Universidad de Barcelona. Barcelona: Universidad de Barcelona

**PROCEDIMIENTO:****“TRATAMIENTO DE SUSTANCIAS NO PELIGROSAS”**

CODIGO: P-TRA-RYD-20

PAGINA: 1 de 5

FECHA: 06/08/19

REVISION: 0

1. TITULO

“Procedimiento para el tratamiento de sustancias no peligrosas”

2. OBJETIVO

Contar con un procedimiento experimental que permita el adecuado descarte de las sustancias químicas no peligrosas presentes en las prácticas de laboratorio de la EIQA sin perjudicar el medio ambiente.

3. ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN

Este procedimiento es aplicable a desechos químicos sólidos o líquidos generados por los laboratorios académicos de las EIQA que debido a sus propiedades son consideradas como no peligrosas. Los desechos químicos a los cuales es aplicable este procedimiento se listan a continuación: soluciones acuosas con metanol y etanol; otras soluciones diluidas de los siguientes compuestos:

Orgánicos: acetatos (Ca, Na, NH_4^+ , K), almidón, aminoácidos y sus sales, ácido cítrico y sus sales de Na, K, Mg, Ca y NH_4 , 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_4^+), fluoruros (Ca), yoduros (Na, K), óxidos (B, Mg, Ca, Al, Si, Fe), silicatos (Na, K, Mg, Ca), sulfatos (Na, K, Mg, Ca y NH_4^+), acetatos (Ca, Na, NH_4^+ , K) y clorito de sodio.

4. DEFINICIONES Y MARCO CONCEPTUAL

Sustancias químicas no peligrosas: Las sustancias químicas no peligrosas son aquellas que no producen daño a la salud de las personas o al medio ambiente, debido a sus propiedades fisicoquímicas. En los laboratorios académicos se hacen uso de este tipo de sustancias las cuales pueden fácilmente eliminarse. Sin embargo, es necesario hacer la descarga en el desagüe de manera controlada, en pequeñas cantidades, teniendo en cuenta que en ningún momento se superen los límites establecidos.

5. RESPONSABILIDADES

Técnico de laboratorio: personal encargado de disponer adecuadamente de los residuos en los contenedores.

6. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Recipiente
- pH metro
- Termómetro
- Equipo de protección personal

**PROCEDIMIENTO:****“TRATAMIENTO DE SUSTANCIAS NO PELIGROSAS”**

CODIGO: P-TRA-RYD-20

PAGINA: 2 de 5

FECHA: 06/08/19

REVISION: 0

7. REACTIVOS

No se hará uso de ningún reactivo

8. PROCEDIMIENTO**PROCEDIMIENTO PARA TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y DISPOSICION**

PASO	ACTIVIDAD	RESPONSABLES	CONDICION AMBIENTAL	CONDICION DE SEGURIDAD	REGISTRO
10	Caracterizar la sustancia (si es totalmente líquida, solida o mezcla)	Técnico de Laboratorio	Área de trabajo limpia.	Guantes. Lentes de protección. Gabacha.	“Ficha de registro de tratamiento de desecho”
20	Si la sustancia es sólida desecharla directamente al basurero, con las precauciones debidas por su estado (Polvo, granular, etc)				
20	Si la sustancia es líquida trasegar soluciones de iguales componentes				
30	Revisar que el pH de la sustancia a descartar este comprendida en el rango de 6.0 y 8.0				
40	Revisar que la temperatura a la que se va descartar la sustancia no exceda los 35°C				
50	Desechar en la pila del fregadero del laboratorio con abundante agua				
60	Limpiar y almacenar el recipiente utilizado en el compartimiento asignado				



PROCEDIMIENTO:

“TRATAMIENTO DE SUSTANCIAS NO PELIGROSAS”

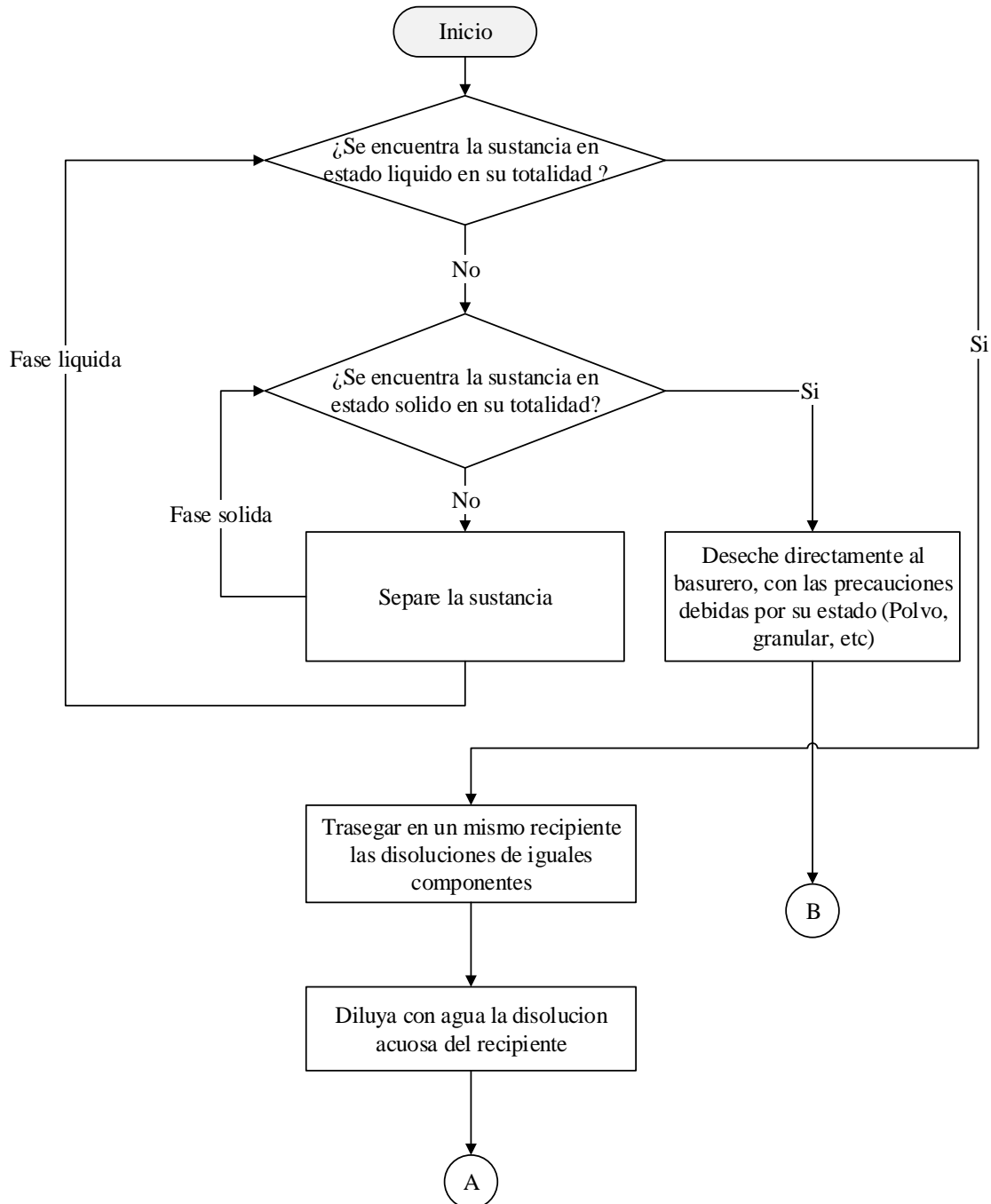
CODIGO: P-TRA-RYD-20

PAGINA: 3 de 5

FECHA: 06/08/19

REVISION: 0

9. FLUJOGRAMA





PROCEDIMIENTO:

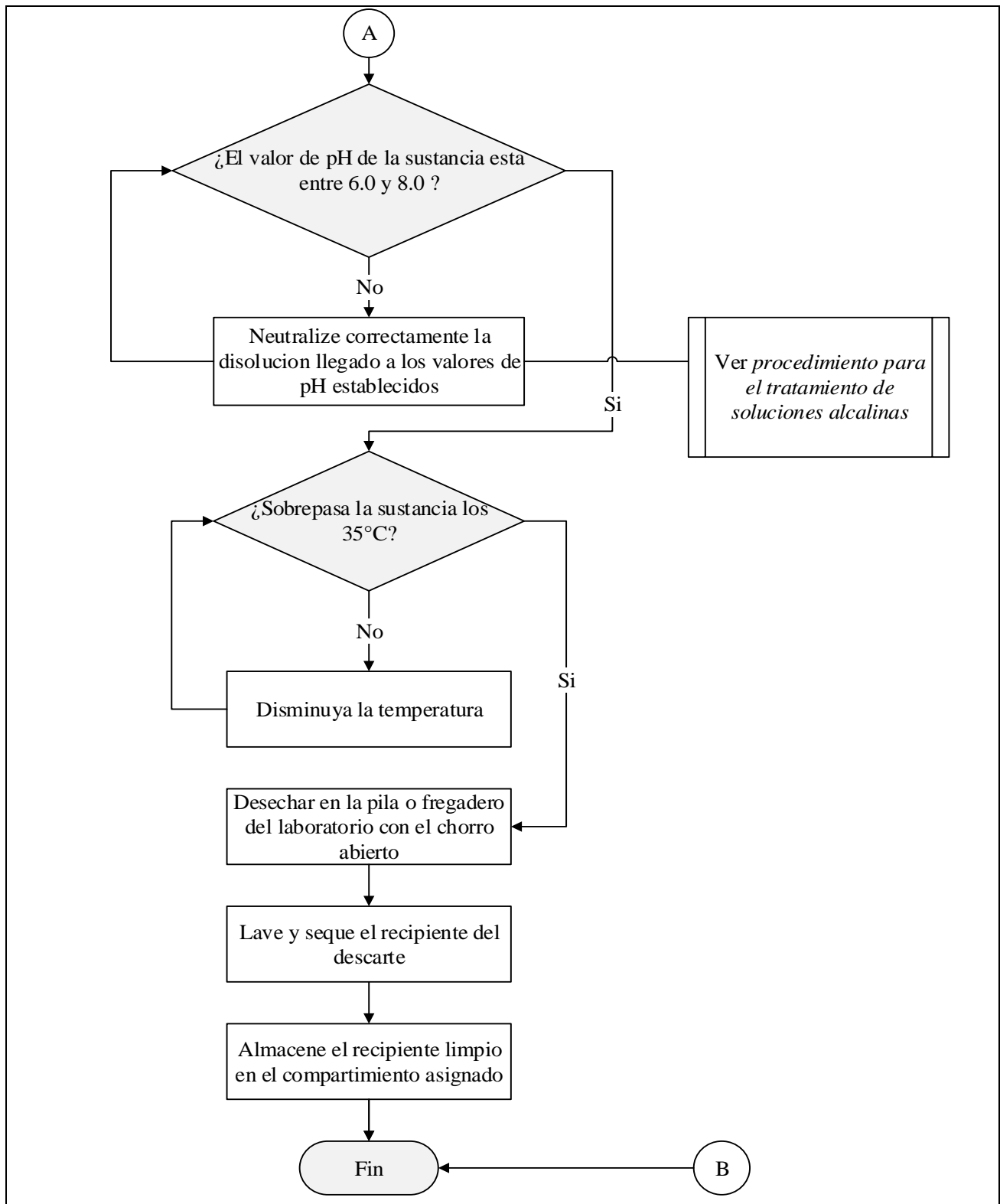
“TRATAMIENTO DE SUSTANCIAS NO PELIGROSAS”

CODIGO: P-TRA-RYD-20

PAGINA: 4 de 5

FECHA: 06/08/19

REVISION: 0



**PROCEDIMIENTO:****“TRATAMIENTO DE SUSTANCIAS NO PELIGROSAS”**CODIGO: **P-TRA-RYD-20**PAGINA: **5 de 5**FECHA: **06/08/19**REVISION: **0****10. CONTROL DE CAMBIOS**

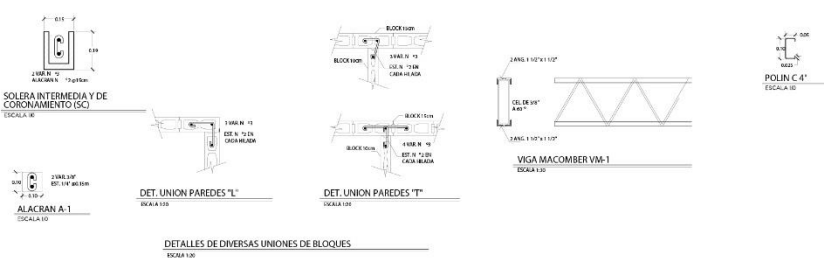
Revisión:	1	2	3	4	5	6
Fecha:						
Modificación:						

11. REFERENCIAS

Armour, M. A. (2003). *Hazardous Laboratory Chemicals Disposal Guide*. Edmonton, Canada: Lewis Publishers.

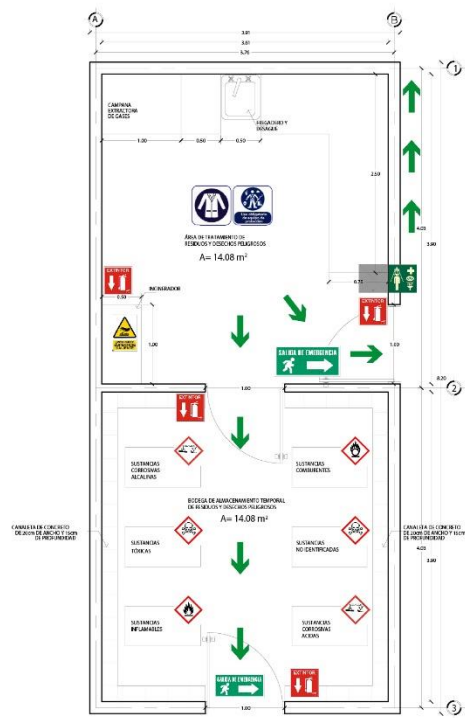
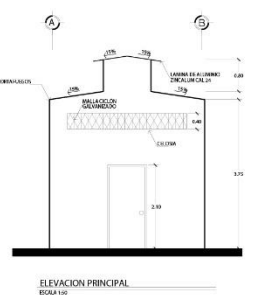
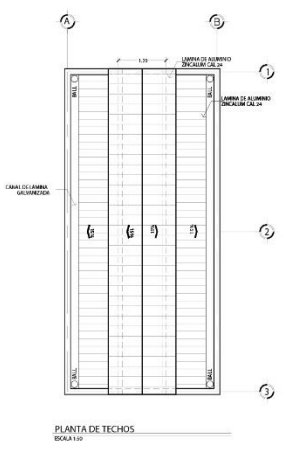
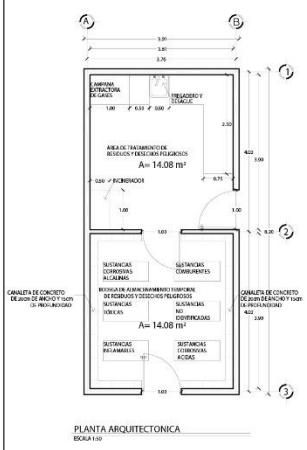
Universidad Javeriana. (2018). *Procedimiento para la Gestión del Peligro Químico*. Obtenido de <http://archivo.pnlab.co/quimicos/>

**ANEXO H. Planos arquitectónicos del Área
de Tratamiento y Bodega de
Almacenamiento Temporal de los Residuos
y Desechos Peligrosos de la EIQA – FIA -
UES**



DETALLES CONSTRUCTIVOS
ESCALAS INDICADAS

Lorem ipsum



MAPA DE RIESGOS
ESCALA 1:1

SIMBOLOGÍA		
	SALIDA DE EMERGENCIA	← FLUJO DE EVACUACIÓN
	EXTINTOR	
	FLAMMEABLE	
	TOXICO	
	CORROSIVO	
	RADIOACTIVO	
	BIOPELIGROSO	
	INFLAMMABLE	

PROYECTO:
DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN Y TRATAMIENTO PARA LOS RESIDUOS Y DESECHOS PELIGROSOS GENERADOS EN LOS LABORATORIOS ACADÉMICOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

UBICACIÓN:
LABORATORIOS ACADÉMICOS DE INGENIERÍA QUÍMICA

PROPIETARIO:
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

CONTENIDO:
PLANTA ARQUITECTÓNICA
PLANTA DE TECHOS
ELEVACION PRINCIPAL
DETALLES CONSTRUCTIVOS

PRESENTADO:
LEÓN POCASANGRE, VANESSA GUADALUPE
RAMÍREZ ESTRADA, GUILLERMO EDUARDO
RIVERA CHAVARRÍA, DIEGO ALBERTO

ÁREA TOTAL: 12000 m²
ARCHIVO: DISEÑO DE ALMACENAMIENTO.rvt
ESCALA: 1:100, 1:50, 1:20
ESTRUC: AGOSTO 2019

SELLOS:

A 1/1

ANEXO I. Procedimientos para el manejo de residuos y/o desechos

**PROCEDIMIENTO:****“ETIQUETADO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS”**CODIGO: **P-ETQ-RYD-01**PAGINA: **1 de 2**FECHA: **07/09/2019**REVISION: **0****1. TITULO**

“Procedimiento para el etiquetado de sustancias químicas”

2. OBJETIVO

Contar con un procedimiento generalizado para el adecuado etiquetado de sustancias químicas generadas en los laboratorios académicos de la EIQA.

3. ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN

Este procedimiento es aplicable a desechos y residuos generados por las prácticas de laboratorio de la EIQA, y para los precipitados solidos obtenidos de los procedimientos de tratamientos de estas sustancias.

4. RESPONSABILIDADES

- Encargado de práctica de laboratorio o su asistente.
- Técnico de laboratorio: personal encargado de disponer adecuadamente de los residuos en los contenedores.

5. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

No se hará uso de ningún equipo o herramienta

6. REACTIVOS

No se hará uso de ningún reactivo.

7. PROCEDIMIENTO**PROCEDIMIENTO PARA EL ETIQUETADO**

PASO	ACTIVIDAD	RESPONSABLES	CONDICION AMBIENTAL	CONDICION DE SEGURIDAD	REGISTRO
10	Confirmar que la sustancia se encuentra dentro de un envase adecuado.	Encargado de práctica de laboratorio o Técnico de Laboratorio	Área de trabajo limpia.	Guantes. Lentes de protección. Gabacha.	“Ficha de registro de procedimientos generales”
20	Si no se encuentra envasada adecuadamente, solicitar un depósito adecuado y trasegar la sustancia a el recipiente solicitado.				
30	Solicitar la etiqueta adecuada para la naturaleza de la sustancia a etiquetar y para el tamaño del frasco en el que se encuentra.				
40	Escribir la información de la sustancia solicitada por la viñeta				



PROCEDIMIENTO:

“ETIQUETADO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS”

CODIGO: P-ETQ-RYD-01

PAGINA: 2 de 2

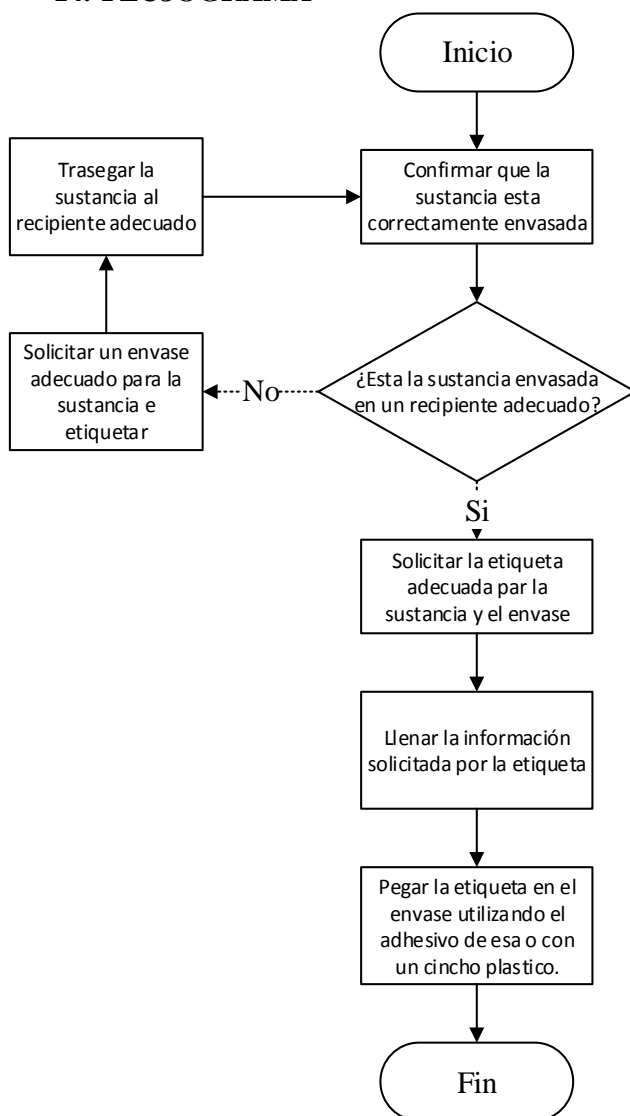
FECHA: 07/09/2019

REVISION: 0

	según la hoja de seguridad de la sustancia química en cuestión.				
50	Pegar la etiqueta en el frasco utilizando el papel adhesivo de esta o un cincho plástico si el envase es demasiado pequeño.				

14. FLUJOGRAMA

PROCEDIMIENTO PARA EL ETIQUETADO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS



**PROCEDIMIENTO:****“ENVASADO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS”**CODIGO: **P-ENV-RYD-01**PAGINA: **1 de 3**FECHA: **07/09/2019**REVISION: **0****1. TITULO**

“Procedimiento para el envasado de sustancias químicas”

2. OBJETIVO

Contar con un procedimiento generalizado para el adecuado envasado de sustancias químicas peligrosas generadas en los laboratorios académicos de la EIQA.

3. ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN

Este procedimiento es aplicable a desechos y residuos generados por las prácticas de laboratorio de la EIQA, y para los precipitados sólidos obtenidos de los procedimientos de tratamientos de estas sustancias.

4. DEFINICIONES Y MARCO CONCEPTUAL

Sustancia peligrosa: Se refiere a todas las sustancias químicas generadas en los laboratorios académicos de la EIQA que presentan al menos una de las características del sistema CRETIB, es decir aquellas que son Corrosivas, Reactivas, Explosivas, Tóxicas, Inflamables o Bioinfecciosas en condiciones normales de almacenamiento.

5. RESPONSABILIDADES

- Encargado de práctica de laboratorio o su asistente.
- Técnico de laboratorio: personal encargado de disponer adecuadamente de los residuos en los contenedores.

6. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

No se hará uso de ningún equipo o herramienta

7. REACTIVOS

No se hará uso de ningún reactivo.

8. PROCEDIMIENTO**PROCEDIMIENTO PARA EL ENVASADO DE SUSTANCIAS**

PASO	ACTIVIDAD	RESPONSABLES	CONDICION AMBIENTAL	CONDICION DE SEGURIDAD	REGISTRO
10	Confirmar en hojas de seguridad la peligrosidad de la sustancia.	Encargado de práctica de laboratorio ó Técnico de Laboratorio	Área de trabajo limpia.	Guantes. Lentes de protección. Gabacha.	“Ficha de registro de procedimientos os generales”
20	Si la sustancia es no peligrosa, descartarla con abundante agua al drenaje.				
30	Si no se conocen las normas generales para la manipulación de la sustancia a envasar, solicitarla con el encargado.				

**PROCEDIMIENTO:****“ENVASADO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS”**CODIGO: **P-ENV-RYD-01**PAGINA: **2 de 3**FECHA: **07/09/2019**REVISION: **0****PROCEDIMIENTO PARA EL ENVASADO DE SUSTANCIAS**

PASO	ACTIVIDAD	RESPONSABLES	CONDICION AMBIENTAL	CONDICION DE SEGURIDAD	REGISTRO
40	Confirmar que se cuente con un envase adecuado para las características de la sustancia.				
50	Si no se cuenta con un envase, solicitarlo con el encargado o buscarlo en el compartimento de envases vacíos.				
60	Etiquetar según el procedimiento de etiquetado de residuos y desechos.				
70	Almacene el residuo o desecho en el área adecuada según su compatibilidad.				



