



Propuesta de plan de manejo de residuos peligrosos generados en la Universidad del Mar, campus Puerto Ángel.

Elaboró: M. C. Cervando Sánchez Muñoz

Revisó:

M. C. M. Rocío Gutiérrez Ortiz

Dra. M. Rosario Enríquez Rosado

Puerto Ángel, 25 de septiembre de 2014

Índice

1. Introducción	1
2. Universidad del Mar	3
3. Objetivos	6
4. Clasificación de los residuos peligrosos	6
5. Normatividad aplicable.....	7
6. Diagnóstico de la situación actual.....	9
6.1 <i>Residuos peligrosos generados en la Universidad del Mar, campus Puerto Ángel.</i>	9
7. Manejo de los Residuos Peligrosos en la Universidad del Mar, campus Puerto Ángel	16
7.1 <i>Descripción de las actividades en la UMAR campus Puerto Ángel.....</i>	16
7.2 <i>Definición del comité responsable de la ejecución del plan y del personal encargado de operarlo.....</i>	18
7.3 <i>Identificación, clasificación y segregación de los Residuos Peligrosos.....</i>	18
7.4 <i>Procedimientos internos para etiquetar, recoger, transportar y almacenar temporalmente los RP.....</i>	22
7.4.1 <i>Etiquetas</i>	25
7.4.2 <i>Recolección y transporte de RP desde el laboratorio hasta el almacén temporal de residuos</i>	27
7.5 <i>Definición del equipo de protección personal y rutas que deberán emplearse para el manejo interno de los RP.....</i>	28
7.6 <i>Tratamiento o minimización de residuos.</i>	31
7.7 <i>Transporte y disposición final</i>	32
7.8 <i>Hojas de datos de seguridad.....</i>	33
7.9 <i>Capacitación de usuarios y personal que labora en los laboratorios.</i>	33
7.10 <i>Sistema de registro de los RP.</i>	34
Referencias	36
Anexos.....	40
<i>Anexo 1 Cuestionario.....</i>	40
<i>Anexo 2. Formatos.....</i>	43
<i>Anexo 3. Bitácora de registro de RP en el almacén de residuos.</i>	47

Anexo 4. Cursos impartidos	48
----------------------------------	----

Índice de figuras

Figura 1. Gestión de las sustancias químicas y los materiales peligrosos a lo largo de su ciclo de vida (SEMARNAT, 2014)	2
Figura 2. Instrumentos para la gestión de las sustancias y materiales peligrosos (INE, 2014).....	2
Figura 3. Localización de las instalaciones en la UMAR, campus Puerto Ángel.....	5
Figura 4. Aportación porcentual de Residuos Peligrosos en estado líquido por laboratorio	15
Figura 5. Aportación porcentual de Residuos Peligrosos en estado sólido por laboratorio	16
Figura 6. Diagrama de flujo simplificado de las fuentes de generación de RP	17
Figura 7. Manejo de los Residuos Peligrosos	24
Figura 8. Rombo para identificar la peligrosidad del residuo (NOM-018-STPS-2000).....	26
Figura 9. Etiquetado de los contenedores (Alcántara Garduño & Sánchez Muñoz, 2013)	27
Figura 10. Mapa de las rutas de transporte interno de RP y entrega de RP a empresa para disposición final.....	30
Figura 11. Ubicación del impacto de las acciones propuestas en el diagrama de flujo de las actividades que se desarrollan en la Universidad.	32

Índice de tablas

Tabla 1. Instalaciones de la UMAR, campus Puerto Ángel	4
Tabla 2. Códigos de peligrosidad de los residuos peligrosos (NOM-052-SEMARNAT-2005).....	6
Tabla 3. Normatividad aplicable en materia de residuos peligrosos	7
Tabla 4. Normatividad laboral aplicable en materia de residuos peligrosos	8
Tabla 5. Laboratorios (Alcántara Garduño & Sánchez Muñoz, 2013).....	11
Tabla 6. Volúmenes de residuos en estado líquido generados y almacenados en laboratorios (a mayo de 2013) (Alcántara Garduño & Sánchez Muñoz, 2013)	12
Tabla 7. Volúmenes y aportación porcentual de residuos líquidos generados y localizados en el almacén de residuos peligrosos (Alcántara Garduño & Sánchez Muñoz, 2013)	13
Tabla 8. Volúmenes y aportación porcentual de residuos líquidos generados y localizados en la UMAR-Puerto Ángel (Alcántara Garduño & Sánchez Muñoz, 2013).....	14
Tabla 9. Claves asignadas a los grupos de residuos (Alcántara Garduño & Sánchez Muñoz, 2013)	15
Tabla 10. Cursos impartidos en materia de residuos peligrosos	34