PROCEDIMIENTO:

“ENVASADO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS”

CODIGO: P-ENV-RYD-01

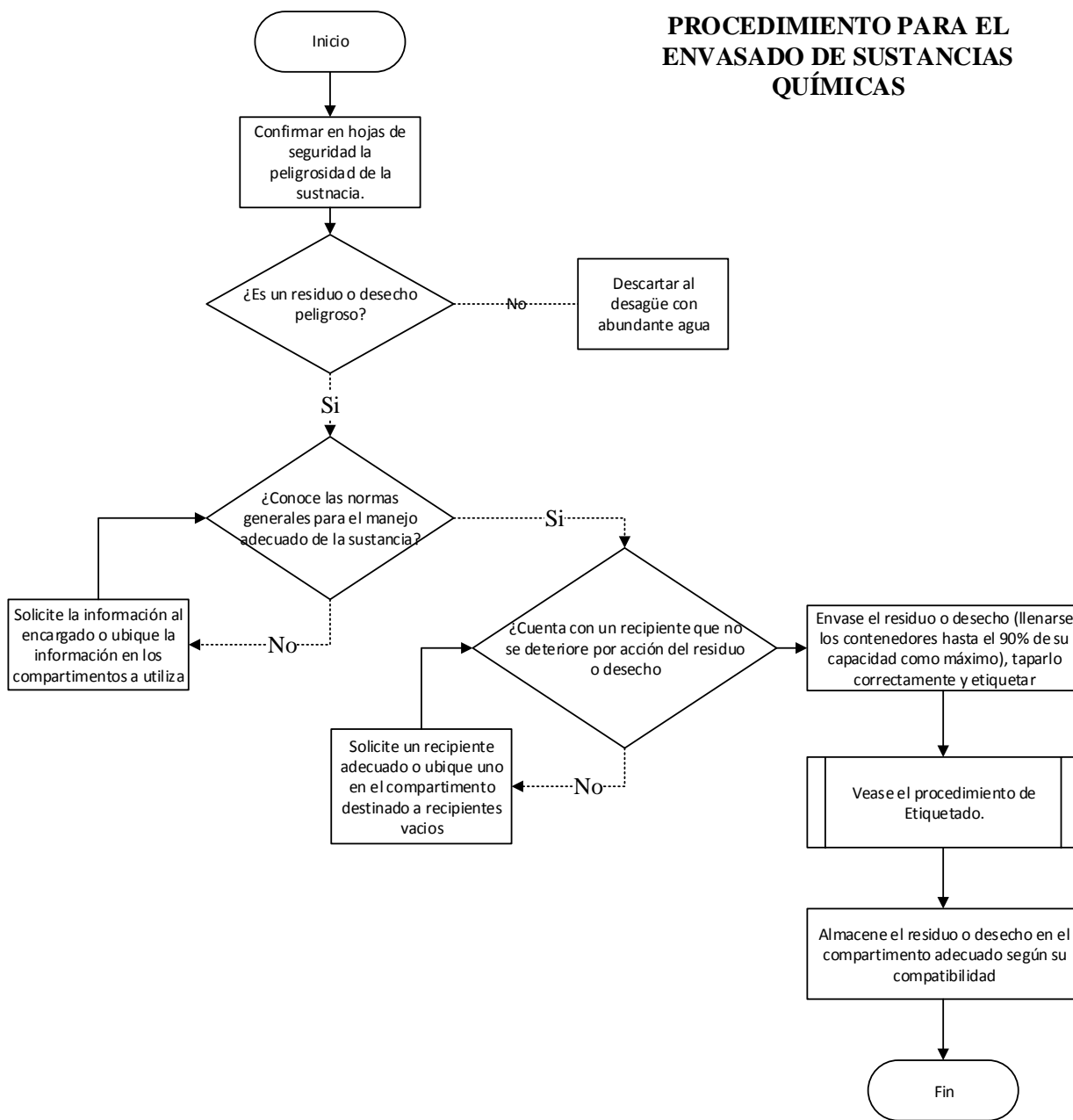
PAGINA: 3 de 3

FECHA: 07/09/2019

REVISION: 0

9. FLUJOGRAMA

PROCEDIMIENTO PARA EL ENVASADO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS



**PROCEDIMIENTO:****“FILTRACIÓN DE SÓLIDOS PRECIPITADOS”**CODIGO: **P-FIL-RYD-01**PAGINA: **1 de 3**FECHA: **07/09/2019**REVISION: **0****1. TÍTULO**

“Procedimiento para filtración de sólidos precipitados”

2. OBJETIVO

Contar con un procedimiento generalizado para la adecuada filtración de sólidos sedimentables, en procesos de tratamiento de residuos y desechos de los laboratorios académicos de la EIQA.

3. ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN

Este procedimiento es aplicable para la separación de sólidos sedimentables generados por los procesos de tratamiento de desechos y residuos generados por las prácticas de laboratorio de la EIQA.

4. DEFINICIONES Y MARCO CONCEPTUAL

Sólido Sedimentable: Son los sólidos que bajo condiciones de baja agitación y reposo sedimentan al fondo del recipiente.

5. RESPONSABILIDADES

- Técnico de laboratorio: personal encargado de disponer adecuadamente de los residuos en los contenedores.

6. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Bomba al vacío.
- Embudo para filtración.
- Papel Filtro.
- Erlenmeyer de 1 ó 2 litros (Dependiendo del volumen a tratar), con boquilla para bomba de vacío.

7. REACTIVOS

No se hará uso de ningún reactivo.

8. PROCEDIMIENTO

PROCEDIMIENTO PARA FILTRACION DE SÓLIDOS PRECIPITADOS					
PASO	ACTIVIDAD	RESPONSABLES	CONDICION AMBIENTAL	CONDICION DE SEGURIDAD	REGISTRO
10	Colocar el embudo de filtración en el Erlenmeyer utilizando una junta de caucho para evitar la filtración de aire al Erlenmeyer.	Encargado de práctica de laboratorio O	Área de trabajo limpia.	Guantes. Lentes de protección. Gabacha.	“Ficha de registro de procedimientos generales”
20	Conectar la bomba de vacío a la boquilla del Erlenmeyer.				

**PROCEDIMIENTO:****“FILTRACIÓN DE SÓLIDOS PRECIPITADOS”**

CODIGO: P-FIL-RYD-01

PAGINA: 2 de 3

FECHA: 07/09/2019

REVISION: 0

PROCEDIMIENTO PARA FILTRACION DE SÓLIDOS PRECIPITADOS

PASO	ACTIVIDAD	RESPONSABLES	CONDICION AMBIENTAL	CONDICION DE SEGURIDAD	REGISTRO
30	Colocar el papel filtro en el embudo de filtración.	Técnico de Laboratorio			
40	Encender la bomba, para generar un vacío dentro del Erlenmeyer.				
50	Verter la solución dentro embudo poco a poco, evitando derramar el líquido fuera del embudo. Cambiar el papel filtro si es necesario.				
60	Cuando se haya filtrado toda la sustancia, apagar la bomba de vacío y retirar el papel filtro.				
70	Limpiar el papel filtro para retirar el exceso de sólido, etiquetarlo y almacenarlo para su posterior disposición con una entidad autorizada.				
80	Descartar el papel filtro como desecho ordinario.				
90	Tratar el líquido filtrado según disponga su procedimiento específico.				



PROCEDIMIENTO:

“FILTRACIÓN DE SÓLIDOS PRECIPITADOS”

CODIGO: P-FIL-RYD-01

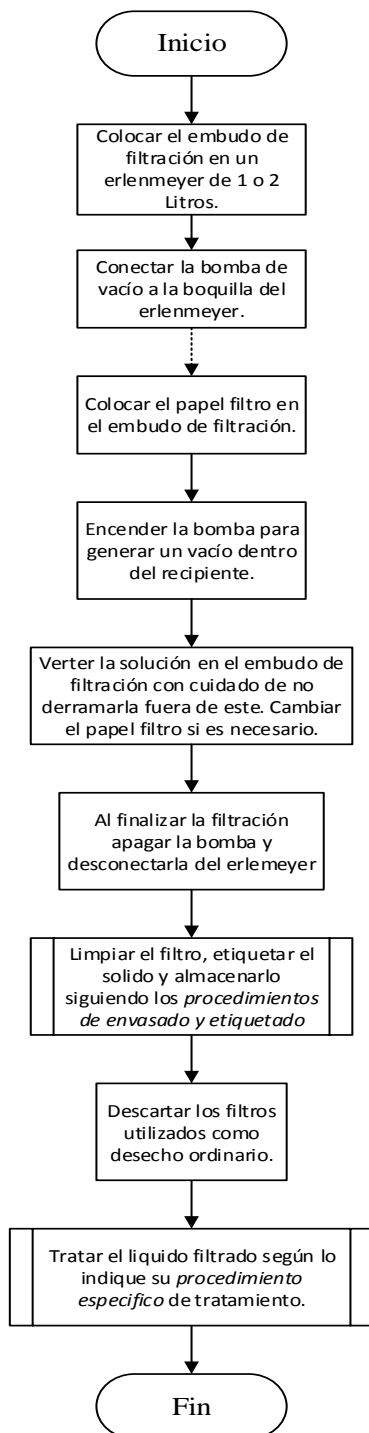
PAGINA: 3 de 3

FECHA: 07/09/2019

REVISION: 0

9. FLUJOGRAMA

**PROCEDIMIENTO PARA EL
FILTRADO DE SÓLIDOS
PRECIPITADOS**



**PROCEDIMIENTO:****“MANEJO Y DESCARTE DE MUESTRAS NO PELIGROSAS”**CODIGO: **P-DES-RYD-01**PAGINA: **1 de 3**FECHA: **07/09/2019**REVISION: **0****1. TITULO**

“Procedimiento para el manejo y descarte de muestras no peligrosas”

2. OBJETIVO

Contar con un procedimiento generalizado para el descarte de muestras y soluciones no peligrosas o que han sido tratadas para disminuir su peligrosidad.

3. ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN

Este procedimiento es aplicable para toda sustancia no peligrosa generada en los laboratorios académicos de la EIQA, o en su laboratorio de tratamiento de residuos y desechos.

4. DEFINICIONES Y MARCO CONCEPTUAL

Sustancia no peligrosa: Sustancias que no representan una amenaza para la salud humana o para el medio ambiente en las concentraciones en que se encuentra, por lo tanto, puede ser descartada como desecho ordinario.

5. RESPONSABILIDADES

- Encargado de práctica de laboratorio o su asistente.
- Estudiante con autorización del encargado de la práctica de laboratorio.
- Técnico de laboratorio: personal encargado de disponer adecuadamente de los residuos en los contenedores.

6. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

No se hará uso de ningún equipo o herramienta.

7. REACTIVOS

No se hará uso de ningún reactivo.

8. PROCEDIMIENTO**PROCEDIMIENTO PARA EL MANEJO Y DESCARTE DE MUESTRAS NO PELIGROSAS**

PASO	ACTIVIDAD	RESPONSABLES	CONDICION AMBIENTAL	CONDICION DE SEGURIDAD	REGISTRO
10	Confirmar en hojas de seguridad la peligrosidad de la sustancia.	Encargado de práctica de laboratorio o	Área de trabajo limpia.	Guantes. Lentes de protección. Gabacha.	“Ficha de registro de procedimientos generales”
20	Si la sustancia representa un peligro tratar según su				

**PROCEDIMIENTO:****“MANEJO Y DESCARTE DE MUESTRAS NO PELIGROSAS”**

CODIGO: P-DES-RYD-01

PAGINA: 2 de 3

FECHA: 07/09/2019

REVISION: 0

PROCEDIMIENTO PARA EL MANEJO Y DESCARTE DE MUESTRAS NO PELIGROSAS

PASO	ACTIVIDAD	RESPONSABLES	CONDICION AMBIENTAL	CONDICION DE SEGURIDAD	REGISTRO
	<i>procedimiento para tratamiento específico.</i>	Técnico de Laboratorio			
30	Si la sustancia no es peligrosa, llevar hasta el desagüe con grifo más cercano.				
40	Encender el grifo y dejar fluir el agua abundantemente, pero sin permitir que el agua salpique sobre el cuerpo o en otra superficie.				
50	Verter poco a poco la sustancia al flujo de agua para diluirla, hasta agotar la sustancia.				
60	Lavar el recipiente con el agua de grifo, evitando que al contacto con el envase este salpique.				
70	Cerrar el grifo.				
80	Secar el envase y entregarlo al encargado de laboratorio, técnico de laboratorio o almacenarlo en el compartimento de envases vacíos.				



PROCEDIMIENTO:

“MANEJO Y DESCARTE DE MUESTRAS NO PELIGROSAS”

CODIGO: P-DES-RYD-01

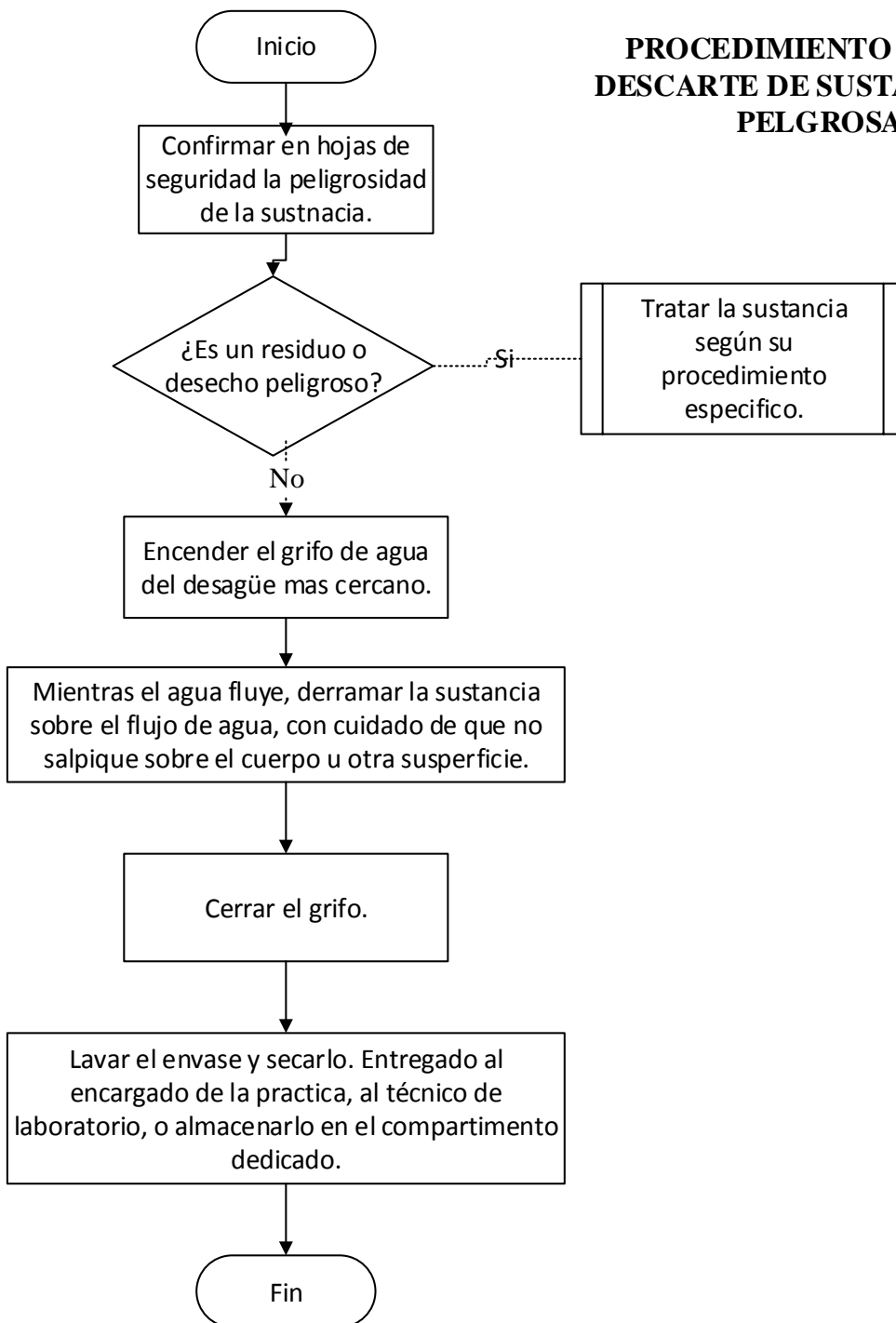
PAGINA: 3 de 3

FECHA: 07/09/2019

REVISION: 0

9. FLUJOGRAMA

PROCEDIMIENTO PARA EL DESCARTE DE SUSTANCIAS NO PELGROSAS



**ANEXO J. Norma Técnica de Prevención
934 “Agentes químicos: metodología
cualitativa y simplificada de evaluación del
riesgo de accidente”**

Agentes químicos: metodología cualitativa y simplificada de evaluación del riesgo de accidente

Chemical agents: a qualitative and simplified methodology for accident risk assessment
Agents chimiques: méthodologie qualitative et simplifiée d'évaluation du risque d'accident

Redactores:

Núria Jiménez Simón
Licenciada en Farmacia.

Tomás Piqué Ardanuy
Ingeniero Técnico Químico
Licenciado en Derecho

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES
DE TRABAJO

La nueva clasificación de sustancias químicas introducida en el Reglamento CLP establece cambios en el sistema de clasificación de las sustancias y mezclas, introduciendo nuevas clases de peligro (peligros físicos, para la salud humana o para el medio ambiente) y nuevas categorías de peligro, tal y como se explica detalladamente en las NTP 878, 880 y 881. El presente documento pretende por tanto adaptar a la nueva clasificación la NTP 749. Se debe tener en cuenta que las frases R no siempre tienen una correspondencia inmediata con las actuales indicaciones de peligro H (en adelante frases H), ya que aparecen nuevas clases y nuevas frases H (como la de los explosivos con 7 categorías o la de los gases a presión), o que incluso hay frases R que tienen correspondencia pero el significado actual en las frases H es diferente (ej, la frase R26 Muy tóxico por inhalación se corresponde con la frase H330 Mortal en caso de inhalación). Por tal motivo, al revisar la NTP no se ha buscado únicamente una correspondencia directa entre frases R y frases H, sino que se ha optado por una nueva clasificación que se ha plasmado en una tabla nueva, la tabla I.3. La citada tabla complementa a la tabla I.2 sin sustituirla, dado que las frases R coexisten con las frases H hasta el 1/6/2017 para mezclas (antes preparados).

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

El artículo 3 del Real Decreto 374/2001 (desarrollado con amplitud en la *Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con agentes químicos*) y que fija las obligaciones del empresario en materia de evaluación de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores originados por agentes químicos presentes en el lugar de trabajo, exige que para llevar a cabo la citada evaluación, deberá considerar y analizar, entre otros aspectos: "sus propiedades peligrosas y cualquier otra información necesaria para la evaluación de riesgos, que deba facilitar el proveedor, o que pueda recabarse de éste o de cualquier otra fuente de información de fácil acceso". Es decir, el RD remite de forma explícita a la información sobre las características físico - químicas y toxicológicas contenidas en la etiqueta y en la ficha de datos de seguridad del producto.

Si bien la evaluación del riesgo de accidente por exposición o contacto con un agente químico puede hacerse con cualquiera de las metodologías generales existentes (por ejemplo, la *Evaluación de Riesgos Laborales* publicada por el INSHT, o el *Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente* publicado en la NTP 330, o utilizar directamente el método *Evaluación*

matemática para control de riesgos de W.T. FINE), las mismas no cubren las exigencias de evaluación del citado artículo 3. Asimismo, más allá de los imperativos legales, consideramos con criterio estrictamente técnico, que para profundizar en el análisis no se pueden obviar las propiedades intrínsecas de los distintos agentes químicos a la hora de evaluar el riesgo de *accidente químico*.

La metodología que se utilice debe permitir, con la mayor objetividad posible, cuantificar la magnitud de los riesgos existentes y, consecuentemente, jerarquizar racionalmente su prioridad de corrección.

Para ello, en esta NTP se propone utilizar una metodología que, partiendo de los criterios y filosofía de las metodologías generales citadas u otras análogas, se tengan en cuenta las propiedades intrínsecas de los distintos productos con los que se trabaja.

Esta metodología va dirigida y está especialmente recomendada para la evaluación del riesgo de *accidente convencional* en las distintas operaciones en las que estén presentes agentes químicos peligrosos. Para la evaluación de los riesgos de los denominados *accidentes mayores* o la estimación de sus consecuencias, en la colección de NTP hay varias notas técnicas publicadas específicas para ello.

2. METODOLOGÍA SIMPLIFICADA DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE ACCIDENTE POR AGENTES QUÍMICOS PELIGROSOS

La metodología de evaluación del riesgo de accidente químico que seguidamente se expone es una propuesta encaminada a facilitar a las empresas con presencia de Agentes Químicos Peligrosos (AQP), sean o no industria química, y especialmente a las pequeñas y medianas empresas, la tarea de identificar los peligros y evaluar los riesgos asociados a la utilización de los citados productos, a fin de poder realizar una correcta y objetiva planificación preventiva a partir de los resultados obtenidos con su aplicación.

Esta metodología se centra en el daño esperado y no en el daño máximo, e incorpora y desarrolla la experiencia de aplicación de metodologías simplificadas basadas en la estimación de la probabilidad de materialización de la situación de peligro que se analiza, la frecuencia de exposición a la misma y las consecuencias normalmente esperadas en el supuesto de que llegara a materializarse. Estos parámetros están considerados por el *Método W.T Fine*, así como en diferentes metodologías elaboradas por el INSHT siendo también los criterios contemplados por algunas normas armonizadas elaboradas por el CEN, entre ellas la UNE-EN ISO 14121-1 y la EN-1127-1.

La metodología que se propone permitirá categorizar la magnitud de los riesgos existentes y, en consecuencia, jerarquizar racionalmente su prioridad de corrección. Para ello se parte de la identificación de las deficiencias existentes en las instalaciones, equipos, procesos, tareas, etc., con AQP. Tales deficiencias o incumplimientos se relacionan con las frases R o H asignadas a los distintos AQP que intervienen, obteniendo de este modo el nivel de peligrosidad objetiva (NPO) de la situación. A continuación, se establece la frecuencia de exposición al nivel de peligrosidad identificado y, teniendo en cuenta la magnitud esperada de las consecuencias, (las consecuencias normalmente esperadas tendrán que ser preestablecidas por la persona que aplica la metodología), se evalúa el riesgo, obteniendo el nivel de riesgo estimado para la situación valorada.

Así pues, este método evalúa el nivel de riesgo como el producto de tres variables:

$$NR = NPO \times NE \times NC$$

siendo:

- NR: nivel de riesgo
- NPO: nivel de peligrosidad objetiva
- NE: nivel de exposición
- NC: nivel de consecuencias

La información que aporta este método es orientativa, siendo su objetivo facilitar al empresario la priorización de sus actuaciones preventivas con criterios objetivos y, consecuentemente, ayudarle en su planificación preventiva. Seguidamente se describe el proceso para la estimación de las variables citadas.

Nivel de peligrosidad objetiva (NPO)

Llamamos nivel de peligrosidad objetiva a la magnitud de la vinculación esperable entre el conjunto de factores de riesgo considerados y su relación causal directa con el posible accidente.

El punto de partida de la evaluación debe permitir identificar las deficiencias existentes en las instalaciones, equipos, procesos, tareas, etc., con AQP, para lo

que se propone partir de un cuestionario de chequeo (Tabla I.1) ajustado a las características o necesidades de las instalaciones, procesos y tareas que existen en la empresa a evaluar.

El cuestionario que se propone está planteado para verificar el grado de adecuación respecto a una serie de cuestiones que se presumen básicas para establecer el nivel de deficiencia en las instalaciones, equipos, procesos, tareas, etc., con AQP. En muchas ocasiones se precisará concretar su contenido, sustituyendo o complementando las cuestiones planteadas por otras que se ajusten a las exigencias legales o reglamentarias vigentes en cada momento o lugar, o a la situación o necesidades de la empresa que lo aplica.

El cuestionario está estructurado en cinco bloques que tienen por objetivo identificar deficiencias de distinta tipología asociadas a la presencia de AQP son:

- Identificación de agentes químicos
- Almacenamiento/envasado de agentes químicos
- Utilización/proceso de agentes químicos
- Organización de la prevención en el uso de agentes químicos
- Uso de EPI e instalaciones de socorro

Se podría segregar del cuestionario aquellas cuestiones planteadas para la identificación de las deficiencias cuyo incumplimiento puede dar lugar a que se produzca un incendio o explosión (deficiente o insuficiente control de combustible y focos de ignición). Los datos obtenidos de estas cuestiones determinan la probabilidad de inicio que, valorada conjuntamente con el grado de cumplimiento de las medidas de protección contra incendios reglamentariamente exigibles, proporciona información sobre el nivel de riesgo de incendio. Actuando de este modo, se profundiza más en la evaluación del riesgo de incendio o explosión, obteniéndose información más objetiva y precisa. Al respecto, se remite a la NTP 599, en la que se exponen los criterios de evaluación del riesgo de incendio, así como a la NTP 876 y a la Guía Técnica del RD 681/2003 para profundizar en la evaluación del riesgo de explosión.

Las deficiencias o incumplimientos identificados con la aplicación del cuestionario son, en sí mismas, insuficientes para valorar objetivamente el nivel de inseguridad. Para evaluar el riesgo de accidente químico es tan importante saber cómo se trabaja como saber con qué se trabaja. A título de ejemplo, un trasvase incorrecto que provoca salpicaduras al operario que realiza la operación es, en sí y per se, una operación deficiente. Ahora bien, para valorar objetivamente el nivel de peligrosidad asociado a tal deficiencia hemos de saber con qué producto se trabaja. Si se trasvasa agua destilada y este operario permanece toda la jornada mojado puede acabar resfriado; si, en cambio, trasvasa un producto irritante las consecuencias serán diferentes y sufrirá irritaciones de distinta índole o importancia; si trasvasa un corrosivo padecerá quemaduras más o menos graves.

La cumplimentación del cuestionario nos proporciona una información y un conocimiento del nivel de deficiencia global de la empresa. Para evaluar el nivel de riesgo puntual y concreto de cada tarea, actividad, instalación,..., se aplicará el NE y el NC a cada una de las cuestiones que suponen un incumplimiento al que, a su vez se ha asignado un determinado NPO. Con ello conoceremos el NR de cada una de las deficiencias identificadas.

Cualquier respuesta negativa a cada pregunta del cuestionario implica un determinado nivel de deficiencia que en algunos casos es independiente del AQP implicado (y se indica en el propio cuestionario) pero que, en

	SI	NO	No procede	Respuesta negativa implica	Calificación
1. Se almacenan, usan, producen,..., Agentes Químicos Peligrosos (AQP), ya sean materias primas, productos intermedios, subproductos, productos acabados, residuos, productos de limpieza, etc.				No debe cumplimentarse el cuestionario	
Sobre identificación de agentes químicos					
2. Están identificados e inventariados los AQP presentes durante el trabajo, sea esta presencia con carácter ordinario o con carácter ocasional.					MUY DEFICIENTE
3. Están correctamente señalizados por etiqueta los envases originales de los AQP.					MUY DEFICIENTE
4. La señalización anterior se mantiene cuando se trasvasa el AQP a otros envases o recipientes.					MUY DEFICIENTE
5. En tuberías que contengan AQP se han pegado, fijado o pintado etiquetas de identificación del producto y el sentido de circulación de los fluidos.				Ir a tabla 1.2 o tabla 1.3	
6. Las etiquetas se han colocado a lo largo de la tubería en número suficiente y en zonas de especial riesgo (válvulas, conexiones, etc.).					MEJORABLE
7. Se dispone de la ficha de datos de seguridad (FDS) de todos los AQP que están o pueden estar presentes durante el trabajo y, en su caso, información suficiente y adecuada de aquellos AQP que no dispongan de FDS (residuos, productos intermedios,...)				Ir a tabla 1.2 o tabla 1.3	
Sobre almacenamiento /envasado de agentes químicos					
8. Los AQP se almacenan en recintos especiales, agrupados por comunidad de riesgo y suficientemente aislados (por distancia o por pared divisoria) de los incompatibles o que pueden generar reacciones peligrosas.				Ir a tabla 1.2 o tabla 1.3	
9. El área de almacenamiento está correctamente ventilada, sea por tiro natural o forzado.				Ir a tabla 1.2 o tabla 1.3	
10. Las áreas de almacenamiento, utilización y/o producción, cuando la cantidad y/o la peligrosidad del producto lo requieran, garantiza la recogida y conducción a una zona o recipiente seguro de fugas o derrames de AQP en estado líquido.				Ir a tabla 1.2 o tabla 1.3	
11. Está prohibida la presencia o uso de focos de ignición "sin control" en el almacén de AQP inflamables y se verifica y garantiza exhaustivamente el cumplimiento de tal prohibición.				Ir a tabla 1.2 o tabla 1.3	
12. Los envases y embalajes que contienen AQP ofrecen suficiente resistencia física o química (teniendo además en cuenta las condiciones ambientales del entorno) y no presentan golpes, cortes o deformaciones.				Ir a tabla 1.2 o tabla 1.3	
13. Los envases que contienen AQP son totalmente seguros (cierre automático, cierre de seguridad con enclavamiento, doble envoltorio, revestimiento amortiguador de choques, etc.)				Ir a tabla 1.2 o tabla 1.3	
13 bis. Los envases están colocados en sistemas de soporte de resistencia adecuada a la carga y correctamente anclados (estanterías, paletas, y en bidones implementos para evitar su deslizamiento, bandeja recoge líquidos para trasvases, etc.).				Ir a tabla 1.2 o tabla 1.3	
14. El transporte de envases, sea por medios manuales o mecánicos, se realiza mediante equipos y/o implementos que garantizan su estabilidad y correcta sujeción.				Ir a tabla 1.2 o tabla 1.3	
Sobre utilización/proceso de agentes químicos					
15. En el puesto de trabajo y/o su entorno inmediato sólo permanece la cantidad de AQP estrictamente necesaria para el trabajo inmediato (nunca cantidades superiores a las necesarias para el turno o jornada de trabajo).					MEJORABLE
16. Los AQP existentes en el lugar de trabajo para el uso en el turno o jornada y no utilizados en ese momento, están depositados en recipientes adecuados, armarios protegidos o recintos especiales.					MEJORABLE
17. Se evita trasvasar AQP por vertido libre y pipetear con la boca				Ir a tabla 1.2 o tabla 1.3	
18. Se controla rigurosamente la formación y/o acumulación de cargas electrostáticas en el trasvase de líquidos inflamables, u otros AQP en los que la aportación de un incremento de energía puede dar lugar a reacciones peligrosas				Ir a tabla 1.2 o tabla 1.3	
19. La instalación eléctrica en las zonas con riesgo de atmósferas inflamables es antiexplosiva, al tiempo que están controlados los focos de ignición de cualquier tipología (¹)				Ir a tabla 1.2 o tabla 1.3	
20. La instalación eléctrica de equipos, instrumentos, salas y almacenes de productos corrosivos es adecuada				Ir a tabla 1.2 o tabla 1.3	
21. Las características de los materiales, equipos y herramientas son adecuadas a la naturaleza de los AQP que se utilizan.				Ir a tabla 1.2 o tabla 1.3	

Tabla I.1. Cuestionario de chequeo para identificación de factores de riesgo de accidente por AQP (Continúa en página siguiente)

(¹) Para conocer si hay riesgo de atmósfera explosiva tendría que identificar, clasificar y evaluar el riesgo en la zona de trabajo en función de la presencia de sustancias inflamables y, en su caso, verificarlo con un explosímetro (RD 681/2003).

	SI	NO	No procede	Respuesta negativa implica	Calificación
22. Se comprueba la ausencia de fugas y, en general, el correcto estado de las instalaciones y/ o equipos antes de su uso.				Ir a tabla I.2 o tabla I.3	
23. En aquellos equipos o procesos que lo requieren, existen sistemas de detección de condiciones inseguras (nivel del LII en un túnel de secado, temperatura/presión de un reactor, nivel de llenado de un depósito,...) asociados a un sistema de alarma.				Ir a tabla I.2 o tabla I.3	
24. Los sistemas de detección existentes, cuando se precisa ante situaciones críticas, actúan sobre una o varias de las siguientes opciones: paro del proceso, detención de la alimentación de productos, activación de sistemas de barrido de seguridad, provocan el venteo de la instalación, etc.					DEFICIENTE
25. Los venteos y salidas de los dispositivos de seguridad para productos inflamables/explosivos están canalizados a lugar seguro y cuando se precisa dotados de antorchas o apagallamas				Ir a tabla I.2 o tabla I.3	
26. Para productos tóxicos o corrosivos existen medios para el tratamiento, absorción, destrucción y/o confinamiento seguro de los efluentes provenientes de los dispositivos de seguridad y de los venteos.				Ir a tabla I.2 o tabla I.3	
27. Las operaciones con posibles desprendimientos de gases, vapores, polvos, etc., de AQP se realizan mediante procesos cerrados ó, en su caso, en áreas bien ventiladas o en instalaciones dotadas de aspiración localizada.				Ir a tabla I.2 o tabla I.3	
28. Con carácter general, se han implantado las medidas de protección colectiva necesarias para aislar los AQP y/o limitar la exposición y/o contacto de los trabajadores a los mismos.					DEFICIENTE
Sobre organización de la prevención en el uso de agentes químicos					
29. Se exige autorización de trabajo para la realización de operaciones con riesgo en recipientes, equipos o instalaciones que contienen o han contenido AQP				Ir a tabla I.2 o tabla I.3	
30. Está garantizado el control de accesos de personal foráneo o personal no autorizado a zonas de almacenamiento, carga/descarga o proceso de AQP.				Ir a tabla I.2 o tabla I.3	
31. Los trabajadores han sido explícita y adecuadamente informados de los riesgos asociados a los AQP y formados correctamente sobre las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse.				Ir a tabla I.2 o tabla I.3	
32. Los trabajadores tienen acceso a la FDS suministrada por el proveedor					MEJORABLE
33. Se dispone de procedimientos escritos de trabajo para la realización de tareas con AQP				Ir a tabla I.2 o tabla I.3	
34. Existe un programa de mantenimiento preventivo de aquellos equipos o instalaciones de cuyo correcto funcionamiento dependa la seguridad del proceso.					DEFICIENTE
35. Está garantizada la limpieza de puestos y lugares de trabajo. (Se ha implantado un programa y se controla su aplicación).					MEJORABLE
36. Se dispone de medios específicos para la neutralización y limpieza de derrames y/o para el control de fugas y existen instrucciones de actuación					DEFICIENTE
37. Existe un programa de gestión de residuos y se controla su aplicación.					DEFICIENTE
38. Se han implantado normas de higiene personal correctas (lavarse las manos, cambiarse de ropa, prohibición de comer, beber o fumar en los puestos de trabajo, etc.) y se controla su aplicación.					MEJORABLE
39. Se dispone de Plan de Emergencia ante situaciones críticas en las que se vean involucrados AQP (fugas, derrames, incendio, explosión, etc.).					MUY DEFICIENTE
40. Con carácter general, se han implantado las medidas organizativas necesarias para aislar los AQP, limitar la exposición y contacto de los trabajadores con los mismos, contemplando la posible existencia de trabajadores especialmente sensibles					DEFICIENTE
Sobre uso de EPI e instalaciones de socorro					
41. Se dispone y se controla el uso eficaz de los equipos de protección individual (EPI) necesarios en las distintas tareas con riesgo de exposición o contacto con AQP.				Ir a tabla I.2 o tabla I.3	
42. Existen duchas descontaminadoras y fuentes lavaojos próximas a los lugares donde sea factible la proyección de AQP.				Ir a tabla I.2 o tabla I.3	
43. Con carácter general, se hace una correcta gestión de los EPI, de la ropa de trabajo y de las instalaciones de socorro.					DEFICIENTE
44. Se aprecian otras deficiencias o carencias en cuanto a las protecciones colectivas, medidas organizativas y uso de EPI: Citarlas y valorarlas (*)					

Tabla I.1. Cuestionario de chequeo para identificación de factores de riesgo de accidente por AQP

(*) Esta cuestión se debería cumplimentar y desarrollar cuando se haya respondido NO a alguna de las cuestiones nº 28, 40 y 43

general, depende de las frases R o H asignadas al AQP (Tabla I.2 o tabla I.3). Ello comporta que en principio la metodología tan solo sería aplicable a AQP que tengan asignada una frase R o H, es decir a productos comercializados, y que no podría aplicarse a productos que no dispongan de frase R o H, como pueden ser los productos intermedios, subproductos, residuos, etc... En estos supuestos, se deberá conocer la peligrosidad intrínseca de tales productos y asignarles la frase R o H más ajustada a su nivel de peligrosidad intrínseca.

Así, por ejemplo, una respuesta negativa a la cuestión 5 conducirá a una calificación de mejorable si el AQP tiene asignada la frase R38, a una calificación de deficiente si tiene asignada la frase R34 o a una calificación de muy deficiente si tiene asignada la frase R35, o bien una calificación de muy deficiente si tiene asignada una frase H250, deficiente si tiene asignada una frase H251, o mejorable si tiene asignada una frase H252.

Así pues, para cada cuestión se obtiene una calificación que puede ser muy deficiente, deficiente o mejorable (en caso de que la cuestión sea procedente) en función de los factores de riesgo presentes y de la peligrosidad intrínseca del AQP conocida por sus frases de riesgo R o H. No se califica la cuestión nº 1, ya que al plantearse como una pregunta "llave", su respuesta negativa significa que en la empresa no existen AQP y que, por tanto, no procede seguir cumplimentando el cuestionario.

En función del conjunto de todas las respuestas se obtiene una calificación global del nivel de deficiencia, que puede ser muy deficiente, deficiente, mejorable o aceptable según los siguientes criterios:

- La calificación global será muy deficiente si alguna de las cuestiones es calificada de muy deficiente o bien si más del 50% de las cuestiones aplicables reciben la calificación de deficiente.
- La calificación global será deficiente si, no siendo muy deficiente, alguna de las cuestiones es calificada de deficiente o bien si más del 50% de las cuestiones aplicables reciben la calificación de mejorable.
- La calificación global será mejorable si, no siendo muy deficiente ni deficiente, menos del 50% de las cuestiones aplicables reciben la calificación de mejorable.
- La calificación global será aceptable en los demás casos.

Los valores numéricos asignados a cada nivel de peligrosidad objetiva distinto, y el significado de los mismos, se indican en la tabla II.

Consideraciones adicionales para el correcto uso de las tablas I.1, I.2 y I.3

- El cuestionario está propuesto a título orientativo y abierto; en ningún caso debe considerarse exhaustivo y cerrado. Cada empresa lo ajustará a sus necesidades.

CUESTIÓN Nº	MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
5	R1 a R6, R7, R12, R14, R15, R16, R17, R19, R26, R27, R28, R35, R39	R8, R9, R10, R11, R18, R23, R24, R25, R29, R30, R34, R41, R44	R20, R21, R22, R36, R37, R38
7,8	R1 a R6, R7, R12, R14, R15, R16, R17, R19, R26, R27, R28, R32, R35, R39	R8, R9, R10, R11, R18, R23, R24, R25, R29, R30, R31, R34, R41, R44	R20, R21, R22, R36, R37, R38
9	R7, R12, R26	R10, R11, R23, R30	R20, R36, R37, R38
10	R7, R12, R14, R15, R17, R18, R19, R26, R27, R32, R35, R39	R10, R11, R23, R24, R30, R31, R34	R20, R21, R36, R37, R38
11	R1 a R6, R7, R12, R15, R16, R19	R10, R11, R18, R44	
12,13,13bis, 14	R1 a R6, R7, R12, R16, R17, R19, R26, R27, R35, R39	R9, R10, R11, R18, R23, R24, R30, R34, R41, R68	R20, R21, R36, R37, R38
17	R1 a R6, R12, R15, R16, R17, R26, R27, R28, R32, R35, R39	R10, R11, R18, R23, R24, R25, R30, R31, R34, R41, R68	R20, R21, R22, R36, R37, R38, R65
18	R1 a R6, R7, R12, R19	R10, R11, R18, R30	
19	R1 a R6, R7; R12, R15; R19;	R10, R11, R18, R30, R44	
20	R35, R41	R34	R36, R37, R38
21, 22, 23	R1 a R6, R7, R12, R14, R15, R16, R17, R19, R26, R27, R32, R35, R39	R8, R9, R10, R11, R18, R23, R24, R29, R30, R31, R34, R41, R44	R20, R21, R36, R37, R38
25	R1, R2, R3, R5, R6, R7, R12, R14, R15, R16, R17, R19	R10, R11, R18, R30, R44	
26	R26, R27, R35, R39	R23, R24, R34, R41, R68	R20, R21, R36, R37, R38
27	R1 a R6, R7, R12, R14, R15, R26, R27, R32, R35, R39	R10, R11, R14, R18, R23, R24, R29, R30, R31, R34, R41, R68	R20, R21, R36, R37, R38
29,30,31,33	R1 a R6, R7, R12, R14, R15, R16, R17, R19, R26, R27, R28, R32, R35, R39	R8, R9, R10, R11, R18, R23, R24, R25, R29, R30, R31, R34, R41, R44	R20, R21, R22, R36, R37, R38
41	R1 a R6, R7, R12, R14, R15, R26, R27, R32, R35, R39	R10, R11, R18, R23, R24, R29, R30, R31, R34, R41, R68	R20, R21, R36, R37, R38
42	R27, R35, R39	R24, R34, R41, R68	R21, R36, R37, R38

Tabla I.2. Criterios de valoración

CUESTIÓN Nº	MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
5	H200, H201, H202, H203, H204, H205, H220, H224, H225, H240, H241, H250, H271, H280, H300, H304, H310, H314, H330, H318, H370, EUH001, EUH006, EUH018, EUH019, EUH071, EUH209	H221, H226, H228, H242, H251, H270, H272, H281, H301, H311, H319, H331, H371, EUH044, EUH070, EUH209A	H252, H302, H312, H315, H332, H335, H336, EUH202
7,8	H200, H201, H202, H203, H204, H205, H220, H222, H224, H225, H240, H241, H250, H260, H271, H280, H290, H300, H304, H310, H314, H330, H318, H370, EUH001, EUH006, EUH014, EUH018, EUH019, EUH032, EUH071, EUH206, EUH209	H221, H223, H226, H228, H242, H251, H261, H270, H272, H281, H301, H311, H319, H331, H371, EUH029, EUH031, EUH044, EUH070, EUH209A	H252, H302, H312, H315, H332, H335, H336, EUH202
9	H220, H222, H224, H225, H370, EUH018, EUH071, EUH209	H221, H223, H226, H228, H331, H371, EUH209A	H332, H335, H336
10	H224, H225, H260, H310, H314, H318, H330, H370, EUH006, EUH014, EUH018, EUH032, EUH071, EUH206, EUH209	H226, H261, H311, H331, H319, H371, EUH029, EUH031, EUH070, EUH209A	H312, H315, H332, H335, H336
11	H200, H201, H202, H203, H204, H205, H220, H222, H224, H225, H240, H241, H260, EUH001, EUH006, EUH018, EUH019, EUH209	H221, H223, H226, H228, H242, H261, EUH044, EUH209A,	
12,13,13 bis,14	H200, H201, H202, H203, H204, H205, H220, H222, H224, H225, H240, H241, H250, H271, H280, H290, H310, H314, H318, H330, H370, EUH001, EUH006, EUH018, EUH019, EUH071, EUH209	H221, H223, H226, H228, H242, H251, H270, H272, H281, H311, H319, H331, EUH044, EUH070, EUH209A	H252, H312, H315, H332, H335, H336, EUH202
17	H200, H201, H202, H203, H204, H205, H224, H225, H250, H260, H300, H304, H310, H314, H318, H330, H370, EUH001, EUH006, EUH014, EUH018, EUH019, EUH032, EUH071, EUH206, EUH209	H226, H228, H251, H261, H301, H311, H319, H331, H371, EUH029, EUH031, EUH044, EUH070, EUH209A	H252, H302, H312, H315, H332, H335, H336, EUH202
18	H200, H201, H202, H203, H204, H205, H220, H222, H224, H225, EUH001, EUH006, EUH018, EUH019, EUH209	H221, H223, H226, H228, EUH209A	
19	H200, H201, H202, H203, H204, H205, H220, H222, H224, H225, H240, H241, H250, H260, EUH001, EUH006, EUH018, EUH019, EUH209	H221;H223;H226;H228, H242, H251, H261, EUH044, EUH209A	H252
20	H314, H318, EUH071	H319	H315
21,22,23	H200, H201, H202, H203, H204, H205, H220, H222, H224, H225, H240, H241, H250, H260, H271, H280, H310, H314, H318, H330, H370, EUH001, EUH006, EUH014, EUH018, EUH019, EUH032, EUH071, EUH206, EUH209	H221, H223, H226, H228, H242, H251, H261, H270, H272, H281, H311, H319, H331, H371, EUH029, EUH031, EUH044, EUH070, EUH209A	H252, H312, H315, H332, H335, H336, EUH202
25	H200, H201, H202, H203, H204, H205, H220, H222, H224, H225, H240, H241, H250, H260, H280, EUH001, EUH006, EUH018, EUH019, EUH209	H221, H223, H226, H228, H242, H251, H261, EUH044, EUH209A	H252
26	H300, H310, H314, H318, H330, H370, EUH071, EUH206	H301, H311, H319, H331, H371, EUH070	H302, H312, H315, H332, H335, H336
27	H200, H201, H202, H203, H204, H205, H220, H222, H224, H225, H240, H241, H250, H260, H310, H314, H318, H330, H370, EUH001, EUH006, EUH014, EUH018, EUH019, EUH032, EUH071, EUH206, EUH209	H221, H223, H226, H228, H242, H251, H261, H311, H319, H331, H371, EUH029, EUH031, EUH044, EUH070, EUH209A	H252, H312, H315, H332, H335, H336
29,30,31,33	H200, H201, H202, H203, H204, H205, H220, H222, H224, H225, H240, H241, H250, H260, H271, H280, H290, H300, H304, H310, H314, H318, H330, H370, EUH001, EUH006, EUH014, EUH018, EUH019, EUH032, EUH071, EUH206, EUH209	H221, H223, H226, H228, H242, H251, H261, H270, H272, H281, H301, H311, H319, H331, H371, EUH029, EUH031, EUH044, EUH070, EUH209A	H252, H302, H312, H315, H332, H335, H336, EUH202
41	H200, H201, H202, H203, H204, H205, H220, H222, H224, H225, H260, H310, H314, H318, H330, H370, EUH001, EUH014, EUH018, EUH032, EUH071, EUH206, EUH209	H221, H223, H226, H228, H261, H311, H319, H331, H371, EUH029, EUH031, EUH070, EUH209A	H281, H312, H315, H332, H335, H336, EUH202
42	H310, H314, H318, H370, EUH206	H311, H319, H371, EUH070	H312, H315, H335, H336

Tabla I.3. Criterios de valoración

- Para los productos que no dispongan de frase R o H, como pueden ser los productos intermedios, subproductos, residuos, etc..., se deberá conocer la peligrosidad intrínseca de tales productos y asignarles la frase R o H más ajustada a su nivel de peligrosidad intrínseca.
- Las cuestiones número 28, 40 y 43 se plantean a modo de compendio resumen de la cuestiones del mismo bloque (15 a 27, 29 a 39 y 41 a 42 respectivamente) y se dejan abiertas a otros incumplimientos que, no estando contemplados en el cuestionario, son identificados por la persona que lo aplica. Se valoran con la calificación genérica de Deficiente, aunque tal valoración debería sustituirse por la que obtuviera el técnico analista que, como el propio cuestionario contempla en la cuestión nº 44, debería citar y valorar.
- El uso que se hace en la tabla I.2 de las frases R 20, R 23, R26 o en la tabla I.3 de las frases H332, H331, H330, respectivamente en las columnas de Mejorable, Deficiente o Muy Deficiente es en concepto de efectos agudos (nunca efectos crónicos) y su aplicación debería asimilarse a los valores de la concentración Inmediatamente Peligroso para la Vida y la Salud (IPVS) asignados a los distintos productos. Al respecto se remite a la última edición actualizada publicada por NIOSH relativas a los valores *Inmeditely Dangerous to Life or Health concentrations* (IDLH).
- Si bien las frases H300, H310 y H330 tienen incorporada en su leyenda la palabra "mortal", su significado es equivalente a las frases R28, R27, R26, cuyo texto indica "muy tóxico, en las diferentes vías de exposición" (ver NTP 727).
- Si el producto dispone de combinaciones de frases R o H, en la tabla I.2 o en la tabla I.3 se usarán las mismas en lugar de las frases R o H indicadas. Así por ejemplo si en la etiqueta aparecen las frases R14/15, sustituirán a las R 14 y R 15; o bien si aparecen las indicaciones de peligro H302+H332, sustituirán a las frases H 302 y H332.
- Ante la existencia de frases R o H que condujeran a distinto nivel de peligrosidad, se tomará el mayor de ellos.
- En la etiqueta del producto químico peligroso aparecerán además de las indicaciones de peligro correspondientes a cada clasificación (frases H), las palabras de

PELIGROSIDAD OBJETIVA	NPO	SIGNIFICADO
Aceptable	-	No se han detectado anomalías destacables. El riesgo está controlado. Comporta tomar las medidas establecidas en el nivel de riesgo 1 de la tabla VI.
Mejorable	2	Se han detectado factores de riesgo de menor importancia. El conjunto de medidas preventivas existentes con respecto al riesgo admite mejoras.
Deficiente	6	Se han detectado factores de riesgo que precisan ser corregidos. El conjunto de medidas preventivas existentes con respecto al riesgo no garantiza un control suficiente del mismo.
Muy Deficiente	10	Se han detectado factores de riesgo significativos. El conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo resulta ineficaz.

Tabla II. Determinación del nivel de peligrosidad objetiva

advertencia de la sustancia o mezcla peligrosa (según las tablas de las partes 2 a 5 del anexo I del Reglamento CLP). Las palabras de advertencia se diferencian en dos niveles: la de "peligro" utilizada para categorías de peligro más graves y la de "atención" para las menos graves. Esto implica que, por ejemplo, el producto identificado con la frase H228 puede venir acompañado indistintamente de una palabra de advertencia de "peligro" o de "atención". Si viniera acompañado de la palabra de advertencia de peligro se consideraría en la columna de deficiente, pero si viniera acompañado de la palabra de atención se incluiría en la de mejorable. Esto mismo podría ocurrir con las frases H261, H242 y H272.

Nivel de exposición (NE)

El nivel de exposición es un indicador de la frecuencia con la que se presenta la exposición a un determinado riesgo.

El nivel de exposición se puede estimar en función de los tiempos de permanencia en áreas y/o tareas en que se haya identificado el riesgo. Su significado se muestra en la tabla III.

NE	SIGNIFICADO
1	Ocasionalmente
2	Alguna vez en su jornada laboral y con periodo corto de tiempo
3	Varias veces en su jornada laboral en tiempos cortos
4	Continuamente. Varias veces en su jornada laboral con tiempo prolongado

Tabla III. Determinación del nivel de exposición

Los valores numéricos asignados, como puede observarse en la tabla III, son inferiores a los asignados para el nivel de peligrosidad objetiva ya que, si la situación de riesgo está controlada, una exposición alta no debería ocasionar el mismo nivel de riesgo que una deficiencia alta con exposición baja.

Nivel de consecuencias (NC)

Se considerarán las consecuencias normalmente esperadas en caso de materialización del riesgo. Se establecen cuatro niveles de consecuencias que categorizan los daños personales previsiblemente esperados en caso de que el riesgo se materialice.

Como puede observarse en la tabla IV el valor numérico asignado a las consecuencias es muy superior a los de peligrosidad objetiva y exposición, ya que la ponderación de las consecuencias debe tener siempre un mayor peso en la valoración del riesgo.

NE	SIGNIFICADO
10	Pequeñas lesiones
25	Lesiones normalmente reversibles
60	Lesiones graves que pueden ser irreversibles
100	Uno o varios muertos

Tabla IV. Determinación del nivel de consecuencias

Nivel de riesgo (NR)

Todos los pasos seguidos hasta aquí conducen a la determinación del nivel de riesgo, que se obtiene mediante el producto del nivel de peligrosidad objetiva por el nivel de exposición y por el nivel de consecuencias (Tabla V).

		(NPOxNE)			
		2-4	6-8	10-20	24-40
(NC)	10	20-40	60-80	100-200	240-400
	25	50-100	150-200	250-500	600-1000
	60	120-240	360-480	600-1200	1440-2400
	100	200-400	600-800	1000-2000	2400-4000

Tabla V. Determinación del nivel de riesgo

En la Tabla VI se detalla el significado de los cuatro niveles de riesgo obtenidos.