1. Introducción

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) establece que un residuo es todo aquel material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final. Algunos de los materiales que se consideran inicialmente un residuo presentan un valor económico y pueden ser valorizados a través del reuso, reciclado o recuperación de materiales secundarios.

Durante las actividades de docencia, investigación y servicios que proporcionan las instituciones de educación superior se generan residuos peligrosos (RP) que deben ser tratados y dispuestos de forma correcta para reducir el impacto en la salud y el ambiente. Las cantidades varían dependiendo de la infraestructura, recursos materiales y humanos disponibles y por la cantidad y calidad de la población estudiantil, sobre todo en aquellas donde se imparten licenciaturas orientadas a las ciencias biológicas, químicas, físicas e ingeniería (Cortinas de Nava & Mosler García, 2002).

El manejo de los residuos peligrosos en México es una atribución de competencia federal, correspondiendo a la SEMARNAT la regulación y control de este tipo de residuos en los Estados del país y el Distrito Federal.

De acuerdo a la normatividad mexicana vigente (LGEEPA, 1998), la responsabilidad de la gestión de las sustancias químicas, particularmente de las que son peligrosas, se extiende a lo largo de su ciclo de vida integral a fin de reducir sus riesgos a la salud y al ambiente, a través de medidas que minimicen su liberación no intencional al ambiente y exposiciones que puedan ocasionar efectos adversos, particularmente en grupos vulnerables (como niños y mujeres embarazadas); dicha responsabilidad corresponde –de manera diferenciada- a quienes las producen, importan, distribuyen y comercializan, así como a quienes las consumen (Figura 1).

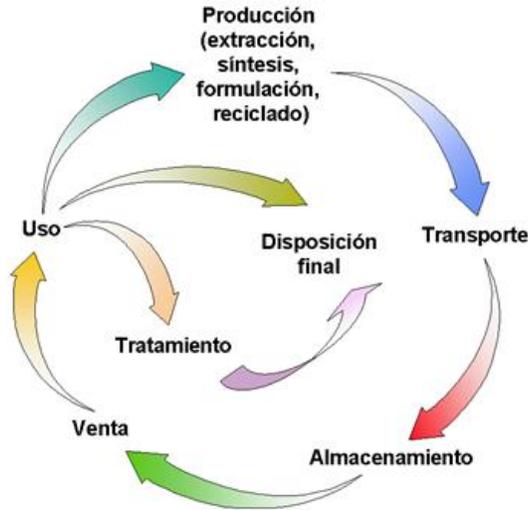


Figura 1. Gestión de las sustancias químicas y los materiales peligrosos a lo largo de su ciclo de vida (SEMARNAT, 2014)

Para lograr la prevención de riesgos de las sustancias peligrosas se puede recurrir a diferentes estrategias e instrumentos de gestión, como los que se indican en la figura siguiente, partiendo del acceso a la información, la comunicación, educación, capacitación, adopción de acuerdos voluntarios para su minimización y manejo seguro y ambientalmente adecuado, así como haciendo uso de disposiciones normativas e instrumentos de control.

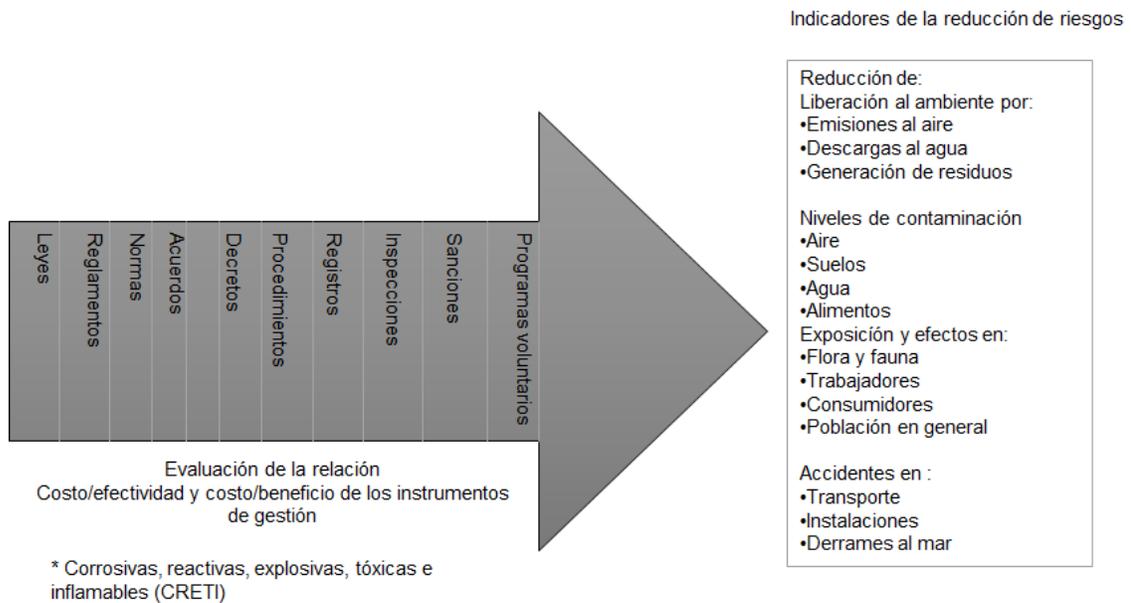


Figura 2. Instrumentos para la gestión de las sustancias y materiales peligrosos (INE, 2014).

La Universidad del Mar (UMAR), campus Puerto Ángel, propone el presente plan de manejo de RP con el objetivo de llevar a cabo la correcta gestión de los RP generados durante las actividades de docencia, investigación y servicios.

2. Universidad del Mar

La Universidad del Mar es un organismo público descentralizado de carácter Estatal, con apoyo y reconocimiento del Gobierno Federal. La Universidad cuenta con tres campus (Puerto escondido, Puerto Ángel y Huatulco) distribuidos en la región costa del Estado de Oaxaca.

El campus Puerto Ángel con especialidad en Ciencias del Mar se ubica a 25° 39' 45.90" latitud norte y 96 ° 29' 57.62" latitud oeste; ofrece seis licenciaturas (Biología Marina, Ingeniería en Acuicultura, Ingeniería en Pesca, Ingeniería Ambiental, Ciencias Marítimas y Oceanología), dos maestrías (Ecología Marina y Ciencias Ambientales) y dos doctorados (Ecología Marina y Ciencias Ambientales). Además de la oferta académica, en la Universidad se desarrolla investigación y se brindan servicios de promoción del desarrollo a los sectores gubernamental, social y privado del estado de Oaxaca, con la finalidad de vincular la actividad científica-tecnológica de la Universidad con la sociedad.

La UMAR campus Puerto Ángel cuenta con las instalaciones siguientes: Institutos, jefaturas, laboratorios, talleres, posgrado, administración, servicios y almacén temporal de RP (ver Tabla 1 y Figura 3).