NIVEL DE RIESGO	NR	SIGNIFICADO
1	20-40	Mejorar en lo posible. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas actuales
2	50-120	Establecer medidas de reducción del riesgo e implantarlas en un período determinado
3	150-500	Corregir y adoptar medidas de control a corto plazo
4	600-4000	Situación que precisa de una corrección urgente

Tabla VI. Significado de los diferentes niveles de riesgo

**ANEXO K. Programa de Gestión de
Prevención de Riesgos del Área de
tratamiento y bodega de almacenamiento
temporal de los residuos y desechos
peligrosos generados por las cátedras
impartidas por la EIQA – FIA – UES**



**PROGRAMA DE GESTIÓN DE PREVENCIÓN DE
RIESGOS PARA EL ÁREA DE TRATAMIENTO
Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE
LOS RESIDUOS Y DESECHOS QUÍMICOS
PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-01
PAGINA: 1 de 15
FECHA: 15/09/19
REVISION: 0

1. TÍTULO

“Programa de Gestión de Prevención de Riesgos para el Área de Tratamiento y Bodega de Almacenamiento Temporal de los Residuos y Desechos Químicos Peligrosos de los Laboratorios Académicos de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos (EIQIA) de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura (FIA) de la Universidad de El Salvador (UES)”.



**PROGRAMA DE GESTIÓN DE PREVENCIÓN DE
RIESGOS PARA EL ÁREA DE TRATAMIENTO
Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE
LOS RESIDUOS Y DESECHOS QUÍMICOS
PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-01
PAGINA: 2 de 15
FECHA: 15/09/19
REVISION: 0

INDICE

1. TÍTULO.....	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
3. OBJETIVO.....	3
4. ALCANCE.....	3
5. CAMPO DE APLICACIÓN.....	3
6. DATOS GENERALES DE LAS INSTALACIONES.....	3
7. MECANISMOS DE EVALUACIÓN PERIÓDICA DEL PROGRAMA DE GESTIÓN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS.....	4
8. PROGRAMACIÓN ANUAL DE ACTIVIDADES.....	9
9. MEDIDAS GENERALES DE PREVENCIÓN PARA LA ELIMINACIÓN, MITIGACIÓN O CONTROL DE LOS FACTORES DE RIESGO GENERALES.....	10
10. PLAN DE ACCIÓN DE RIESGO.....	12
11. MEDIDAS Y/O ACTIVIDADES PARA ELIMINAR O REDUCIR RIESGOS.....	13
12. CONTROL DE CAMBIOS.....	15
13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	15

2. INTRODUCCIÓN

En los laboratorios académicos de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos se desarrollan las prácticas de laboratorio correspondiente a las cátedras propias de los pensum de ambas carreras. Para llevar a cabo estas prácticas de laboratorio, año con año, se requiere una cantidad creciente de uso de espacios, uso de reactivos, cristalería, equipos, instrumentos, entre otros, que generan, a su vez, residuos y desechos químicos peligrosos por representar cierto nivel de riesgo tanto para las personas como para el medio ambiente.

Este programa se elaboró con el objetivo principal de prevenir accidentes ocupacionales en el área de tratamiento y en la bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos peligrosos en total cumplimiento de la Ley General de Prevención de Riesgos en los Lugares de Trabajo y su reglamento. Citando la obligatoriedad de los encargados de garantizar en las áreas de trabajo la seguridad y la salud del personal. Para ello, se debe fomentar una cultura de prevención de riesgos ocupacionales en lugares de trabajo que generen un ambiente adecuado, con ello se pretendemos que se desarrollen las actividades con efectividad y



**PROGRAMA DE GESTIÓN DE PREVENCIÓN DE
RIESGOS PARA EL ÁREA DE TRATAMIENTO
Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE
LOS RESIDUOS Y DESECHOS QUÍMICOS
PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-01
PAGINA: 3 de 15
FECHA: 15/09/19
REVISION: 0

seguridad, con conciencia de los riesgos, y capacidad de adoptar medidas que no provoquen daño alguno.

3. OBJETIVO

Promover el sentido de responsabilidad de autoridades, estudiantes, docentes y técnicos del área de tratamiento, bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos peligrosos y, de ser aplicable, de los laboratorios académicos, a través de la capacitación, participación y puesta en marcha de prácticas orientadas a la prevención y seguridad laboral en los laboratorios académicos de la EIQA – FIA – UES.

4. ALCANCE

El presente programa de prevención de riesgos tendrá un alcance para el personal que realice las actividades de tratamiento y se mantenga presente en el área de tratamiento y sea encargado, permanente o eventual, de la bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos peligrosos de los laboratorios académicos. Está dirigido para personal actual de los laboratorios académicos, jefaturas, autoridades de la EIQA, docentes y estudiantes que tengan acceso a las instalaciones de los laboratorios académicos.

5. CAMPO DE APLICACIÓN

El presente programa de prevención de riesgos está sujeto a modificaciones de acuerdo con el avance de establecimiento de espacios físicos para llevar a cabo las actividades de tratamiento y almacenamiento. Con la realización del programa de prevención de riesgos laborales se pretende establecer y mantener la seguridad, bienestar y salud de cada uno del personal interno y externo.

6. DATOS GENERALES DE LAS INSTALACIONES

Área de Tratamiento y Bodega de Almacenamiento Temporal de los Residuos y Desechos Peligrosos generados dentro de los Laboratorios Académicos de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador

Actividad principal: Manejo y tratamiento previo a la disposición final de los desechos químicos peligrosos generados en el desarrollo de las prácticas de laboratorio de las cátedras impartidas por la EIQA – FIA – UES.

Ubicación: actualmente no existe un espacio destinado para actividad en específico, sin embargo, se estima estará ubicada dentro de las instalaciones actuales de los laboratorios académicos (primera planta) de la EIQA – FIA – UES los cuales se encuentra entre la Facultad de Agronomía y la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El



**PROGRAMA DE GESTIÓN DE PREVENCIÓN DE
RIESGOS PARA EL ÁREA DE TRATAMIENTO
Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE
LOS RESIDUOS Y DESECHOS QUÍMICOS
PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-01
PAGINA: 4 de 15
FECHA: 15/09/19
REVISION: 0

Salvador, Autopista Norte y Final 25^a Avenida Norte, Ciudad Universitaria, San Salvador, El Salvador.

Representante: La EIQA asigna la jefatura de los laboratorios académicos a un docente cada 4 años responsable del adecuado funcionamiento de estos.

Áreas colindantes: Al norte con la Clínica Veterinaria de la Facultad de Ciencias Agronómicas; al sur con el Laboratorio Físicoquímico de Aguas de la Facultad de Química y Farmacia; al este con el Centro para el Desarrollo de la Industria de Empaque y Embalaje en Centroamérica y Panamá (CDIECAP) y al oeste con el Centro de Investigación y Desarrollo en Salud (CENSALUD).

Construcción: 1975, en planes de remodelación en 2020.

Personal que labora de forma permanente: para el año 2019, la jefatura de los laboratorios académicos está a cargo del Ing. Fernando Teodoro Ramírez Zelaya, quien también es el jefe inmediato de los técnicos laboratoristas Sr. Oscar Morán y Sr. Alexander Padilla.

7. MECANISMOS DE EVALUACIÓN PERIÓDICA DEL PROGRAMA DE GESTIÓN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS

La aplicación práctica del programa de prevención de riesgos implicará la planeación, organización, ejecución y evaluación de las medidas de seguridad y salud ocupacional que deben ser desarrolladas en forma integral, empleando medidas cualitativas y cuantitativas, así, se orientará en las normas técnicas o directrices reconocidas internacionalmente en lo relativo a la gestión sobre la prevención de riesgos en el lugar de trabajo siempre que no contravenga la normativa vigente.

Se identificarán los riesgos a través de informes, inspecciones en las áreas de trabajo e instrumentos para su documentación y clasificación de tipo físico, mecánicos, químicos, psicosociales y ergonómicos. Se tiene que identificar o clasificar las actividades de trabajo como actividades rutinarias o especiales. Así mismo identificar espacios de peligros con sus respectivas simbologías, y así medir la estimación del riesgo.

En la evaluación del riesgo, se determinará el potencial de severidad del daño (consecuencias) que permitirá determinar si es ligeramente dañino, dañino, extremadamente dañino y la probabilidad de que ocurra el hecho, que también permitirá determinar sensibilidad de la persona a la exposición de un peligro latente, el uso adecuado de los equipos de protección personal, todo esto será evaluado para ayudar a tomar decisiones y a llevar mejor control de los riesgos en el proyecto de ejecución.



**PROGRAMA DE GESTIÓN DE PREVENCIÓN DE
RIESGOS PARA EL ÁREA DE TRATAMIENTO
Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE
LOS RESIDUOS Y DESECHOS QUÍMICOS
PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-01
PAGINA: 5 de 15
FECHA: 15/09/19
REVISION: 0

Todo lo anterior nos permitirá aplicar estrategias para reducir y eliminar los riesgos encontrados como técnicas de aplicación de procesos, de señalamiento, formación al personal, implementación de herramientas personales, medidas correctivas, entre otros.

Los mecanismos de evaluación utilizados serán los siguientes:

- Cuestionario de chequeo para identificación de factores de riesgo de accidentes por Agentes Químicos Peligrosos basado en la metodología de evaluación simplificada de la Norma Técnica de Prevención 934 “Agentes químicos: metodología cualitativa y simplificada de evaluación del riesgo de accidente” (Ver Tabla 1).

Tomar de referencia el ANEXO I del presente trabajo de graduación “Diseño de un sistema de gestión y tratamiento para los residuos y desechos peligrosos generados en los laboratorios académicos de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador” para la aplicación y evaluación del cuestionario mencionado.

Tabla 1. Cuestionario de Chequeo para identificación de factores de riesgo de accidentes por agentes químicos peligrosos (NTP 934, 2012)

Cuestionario de Chequeo para identificación de factores de riesgo de accidentes por agentes químicos peligrosos				CÓDIGO: R-PLAN-01 FECHA: 15/09/19 REVISION: 0	
Cuestión	SI	NO	No procede	Calificación	
1. Están identificados e inventariados los recipientes conteniendo residuos y/o desechos químicos peligrosos presentes durante el trabajo, sea esta presencia con carácter ordinario o con carácter ocasional.					
2. Están correctamente señalizados con etiqueta los envases de los residuos/desechos químicos peligrosos.					
3. La señalización anterior se mantiene cuando se trasvasan los residuos/desechos peligrosos a otros envases o recipientes.					
4. En tuberías que contengan agentes químicos peligrosos se han pegado, fijado o pintado etiquetas de identificación del material y el sentido de la circulación de los fluidos.					
5. Las etiquetas se han colocado a lo largo de la tubería en número suficiente y en zonas de especial riesgo (válvulas, conexiones, etc.)					
6. Se dispone de la ficha de datos de seguridad (FDS) de todos los agentes químicos peligrosos que están o pueden estar presentes durante el desarrollo de las actividades, o dado el caso, información suficiente y adecuada de aquellos agentes químicos peligrosos que no dispongan de FDS como en el caso de los residuos y/o desechos.					
7. Los agentes químicos peligrosos se almacenan en recintos especiales, agrupados por comunidad de riesgo y suficientemente					

Continua...



**PROGRAMA DE GESTIÓN DE PREVENCIÓN DE
RIESGOS PARA EL ÁREA DE TRATAMIENTO
Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE
LOS RESIDUOS Y DESECHOS QUÍMICOS
PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-01
PAGINA: 6 de 15
FECHA: 15/09/19
REVISION: 0

Tabla 1. Cuestionario de Chequeo para identificación de factores de riesgo de accidentes por agentes químicos peligrosos (NTP 934, 2012) (Continuación)

Cuestionario de Chequeo para identificación de factores de riesgo de accidentes por agentes químicos peligrosos				CÓDIGO: R-PLAN-01 FECHA: 15/09/19 REVISION: 0	
Cuestión	SI	NO	No procede	Calificación	
aislados (por distancia o pared divisoria) de los incompatibles o que pueden generar reacciones peligrosas.					
8. El área de almacenamiento esta correctamente ventilada, sea por tiro natural o forzado.					
9. Las áreas de almacenamiento, utilización y tratamiento, cuando la cantidad y/o la peligrosidad del producto lo requieran, garantiza la recogida y conducción a una zona o recipiente seguro de fugas o derrames de agentes químicos peligrosos en estado líquido.					
10. Está prohibida la presencia o uso de focos de ignición “sin control” en el almacén de agentes químicos peligrosos inflamables y se verifica y garantiza exhaustivamente el cumplimiento de tal prohibición.					
11. Los envases y embalajes que contienen agentes químicos peligrosos ofrecen suficiente resistencia física o química (teniendo además en cuenta las condiciones ambientales del entorno) y no presentan golpes, cortes o deformaciones.					
12. Los envases que contienen agentes químicos peligrosos son totalmente seguros (cierre automático, cierre de seguridad con enclavamiento, doble envolvente, revestimiento amortiguador de choques, entre otros).					
13. El transporte de envases, sea por medios manuales o mecánicos, se realiza mediante equipos y/o implementos que garantizan su estabilidad y correcta sujeción.					
14. En el área de trabajo y/o su entorno inmediato solo permanece la cantidad de agentes químicos peligrosos estrictamente necesaria para el trabajo inmediato (nunca cantidades superiores a las necesarias para lo planificado)					
15. Los agentes químicos peligrosos en el área de trabajo para el uso en la jornada y no utilizados en ese momento, están depositados en recipientes adecuados, armarios protegidos o recintos especiales.					
16. Se evita trasvasar agentes químicos peligrosos por vertido libre y pipetear con la boca.					
17. Se controla rigurosamente la formación y/o acumulación de cargas electrostáticas en el trasvase de líquidos inflamables, y otros agentes químicos peligrosos en los que la aportación de un incremento de energía puede dar lugar a reacciones peligrosas.					
18. La instalación eléctrica en las zonas con riesgo de atmósferas inflamables es antiexplosiva, al tiempo que están controlados los focos de ignición de cualquier tipología.					

Continua...



**PROGRAMA DE GESTIÓN DE PREVENCIÓN DE
RIESGOS PARA EL ÁREA DE TRATAMIENTO
Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE
LOS RESIDUOS Y DESECHOS QUÍMICOS
PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-01
PAGINA: 7 de 15
FECHA: 15/09/19
REVISION: 0

Tabla 1. Cuestionario de Chequeo para identificación de factores de riesgo de accidentes por agentes químicos peligrosos (NTP 934, 2012) (Continuación)

Cuestionario de Chequeo para identificación de factores de riesgo de accidentes por agentes químicos peligrosos				CÓDIGO: R-PLAN-01 FECHA: 15/09/19 REVISION: 0	
Cuestión	SI	NO	No procede	Calificación	
19. La instalación eléctrica de equipos, instrumentos, salas y almacenes de productos corrosivos es adecuada.					
20. Las características de los materiales, equipos y herramientas son adecuadas a la naturaleza de los agentes químicos peligrosos que se utilizan.					
21. Se comprueba la ausencia de fugas y, en general, el correcto estado de las instalaciones y/ o equipos antes de su uso.					
22. En aquellos equipos o procesos que lo requieren, existen sistemas de detección de condiciones inseguras (nivel del LII en un túnel de secado, temperatura/presión de un reactor, nivel de llenado de un depósito,) asociados a un sistema de alarma.					
23. Los sistemas de detección existentes, cuando se precisa ante situaciones críticas, actúan sobre una o varias de las siguientes opciones: paro del proceso, detención de la alimentación de productos, activación de sistemas de barrido de seguridad, provocan el venteo de la instalación, etc.					
24. Los venteos y salidas de los dispositivos de seguridad para productos inflamables/explosivos están canalizados a lugar seguro y cuando se precisa dotados de antorchas o apagallamas.					
25. Para productos tóxicos o corrosivos existen medios para el tratamiento, absorción, destrucción y/o confinamiento seguro de los efluentes provenientes de los dispositivos de seguridad y de los venteos.					
26. Las operaciones con posibles desprendimientos de gases, vapores, polvos, etc., de agentes químicos peligrosos se realizan mediante procesos cerrados o, en su caso, en áreas bien ventiladas o en instalaciones dotadas de aspiración localizada.					
27. Con carácter general, se han implantado las medidas de protección colectiva necesarias para aislar los agentes químicos peligrosos y/o limitar la exposición y/o contacto del personal a los mismos.					
28. Se exige autorización de trabajo para la realización de operaciones con riesgo en recipientes, equipos o instalaciones que contienen o han contenido agentes químicos peligrosos					
29. Está garantizado el control de accesos de personal no autorizado a zonas de almacenamiento, carga/descarga o proceso de agentes químicos peligrosos.					
30. El personal ha sido explícita y adecuadamente informados de los riesgos asociados a los agentes químicos peligrosos y formados					

Continua...



**PROGRAMA DE GESTIÓN DE PREVENCIÓN DE
RIESGOS PARA EL ÁREA DE TRATAMIENTO
Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE
LOS RESIDUOS Y DESECHOS QUÍMICOS
PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-01
PAGINA: 8 de 15
FECHA: 15/09/19
REVISION: 0

Tabla 1. Cuestionario de Chequeo para identificación de factores de riesgo de accidentes por agentes químicos peligrosos (NTP 934, 2012) (Continuación)

Cuestionario de Chequeo para identificación de factores de riesgo de accidentes por agentes químicos peligrosos				CÓDIGO: R-PLAN-01 FECHA: 15/09/19 REVISION: 0	
Cuestión	SI	NO	No procede	Calificación	
correctamente sobre las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse.					
31. El personal tienen acceso a las hojas de datos de seguridad asociadas a los agentes químicos peligrosos con los que tiene contacto.					
32. Se dispone de procedimientos escritos de trabajo para la realización de tareas con los agentes químicos peligrosos.					
33. Existe un programa de mantenimiento preventivo de aquellos equipos o instalaciones de cuyo correcto funcionamiento dependa la seguridad del proceso.					
34. Está garantizada la limpieza de las áreas de trabajo. (Se ha implantado un programa y se controla su aplicación).					
35. Se dispone de medios específicos para la neutralización y limpieza de derrames y/o para el control de fugas y existen instrucciones de actuación					
36. Existe un programa de gestión de residuos y se controla su aplicación.					
37. Se han implantado normas de higiene personal correctas (lavarse las manos, cambiarse de ropa, prohibición de comer, beber o fumar en los puestos de trabajo, etc.) y se controla su aplicación.					
38. Se dispone de Plan de Emergencia ante situaciones críticas en las que se vean involucrados agentes químicos peligrosos (fugas, derrames, incendio, explosión, etc.).					
39. Con carácter general, se han implantado las medidas organizativas necesarias para aislar los agentes químicos peligrosos, limitar la exposición y contacto del personal con los mismos, contemplando la posible existencia de personas especialmente sensibles.					
40. Se dispone y se controla el uso eficaz de los equipos de protección personal (EPP) necesarios en las distintas tareas con riesgo de exposición o contacto con agentes químicos peligrosos.					
41. Existen duchas descontaminadoras y fuentes lavajos próximas al área de trabajo donde sea factible la proyección de agentes químicos peligrosos.					
42. Con carácter general, se hace una correcta gestión de los EPP, de la ropa de trabajo y de las instalaciones de socorro.					



**PROGRAMA DE GESTIÓN DE PREVENCIÓN DE
RIESGOS PARA EL ÁREA DE TRATAMIENTO
Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE
LOS RESIDUOS Y DESECHOS QUÍMICOS
PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-01
PAGINA: 9 de 15
FECHA: 15/09/19
REVISION: 0

- **Ficha de Evaluación de Riesgos por observación:** Se basará en la identificación, y la clasificación del riesgo, así como el análisis y sus recomendaciones inmediatas. Su objetivo es documentar peligros y riesgos que no se hayan identificado y evaluado en el cuestionario de chequeo específico para lugares de manipulación de agentes químicos peligrosos (Ver Tabla 2).

Tabla 2. Ficha de evaluación de riesgos por observación.

FICHA DE EVALUACIÓN DE RIESGOS												
EVALUADOR:						FECHA:				PAG. N°		
ÁREA DE TRABAJO:						ACTIVIDAD:						
OBSERVACIÓN:												
PELIGROS IDENTIFICADO	EVALUACIÓN											RIESGOS EVALUADO
	PROBABILIDAD			CONSECUENCIA			RIESGO ESTIMADO					
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
MEDIDAS PREVENTIVAS IMPLANTADAS												
MEDIDAS PREVENTIVAS PROPUESTAS												
RESPONSABLE												
FECHA DE EJECUCIÓN												
<p>P Probabilidad: B (baja) M (medio) A (alta)</p> <p>C Consecuencias: LD (ligeramente dañino) D (dañino) ED (extremadamente dañino)</p> <p>R Estimación del Riesgo: T (trivial) TO (tolerable) M (Moderado) I (importante) IN (Intolerable)</p> <p>NOTAS:</p>												

8. PROGRAMACIÓN ANUAL DE ACTIVIDADES

Se propone la siguiente calendarización de actividades en el marco de la gestión de prevención de riesgos, la cual incluye capacitaciones en los temas de primeros auxilios y control de incendios para el personal que se encuentra de forma permanente en las instalaciones del área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos (Ver Tabla 3).



**PROGRAMA DE GESTIÓN DE PREVENCIÓN DE
RIESGOS PARA EL ÁREA DE TRATAMIENTO
Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE
LOS RESIDUOS Y DESECHOS QUÍMICOS
PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-01
PAGINA: 10 de 15
FECHA: 15/09/19
REVISION: 0

Tabla 3. Calendarización de actividades y capacitaciones de prevención de riesgos.

CALENDARIZACIÓN DE ACTIVIDADES																
N.º	FECHA	ACTIVIDAD POR REALIZAR (TALLER, CAPACITACIÓN U OTRA ACTIVIDAD DE SSO)	MES													TOTAL, ANUAL % Realizado
			1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12		
1		Curso básico de primeros auxilios (brigada de primeros auxilios)	x						x							
2		Divulgación de plan de emergencia y evacuación		x						x						
3		Taller de prevención y control de incendios			x						x					
4		Liderazgo en acción y trabajo en equipo				x						x				
5		Salud e higiene ocupacional, prevención de enfermedades laborales					x						x			
6		Brigada médica							x					x		
7		Entrenamiento a personal en caso de catástrofes naturales (sismos, huracanes, Inundaciones)								x					x	
8		Simulacro de sismos y evacuación	x						x							
9		Evaluación de riesgos y seguimiento a medidas preventivas y correctivas diagnosticadas		x		x			x			x			x	

9. MEDIDAS GENERALES DE PREVENCIÓN PARA LA ELIMINACIÓN, MITIGACIÓN O CONTROL DE LOS FACTORES DE RIESGO GENERALES

Una vez se obtenga la evaluación de los riesgos se procederá a planificar la acción preventiva para implantar las medidas que se consideren más adecuadas, en función de lo identificado y evaluado de los riesgos, cada medida estará implementada y se hará una designación de las personas responsables y de los recursos humanos y materiales necesarios, dando prioridad a la eliminación, mitigación o control de los factores de riesgo determinados según evaluación (Alfaro, 2017). Considerándose las siguientes medidas:

- 1- **MEDIDAS PARA ELIMINAR O REDUCIR LOS RIESGOS:** serán prioritarias respecto a las medidas de protección.



**PROGRAMA DE GESTIÓN DE PREVENCIÓN DE
RIESGOS PARA EL ÁREA DE TRATAMIENTO
Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE
LOS RESIDUOS Y DESECHOS QUÍMICOS
PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-01
PAGINA: 11 de 15
FECHA: 15/09/19
REVISION: 0

- 2- **LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP):** Todos los trabajadores se les proporcionan los Equipos de Protección Personal, los cuales son seleccionados según la función del trabajador, que les protegerá ante riesgos leves (guantes, mascarilla, casco, botas, chaleco, antejo entre otros). Se realizarán monitoreo cada semana para la verificación del buen uso del EPP. Proporcionándoles nuevos al ser dañados por el uso en el trabajo, llevando registro personalizado de la entrega de los EPP necesarios.
- 3- **LAS INSTRUCCIONES ESCRITAS:** estas instrucciones de trabajo que integren los aspectos de seguridad en tareas críticas son del todo necesarias. Procedimientos escritos, digitados e impresos.
- 4- **SEÑALIZACIÓN:** sirve para facilitar la información necesaria y con la suficiente antelación para que las personas puedan actuar ante situaciones en que es necesario advertir de peligros, en base a lo expuesto en el capítulo 3 del presente trabajo de graduación.
- 5- **ORDEN Y LA LIMPIEZA EN LAS SUPERFICIES DE TRABAJO Y VÍAS DE CIRCULACIÓN:** Se debe eliminar lo innecesario y clasificar lo útil, guardar y localizar el material fácilmente en el depósito asignado, favorecer el orden y la limpieza mediante señalización y medios adecuados, formación y control periódico.
- 6- **ASIGNACIÓN CLARA Y DEFINIDA:** Se debe asignar y definir a las personas que tienen que realizar cada actividad.
- 7- **UTILIZACIÓN ADECUADA DE EQUIPOS DE TRABAJO NUEVOS:** teniendo en cuenta el uso adecuado, para la seguridad y salud del personal. Contar con los instructivos.
- 8- **MANTENIMIENTO, CUIDO Y CONTROL DE EQUIPO DE TRABAJO.**
- 9- **MANTENIMIENTO, CONTROL PREVIO A LA PUESTA EN SERVICIO, VERIFICACIÓN, MANTENIMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LAS INSTALACIONES** y dispositivos necesarios para la ejecución de la actividad, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud del personal realizando evaluaciones de riesgo periódicas.

En la Tabla 4 se presenta un resumen de los riesgos y de las medidas de prevención y/o mitigaciones aplicables en cada caso general para que puedan ser tomadas en cuenta.