Tabla 1. Instalaciones de la UMAR, campus Puerto Ángel

Área	Edificio(s)
Institutos	Ecología e industrias (1), recursos (2), y ciencias sociales y humanidades (3)
Jefaturas	Jefatura de carreras (4)
Laboratorios	Dinámica de poblaciones pesqueras, histología, oceanografía biológica y cálculo masivo (5), alimentos (6), acuicultura (7), investigación (8), oceanografía química y biológica (9), oceanografía biológica y ecología del bentos (10), sistemática de invertebrados (11), ictiología y biología pesquera y dinámica costera (12), oceanografía física y colecciones de peces (13), idiomas (14), sistemas de información geográfica (15), laboratorios de ingeniería ambiental (16) y planta piloto (17)
Talleres	Mantenimiento general (18), carpintería (19) y mecánica (20)
Posgrado	División de estudios de posgrado (21)
Administración	Rectoría (22), servicios escolares (23) y promoción e imagen (24)
Servicios	Enfermería (25), sub-estación eléctrica y planta de emergencia No.1 (26), sub-estación eléctrica y planta de emergencia No.2 (27), planta tratadora de agua (28), cisterna (29), tanque elevado (30), casa del rector (30), casas para profesores (32), departamentos para profesores (33), almacenes generales 1 y 2 (34 y 35), casetas de vigilancia (36 y 37), cafetería (38), biblioteca (39), auditorio (40), aulas (41), gimnasio (42), paraninfo y sala de seminario (43), salas de cómputo (44), departamento de visitas (45), alberca semi-olímpica (46), estacionamiento (47 y 48), almacén de reactivos (49 y 50), red de cómputo y mantenimiento eléctrico (51), cuarto de buceo y área de lavado (52), cancha de usos múltiples (53), aula audiovisual (54) y sala de autoacceso (55)
Almacén de RP	Almacén temporal de residuos peligrosos (50)



Figura 3. Localización de las instalaciones en la UMAR, campus Puerto Ángel

3. Objetivos

Objetivo general

Proponer un plan de manejo para los residuos peligrosos (RP) que se generan en los laboratorios de docencia e investigación y en el área de mantenimiento de la Universidad del Mar, campus Puerto Ángel.

Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico de la situación actual de los residuos peligrosos
- Plantear la gestión ambiental en materia de residuos peligrosos
- Establecer rutas de recolección de residuos peligrosos
- Tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos

4. Clasificación de los residuos peligrosos

La NOM-052-SEMARNAT-2005 especifica que un residuo peligroso es aquel que presenta alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y biológico-infecciosos (CRETIB, Tabla 2); también hace referencia a las sustancias tóxicas en cantidades establecidas como límites máximos permisibles y la generación de residuos o envases de materia primas empleadas en distintos procesos industriales y de servicios. Los residuos biológico infecciosos se clasifican de acuerdo a lo indicado en la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002.

Tabla 2. Códigos de peligrosidad de los residuos peligrosos (NOM-052-SEMARNAT-2005)

Características	Código de peligrosidad de los residuos (CPR)
Corrosividad	C
Reactividad	R
Explosividad	E
Toxicidad	
Ambiental	Te
Aguada	Th
Crónica	Tt
Inflamabilidad	I
Biológico-infeccioso	B

Cuando se trate de una mezcla de residuos peligrosos se identificarán con la característica del residuo de mayor volumen, agregándole al CPR la letra "M".

5. Normatividad aplicable

Para la propuesta del plan de manejo de RP, es indispensable tomar en consideración las normas ambientales y laborales que regulan el manejo de RP en cualquier instalación que los produce.

En la Tabla 3 y Tabla 4 se muestran las normas en materia de RP y seguridad que fundamentan la realización de la presente propuesta del plan de manejo de RP.

Tabla 3. Normatividad aplicable en materia de residuos peligrosos

NORMA	OBJETIVO
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
NOM-053-SEMARNAT-1993	Procedimientos para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
NOM-054-SEMARNAT-1993	Procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993.
NOM-055-SEMARNAT-2003	Que establece los requisitos que deben reunir los sitios que se destinarán para un confinamiento controlado de residuos peligrosos previamente estabilizados.
NOM-056-SEMARNAT-1993	Requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.
NOM-057-SEMARNAT-1993	Requisitos que deben observarse en el diseño, construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado para residuos peligrosos.
NOM-058-SEMARNAT-1993	Requisitos para la operación de un confinamiento de residuos peligrosos.
NOM-087-ECOL-SSA1-2002	Protección ambiental – Salud ambiental – Residuos peligrosos biológico-infecciosos. Clasificación y especificaciones de manejo.

Tabla 4. Normatividad laboral aplicable en materia de residuos peligrosos

NORMA	OBJETIVO
NOM-001-STPS-1999	Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo. Condiciones de seguridad e higiene.
NOM-002-STPS-2010	Condiciones de seguridad - Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.
NOM-004-STPS-1999	Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo
NOM-005-STPS-1998	Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.
NOM-006-STPS-2000	Manejo y almacenamiento de materiales - Condiciones y procedimientos de seguridad.
NOM-010-STPS-1999	Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral. Acuerdo que modifica la Norma Oficial Mexicana NOM-010-STPS-1999, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.
NOM-017-STPS-1993	Relativa al equipo de protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo.
NOM-018-STPS-2000	Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.
NOM-020-STPS-2002	Recipientes sujetos a presión y calderas. Funcionamiento. Condiciones de seguridad.
NOM-026-STPS-1998	Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos por tuberías.
NOM-028-STPS-1993	Seguridad - código de colores para la identificación de fluidos conducidos en tuberías.
NOM-114-STPS-1994	Sistema para la identificación y comunicación de riesgos por sustancias químicas en los centros de trabajo.

6. Diagnóstico de la situación actual

6.1 Residuos peligrosos generados en la Universidad del Mar, campus Puerto Ángel.

El estudio de generación de RP en la UMAR campus Puerto Ángel, fue realizado por Alcántara Garduño & Sánchez Muñoz (2013). La información del estudio se describe a continuación.

Problemas detectados

Durante las visitas realizadas a los laboratorios y al almacén de residuos durante 2008, 2011 y 2013, se hizo patente que no existen procedimientos estandarizados que puedan ser seguidos por los usuarios para la identificación, segregación, registro, almacenamiento temporal y disposición final de residuos peligrosos en estado líquido y sólido, así como para reactivos caducos y recipientes usados para almacenamiento de reactivos y sustancias.

Los recipientes usados para contener residuos eran colocados en diversas áreas dentro de los laboratorios, como mesas de trabajo, campanas de extracción, debajo de tarjas, dentro de anaqueles e incluso dentro de áreas destinadas al almacenamiento de reactivos. Esta situación provoca problemas como la generación de vapores tóxicos y/o inflamables dentro de los laboratorios, corrosión de equipos y campanas de extracción y contaminación de reactivos, entre otros. Una vez que los recipientes usados se consideraban no útiles por estar llenos, se enviaban al almacén de residuos para su almacenamiento. La acumulación de los recipientes en este “almacén” llenó la totalidad de los anaqueles con que cuenta. Al momento de depositarlo no se llevaba a cabo ningún tipo de registro referente al contenido y concentración del material, persona, laboratorio y actividad que lo generó, volumen, fecha de generación e ingreso al almacén, entre otros elementos esenciales. Dentro de dicho almacén, los materiales no eran segregados de acuerdo al tipo de material y características químicas particulares por lo que se encontraron materiales incompatibles en una misma área de almacenamiento llevando esto a la corrosión de recipientes metálicos.

Es claro que al contar con procedimientos estandarizados referentes al manejo de residuos peligroso se obtienen una serie de ventajas entre las cuales se pueden mencionar las siguientes:

- Mayor seguridad para los usuarios de laboratorios y talleres en el manejo de las sustancias que se encuentran en uso, ya que permite identificar los riesgos inmediatos que representa su uso;
- Disminuye la posibilidad de reacciones indeseables que pueden provocarse al mezclar residuos químicamente incompatibles entre sí;
- Disminuye la emisión de vapores tóxicos así como de atmósferas inflamables u explosivas dentro de sitios cerrados (laboratorios, áreas de almacenamiento temporal y cuarto de reactivos, entre otros);
- Uso eficiente y seguro de espacios de trabajo, como mesas de laboratorio y campanas, donde los recipientes que contienen residuos son generalmente colocados;
- Menor impacto al ambiente.

Generación de residuos por tipo y lugar de almacenamiento

Para llevar a cabo una planeación adecuada de las estrategias para la identificación, segregación, registro, almacenamiento y tratamiento de residuos peligrosos generados en cualquier Institución, un paso fundamental es contar con información sobre cuáles residuos son generados, las cantidades y períodos de su generación, la forma en que son registrados, segregados y almacenados, y finalmente, la forma en que son dispuestos o tratados de forma definitiva. Dado que no se contaba en la UMAR campus Puerto Ángel con información previa sobre dichos elementos, durante 2008, 2011 y 2013 se aplicaron cuestionarios a los técnicos y responsables de los laboratorios y talleres, además de realizar inspecciones a cada laboratorio y taller sobre las condiciones bajo las cuales se lleva a cabo su manejo, identificación, segregación, tratamiento, almacenamiento temporal y disposición final. Para este fin, se recabo dicha información mediante un cuestionario (Anexo 1) diseñado específicamente para ello, Diagnóstico de generación, identificación, manejo, almacenamiento y tratamiento de residuos peligrosos generados en actividades de docencia, investigación y mantenimiento de la UMAR.