**PROGRAMA DE GESTIÓN DE PREVENCIÓN DE
RIESGOS PARA EL ÁREA DE TRATAMIENTO
Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE
LOS RESIDUOS Y DESECHOS QUÍMICOS
PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-01
PAGINA: 12 de 15
FECHA: 15/09/19
REVISION: 0

Tabla 4. Resumen de riesgos y medidas de prevención y/o mitigaciones aplicables.

RIESGO	PREVENCIÓN Y/O MITIGACIÓN
Incendio	<p>Instalación de extintores para combate de incendio. Capacitación en manejo de extintores. Realización de simulacros. Salidas libres bien ubicadas e identificadas Ventilación adecuada del área. Almacenamiento y manejo adecuado de sustancias combustibles</p>
Explosiones	<p>No se debe encender fuego cerca de las válvulas de tuberías de gas propano sin comprobar antes que estén cerradas. No se deben abrir válvulas bajo presión rápidamente, ya que de ser así podría haber un repentino cambio de presión que puede causar rotura de la tubería. Siempre vigilar manómetros en caso de tener sistema de aire comprimido. Evitar la generación de chispas y fuegos dentro de las instalaciones.</p>
Daños al personal	<p>Señalización de tuberías de circulación de fluidos. Capacitar al personal en materia de Seguridad e Higiene Ocupacional. Señalizar e identificar las áreas de riesgo en las instalaciones. Usar adecuadamente el equipo de protección personal.</p>
Caída de material en Bodegas	<p>Capacitación al personal en materia de Seguridad e Higiene Ocupacional. Utilización de equipo de protección personal adecuado para cada área, (cascos, lentes, guantes y calzado de seguridad, gabacha). Mantener un orden y adecuada práctica de apilamiento.</p>
Enfermedades respiratorias	<p>Capacitación al personal en materia de Higiene y Seguridad Ocupacional. Dotación y utilización de equipo de protección respiratoria (Mascarillas).</p>
Derrame de productos inflamables	<p>Se deben efectuar inspecciones periódicas a los depósitos de almacenamiento de materiales inflamables y corrosivos. Cuando se detecten fallas se deben tomar las medidas correctivas inmediatas para los depósitos. Contar con equipo mínimo para contención de derrames de materiales inflamables. Cumplir con los procedimientos de uso de materiales inflamables.</p>

Fuente: Guion de cátedra “Gestión de Sustancias, Residuos y Desechos Peligrosos” (Ayala, 2018)

10. PLAN DE ACCIÓN DE RIESGO

Se hará una designación de las personas responsables y de los recursos humanos y materiales necesarios, dando prioridad a la eliminación, mitigación o control de los factores de riesgo determinados según evaluación, para ello se propone completar la ficha de plan de acción de riesgo presentada en la Tabla 5.



**PROGRAMA DE GESTIÓN DE PREVENCIÓN DE
RIESGOS PARA EL ÁREA DE TRATAMIENTO
Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE
LOS RESIDUOS Y DESECHOS QUÍMICOS
PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-01
PAGINA: 13 de 15
FECHA: 15/09/19
REVISION: 0

Tabla 5. Ficha de plan de acción de mitigación de riesgo.

FICHA PLAN DE ACCIÓN DE RIESGO	
Elemento	
Riesgo	
Resumen – Respuesta recomendada	
Plan de acción	
1. Acciones propuestas	
2. Recursos requeridos	
3. Responsabilidades	
4. Cronograma	
5. Reporte y monitoreo requeridos	
Responsable	
Fecha	
Revisión	
Fecha	

11. MEDIDAS Y/O ACTIVIDADES PARA ELIMINAR O REDUCIR RIESGOS

Para la selección de estas medidas deben aplicarse los principios de la acción preventiva establecidos en la Ley y Reglamento de Prevención de Riesgos en los lugares de trabajo, logrando la eliminación o disminución del riesgo, evitando o disminuyendo las consecuencias de los accidentes, por medio de la verificación trimestral de cumplimiento de objetivos propuestos y la ficha de chequeo de condiciones generales de seguridad (Alfaro, 2017).

- 1. Medidas de protección colectiva:** Las medidas de protección se seleccionarán basándose en su fiabilidad y procurando que no dificulten o entorpezcan el trabajo a realizar. Los equipos de protección personal (EEP) adecuados para el trabajo en el área: gabacha, guantes de nitrilo, gafas de seguridad anti-salpicaduras, mascarilla.



**PROGRAMA DE GESTIÓN DE PREVENCIÓN DE
RIESGOS PARA EL ÁREA DE TRATAMIENTO
Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE
LOS RESIDUOS Y DESECHOS QUÍMICOS
PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-01
PAGINA: 14 de 15
FECHA: 15/09/19
REVISION: 0

2. **Medidas de primeros Auxilios:** Se planificarán charlas al personal de primeros auxilios con personal acreditado de la cruz rojas salvadoreña, para proceder ante una emergencia personal o colectiva, brindando las instrucciones necesarias y lo más operativa para su comprensión y efectividad. Con el objetivo facilitar la conducta del personal y demás personas que sufren un accidente o cualquier otra alteración de la salud en un lugar de trabajo. Estas instrucciones se les facilitarán por escrito a todo el personal, además de colocarlas en paneles informativos fácilmente visibles. En relación con los primeros auxilios, el contenido de estas instrucciones debería recoger el procedimiento a seguir en caso de ocurrir un accidente, cualquiera que sea su entidad lesiva, e información: localización del botiquín, nombre y dirección del centro asistencial médico y donde acudir en caso de daño derivado del trabajo, formas de evacuación y transporte de los accidentados.
3. **Medidas por caídas al mismo nivel y pisadas por objetos:** Se pueden producir caídas en los desplazamientos a causa de irregularidades del suelo, por falta de orden y limpieza, zanjas o por tropiezo con obstáculos (materiales, escombros, socavones, entre otros).
4. **Algunas medidas para evitar las caídas son:** utilizar calzado de seguridad adecuado, mantener el orden y la limpieza en todo el lugar de trabajo: zonas de paso despejadas y zonas destinadas al acopio de materiales, almacenar los materiales correctamente y en los lugares indicados para ello.
5. **Medidas de contacto eléctrico:** siempre es fundamental considerar posibles riesgos y se consideran las siguientes medidas: hacer uso de herramientas de protección personal. Evitar que agua y electricidad entren en contacto. Los cables gastados o pelados deben repararse inmediatamente. Ubicación adecuada de los cables eléctricos. Prestar atención a los calentamientos anormales en motores, cables y otros tipos de aparatos. Al utilizar un aparato, desconéctalo de inmediato. No manipular los cuadros eléctricos y respetar los bloqueos y señalizaciones.



**PROGRAMA DE GESTIÓN DE PREVENCIÓN DE
RIESGOS PARA EL ÁREA DE TRATAMIENTO
Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE
LOS RESIDUOS Y DESECHOS QUÍMICOS
PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-01
PAGINA: 15 de 15
FECHA: 15/09/19
REVISION: 0

12. CONTROL DE CAMBIOS

Revisión:	1	2	3	4	5	6
Fecha:						
Modificación:						

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alfaro, R. O. (2017). *Plan de Gestión de Prevención de Riesgos Laborales*. Usulután: Gobernador departamental de Usulután.

Ayala, I. E. (2018). *Gestión de Sustancias, Residuos y Desechos Peligrosos*. *Cátedra*. Cuidad Universitaria, El Salvador.

NTP 934, Agentes químicos: metodología cualitativa y simplificada de evaluación del riesgo de accidente (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo 2012). Obtenido de:
<https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/926a937/934%20w.pdf>

**ANEXO L. Plan de Emergencia para el Área
de Tratamiento y Bodega de
Almacenamiento Temporal de los Residuos y
Desechos Químicos Peligrosos de los
Laboratorios Académicos de la Escuela de
Ingeniería Química e Ingeniería de
Alimentos de la Facultad de Ingeniería y
Arquitectura de la Universidad de El
Salvador**



**PLAN DE EMERGENCIA PARA EL ÁREA DE
TRATAMIENTO Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO
TEMPORAL DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS
QUÍMICOS PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-02
PAGINA: 1 de 24
FECHA: 06/08/19
REVISION: 0

1. TÍTULO

“Plan de Emergencia para el Área de Tratamiento y Bodega de Almacenamiento Temporal de los Residuos y Desechos Químicos Peligrosos de los Laboratorios Académicos de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos (EIQA) de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura (FIA) de la Universidad de El Salvador (UES)”.



**PLAN DE EMERGENCIA PARA EL ÁREA DE
TRATAMIENTO Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO
TEMPORAL DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS
QUÍMICOS PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-02
PAGINA: 2 de 24
FECHA: 06/08/19
REVISION: 0

INDICE

1. TÍTULO.....	1
2. INTRODUCCIÓN.....	3
3. OBJETIVOS.....	3
4. ALCANCE.....	3
5. CAMPO DE APLICACIÓN.....	4
6. LIMITACIONES.....	4
7. DATOS GENERALES DE LAS INSTALACIONES.....	4
8. TIPOS DE EMERGENCIA.....	5
9. PRINCIPALES RIESGOS Y ACCIDENTES ASOCIADOS A LAS CARACTERISTICAS DE PELIGROSIDAD DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS.....	5
10. DAÑOS A LA SALUD Y AL MEDIO AMBIENTE.....	7
11. RECURSOS PARA LA MITIGACIÓN DE RIESGOS.....	8
12. MEDIDAS PREVENTIVAS EN LOS LABORATORIOS.....	9
13. MEDIDAS GENERALES ANTE EMERGENCIAS EN LOS LABORATORIOS.....	10
14. MEDIDAS DE RESPUESTA DURANTE EMERGENCIA DE EVACUACIÓN.....	11
15. MEDIDAS DE RESPUESTA DURANTE EMERGENCIA SÍSMICA.....	11
16. MEDIDAS DE RESPUESTA DURANTE EMERGENCIA DE INCENCIO.....	13
17. ACTUACIONES EN CASO DE DERRAMES Y/O VERTIDOS ACCIDENTALES DE SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS.....	15
18. DIRECTORIO DE EMERGENCIA.....	17
19. BRIGADA DE ATENCIÓN A EMERGENCIAS.....	17
20. RUTA DE EVACUACIÓN DEL ÁREA DE TRATAMIENTO Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL.....	17
21. FORMATO DE REGISTRO DE EMERGENCIAS.....	19
22. CONTROL DE CAMBIOS.....	20
23. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	200
24. ANEXOS.....	211



**PLAN DE EMERGENCIA PARA EL ÁREA DE
TRATAMIENTO Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO
TEMPORAL DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS
QUÍMICOS PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-02
PAGINA: 3 de 24
FECHA: 06/08/19
REVISION: 0

2. INTRODUCCIÓN

En los laboratorios académicos de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos se desarrollan las prácticas de laboratorio correspondiente a las cátedras propias de los pensum de ambas carreras. Para llevar a cabo estas prácticas de laboratorio, año con año, se requiere una cantidad creciente de uso de espacios, uso de reactivos, cristalería, equipos, instrumentos, entre otros, que generan, a su vez, residuos y desechos químicos peligrosos por representar cierto nivel de riesgo tanto para las personas como para el medio ambiente.

Los peligros asociados a los agentes químicos que se generan y que se tratarán para su disposición final requieren de la elaboración de un plan de emergencias en el marco de la manipulación de los residuos y desechos en el área de tratamiento y en la bodega de almacenamiento temporal. Un plan de emergencias define las políticas, la organización y los métodos que indican la manera de enfrentar una situación de emergencia dentro del espacio de trabajo según la naturaleza de este. Permite brindar información destinada a la adopción de procedimientos estructurados para facilitar una respuesta rápida y eficiente en situaciones de emergencia.

El presente Plan de Emergencia presenta una recopilación de indicaciones generales en el caso de derrames, incendios y otra eventualidad asociada al ambiente de tratamiento de agentes químicos peligrosos. Se recomienda revisar su contenido constantemente y agregar consideraciones de ser necesario en base al desarrollo futuro de establecimiento de las áreas para el tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos generados.

3. OBJETIVOS

Proponer procedimientos generales de actuación en caso de situaciones de emergencia asociadas a la naturaleza de funcionamiento del área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de residuos y desechos peligrosos generados en los laboratorios académicos de la EIQA – FIA – UES.

4. ALCANCE

El presente plan de emergencia tendrá un alcance para el personal que realice las actividades de tratamiento y se mantenga presente en el área de tratamiento y sea encargado, permanente o eventual, de la bodega de almacenamiento temporal de residuos y desechos peligrosos de los laboratorios académicos. Está dirigido para personal actual de los laboratorios académicos, jefaturas, autoridades de la EIQA, docentes y estudiantes que tengan acceso a las instalaciones de los laboratorios académicos.



PLAN DE EMERGENCIA PARA EL ÁREA DE TRATAMIENTO Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS

CÓDIGO: PLAN-RYD-02
PAGINA: 4 de 24
FECHA: 06/08/19
REVISION: 0

5. CAMPO DE APLICACIÓN

En caso de que se requiera, este plan también puede tomarse de referencia para manejar situaciones de emergencia que sucedan en los laboratorios académicos de la EIQA – FIA – UES. Será de fácil comprensión para aplicar los procedimientos. El presente plan de emergencia está sujeto a modificaciones de acuerdo con el avance de establecimiento de espacios físicos para llevar a cabo las actividades de tratamiento y almacenamiento; se recomienda revisar y actualizar inventario de materiales y equipos a necesitar en caso de emergencia, como extintores y materiales absorbentes inertes en caso de derrames para poder aplicar los procedimientos y brindar una respuesta inmediata.

6. LIMITACIONES

Las instalaciones actuales de los laboratorios académicos de la EIQA tienen limitaciones en cuanto a infraestructura que incluye deficiencias en el sistema de alarma de incendios, falta de espacios de temperatura controlada en las áreas de trabajo, falta de botiquín de emergencia accesible, instalación de duchas de seguridad próximas a las áreas de laboratorio, no cuenta con una calle de acceso con vía libre para el tránsito de camiones de bomberos, ambulancias o patrullas, deficiencia de programas de capacitación continua ante emergencias para el personal permanente, docentes y auxiliares de cátedra que realicen sus actividades en las instalaciones de los laboratorios académicos. Estos aspectos son oportunidades de mejora que se propone sean complementados para lograr la prevención y respuesta inmediata efectiva en caso de emergencias tanto naturales como inherentes a la naturaleza de las actividades.

7. DATOS GENERALES DE LAS INSTALACIONES

Área de Tratamiento y Bodega de Almacenamiento Temporal de los Residuos y Desechos Peligrosos generados dentro de los Laboratorios Académicos de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador

Actividad principal: Manejo y tratamiento previo a la disposición final de los desechos químicos peligrosos generados en el desarrollo de las prácticas de laboratorio de las cátedras impartidas por la EIQA – FIA – UES.

Ubicación: actualmente no existe un espacio destinado para actividad en específico, sin embargo, se estima estará ubicada dentro de las instalaciones actuales de los laboratorios académicos de la EIQA – FIA – UES los cuales se encuentra entre la Facultad de Agronomía y la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, Autopista Norte y Final 25ª Avenida Norte, Ciudad Universitaria, San Salvador, El Salvador.



**PLAN DE EMERGENCIA PARA EL ÁREA DE
TRATAMIENTO Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO
TEMPORAL DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS
QUÍMICOS PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-02
PAGINA: 5 de 24
FECHA: 06/08/19
REVISION: 0

Representante: La EIQA asigna la jefatura de los laboratorios académicos a un docente cada 4 años responsable del adecuado funcionamiento de estos.

Áreas colindantes: Al norte con la Clínica Veterinaria de la Facultad de Ciencias Agronómicas; al sur con el Laboratorio Físicoquímico de Aguas de la Facultad de Química y Farmacia; al este con el Centro para el Desarrollo de la Industria de Empaque y Embalaje en Centroamérica y Panamá (CDIECAP) y al oeste con el Centro de Investigación y Desarrollo en Salud (CENSALUD).

Construcción: 1975

Personal que labora de forma permanente: para el año 2019, la jefatura de los laboratorios académicos está a cargo del Ing. Fernando Teodoro Ramírez Zelaya, quien también es el jefe inmediato de los técnicos laboratoristas Sr. Oscar Morán y Sr. Alexander Padilla.

8. TIPOS DE EMERGENCIA

De origen natural:

- a) Sismos

De origen antrópico:

- a) Incendio
- b) Derrames de sustancias químicas
- c) Fugas o escapes de gas
- d) Inundación (falla en la instalación, rotura cañería, falta de mantenimiento)

Del manejo de sustancias químicas peligrosas en el laboratorio de tratamiento:

- a) Incendio debido a sustancias químicas inflamables
- b) Contacto dérmico con sustancias peligrosas que generan quemaduras.
- c) Salpicaduras en los ojos.
- d) Ingestión de sustancias químicas
- e) Desconocimiento de las características de peligrosidad de las sustancias

9. PRINCIPALES RIESGOS Y ACCIDENTES ASOCIADOS A LAS CARACTERÍSTICAS DE PELIGROSIDAD DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS

Los residuos y desechos generados en los laboratorios académicos de la EIQA – FIA – UES son diversos, para ello cuentan con una clasificación en base a sus características de peligrosidad que se describe en la siguiente tabla 1:



**PLAN DE EMERGENCIA PARA EL ÁREA DE
TRATAMIENTO Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO
TEMPORAL DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS
QUÍMICOS PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-02
PAGINA: 6 de 24
FECHA: 06/08/19
REVISION: 0

Tabla 1. Características de peligrosidad de las sustancias químicas

CARÁCTERÍSTICA DE PELIGROSIDAD DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS	
CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Explosivo	Sustancias y preparados que pueden explotar bajo el efecto de la llama o que son más sensibles a los choques o las fricciones. Peligro asociado: Incendio.
Comburente	Sustancias que presenten reacciones altamente exotérmicas al entrar en contacto con otras sustancias, especialmente con sustancias inflamables. Peligro asociado: Incendio.
Fácilmente inflamable	Sustancias y preparados líquidos que tengan un punto de inflamación <21 °C. Que puedan calentarse o inflamarse en contacto con el aire a temperatura ambiente. Sustancias que puedan inflamarse fácilmente tras un breve contacto con una fuente de ignición y que continúen ardiendo o consumiéndose después del alejamiento de la fuente de ignición. Sustancias que en contacto con agua o aire húmedo emitan gases fácilmente inflamables en cantidades peligrosas. Peligro asociado: Incendio.
Inflamable	Sustancias que tengan un punto de inflamación de 21 °C a 55 °C. Peligro asociado: Incendio.
Irritante	Sustancias no corrosivas que puedan causar reacciones inflamatorias por contacto inmediato, prolongado o repetido con la piel o las mucosas. Peligro asociado: daño a la salud.
Nocivo	Sustancias que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan entrañar riesgos de gravedad limitada para la salud. Peligro asociado: daño a la salud.
Tóxico	Sustancias que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan entrañar riesgos graves, agudos o crónicos e incluso la muerte. Peligro asociado: daño a la salud.
Carcinógeno	Sustancias que por inhalación, ingestión o penetración cutánea pueden producir cáncer o aumentar su frecuencia. Peligro asociado: daño a la salud.
Corrosivo	Sustancias que pueden destruir tejidos vivos al entrar en contacto con ellos, así como también dañar ciertos materiales. Peligro asociado: daño a la salud.
Infecioso	Sustancias que contienen microorganismos viables, o sus toxinas, de los que se sabe o existen razones fundadas para creer que causan enfermedades en el ser humano o en otros organismos vivos. Peligro asociado: daño a la salud.
Toxico para la reproducción	Sustancias que por inhalación, ingestión o penetración cutánea pueden producir malformaciones congénitas no hereditarias o aumentar su frecuencia. Peligro asociado: daño a la salud.
Mutagénico	Sustancias que por inhalación, ingestión o penetración cutánea pueden producir defectos genéticos hereditarios o aumentar su frecuencia. Peligro asociado: daño a la salud.
Peligroso para el medio ambiente	Sustancias que presenten riesgos inmediatos o diferidos para el medio ambiente. Peligro asociado: daño al medio ambiente terrestre y acuático.

Fuente: (NTP 675, 2004)



**PLAN DE EMERGENCIA PARA EL ÁREA DE
TRATAMIENTO Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO
TEMPORAL DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS
QUÍMICOS PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-02
PAGINA: 7 de 24
FECHA: 06/08/19
REVISION: 0

Los daños asociados dependerán en magnitud de la sustancia con la que se trabaje para ello se considera obligatorio la lectura de la etiqueta y de la hoja de seguridad de la sustancia en cuestión para tomar las precauciones necesarias para su manipulación, así como el equipo de protección personal adecuado.

10. DAÑOS A LA SALUD Y AL MEDIO AMBIENTE

Contacto con los ojos

Los gases emitidos o salpicaduras de líquidos que por accidente ocurran, son por lo general corrosivos e irritantes sobre las mucosas oculares, pudiendo causar graves lesiones corneales a altas concentraciones.

Características de una persona accidentada: Enrojecimiento de los ojos, lagrimeo, visión borrosa e incluso ceguera temporal, conjuntivitis y un dolor agudo en la zona de los ojos.

Contacto con la piel o penetración en la piel

Cuando se produce el contacto de la sustancia química peligrosa con la piel produce irritaciones y quemaduras corrosivas, que dañan el tejido vivo. Los síntomas que presenta la persona afectada son: enrojecimiento, dolor agudo, quemadura o llaga en la zona afectada.

Contacto por inhalación

La inhalación de las sustancias químicas peligrosas por lo general es muy irritante para las mucosas. En algunas ocasiones según la sustancia que se trate, la reacción con el aire húmedo produce una niebla fuertemente irritante sobre las vías respiratorias, llegando hasta el edema pulmonar. Los casos muy graves pueden ser fatales cuando se trata de una sustancia altamente peligrosas.

Los síntomas que puede presentar una persona que haya estado en un ambiente contaminado con una sustancia química altamente peligrosa por inhalación son: olor penetrante y asfixiante, dolor de garganta, tos, dificultad para respirar, mareo, pérdida de conciencia.

Ingestión

Por las condiciones de las instalaciones y considerando que todo este adecuadamente etiquetado es muy difícil que se produzca un contacto de este tipo, sin embargo, la intoxicación se presenta de la siguiente manera: se producen inmediatamente lesiones graves en la mucosa bucal garganta y tracto digestivo, acompañadas de dolores intensos, intolerancia gástrica, sabor acre y además se puede llegar a producir un estado de shock.



PLAN DE EMERGENCIA PARA EL ÁREA DE TRATAMIENTO Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS

CÓDIGO: PLAN-RYD-02
PAGINA: 8 de 24
FECHA: 06/08/19
REVISION: 0

Riesgos para el medio ambiente

Entre los riesgos que presentan las sustancias químicas peligrosas para el medio ambiente se pueden mencionar el aumento de la demanda química de oxígeno (DQO), muerte de la flora y fauna acuática. Solo constituirá un peligro para las personas que se encuentren cercanas a las instalaciones donde se produzca un derrame significativo de las sustancias químicas peligrosas almacenadas y no será un riesgo de contaminación de las áreas circundantes debido a que el viento podrá diluir posibles nubes que se formen, disipando la nube en el transcurso del viaje de esta.

11. RECURSOS PARA LA MITIGACIÓN DE RIESGOS

Recursos para mitigar los riesgos a la salud

El proceso de manipulación para realizar los procedimientos de tratamiento a los residuos y desechos peligrosos implica potencialmente poner en peligro a los diferentes colaboradores, razón por la cual se recomienda colocar una estación de equipos de seguridad tanto en el área de tratamiento como en la bodega de almacenamiento temporal, colocar un botiquín de primeros auxilios el cual sirve como un instrumento de ayuda para la atención de víctimas en las que se amenace la vida, la salud o la integridad física de los empleados o visitantes; además se recomienda capacitar al personal en el tema de primeros auxilios, a fin de poder brindar de forma oportuna la primera ayuda en caso de emergencia.

Recursos para realizar evacuaciones

Se ha propuesto una ruta de evacuación que tanto el personal como los visitantes deberán seguir al momento de ocurrir una emergencia y se encuentren en el interior del área de tratamiento y/o de la bodega de almacenamiento temporal, que se complementará con la ruta de evacuación que tengan los laboratorios académicos de la EIQA.

Recursos para mitigar el riesgo de incendios

Se han recomendado colocar cuatro extintores. En la bodega de almacenamiento colocar dos: uno de espuma química a la par del estante donde están ubicados los residuos y desechos inflamables y otro extintor de polvo químico ABC. Para el área de tratamiento colocar un extintor de polvo químico seco ABC y otro extintor de gas carbónico a la par del incinerador. También contar con equipos autónomos de detención de humo en ambos espacios. Ver fichas técnicas de extintores en el ANEXO 1 (GEORGIA, 2019) . Programar capacitaciones para el personal en el uso y manejo de extintores portátiles contra incendios.

Recursos para la manipulación de sustancias químicas peligrosas

Se deberá proporcionar equipo de protección personal para la manipulación de las sustancias químicas peligrosas cuando se apliquen los procedimientos de tratamiento de los residuos y desechos peligrosos. Para ello, el personal debe contar con dos gabachas, que serán lavadas periódicamente, guantes desechables de nitrilo gruesos, mascarilla desechable,



**PLAN DE EMERGENCIA PARA EL ÁREA DE
TRATAMIENTO Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO
TEMPORAL DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS
QUÍMICOS PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-02
PAGINA: 9 de 24
FECHA: 06/08/19
REVISION: 0

mascarilla para gases químicos con filtro para las sustancias más peligrosas. El cabello recogido. Usar calzado cerrado y con protección de preferencia.