Mediante los cuestionarios aplicados se pudo conocer el tipo de residuo, su estado físico y concentración, tipo de recipiente usado para almacenamiento, cantidad de residuo almacenado por recipiente, cantidad de recipientes y cantidad total del residuo. Adicionalmente, se recabó información sobre la actividad que generó el residuo, persona responsable de la generación y si se llevó a cabo algún tipo de tratamiento *in situ* del residuo generado. Los laboratorios en donde se aplicaron los cuestionarios son los indicados en la Tabla 5.

Tabla 5. Laboratorios (Alcántara Garduño & Sánchez Muñoz, 2013)

Laboratorio	clave
Acuicultura	AC
Análisis y Tecnología de Alimentos	ATA
Bioteología (Ambiental)	AB
Bioteología de Microalgas	BMA
Dinámica Costera	DC
Dinámica de Poblaciones	DPP
Pesqueras	
Ecología de Bentos	EB
Electroquímica (Ambiental)	AE
Genética	GE
Histología	HI
Ictiología Biológica y Pesquera	IBP
Invertebrados Marinos	IM
Investigación Química y Biológica	IQB
Laboratorio de aguas (Ambiental)	ALA
Microbiología	MB
Microbiología (Ambiental)	AMB
Oceanografía Biológica	OB
Oceanografía Física	OF
Oceanografía Geológica	OG
Oceanografía Química y Biológica	OQB
Planta Piloto (Ambiental)	APP
Química Analítica (Ambiental)	AQA
Química Orgánica (Ambiental)	AQO

El volumen total de residuos en estado líquido generados desde el inicio de las operaciones de la Universidad hasta mayo de 2013 fue de 2922 litros, divididos en las categorías indicadas en la Tabla 6. Adicionalmente, se encontraron 100 kg de vidrio contaminado y 315 kg de materia orgánica saturada en soluciones de formol, bouín o alcohol etílico que procedían de la renovación de colecciones biológicas, prácticas de laboratorio y proyectos de investigación.

Tabla 6. Volúmenes de residuos en estado líquido generados y almacenados en laboratorios (a mayo de 2013) (Alcántara Garduño & Sánchez Muñoz, 2013)

Tipo de residuo	Volumen (L)	%
Formaldehido/Formol	1118	38.3
Grasas y aceites	754	25.8
Metales y compuestos metálicos tóxicos (en solución acuosa)	322	11.0
Sales inorgánicas (en solución acuosa)	187	6.4
Alcoholes y glicoles	135	4.6
Residuos desconocidos	134	4.6
Solventes orgánicos	110	3.8
Solventes halogenados	91	3.1
Plaguicidas	34	1.2
Ácidos	23	0.8
Hidrocarburos	5	0.2
Cáusticos	3.7	0.1
Agentes oxidantes	3.2	0.1
Cianuros	2.1	0.1
Total	2922	100

En la Tabla 6 puede observarse que los mayores volúmenes generados corresponden a:

- Formaldehido: generados principalmente en el laboratorio de Ictiología y Biología Pesquera, y
- Aceites y grasas: generados casi en su totalidad en el laboratorio de Análisis y Tecnología de Alimentos

Ambos tipos de residuos constituyen el 64.1% del total de residuos almacenados en los laboratorios hasta el 2013, además de que ambos presentan riesgos específicos como materiales tóxicos (aldehídos) e inflamables (aceites y grasas).

El resto de los residuos aunque son generados en cantidades menores representan riesgos específicos, como agentes tóxicos, corrosivos o reactivos.