Duchas de seguridad

Para proyecciones y salpicaduras de productos químicos sobre la piel y la ropa. Para pequeños incendios sobre la ropa deberán estar situadas cerca de las áreas de trabajo. No deberán tener en las proximidades enchufes o aparatos eléctricos. Deberá ser fácilmente visible y accesible. Su acceso deberá estar libre de materiales y aparatos, con desagüe independiente.

Fuentes lavaojos

Permiten la descontaminación rápida y eficaz de salpicaduras producidas en los ojos. El agua no debe aplicarse directamente sobre el globo ocular sino sobre la base de la nariz. Utilizar a baja presión, evita el dolor y la introducción de nuevo en los ojos del material. Forzar la apertura de los párpados para asegurar el lavado detrás de los mismos. Lavar los ojos al menos por 15 minutos. Cubrir los ojos con gasa estéril. Acudir a un servicio médico.

Mantenimiento de duchas y lavaojos

Comprobar periódicamente que hay agua. Comprobar el estado general de la instalación. Comprobar que el flujo es el adecuado. Eliminar los depósitos calcáreos que puedan obstruir la ducha. Comunicar cualquier corte general del agua.

Mantas ignífugas

Son apropiadas para fuegos pequeños. Fuego en la ropa como alternativa a la ducha, evita el desplazamiento de la persona en llamas y el desarrollo de estas. En fuegos pequeños evita el uso de extintores que puede destruir equipos. Debe estar correctamente señalizada. Pensadas para actuaciones rápidas en periodos muy cortos. Colocarlas en las zonas donde se trabaje con inflamables.

12. MEDIDAS PREVENTIVAS EN LOS LABORATORIOS

- a. Siempre se debe leer la etiqueta y la hoja de seguridad antes de trabajar con uno de los residuos o desechos químicos peligrosos almacenados en la bodega, para conocer la sustancia que se manipulará y el equipo de seguridad personal que debe utilizarse. Si el residuo o desecho peligroso no tiene etiqueta considerarlo como un desecho altamente peligroso y desconocido.
- b. La hoja de seguridad estará siempre disponible en el área de tratamiento y en idioma español.
- c. Utilizar equipo de protección personal adecuado. El cabello recogido. Evitar joyería.
- d. Se deberá disponer de los materiales absorbentes necesarios para recoger los vertidos.



**PLAN DE EMERGENCIA PARA EL ÁREA DE
TRATAMIENTO Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO
TEMPORAL DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS
QUÍMICOS PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-02
PAGINA: 10 de 24
FECHA: 06/08/19
REVISION: 0

- e. Se conocerá la forma de utilización de los materiales absorbentes antes de comenzar a trabajar en el área de tratamiento.
- f. Se utilizarán envases de volúmenes lo más pequeños posibles.
- g. Se evitará realizar trasvases innecesarios.
- h. Los trasvases inevitables se realizarán con los utensilios adecuados y extremando las condiciones de seguridad.
- i. Se minimizarán los stocks en el interior de la bodega de almacenamiento temporal de residuos y desechos químicos peligrosos.
- j. Se verificará que los envases quedan correctamente cerrados (Vasco, 2018).
- k. Identificar el equipo a usar para brindar los Primeros Auxilios, desarrollando prácticas para ejercitar diferentes técnicas a usar en ejercicios y simulacros de emergencias.
- l. Revisar mensualmente el estado de los equipos de primeros auxilios.
- m. Velar por el mantenimiento debido al equipo de primeros auxilios.
- n. Solicitar el reemplazo o adquisición de materiales para brindar primeros auxilios de acuerdo con necesidades reales.
- o. Evaluar el trabajo efectuado para decidir si es necesario mantenerlo o mejorarlo.
- p. Evaluar la incorporación de nuevo material al botiquín de primeros auxilios.
- q. Evaluar los procedimientos de emergencia y analizar la efectividad de estos.
- r. Mantener la cultura del orden, aseo y verificación de riesgos eléctricos, o fuentes de ignición.
- s. Mantener ordenado, limpio, libre de obstrucción y completo el equipo para la extinción de incendios, en los lugares identificados para su fácil ubicación y utilización.
- t. Verificar el estado de los extintores y solicitar su recarga cada vez que sea necesario.
- u. Establecer un sistema de alerta ante emergencias físico que incluya detectores de humo, alarmas sonoras de incendio, entre otros convenientes.
- v. Revisar y actualizar el presente plan de emergencia por lo menos una vez al año e incorporar elementos que se adopten como parte de nuevas técnicas a realizar relacionadas con los laboratorios académicos.

13. MEDIDAS GENERALES ANTE EMERGENCIAS EN LOS LABORATORIOS

- a) Mantener la calma; el pánico se contagia.
- b) Evitar gritar, o acciones que expresen pánico.
- c) Lo que más ayuda es mantener una actitud positiva y racional.
- d) Utilizar el sentido común y no dejarse dominar por el pánico, o la depresión.
- e) Siempre usar equipo de protección personal mínimo: gabacha, mascarilla, guantes.
- f) La calma y la inteligencia son los mejores aliados (GPDU , 2018).



**PLAN DE EMERGENCIA PARA EL ÁREA DE
TRATAMIENTO Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO
TEMPORAL DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS
QUÍMICOS PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-02
PAGINA: 11 de 24
FECHA: 06/08/19
REVISION: 0

- g) Informar a su superior, para dictaminar y autorizar si se procede a solicitar la ayuda de instituciones como Cuerpo de Bomberos, Cruz Verde, Cruz Roja o cualquier otro cuerpo de Socorro.

14. MEDIDAS DE RESPUESTA DURANTE EMERGENCIA DE EVACUACIÓN

Al escuchar la señal de evacuación por megafonía o a través del aviso del responsable de evacuación de las instalaciones, se hace lo siguiente:

- a. Seguir la ruta de evacuación establecida dirigiéndose hacia la salida más cercana.
- b. Prepararse para abandonar las instalaciones y buscar la zona segura señalizada.
- c. Si es posible desconectar los aparatos eléctricos a cargo.
- d. Si se encuentran con alguna visita, acompañarla hasta el exterior.
- e. Evacuar el edificio con rapidez, pero sin correr.
- f. No volver al interior del área a recoger objetos personales hasta que sea seguro (UGT Asturias, 2017).

Durante la evacuación, seguir las siguientes instrucciones:

- a) Realizar la evacuación de forma rápida y ordenada.
- b) Tranquilizar a las personas que, durante la evacuación, hayan podido perder la calma.
- c) Ayudar a mujeres embarazadas y a las personas con capacidades especiales.
- d) No permitir el regreso a las instalaciones a ninguna persona hasta que haya pasado la emergencia.
- e) Abandonar las instalaciones y dirigirse al punto de reunión y no detenerse junto a la puerta de salida para no obstaculizar el paso.
- f) Permanecer en el punto de reunión y sigue las instrucciones de los encargados de emergencias designados por este plan.

15. MEDIDAS DE RESPUESTA DURANTE EMERGENCIA SÍSMICA

Previo al sismo:

- a) Conocer las instalaciones para localizar rutas de evacuación, lugares seguros y puntos potenciales de peligro.
- b) Cada uno debe prever dónde se protegerá durante el sismo anticipadamente.
- c) Identificar las rutas de evacuación.
- d) Conocer los nombres de las personas que están cerca. En caso de que alguien quede atrapado será de utilidad proporcionar los datos completos a los rescatistas para que le ubiquen por su nombre. No por apellidos, ni apodos.



**PLAN DE EMERGENCIA PARA EL ÁREA DE
TRATAMIENTO Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO
TEMPORAL DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS
QUÍMICOS PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-02
PAGINA: 12 de 24
FECHA: 06/08/19
REVISION: 0

- e) No dejar objetos como mochilas y otras cosas en las rutas de evacuación que puedan obstaculizar el paso.

Durante el sismo:

- a) Reaccionar con prontitud. Durante un terremoto se experimenta un movimiento de tierra que iniciará suavemente pero que se tornará severo varios segundos después. Probablemente no durará más de un minuto. Se escuchará un ruido fuerte al que se le sumará el que producirán los objetos cuando caen, así como el de numerosas alarmas que se activarán. Es importante estar preparado.
- b) Evitar salir corriendo durante el sismo. La mayor parte de desgracias son ocasionadas por personas que corren sin fijarse y son atropelladas, o sufren caídas.
- c) No precipitarse a buscar la salida, muchas otras personas querrán hacerlo. Un fuerte llamado de atención pidiendo calma puede ayudar mucho.
- d) Colocarse en un lugar seguro bajo los escritorios o mesas y proteja su cabeza con casco o en su defecto, utilizar las manos. Si no hay muebles situarse al lado de una columna, bajo una viga, o bajo el marco de una puerta (es seguro si tiene columnas a los lados, puertas sin vidrios) o en una esquina interna de la edificación.
- e) Hacer uso del Triángulo de la vida que consiste en colocarse al lado de un mueble sólido que pueda protegerlo en caso de que se desplome una pared, permitiendo un espacio entre la pared y el mueble. Puede ser un escritorio, archivero, banca, o algo parecido.
- f) Alejarse de ventanas, vitrinas, espejos, estantes o puertas de vidrio.

Al detenerse el sismo:

- a) Evacuar el edificio o área de trabajo.
- b) Ubicar la salida segura más cercana, evitar salidas en las que pueda haber caída de vidrios, por ejemplo.
- c) Dirigirse a la salida con calma, sin correr.
- d) Caminar protegiéndose la cabeza.
- e) No perder tiempo reuniendo las pertenencias personales. Resguardar la vida es más importante.
- f) Caminar por el lado derecho para evitar chocar con las personas que puedan venir al rescate.
- g) Si alguien cae ayudarlo a levantarse.
- h) Verificar que todas las personas hayan salido del edificio.
- i) Dirigirse hacia la zona segura de evacuación, considerando que no haya ventanales, cables de corriente eléctrica, transformadores, tránsito vehicular, árboles o construcciones cercanas de preferencia.



**PLAN DE EMERGENCIA PARA EL ÁREA DE
TRATAMIENTO Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO
TEMPORAL DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS
QUÍMICOS PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-02
PAGINA: 13 de 24
FECHA: 06/08/19
REVISION: 0

- j) Tener precaución con el tránsito vehicular en caso de estar cerca de una calle transitada.
- k) No reparar desperfectos de forma inmediata, excepto si hay botellas rotas, especialmente si son de sustancias tóxicas e inflamables, que puedan afectar a otras personas.
- l) Apagar cualquier fuego y si no lo puede dominar comunicarlo inmediatamente a los bomberos.
- m) Comprobar que no se encuentra herido y mirar a las personas alrededor, prestarle los auxilios necesarios siempre y cuando se porten guantes, caso contrario llamar a las personas capacitadas para realizar los primeros auxilios. Los heridos graves no se deben mover, sólo si tiene conocimientos de cómo debe hacerse o en caso de empeoramiento grave o peligro eminente (fuegos, derrumbamientos, y demás).

Después del sismo:

- a. No bloquear las líneas telefónicas y ser breve con las llamadas. Otros necesitan comunicarse.
- b. Bajar las palancas de energía eléctrica.
- c. Determinar el daño sufrido en las instalaciones.
- d. Despejar las rutas de evacuación que hayan sido bloqueadas.
- e. Concentrar los extintores en un área conocida.
- f. Verificar que las puertas abran y cierren correctamente.
- g. Después de un fuerte terremoto siguen unos pequeños, denominados réplicas, que pueden ser causa de destrozos adicionales, sobre todo en construcciones dañadas. Permanecer alejado de éstas hasta que sea seguro.
- h. Tener precauciones al abrir armarios o muebles de almacenamiento de herramientas y equipos, ya que algunos objetos pueden haber quedado en posición inestable.
- i. Utilizar botas y zapatos fuertes para protegerse de los objetos cortantes y punzantes.
- j. No usar agua de los grifos para beber, esta puede estar contaminada. Usar el agua de tanques limpios.

16. MEDIDAS DE RESPUESTA DURANTE EMERGENCIA DE INCENDIO

Actuación en caso de incendio:

- a) Si se descubre un incendio, mantener la calma y dar inmediatamente la alarma.
- b) Si se trata de un conato de incendio utilizar inmediatamente el extintor más cercano, utilizarlos actuando preferiblemente con otro compañero. Situarse entre la puerta de salida y las llamas.
- c) Utilizar el agente extintor más apropiado a la clase de fuego.



**PLAN DE EMERGENCIA PARA EL ÁREA DE
TRATAMIENTO Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO
TEMPORAL DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS
QUÍMICOS PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-02
PAGINA: 14 de 24
FECHA: 06/08/19
REVISION: 0

- d) Si se encuentra solo y las llamas son grandes, salir del local incendiado y cerrar la puerta sin llave. No poner en peligro tu integridad física.
- e) Comunicar la emergencia a las Instituciones de Ayuda pertinentes, en este caso al Cuerpo de Bomberos de El Salvador inmediatamente.
- f) No abrir puertas que se encuentren calientes, el fuego está próximo; de tener que hacerlo, procede muy lentamente.
- g) Si se prenden las ropas, no correr, tirarse en el suelo y empezar a rodar.
- h) Si se tiene que atravesar una zona amplia con mucho humo, procura ir agachado; la atmósfera es más respirable y la temperatura más baja. Ponerse un pañuelo húmedo cubriendo la nariz y la boca.
- i) Si se encuentra atrapado en un recinto (oficina, despacho, sala de reuniones): cerrar todas las puertas, tapar con trapos, de ser posible húmedos, todas las rendijas por donde penetre el humo, hacer saber de tu presencia (a través de la ventana, por ejemplo).

Pasos para el uso correcto de un extintor

1. Los extintores por lo general tienen una anilla de seguridad de plástico, lo primero es estirar fuerte de la anilla de seguridad que está situada junto al asa del extintor.
2. Situarse a unos 2 metros del conato de incendio (fuego pequeño) para poder atacarlo correctamente.
3. Aunque la situación de fuego crea alarma y desconcierto si es necesario pararse a pensar unos segundos antes de actuar. Si se vacía el extintor o extintores descontroladamente es posible que no conseguir apagar el incendio y ya no se tendrá más extintores.
4. Una vez situados a 2 metros del fuego posicionar el extintor de forma vertical. Halar la abrazadera, sacar el pasador de seguridad, dirigir la boquilla hacia la base del incendio y presionar la palanca (Ver Figura 1).
5. Descargar el extintor apuntando hacia la base de la llama, no cometer el error de apuntar a la llama propiamente dicha. El fuego se está originando en la base, que es donde se debe actuar. Al descargar el extintor ir moviendo la manguera de izquierda a derecha para abarcar toda la base del fuego.
6. En exteriores siempre vaciar el extintor en la misma dirección que el viento.
7. Nunca darle la espalda al fuego mientras se usan los extintores.
8. Si se tienen varios extintores es mucho más efectivo usarlos al mismo tiempo que de uno en uno.
9. Aunque se haya conseguido apagar el fuego vacíe completamente el extintor para evitar que el fuego se reproduzca. Dejar media carga dentro de un extintor no sirve de nada ya que ese extintor hay que recargarlo igualmente (Protección contra incendios, 2011).

10. Notificar a la empresa proveedor de extintores, el requerimiento de recarga respectiva de los extintores utilizados. Verificar mensualmente la fecha de recarga, aunque no se hayan utilizado. Los extintores necesitan un mantenimiento de recarga anualmente.



Figura 1. Pasos de uso de extintor (Protección contra incendios, 2011).

17. ACTUACIONES EN CASO DE DERRAMES Y/O VERTIDOS ACCIDENTALES DE SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS

En base a la Norma Técnica de Prevención 399 “Seguridad en el laboratorio: actuación en caso de fugas y vertidos” se presentan las siguientes actuaciones en caso de derrames accidentales de sustancias químicas peligrosas:

Derrames de sustancias químicas inflamables

- i. Eliminar todas las fuentes de ignición de la zona.
- ii. Evacuar la zona afectada por el derrame.
- iii. Consultar la hoja de seguridad de la sustancia química en cuestión para proceder específicamente.
- iv. Utilizar los equipos de protección individual correspondientes.
- v. Utilizar un material adsorbente específico para recoger estas sustancias químicas inflamables (DENSORB o producto similar, Ver anexo 2), siguiendo las instrucciones del fabricante. **NO UTILIZAR NUNCA SERRÍN**, a causa de su inflamabilidad (DENSORB, 2018).
- vi. El material con el que se ha adsorbido el líquido derramado debe tratarse como un residuo peligroso, envasarlo y etiquetarlo adecuadamente para su posterior disposición final.
- vii. Notificar y documentar el incidente.

Derrames de sustancias químicas básicas

- i. Evacuar la zona afectada por el derrame.
- ii. Consultar la hoja de seguridad de la sustancia química en cuestión.
- iii. Utilizar los equipos de protección individual correspondientes.
- iv. Se empleará para su neutralización abundante agua a un pH ligeramente ácido.



**PLAN DE EMERGENCIA PARA EL ÁREA DE
TRATAMIENTO Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO
TEMPORAL DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS
QUÍMICOS PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-02
PAGINA: 16 de 24
FECHA: 06/08/19
REVISION: 0

- v. Utilizar un adsorbente específico para recoger este tipo de productos (DENSORB especial o producto similar), siguiendo las instrucciones del fabricante.
- vi. Una vez neutralizado y recogido debe lavarse la zona con abundante agua y detergente.
- vii. El material con el que se ha adsorbido el líquido derramado debe tratarse como un residuo peligroso, envasarlo y etiquetarlo adecuadamente para su posterior disposición final.
- viii. Notifique y documentar el incidente.

Derrames de sustancias químicas ácidas

Los vertidos de ácidos deben absorberse con la máxima rapidez ya que tanto el contacto directo, como los vapores que se generen pueden causar daños tanto a las personas como a las instalaciones y equipos. Para su neutralización lo mejor es emplear los absorbentes neutralizadores que se hallan comercializados y que realizan ambas funciones. Caso de no disponer de ellos se puede neutralizar con bicarbonato sódico. Una vez realizada la neutralización debe lavarse la superficie con abundante agua y detergente.

- i. Evacuar la zona afectada por el derrame.
- ii. Consultar la hoja de seguridad de la sustancia química en cuestión.
- iii. Utilizar los equipos de protección individual correspondientes.
- iv. Actuar con rapidez ya que los vapores pueden causar daño a las personas y a los equipos.
- v. Utilizar un adsorbente específico para recoger este tipo de productos (DENSORB especial o producto similar), siguiendo las instrucciones del fabricante.
- vi. El material con el que se ha adsorbido el líquido derramado debe tratarse como un residuo peligroso, envasarlo y etiquetarlo adecuadamente para su posterior disposición final.
- vii. Una vez neutralizado y recogido debe lavarse la zona con abundante agua y detergente.
- viii. Notifique y documentar el incidente.

Fugas de gases

- i. Actuación en caso de una fuga de gas en una instalación fija. Norma general:
- ii. Cerrar los grifos de la botella o botellas conectadas a la instalación.
- iii. Comunicar la incidencia a la persona responsable de la instalación o del laboratorio para recabar instrucciones.
- iv. Estudiar la conveniencia de actuaciones de emergencia: evacuación, aviso a los bomberos, aislamiento del área, entre otros.
- v. Purgar la instalación con un gas inerte antes de proceder a la reparación.
- vi. Realizar la reparación, siempre con la garantía de que la instalación no se halla bajo presión.



**PLAN DE EMERGENCIA PARA EL ÁREA DE
TRATAMIENTO Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO
TEMPORAL DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS
QUÍMICOS PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-02
PAGINA: 17 de 24
FECHA: 06/08/19
REVISION: 0

- vii. Comprobar que la fuga ha sido reparada: cuando sea posible hacerlo empleando aire o un gas inerte.
- viii. Poner en marcha otra vez la instalación, con los purgados previos que ello requiera.

18. DIRECTORIO DE EMERGENCIA

En la Tabla 2 se presenta una lista de las entidades a las cuales se les puede llamar en caso de emergencia.

Tabla 2. Números de emergencia

ENTIDAD	TELÉFONO
Cuerpo de Bomberos de El Salvador	913
3era Estación de Bomberos (25 Av Norte, San Salvador)	2221 2163
Policía Nacional Civil	911
Cruz verde salvadoreña	2242-5735
Cruz Roja de El Salvador	2222-5155
ISSS	2244-4777
ISSS Médico Quirúrgico	2261-9500
Hospital Rosales	2231-9200
Bienestar Universitario	2511-2010

19. BRIGADA DE ATENCIÓN A EMERGENCIAS

En base al número de colaboradores dentro de las instalaciones de los laboratorios académicos, no se determinará brigadas estructuradas específicamente, si no que cada una de las actividades se realizaran ocupando los recursos disponibles asegurando la capacitación constante del personal en temas de primeros auxilios, uso correcto de extintores, simulacros de evacuación, capacitación por parte del cuerpo de bomberos de El Salvador; al menos una vez al año por tema. El presente plan de emergencia deberá estar visible y accesible para cualquier persona (administrativos, docentes, estudiantes) que haga uso de las instalaciones tanto del área de tratamiento, de la bodega de almacenamiento temporal, así como de los laboratorios académicos para que sea capaz de dar una respuesta inmediata en caso de emergencia.

20. RUTA DE EVACUACIÓN DEL ÁREA DE TRATAMIENTO Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL

En la Figura 2 se muestra la ruta de evacuación del área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos peligrosos la cual se propone esté instalada al interior de los laboratorios académicos de la EIQA – FIA – UES, siguiendo las flechas color verde que se dirigen a las puertas principales de esta área.

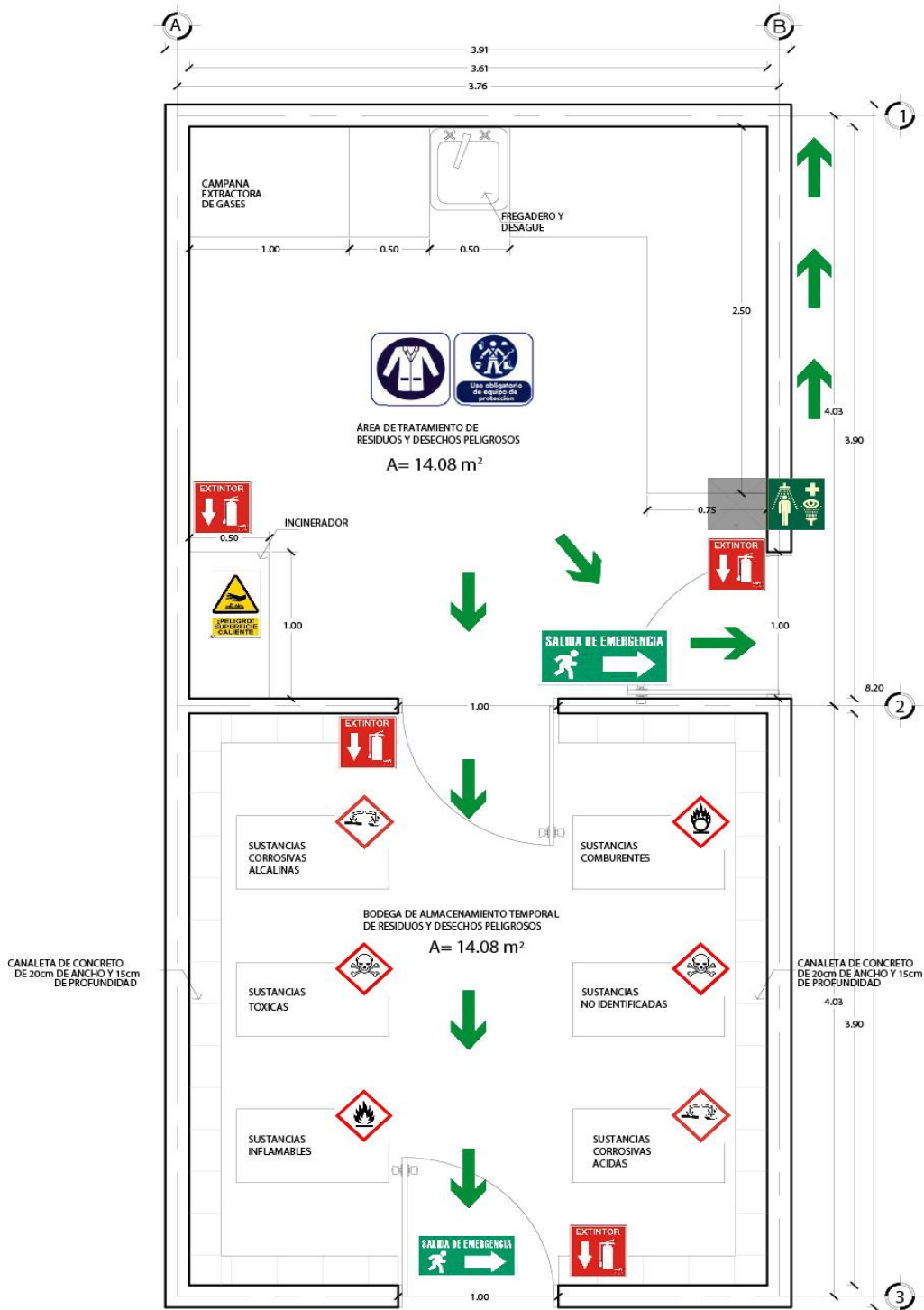


Figura 2. Ruta de evacuación del área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de residuos y desechos peligrosos



**PLAN DE EMERGENCIA PARA EL ÁREA DE
TRATAMIENTO Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO
TEMPORAL DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS
QUÍMICOS PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-02
PAGINA: 19 de 24
FECHA: 06/08/19
REVISION: 0

21. FORMATO DE REGISTRO DE EMERGENCIAS

En la Tabla 3 se propone un formato para el registro de eventos de emergencia atendidos en el área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal de los residuos y desechos peligrosos de la EIQA – FIA – UES.

Tabla 3. Formato de registro de eventos de emergencia propuesto

REGISTRO DE EVENTOS DE EMERGENCIA ATENDIDOS EN EL ÁREA DE TRATAMIENTO Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS PELIGROSOS DE LA EIQA – FIA - UES			CÓDIGO: R-PLAN-02 FECHA: 06/08/19 REVISION: 0
TIPO DE EVENTO:	Accidente	Emergencia	Valoración
Colocar una x			
DESCRIPCIÓN:			
DATOS DE OCURRENCIA	Fecha	Hora	Lugar
CIRCUNSTANCIAS Y HECHOS EN LOS QUE OCURRE EL EVENTO			
ACCIONES TOMADAS			
RECOMENDACIONES			
DATOS DE LA PERSONA AFECTADA	Nombre	Área	Contacto



**PLAN DE EMERGENCIA PARA EL ÁREA DE
TRATAMIENTO Y BODEGA DE ALMACENAMIENTO
TEMPORAL DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS
QUÍMICOS PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-02
PAGINA: 20 de 24
FECHA: 06/08/19
REVISION: 0

22. CONTROL DE CAMBIOS

Revisión:	1	2	3	4	5	6
Fecha:						
Modificación:						

23. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GEORGIA. (2019). *GEORGIA. Seguridad contra incendios*. Obtenido de Productos Matafuegos:
<https://www.matafuegosgeorgia.com/prodcat/matafuegos/>

GPDU . (2018). *Plan de Emergencia y Evacuación*. Usulután, El Salvador: Gobernación Política Departamental de Usulután.

NTP 675, Norma Técnica de Prevención 675: Riesgos laborales en empresas de gestión y tratamiento de residuos, clasificación y actividades. (Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España 2004). Obtenido de
https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_675.pdf

Protección contra incendios. (2011). *Seguridad y protección contra incendios*. Obtenido de Como usar un extintor correctamente:
<http://www.seguridadproteccioncontraincendios.es/como-usar-un-extintor-correctamente/>

UGT Asturias. (2017). *Oficina Técnica de Salud Laboral de UGT Asturias*. Obtenido de Planes de Emergencia: Como actuar en cada caso: http://antigua.ugt-asturias.org/Intranet/documentos/3162_Planes_de_emergencia.pdf

Vasco, U. d. (2018). *Universidad del País Vasco*. Obtenido de Actuaciones en caso de derrames y/o vertidos accidentales: <https://www.ehu.eus/es/web/prebentzio-zerbitzua/isurketen-eta-ihesen-aurreko-ekintzak>

24. ANEXOS

Anexo 1: Fichas técnicas de extintores de polvo químico ABC, espuma química y CO₂

EXTINTOR DE POLVO BAJO PRESIÓN



CARACTERÍSTICAS

- AGENTE EXTINTOR**
 Utiliza polvo químico seco, especialmente fluidizado y silicónico de fosfato monoamónico ABC60 con Sello IRAM 3569.
- FUNCIONAMIENTO**
 Aísla químicamente los fuegos Clase A, fundiéndose a aproximadamente a 177°C y cubre la superficie a la que se aplicó, sofoca y rompe la reacción en cadena de los fuegos Clase B y no conduce electricidad hacia el operador.
 Son los indicados para combatir el fuego en lugares de máximo riesgo, una sola persona puede trasladarlo con facilidad y operarlo con sencillez y seguridad, gracias a su exclusiva válvula de disparo.
- COMPONENTES**
 El cilindro está construido en chapa de acero al carbono laminada en frío de primera calidad, tratado químicamente en su interior y recubierto exteriormente con pintura en polvo termoconvertible, con alta resistencia a la intemperie.
 Válvula de latón cobreado forjado pulido con rosca M30, con palancas de acero al carbono recubiertas con pintura en polvo termoconvertible, vástago de latón, con asiento y o'ring de caucho sintético. Manguera de descarga de caucho sintético con tobera en plástico industrial negro liso.
 Manómetro con cuerpo de latón, caja de acero inoxidable y visor de plástico, con Sello IRAM 3533 y fabricados según Norma ABNT NBR 15808.
 Caño de pesca construido en acero al carbono.
 Placa de instrucciones de uso y mantenimiento de fácil lectura.
- MANTENIMIENTO**
 El equipo está presurizado con Nitrógeno Seco.
 La garantía de fabricación es de 12 meses. Por su principio de funcionamiento (presión incorporada) son sencillos de mantener y de bajo costo, además de tener un gran poder extintor.
- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**
 Rango de temperatura: -20°C a +55°C Presión de trabajo: 1.4 Mpa
 Presión de ensayo: 3.5 Mpa
- CERTIFICACIONES**



Embalados individualmente



• APLICACIONES



CAPACIDAD NOMINAL	2,5 kg	ALTURA	415 mm	TIEMPO DE DESCARGA	10 seg.
PESO CON CARGA	4,6 kg	ANCHO	220 mm	NORMA IRAM	3523
AGENTE EXTINTOR	Polvo Químico ABC 60	POTENCIAL EXTINTOR	3A 20B:C	TIPO DE FUEGO	A B C
PROFUNDIDAD	125 mm	ALCANCE	3 - 4 mts		

EXTINTOR DE AFFF BAJO PRESIÓN



10lts
Contenido
Neto

Embalados individualmente

CARACTERÍSTICAS

• AGENTE EXTINTOR

Utiliza como agente extintor una solución acuosa, con dosificación de un concentrado de espuma sintética de baja expansión. Es biodegradable, no tóxico. Mejora notablemente la capacidad de extinción del agua en fuegos clase A originados en materiales sólidos comunes, que al quemarse producen brasas, y añade la capacidad de combatir fuegos clase B líquidos y gaseosos, con la propiedad de formar una película que contiene y evita el derrame del mismo. Con Sello IRAM 3527.

• FUNCIONAMIENTO

La espuma contra incendios es una masa de burbujas rellenas de aire, conseguida a base de diluir en agua un aditivo espumígeno, introduciendo posteriormente aire en dicha mezcla mediante un proceso de aspiración. La masa de burbujas resultante, es un producto más ligero que la mayoría de los combustibles líquidos, por lo que flota sobre ellos aislando al combustible del aire atmosférico, sofocando el incendio, evitando la dispersión de los vapores combustibles (inanición) y enfriando, debido al agua que contiene. Estas propiedades la hacen al agente extintor más idóneo para los fuegos de combustibles líquidos.

Son los indicados para combatir el fuego en lugares de máximo riesgo, una sola persona puede trasladarlo con facilidad y operarlo con sencillez y seguridad, gracias a su exclusiva válvula de disparo.

• COMPONENTES

El cilindro está construido en chapa de acero inoxidable laminada en frío de primera calidad, tratado superficialmente con un pulido semi mate. Sumamente resistente a la corrosión y ensayado hidrostáticamente.

Válvula de latón cobreado forjado cromado con rosca M30, con palancas de acero al carbono recubiertas cromadas, vástago de latón, con asiento y o'ring de caucho sintético.

Manguera de descarga de caucho sintético, con tobera y lanza de aplicación en plástico industrial negro.

Manómetro con cuerpo de latón, caja de acero inoxidable y visor de plástico, con Sello IRAM 3533 y fabricados según Norma ABNT NBR 15808.

Caño de pesca construido en plástico industrial.

Placa de instrucciones de uso y mantenimiento de fácil lectura.

• MANTENIMIENTO

El equipo está presurizado con Nitrógeno Seco.

Por su principio de funcionamiento (presión incorporada) son sencillos de mantener y de bajo costo.

La garantía de fabricación es de 12 meses.

• CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Rango de temperatura: -10°C a +50°
(agregando anticongelante se puede utilizar hasta -20°C a +50°C.)

Presión de ensayo: 2,0 Mpa

Presión de trabajo: 0,8 Mpa

• CERTIFICACIONES



• APLICACIONES

Industria química	Plantas petroleras	Laboratorios	Transporte	Buques	Aeronaues	Estaciones de servicio
						

CAPACIDAD NOMINAL	10 lts	ALTURA	620 mm	TIEMPO DE DESCARGA	55 seg.
PESO CON CARGA	13 kg	ANCHO	240 mm	NORMA IRAM	3527
AGENTE EXTINTOR	AFFF	POTENCIAL EXTINTOR	2A 10B	TIPO DE FUEGO	A B
PROFUNDIDAD	190 mm	ALCANCE	5-6 mts		

EXTINTOR A BASE DE DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂)



CARACTERÍSTICAS

- AGENTE EXTINTOR**
 Utiliza como agente un gas a base de dióxido de carbono, inodoro y no contaminante. Aceptado por EPA, ya que no contamina el medio ambiente, con sello IRAM 3509.
- FUNCIONAMIENTO**
 Al descargar el gas como una nube blanca de "nieve" se elimina el oxígeno sofocando el fuego al que se aplicó, y produciendo posteriormente el enfriamiento del mismo. Es efectivo para fuegos Clase B de líquidos inflamables y no conduce electricidad hacia el operador, por lo tanto también es indicado para fuegos Clase C. Son los indicados para combatir el fuego en lugares de máximo riesgo, una sola persona puede trasladarlo con facilidad y operarlo con sencillez y seguridad, gracias a su exclusiva válvula de disparo.
- COMPONENTES**
 El cilindro está construido en tubo de acero sin costura conformado en sus extremos. Tratamiento superficial pintado con pintura vítrea con alta resistencia a la intemperie. Válvula de latón cobreado forjado con sistema de accionamiento a robinete y/o gatillo, manija sostén de acero al carbono, dispositivo de seguridad. Tobera dieléctrica de descarga directa en plástico industrial negro liso. Caño de pesca construido en aluminio. Placa de instrucciones de uso y mantenimiento de fácil lectura.
- MANTENIMIENTO**
 El equipo esta presurizado. La garantía de fabricación es de 12 meses. Por su principio de funcionamiento (presión incorporada) son sencillos de mantener y de bajo costo.
- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**
 Rango de temperatura: -20°C a +50°C Presión de trabajo: 10 Mpa
 Presión de ensayo: 25 Mpa
- CERTIFICACIONES**

Embalados individualmente



• APLICACIONES

Industrias y comercios	Viviendas	Transporte	Escuelas y Universidades	Garajes	Vehículos	Equipamiento eléctrico	Motor eléctrico	Aviación
								

CAPACIDAD NOMINAL	3,5 kg	ALTURA	600 mm	TIEMPO DE DESCARGA	9 seg.
PESO CON CARGA	14 kg	ANCHO	250 mm	NORMA IRAM	3509
AGENTE EXTINTOR	Dióxido de carbono	POTENCIAL EXTINTOR	3 B:C	TIPO DE FUEGO	B C
PROFUNDIDAD	140 mm	ALCANCE	1,5 - 3 mts		

Anexo 2: Materiales absorbentes (DENSORB, 2018)



DENSORB®

División de los productos DENSORB en tres ámbitos de aplicación

Los absorbentes DENSORB están optimizados para desempeñar funciones específicas. Elija entre los modelos Universal, Aceite o Especial en función de los líquidos almacenados o empleados. Los distintos colores le ayudan a elegir los materiales adecuados en caso de emergencia.



DENSORB Universal

Absorbe de forma rápida y segura aceites, refrigerantes, lubricantes, disolventes, anti-congelantes, emulsiones de aceite/agua y otros líquidos acuosos, así como ácidos y bases no agresivos.

En caso de emergencia se pueden emplear absorbentes DENSORB Universal en forma de bayetas, rollos, gusanos absorbentes y almohadas.

Reconocerá los absorbentes Universal por su color gris.



DENSORB Aceite

Tienen la propiedad de absorber aceites y repeler el agua. El aceite superficial se absorbe sin recoger nada de agua.

Para su utilización en acuíferos o simple absorción de aceites e hidrocarburos, los DENSORB Aceite se presentan en forma de barreras de contención de aceite, skimmers, bayetas, rollos, gusanos absorbentes y almohadas. También son adecuados en caso de lluvia, ya que no se saturan de agua y permiten la recogida únicamente del aceite derramado.

Los absorbentes para aceite se reconocen por su color blanco.



DENSORB Especial

Deben usarse con ácidos, bases y líquidos agresivos y desconocidos.

Para sustancias agresivas se emplean los absorbentes DENSORB Especial en forma de bayetas, rollos, gusanos absorbentes y almohadas.

Reconocerá los absorbentes Especial por su color amarillo.



**ANEXO M. Manual de Higiene y Seguridad
Industrial para el Área de Tratamiento y
Bodega de Almacenamiento Temporal de
los Residuos y Desechos Químicos
Peligrosos generados en los Laboratorios
Académicos de la EIQA**



**MANUAL DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
PARA EL ÁREA DE TRATAMIENTO Y BODEGA DE
ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE LOS RESIDUOS
Y DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-03
PAGINA: 1 de 13
FECHA: 06/08/19
REVISION: 0

1. TITULO

“Manual de Higiene y Seguridad Industrial para el Área de Tratamiento y Bodega de Almacenamiento Temporal de los Residuos y Desechos Químicos Peligrosos generados en los Laboratorios Académicos de la Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos (EIQIA) de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura (FIA) de la Universidad de El Salvador (UES)”.



**MANUAL DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
PARA EL ÁREA DE TRATAMIENTO Y BODEGA DE
ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE LOS RESIDUOS
Y DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-03
PAGINA: 2 de 13
FECHA: 06/08/19
REVISION: 0

INDICE

1. TITULO	1
2. INTRODUCCIÓN	3
3. JUSTIFICACIÓN.....	3
4. OBJETIVO.....	3
5. ALCANCE	3
6. RESPONSABILIDADES	3
7. DEFINICIONES	4
8. DESCRIPCIÓN.....	5
9. RIESGOS LABORALES.....	5
10. NORMAS GENERALES PARA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS	9
11. INSTALACIÓN, EQUIPOS Y MATERIALES DESCARTABLES	10



**MANUAL DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
PARA EL ÁREA DE TRATAMIENTO Y BODEGA DE
ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE LOS RESIDUOS
Y DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-03
PAGINA: 3 de 13
FECHA: 06/08/19
REVISION: 0

2. INTRODUCCIÓN

El Manual de Higiene y Seguridad Industrial del área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal, es un documento que tiene como propósito aportar a la reducción de riesgos, de accidentes de trabajo, de enfermedades profesionales y de la prevención de cualquiera otra circunstancia que se considere peligrosa para el personal que haga uso de las instalaciones. Su aplicabilidad, también, al ser el área de tratamiento y la bodega de almacenamiento temporal una propuesta puede aplicarse en su mayoría en los laboratorios académicos actuales de la EIQA.

Los riesgos de accidentes están contemplados en el enfoque que da la Ley de Prevención de Riesgos en los lugares de trabajo, según Decreto Legislativo No. 254, así como también, teniendo en consideración lo establecido conceptualmente como Accidente de Trabajo, art. 317, numeral 4º. Código de Trabajo, referido al acto imprevisto que resultare en toda lesión orgánica, perturbación funcional o muerte, que el trabajador sufra a causa, con ocasión, o por motivo del trabajo. Y que le aconteciere, Al trasladarse de su residencia al lugar en que desempeñe su trabajo, o viceversa, en el trayecto, durante el tiempo y por el medio de transporte, razonables.

3. JUSTIFICACIÓN

El presente Manual de Seguridad e Higiene Ocupacional, se elabora y se da a conocer, tomando en consideración el mandato establecido en el Art. 8 de la Ley General de Prevención de Riesgos en los Lugares de Trabajo, el cual determina como una responsabilidad del empleador el de garantizar la participación efectiva de trabajadores y trabajadoras en la elaboración de un Programa de Gestión de Prevención de Riesgos ocupacionales, asignando para ello los recursos necesarios para su ejecución.

4. OBJETIVO

Determinar las normas preventivas de comportamiento e interacción del personal, tendientes a garantizar las condiciones adecuadas de salud, higiene, seguridad, bienestar en el trabajo en las instalaciones de la EIQA, logrando un ambiente laboral desprovisto de riesgos o por lo menos reducidos los mismos, para la salud física de los trabajadores y público en general y evitando la afectación del medio ambiente.

5. ALCANCE

El presente Manual de Seguridad e Higiene Ocupacional, tiene alcance general a todo el personal que hará uso del área de tratamiento y la bodega de almacenamiento temporal, como también en los laboratorios académicos de la EIQA.

6. RESPONSABILIDADES

La Dirección de la EIQA y todas las jefaturas, docentes y personal del área, son responsables de la difusión, implementación, y permanente motivación al personal de la EIQA-FIA-UES



**MANUAL DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
PARA EL ÁREA DE TRATAMIENTO Y BODEGA DE
ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE LOS RESIDUOS
Y DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-03
PAGINA: 4 de 13
FECHA: 06/08/19
REVISION: 0

para lograr un ambiente de trabajo desprovisto o reducido de riesgos laborales, enfermedades profesionales o accidentes de Trabajo.

7. DEFINICIONES

Para los efectos de aplicación e interpretación de este documento, se detallan los términos que son utilizados, y que tienen el significado siguiente:

- a) Accidente de Trabajo: Es un suceso imprevisto en el trabajo, que deriva en lesión(es) al trabajador y/o, provoca alteraciones en la maquinaria, equipo, materiales y productividad.
- b) Acto Inseguro: Es la acción y/o exposición innecesaria del trabajador al riesgo, susceptible de causar accidente.
- c) Autoridad Competente: Es toda autoridad pública revestida de poderes para dictar disposiciones que tengan fuerza de ley con respecto a la seguridad de los centros o lugares de trabajo.
- d) Técnico de laboratorio: personal encargado de disponer adecuadamente de los residuos en los contenedores.
- e) Jefe de laboratorio: personal encargado de realizar y/o supervisar las actividades de control del área con el fin de garantizar el buen uso de las instalaciones. Definirá y revisará los procesos y procedimientos utilizados y coordinará la disposición final de los residuos y desechos generados.
- f) Condición Insegura: Es toda condición física o ausencia de norma, susceptible de causar accidente de trabajo y/o enfermedad profesional.
- g) Contaminación: Es la acción de elementos ajenos al aire o ambiente normal.
- h) Estadística de Seguridad: Es el resultado del análisis y evaluación matemática, de los datos relacionados a los accidentes y enfermedades ocupacionales, útil para investigar, planificar y controlar la actividad de la higiene y seguridad ocupacional.
- i) Inspección: Es una función de naturaleza técnico legal, cuya finalidad es constatar el cumplimiento de las disposiciones y normas vigentes.
- j) Investigación de Accidente: Es la secuencia metodológica que se observa en el estudio de un accidente, desde un período anterior a su acaecimiento hasta el momento en que se hayan determinado exactamente los hechos.
- k) Lesión: Es la disfunción o detrimento corporal causado por un accidente o enfermedad ocupacional.
- l) Lesión Leve: Es aquella que aun siendo necesaria la aplicación de primeros auxilios o atención médica, no hace que el trabajador pierda una jornada de labor o más.
- m) Lesión Grave: Es la que produce una incapacidad laboral que hace perder al funcionario una o más jornadas de trabajo.
- n) Lesión Fatal: Es aquella que produce la muerte.
- o) Lugar o Centro de Trabajo: Es todo sitio y/o instalaciones donde el trabajador desenvuelve sus actividades.
- p) Materia Peligrosa: Es aquella que conlleva un riesgo para las personas, por virtud de su naturaleza, condición o posición.



**MANUAL DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
PARA EL ÁREA DE TRATAMIENTO Y BODEGA DE
ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE LOS RESIDUOS
Y DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-03
PAGINA: 5 de 13
FECHA: 06/08/19
REVISION: 0

- q) Recursos Tangibles: Son los bienes de la Institución, necesarios para la realización de las actividades.
- r) Recursos Intangibles: Se refieren al personal de la Institución, que, con su labor, capacidad, experiencia y compromiso, permiten el funcionamiento de las instalaciones.
- s) Riesgo Ocupacional: Es un estado potencial de origen natural o artificial capaz de producir un accidente de trabajo o enfermedad ocupacional.
- t) Seguridad Ocupacional: Es el conjunto de procedimientos y normas de naturaleza técnica, legal y administrativa, orientado a proteger a los trabajadores de riesgos contra su integridad física y sus consecuencias.
- u) Supervisión: Es una función técnica administrativa cuya finalidad está orientada a la correcta aplicación de las disposiciones, normas y procedimientos.
- v) Trabajador: Es toda persona que presta servicios a un empleador por un sueldo, salario u otra remuneración, mediante retribución o sin ella (ISDEM, 2012).

8. DESCRIPCIÓN

La Escuela de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de El Salvador (EIQIA-FIA-UES), es la primera instancia de interés en el adecuado tratamiento, seguridad, comportamiento y calidad de su personal. A continuación, se pasan a detallar algunos de los principales riesgos ocupacionales en los cuales, se deben de atender con prioridad a fin de evitar todo tipo de riesgos laborales, enfermedades profesionales y accidentes de trabajo.

9. RIESGOS LABORALES

Las actividades que se realizan en los laboratorios académicos así como los que realizará en el área de tratamiento y bodega de almacenamiento temporal, pueden generar diversos factores de riesgo concernientes a la higiene, seguridad ocupacional y bienestar del personal, aspectos sobre los cuales se deben aplicar medidas que disminuyan los posibles daños a la salud, riesgos laborales, accidentes laborales, enfermedades profesionales y accidentes de trabajo, o porque no hasta daño ecológico o pérdida económica.

Para cualquiera de las circunstancias presentadas en este Manual, deben contar con botiquín de primeros auxilios actualizado y adecuadamente equipado. Asimismo, debe de contarse con los dispositivos y equipos de seguridad y prevención de siniestros y capacitar a todo el personal en el uso de los mismos.

Han sido identificados los tipos de riesgo principales en las instalaciones, los cuales a continuación se definen y se mencionan las medidas de prevención y control para cada caso:



**MANUAL DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
PARA EL ÁREA DE TRATAMIENTO Y BODEGA DE
ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE LOS RESIDUOS
Y DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-03
PAGINA: 6 de 13
FECHA: 06/08/19
REVISION: 0

9.1 Incendio

Un incendio, implica una situación de riesgo masivo, tanto para las personas, como para las instalaciones, implicando un conjunto de medidas necesarias no solo para evitar el inicio del mismo, sino también para controlarlo y eliminar su propagación.

Medidas de prevención

- a) Capacitar el personal en medidas de prevención y control de incendios.
- b) Prohibir el encendido de cigarrillos o fósforos en instalaciones de la EIQIA, sobre todo en áreas de riesgo.
- c) Eliminar periódicamente los residuos de basureros o áreas de trabajo.
- d) Los residuos y desechos almacenados en espacios cubiertos no deben estar apilados hasta una distancia menor de 1 metro de los techos del almacén o bodega.
- e) Las válvulas, interruptores, cajas de fusibles, tomas de agua, etc., deben quedar visibles, libres de obstáculos y debidamente señalizados.
- f) De acuerdo a las características de cada recinto, todas las áreas de trabajo y bodegas de almacenamiento temporal deben contar con un número suficiente de extintores de incendios, preferentemente de color rojo, y al menos 1 (uno) en cada área de trabajo y bodega.
- g) Efectuar revisión y control de mantenimiento continuo a los extintores.

Acciones en caso de incendio

- a) Mantener la calma y llamar a la Unidad de Bomberos y a centros Hospitalarios cercanos requiriendo el envío de ambulancias.
- b) Prestar primeros auxilios a la/s persona/s lesionada/s y luego en virtud de la gravedad de la lesión derivar a un centro médico para su atención.
- c) Asegurar la evacuación de las personas.
- d) Intentar extinguir el fuego con los extintores correspondientes.
- e) Intentar evitar que el fuego se propague hacia las áreas tóxicas o Peligrosas.
- f) Identificar la salida de emergencia y abrir las puertas de salida.

(ISDEM, 2012)

9.2 Superficies peligrosas

Son situaciones de riesgo derivadas de superficies resbalosas, huecos no cubiertos, cables eléctricos sin proteger, obstáculos, inclinaciones u otras, que pueden afectar a personas que realizan alguna actividad en cualquiera de los laboratorios académicos de la EIQIA.

Medidas de prevención

Mantener las áreas de circulación libres de humedad, grasas, aceites o arena, o en su defecto poner letreros de prevención de riesgo. Las gradas de acceso a pisos de los edificios deben de tener cinta antideslizante adherida a la orilla de las mismas.



**MANUAL DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
PARA EL ÁREA DE TRATAMIENTO Y BODEGA DE
ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE LOS RESIDUOS
Y DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-03
PAGINA: 7 de 13
FECHA: 06/08/19
REVISION: 0

Acciones en caso de accidente

Producido un accidente, establecer de inmediato un área de seguridad en el perímetro de la escena, Para el caso de las víctimas verificar la gravedad del mismo, evitando movimientos innecesarios al accidentado y prestar los primeros auxilios correspondientes. Luego en virtud de la gravedad de la lesión derivar a un centro médico para su atención.

(ISDEM, 2012).

9.3 Almacenamiento de sustancias peligrosas

El almacenamiento y manipuleo de sustancias químicas, puede producir riesgos y daños a la salud, debiendo gestionar su almacenamiento en un lugar especialmente destinado para este tipo de productos.

Medidas de prevención

- a) Verificar las etiquetas y sus características de peligrosidad, para determinar su modalidad de almacenamiento y manipuleo de los productos.
- b) Manipular las cargas tóxicas, obligatoriamente con guantes.
- c) No comer, beber ni fumar en las áreas de almacenamiento o manipuleo de productos tóxicos.
- d) Los productos químicos derramados tienen que ser limpiados inmediatamente.

Acciones en caso de accidente

- a) Aplicar inmediatamente primeros auxilios al lesionado luego derivar a un centro de asistencia médica.
- b) Identificar el producto que causó el accidente y su estado de Almacenamiento.

(ISDEM, 2012).

9.4 Sismos

El territorio nacional, se ubica dentro de lo que se conoce como la tectónica integral de placas, en una región que forma parte del llamado cinturón de fuego del Pacífico en un área donde está el límite de la Sub. Placa Cocos por la zona del Pacífico y la Sub. Placa Caribe por la región que lleva el mismo nombre. Por tal razón, esta parte de istmo, está expuesta a una intensa actividad sísmica.

Medidas de prevención

- a) Evaluar la calidad de las edificaciones, esto con el fin de tomar medidas para reforzarlos en caso de que sea necesario.
- b) Debe asegurarse de conocer si las edificaciones se construyen tomando en consideración la resistencia ante un sismo de magnitud importante.
- c) Determinar cuáles son los sitios más seguros, para utilizarlos como sitios de protección cuando ocurra un sismo fuerte.



**MANUAL DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
PARA EL ÁREA DE TRATAMIENTO Y BODEGA DE
ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE LOS RESIDUOS
Y DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-03
PAGINA: 8 de 13
FECHA: 06/08/19
REVISION: 0

- d) Reubicar objetos pesados que se encuentren en partes altas para evitar que restos caigan durante un temblor. Es recomendable asegurar las estanterías, de esta manera se disminuye el riesgo por daños personales y económicos. También se deben asegurar correctamente los aparatos de aire acondicionado, o colocarlos en planta baja.
- e) Desarrollar planes de contingencia que indiquen cómo actuar durante un sismo.
- f) Estos planes deben de incluir la ubicación de aquellos sitios más seguros de la casa o edificios, así como las salidas de emergencias disponibles. Se debe establecer además los procedimientos para realizar una evacuación segura y ordenada posterior a la ocurrencia de un temblor fuerte. Estos planes deben ser conocidos por todas las personas que permanecen frecuentemente en la vivienda o edificio y ponerse a prueba mediante simulacros.
- g) Establecer mapas de zonificación sísmica;
- h) Mantener siempre un botiquín de primeros auxilios.

Acciones en caso de sismos

A continuación, se dan algunas medidas de seguridad que deberán observarse al encontrarse ante un sismo:

- a) Conserve la calma.
- b) Apague y elimine inmediatamente cualquier fuente de incendio.
- c) Aléjese de vidrios, lámparas, muebles y todo lo que pueda caer.
- d) Atienda las indicaciones del personal que coordina la evacuación.
- e) Aléjese de cosas y equipo que maneje altas temperaturas.
- f) No busque refugio cerca de paredes.
- g) Ubíquese en zonas de seguridad.
- h) Evite el uso de escaleras y elevadores.
- i) Busque la salida de emergencia, más cercana, cerciorándose que es seguro salir.

(ISDEM, 2012).

9.5 Señalización

Una de las formas básicas de prevención del riesgo, debe contar con una señalización clara al interior de la empresa, compuesta de letreros visibles y mensajes preventivos y señalización de áreas comprensibles.

- a) Rojo: Identificación de peligro, implementos contra incendio o alarma.
- b) Amarillo: Identifica y advierte respecto a cualquier riesgo.
- c) Azul: Es una señal de obligación, tanto de cumplimiento como de uso.
- d) Verde: Identifica señales de auxilio, salvamento o salidas (ISDEM, 2012).



**MANUAL DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
PARA EL ÁREA DE TRATAMIENTO Y BODEGA DE
ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE LOS RESIDUOS
Y DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-03
PAGINA: 9 de 13
FECHA: 06/08/19
REVISION: 0

9.6 Derrames de líquidos o sólidos

En general, en caso de vertido o derrame:

- i. Actuar rápidamente.
- ii. Evitar la evaporación del producto.
- iii. Utilizar equipo de protección individual adecuado.
- iv. MÉTODO DE RECOGIDA 1 (Panreac Química S.A., 2006):
 - a) En función de las características del producto. Se recomienda la utilización del Absorbente general Panreac Código: 212520
- v. METODO DE RECOGIDA 2 (Armour, 2003):
 - a) Preparar una mezcla 1:1:1 en peso de carbonato de sodio, bentonita de calcio y arena.
 - b) En un contenedor y paquete apropiado coloque la solución y la mezcla hasta que la solución permanezca cubierta.
 - c) Etiquete, almacene y disponga para su eliminación mediante incineración.
- vi. Ventilar el área/ Poner en marcha todos los sistemas de extracción (incluidas las vitrinas con las pantallas abiertas).
- vii. No permitir la entrada al área hasta que los valores límites ambientales de contaminante estén por debajo del umbral permitido (acordonarlo o señalizarlo de manera conveniente).

Consideraciones adicionales en caso de derrames:

- a) **Vertidos de líquidos inflamables:** No emplear nunca serrín. Cerrar aparatos con llama y eliminar focos de ignición.
- b) **Ácidos:** Neutralizar con bicarbonato sódico. Lavar a continuación la superficie con abundante agua y jabón.
- c) **Bases:** Neutralizar con ácido diluido. Lavar a continuación la superficie con abundante agua y jabón.
- d) **Mercurio:** Se puede absorber mediante el Kit para Recogida de Mercurio comercializado por Panreac (Código: 175677.1122).

(Panreac Química S.A., 2006).

10. NORMAS GENERALES PARA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS

El manejo inadecuado de todo producto químico puede incurrir en problemas graves, es por ello que en el almacenamiento de los residuos y desechos es necesario tener en cuenta determinadas precauciones y medidas de seguridad como las que se muestran a continuación (Carrera E. G., 1991):

- I. Siempre debe evitarse el contacto directo con los residuos, utilizando los equipos de protección individual, adecuados a sus características de peligrosidad. Esto es



**MANUAL DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
PARA EL ÁREA DE TRATAMIENTO Y BODEGA DE
ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE LOS RESIDUOS
Y DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-03
PAGINA: 10 de 13
FECHA: 06/08/19
REVISION: 0

- 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.
- II. Todos los residuos deberán considerarse peligrosos, asumiendo el máximo nivel de protección en caso de desconocer sus propiedades y características.
 - III. 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.
 - IV. No se deben manipular residuos en solitario.
 - V. Utilizar el tipo de envase adecuado para almacenar el residuo.
 - VI. Para los residuos líquidos, no se emplearán envases mayores de 30 litros, para facilitar su manipulación y evitar riesgos innecesarios.
 - VII. El transporte de envases de 30 litros o más, se realizará en carretillas para evitar riesgos de caída y derrame.
 - VIII. 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.
 - IX. 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.
 - X. 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.
 - XI. Dentro del área, los envases en uso no se dejarán en zonas de paso o lugares que puedan generar tropiezos.

11. INSTALACIÓN, EQUIPOS Y MATERIALES DESCARTABLES

Para todo tipo de instalación, equipos y otros materiales se hace necesario:

- a) Revisiones periódicas. Su mantenimiento preventivo de las instalaciones y equipos.
- b) No dejar nunca aparatos en funcionamiento, sin vigilancia. En ningún caso dejar en marcha procesos con productos muy inflamables, explosivos o muy tóxicos.

A continuación, se presentan los riesgos que conllevan y las medidas para su control:



**MANUAL DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
PARA EL ÁREA DE TRATAMIENTO Y BODEGA DE
ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE LOS RESIDUOS
Y DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-03
PAGINA: 11 de 13
FECHA: 06/08/19
REVISION: 0

11.1 Ventilación

Permite la dilución y evacuación de contaminantes. Factores a controlar: temperatura, índice de ventilación y humedad del aire.

Riesgos Asociados

- i. Contaminación ambiental.
- ii. Olores.
- iii. Concentraciones ambientales elevadas (debido a: manipulaciones de productos muy tóxicos y/o muy volátiles, fugas de gases, derrames y vertidos).

Medidas de control de riesgos

- i. Ventilación del área independiente.
- ii. Ventilación en depresión respecto a zonas anexas.
- iii. Valores de temperatura y humedad adecuados.
- iv. Circulación del aire del lugar menos contaminado al más contaminado.
- v. Extracciones localizadas.
- vi. Vitrinas de laboratorio.
- vii. Ventilaciones de emergencia.
- viii. Mantenimiento preventivo de todos estos elementos (por ejemplo, en el caso de las vitrinas: comprobación de su caudal de aspiración, velocidad de captación, estado general).

11.2 Aparatos con llama

Riesgos asociados

- i. Incendio
- ii. Explosión

Medidas de control de riesgos

- i. Mantenimiento adecuado de la instalación de gas.
- ii. Suprimir la llama o la sustancia inflamable: aislarla o ventilar lo suficiente para no alcanzar el límite inferior de inflamabilidad.
- iii. Utilizar equipos con dispositivo de seguridad que permita la interrupción inmediata del aporte de gases en caso necesario.

11.3 Baños calientes

Riesgos asociados

- i. Quemaduras térmicas.
- ii. Rotura de recipientes de vidrio.
- iii. Derrames.
- iv. Generación de calor y humedad ambiental (baños de agua).
- v. Emisión de humos (baños de aceite).
- vi. Contacto eléctrico indirecto por deterioro del material.



**MANUAL DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
PARA EL ÁREA DE TRATAMIENTO Y BODEGA DE
ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE LOS RESIDUOS
Y DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-03
PAGINA: 12 de 13
FECHA: 06/08/19
REVISION: 0

Medidas de control de riesgos

- i. Mantenimiento preventivo con revisiones periódicas.
- ii. No llenar completamente el baño hasta el borde.
- iii. Utilizar soportes para mejorar la estabilidad.
- iv. Utilizar vidrio tipo Pirex (no introducir vidrio convencional en los baños).
- v. Limitar la temperatura de los baños (usar termostato).
- vi. En caso de emisión de humos y uso frecuente, disponer de extracción localizada.

11.4 Baños fríos

Riesgos asociados

- i. Quemaduras por frío.
- ii. Desprendimiento de vapores.
- iii. Incendio, explosión o emisión de sustancias tóxicas (en caso de que no funcionen y se estén controlando reacciones exotérmicas).

Medidas de control de riesgos

- i. Utilizar guantes protectores si se han de introducir las manos en el baño frío o se ha de manipular hielo seco (usar pinzas).
- ii. Introducir los recipientes en el baño frío de forma lenta.

11.5 Material de vidrio

Riesgos asociados

- a) Cortes o heridas debidos a:
 - i. La rotura del material de vidrio a causa de:
 - a) Su fragilidad mecánica
 - b) su fragilidad térmica/ cambios bruscos de temperatura
 - c) presión interna
 - ii. La apertura de:
 - a) llaves de paso
 - b) frascos con tapón esmerilado
 - c) ampollas selladas
 - d) conectores obturados
 - iii. Explosión/incendio debido a:
 - a) Trabajos a presión
 - b) Trabajos al vacío
 - iv. En el caso de pipetas:
 - a) Contacto de un líquido toxico o corrosivo
 - b) Ingestión de un líquido toxico o corrosivo

Medidas de control de riesgos

- a) Desechar material que haya sufrido golpes, aunque a simple vista no se perciban fracturas.



**MANUAL DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
PARA EL ÁREA DE TRATAMIENTO Y BODEGA DE
ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE LOS RESIDUOS
Y DESECHOS QUÍMICOS PELIGROSOS**

CÓDIGO: PLAN-RYD-03
PAGINA: 13 de 13
FECHA: 06/08/19
REVISION: 0

- b) Examen previo al uso del material (desechar cualquier pieza que presente algún defecto, por pequeño que sea).
- c) Los montajes de material de vidrio han de realizarse con sumo cuidado, evitar que queden tensionados (usar soportes y abrazaderas adecuados) y fijar todas las piezas adecuadamente.
- d) No calentar directamente el vidrio a la llama; interponer un material capaz para la difusión del calor (una rejilla metálica).
- e) Introducir progresiva y lentamente los balones de vidrio en los baños calientes.
- f) Para secar los balones usar aire comprimido a baja presión (0,1 bar).
- g) Utilizar silicona entre las superficies de vidrio (para evitar que las piezas queden atascadas).
- h) Usar tapones de plástico (siempre que se pueda).
- i) Pipetas
 - a) Prohibido pipetear con la boca.
 - b) Usar siempre:
 - i. Guantes adecuados al producto manipulado.
 - ii. Pera de seguridad que se adapte bien a las pipetas.
 - iii. En algunos casos puede ser útil: utilizar un dispensador automático de manera permanente.

11.6 Otros aparatos

El área de tratamiento utiliza una variedad de equipos a continuación se listan algunos fuera de las clasificaciones anteriores:

- a) Balanza
- b) Medidor de pH
- c) espectrofotómetro UV-visible e infrarrojo
- d) agitadores

Riesgos asociados

- a) Contacto eléctrico.
- b) Quemadura térmica (si hay zonas calientes).
- c) Formación de ozono cuando se utilizan lámparas o radiaciones a determinadas longitudes de onda, etc.

Medidas de control de riesgos

- a) Instalación adecuada.
- b) Mantenimiento preventivo.
- c) Procedimientos Normalizados de Trabajo, en el que se indiquen las instrucciones de seguridad adecuadas.

ANEXO N. Propuesta de formato para el control interno de entrada y salida de los residuos y desechos de la bodega de almacenamiento temporal

**EIQIA-FIA-UES
CONTROL DE RESIDUOS Y DESECHOS QUIMICOS PELIGROSOS BODEGA DE ALMACENAMIENTO
TEMPORAL**

INGRESO RESIDUO Y/O DESECHO

CODIGO	FECHA	NOMBRE	TIPO DE RECIPIENTE	CANTIDAD	GENERADOR INTERNO	RESPONSABLE	OBSERVACIONES

**EIQIA-FIA-UES
CONTROL DE RESIDUOS Y DESECHOS QUIMICOS PELIGROSOS BODEGA DE ALMACENAMIENTO
TEMPORAL**

SALIDA RESIDUO Y/O DESECHO

CODIGO	FECHA	EMPRESA DISPOSICION FINAL	RESPONSABLE	FIRMA	OBSERVACIONES

**ANEXO O. Listado de sitios autorizados
para la eliminación y disposición final de
desechos peligrosos**

Tabla O.1 Listado de sitios autorizados para la eliminación y disposición final de desechos peligrosos

NOMBRE	PERMISO AMBIENTAL	RESIDUOS Y DESECHOS AUTORIZADOS	DIRECCION	TELEFONOS
<p>Geocycle El Salvador, S.A. de C.V. - Holcim El Salvador, S.A. de C.V.</p>	<p>Manejo, caracterización y pre-tratamiento de residuos y desechos peligrosos, así como para la destrucción de residuos y desechos en el co-procesamiento en sus hornos cementeros.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Llantas 2. Aceites minerales, vegetales y sintéticos 3. Lodos de fondos de tanques 4. Desechos de plantas de tratamiento 5. Lodos de procesos químicos 6. Lodos de perforaciones 7. Aguas contaminadas 8. Residuos de destilación 9. Lodos industriales (Industria Química, de pinturas, papel, otros) 10. Solventes e hidrocarburos 11. Plásticos (contaminados y no contaminados) 12. Medicinas vencidas 13. Textiles 14. Suelos, arenas, polvos, arcillas y tierras contaminadas 15. Tierras diatomáceas, emulsiones, bitúmenes, hullas, ceras. 16. Materiales caducos y/o fuera de especificación 17. Químicos de origen industrial o farmacéutico 18. Pesticidas 19. Desechos con PCB[^]s 20. Biomásas, papel, cartón 21. Desechos sólidos Municipales previamente clasificados 	<p>Av. El Espino y Blvd. Sur, Madre Selva, Antiguo Cuscatlan, La Libertad.</p>	<p>(503) 2316-8040 y 2316-8045</p>

Tabla O.1 Listado de sitios autorizados para la eliminación y disposición final de desechos peligrosos

NOMBRE	PERMISO AMBIENTAL	RESIDUOS Y DESECHOS AUTORIZADOS	DIRECCION	TELEFONOS
<p>Manejo Integral de Desechos Sólidos, Sociedad por acciones de Economía Mixta y de Capital Variable (MIDES, S.E.M. de C.V.),</p>	<p>Tratamiento y disposición final en celdas de confinamiento de algunos medicamentos vencidos</p>	<p>Listado de medicamentos descartados autorizados: 1-Vitaminas, minerales y suplementos nutricionales; 2-Corticosteroides y hormonas: undecilinato de boldenona, clostebol, estradiol etinil, etisterona, progesterona; 3-Analgésicos y antiinflamatorios: fuertes (dextropropoxifeno) y débiles; 4-Antibióticos y quimioterapéuticos: cloranfenicol y derivados, penicilinas y cefalosporinas, tetraciclinas y oxitetraciclinas, fusidato sódico, sulfonamida, rifampicina, ansamicinas, polienicos, macrólidos, aminoglucósidos, quinolona, polipeptidicos, lincomicina; 5-Amebicidas, protozoarios, antimicóticos: metronidazol, mebendazol, albendazol, levamizol, ketoconazol, nitazoxanida, senicdazol, clotrimazol; 6-Sueros inmunes, vacunas, toxoides, antitoxinas, antivenenos y antivirales: toxoide tetánico, antidifteria, anti rabia, suero antiofídico, oseltamivir (tamiflu), furantadina amantadina, aciclovir; 7-Antiácidos y antiulcerosos: omeprazol, lanzoprazol, subsalicilato de bismuto; 8-Psicotrópicos, narcóticos controlados, antihistamínicos, mucolítico, antitusivos: bromazepan, morfina, pseudofedrina, ansiolíticos o tranquilizantes, barbitúricos, opiáceos, diazepam, clorfeniramina maleato, loratadina, bromhexina, guaifenesina; 9-Anestésicos: lidocaína (controlada); 10-Productos naturales de origen vegetal y animal: ginseng, ginko, lecitina, medicinas naturales, paclitaxel, docetaxel, actinomicina. Dicho permiso no incluye desechos de químicos de laboratorio y pesticidas.</p>	<p>Kilómetro 23.5 carretera a Quezaltepeque, calle La Bomba, Cantón Camotepec, municipio de Nejapa, departamento de San Salvador</p>	<p>(503) 2264-1477</p>

**ANEXO P. Formularios ambientales:
almacenamiento y transporte de materiales
peligrosos**



Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Dirección General de Evaluación y Cumplimiento Ambiental
Formulario Ambiental: Transporte de materiales peligrosos

A.-INFORMACION GENERAL

I. DEL TITULAR. PERSONA JURIDICA

Nombre del titular, según como se establece en la escritura pública de constitución de la persona jurídica:

Y que se podrá abreviar _____

(*) Nombre del representante legal, según credencial de junta directiva vigente o acuerdo de Nombramiento _____

(*) N° documento único de identidad (DUI) del representante legal _____

(*)Nombre del apoderado de la persona jurídica según poder (de ser procedente)

(*) N° de NIT de la persona jurídica _____

Domicilio principal de la persona jurídica: calle/avenida: _____ N° _____

Colonia _____ Municipio _____ Departamento _____

(*) Debe anexar copia de la documentación legal.

II. DEL TITULAR. PERSONA NATURAL

Nombre del titular:

(**)N° documento único de identidad (DUI.) _____

(*) N° de NIT de la persona natural _____

(*) Nombre del apoderado de la persona natural según poder (de ser procedente)

Domicilio principal de la persona natural: calle/avenida _____ N° _____

Colonia _____ Municipio _____ Departamento _____

(**)Debe anexar copia de la documentación legal.

III. PARA COMUNICACIONES Y/O NOTIFICACIONES. PROPORCIONAR LA INFORMACIÓN SIGUIENTE:

Teléfono fijo no.: _____ Teléfono móvil no.:

Fax N°: _____ Correo electrónico:

IV. DECLARACION JURADA

yo _____ en calidad de titular del proyecto, declaro bajo juramento la veracidad de la información detallada en el presente y la documentación anexa, cumpliendo con los requisitos de ley exigidos; asimismo, me comprometo a informar al marn, si cambiare los datos de los medios señalados para recibir comunicaciones y/o notificaciones, de todo lo anterior asumo la responsabilidad que establece el código penal para el delito de perjurio y falso testimonio.

Lugar y fecha _____

Nombre del titular y/o Representante Legal

Firma del titular y/o Representante Legal



V. - MATERIALES (SUSTANCIAS, RESIDUOS O DESECHOS) PELIGROSOS PARA LOS QUE SOLICITA AUTORIZACIÓN AMBIENTAL DE TRANSPORTE. Deberá indicarse el nombre, la cantidad a transportar y las características corrosivas, reactivas, radioactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico infecciosos del material.

Nombre Comercial	Número CAS/ONU	Tipo de material		
		S	R	D

Condición o periodo para el que se solicita el Permiso Ambiental de transporte:

Un año

Seis meses

Si el material tiene un único destinatario indicar:
Lugar de destino de los materiales transportados:
Lugar de origen de los materiales transportados:
Cantidad de material a transportar:

5. Número total de unidades de transporte para los que solicita autorización: _____

6. Listado y especificaciones de vehículos y/o contenedores a ser utilizados:

Material a Transportar	Placa	Clase de vehículo	Capacidad	Numero de motor	Numero de chasis

Nota: Incorporar copia de la tarjeta de circulación de cada unidad (vehículo o contenedor)

7. Información del conductor de cada unidad de transporte:

Nombre	Número de DUI	Número de Licencia de conducir

Nota: Incorporar copia del DUI y licencia de conducir

A.-INFORMACION GENERAL

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Dirección General de Evaluación y Cumplimiento Ambiental
Formulario Ambiental: almacenamiento de materiales peligrosos

I. DEL TITULAR. PERSONA JURIDICA

Nombre del Titular, según como se establece en la Escritura Pública de Constitución de la Persona Jurídica:

Y que se podrá abreviar

(*) Nombre del Representante Legal, según Credencial de Junta Directiva Vigente o Acuerdo de Nombramiento:

(*) N° Documento Único de Identidad (D.U.I.) del Representante Legal:

(*) Nombre del Apoderado de la Persona Jurídica según Poder (de ser procedente)

(*) N° de N.I.T. de la Persona Jurídica:

Domicilio principal de la Persona Jurídica: Calle/Avenida: _____ N°

Colonia _____ Municipio _____

Departamento _____

(*) Debe anexar copia de la documentación legal.

II. DEL TITULAR. PERSONA NATURAL

Nombre del Titular:

(**) N° Documento Único de Identidad (D.U.I.)

(*) N° de N.I.T. de la Persona Natural:

(*) Nombre del apoderado de la Persona Natural, según Poder (De ser procedente)

Domicilio principal de la Persona Natural: Calle/Avenida _____

N° _____

Colonia _____ Municipio _____ Departamento

(**) Debe anexar copia de la documentación legal.

III. PARA COMUNICACIONES Y/O NOTIFICACIONES, PROPORCIONAR LA SIGUIENTE INFORMACIÓN:

Teléfono fijo No.: _____ Teléfono móvil No.:

Sustancias

Residuos

Desechos

Fax No.: _____ Correo electrónico:

IV. DECLARACION JURADA

Yo _____ en calidad de titular del proyecto, DECLARO BAJO JURAMENTO la veracidad de la información detallada en el presente y la documentación anexa, cumpliendo con los requisitos de ley exigidos; asimismo, me comprometo a informar al MARN, si cambiare los datos de los medios señalados para recibir comunicaciones y/o notificaciones, de todo lo anterior asumo la responsabilidad que establece el Código Penal para el delito de perjurio y falso testimonio.

Lugar y fecha

Nombre del titular y/o Representante Legal

Firma del titular y/o Representante Legal

V. INDIQUE EL TIPO DE MATERIALES PARA LOS QUE SOLICITA PERMISO AMBIENTAL:

RESUMEN: Incluir las razones por las que se procede al almacenamiento de los materiales peligrosos.

A. IDENTIFICACION Y UBICACIÓN DEL SITIO DE ALMACENAMIENTO

1. NOMBRE DE LA ACTIVIDAD, OBRA O PROYECTO:

B. DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE ALMACENAMIENTO

2. AMBITO DE ACCION: Urbano Rural

3. UBICACIÓN FISICA: Se deberá anexar plano o croquis, original o fotocopia legible, señalando claramente la ubicación del área donde se pretenden almacenar los materiales peligrosos

Dirección Calle: _____ Cantón:

Municipio: _____ Departamento:

Coordenadas geográficas del sitio:

4. COLINDANTES DEL SITIO DE ALMACENAMIENTO Y ACTIVIDADES QUE DESARROLLAN:

Rumbo	Actividad	Distancia (m)
Norte		
Sur		
Oriente		
Poniente		

5. ACCESO AL SITIO DE ALMACENAMIENTO: Distancia en kilómetros desde la carretera más cercana.

Por carretera asfaltada Por camino de tierra Requiere apertura de camino Permanente

Temporal Otros. Especifique:

MATERIALES PELIGROSOS. Deberá indicarse el nombre, la cantidad a almacenar y las características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o radiactivas del material. Marcar: Sustancia [S]; Residuo [R]; Desecho[S];

NOMBRE	CANTIDAD	Tipo de envase	Tipo de Material			CARACTERISTICAS CRETIB
			S	R	D	

B. ASPECTOS DEL MEDIO FISICO, BIOLOGICO, SOCIAL, ECONOMICO Y CULTURAL DEL SITIO DE ALMACENAMIENTO.

Definir las características ambientales básicas del área a ser ocupada por el proyecto y de su área de influencia. Como límite mínimo del área de influencia se establece un radio de 100 metros alrededor de los linderos del área del proyecto.

6. AREA: Total del terreno: _____ Ha. _____ M². Ocupada por el proyecto: _____ Ha.
_____ M²

C. POSIBLES ACCIDENTES Y/O CONTINGENCIAS. INCLUIR PLAN DE CONTINGENCIAS

Notas:

- La presente no tiene validez sin nombres y firmas; y sello si es persona jurídica.

El Formulario Ambiental debe ser llenado con la información en forma completa y en donde la información solicitada no

aplica a la actividad, obra o proyecto, favor indicar con la abreviación "n/a"