Principal atención merecen los residuos no identificados (o de origen desconocido), ya que aunque solo representan el 8.59% del material reportado implican el mayor riesgo a la salud y seguridad ya que no se conocen los efectos y/o reacciones adversas que puedan presentar, lo cual hace necesario que estos residuos sean identificados empleando métodos específicos de acuerdo a lo indicado en la NOM-053-SEMARNAT-1993 (Procedimientos para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo

peligroso por su toxicidad al ambiente) para determinar el o los riesgos específicos que representan.

Adicionalmente a la identificación de los residuos generados y almacenados en cada uno de los laboratorios de la Universidad, se llevó a cabo el registro y segregación de los residuos localizados en el almacén de residuos peligrosos de la institución. Como resultado de este proceso se encontraron los residuos detallados en la Tabla 7.

Tabla 7. Volúmenes y aportación porcentual de residuos líquidos generados y localizados en el almacén de residuos peligrosos (Alcántara Garduño & Sánchez Muñoz, 2013)

Tipo de residuo	Volumen (L)	%
Formol	434	27.0
Plaguicidas	271	16.9
Solventes orgánicos	266	16.6
Alcoholes y glicoles	243	15.1
Solventes halogenados	222	13.8
Residuos desconocidos	61	3.8
Sales inorgánicas	52	3.2
Metales y compuestos metálicos tóxicos (en solución acuosa)	32	2.0
Ácidos	20	1.2
Cianuros	2	0.1
Agentes oxidantes	1.5	0.1
Grasas y aceites	0	0
Hidrocarburos	0	0
Cáusticos	0	0
TOTAL	1604.5	100

En el almacén se encontraron adicionalmente 54 kg de materia orgánica saturada en formol, 22 kg de reactivos caducos de distintos tipos, 5 kg de material sólido con metales pesados y 80 kg de recipientes contaminados (de vidrio y plástico) con residuos de sustancias químicas.

Los valores totales que se encuentran en la UMAR Puerto Ángel, considerando tanto talleres como laboratorios, se encuentran indicados en la Tabla 8.

La cantidad total de residuos sólidos generados son adicionalmente 369 kg de materia orgánica saturada en formol, 22 kg de reactivos caducos de distintos

tipos, 5 kg de material sólido con metales pesados y 180 kg de recipientes de vidrio (ámbar y blanco) contaminados con residuos de sustancias químicas.

Tabla 8. Volúmenes y aportación porcentual de residuos líquidos generados y localizados en la UMAR-Puerto Ángel (Alcántara Garduño & Sánchez Muñoz, 2013)

Tipo de residuo	Volumen (L)	%
Formol	1552	34.3
Grasas y aceites	754	16.7
Alcoholes y glicoles	378	8.4
Solventes orgánicos	376	8.3
Metales y compuestos metálicos tóxicos (en solución acuosa)	354	7.8
Solventes halogenados	313	6.9
Plaguicidas	305	6.7
Sales inorgánicas (en solución acuosa)	239	5.3
Residuos desconocidos	195	4.3
Ácidos	43	0.9
Hidrocarburos	5	0.1
Cianuros	4.1	0.1
Cáusticos	4.7	0.1
Agentes oxidantes	4.7	0.1
TOTAL	4525.1	100

Distribución de los residuos por laboratorio

Con la finalidad de realizar en un futuro las acciones de etiquetado, registro, recolección y envío a tratamiento externo de los residuos generados, es necesario identificar de la manera más precisa posible las áreas donde se ubica cada tipo de residuo particular. Por ello, y basándose en las encuestas aplicadas en 2008, 2011 y 2013, se determinó la distribución de cada tipo de residuo para cada uno de los laboratorios de acuerdo a un grupo específico. La aportación porcentual (porcentaje de volumen o masa total) de residuos en estado líquido y sólido se muestra en las Figura 4 y Figura 5, respectivamente (las claves asignadas a cada laboratorio se encuentran indicadas en la Tabla 5).

Tabla 9. Claves asignadas a los grupos de residuos (Alcántara Garduño & Sánchez Muñoz, 2013)

Clave	Descripción	Clave	Descripción
AC	Ácidos grasos	HI	Hidrocarburos
AG	Aceites y grasas	MO	Materia orgánica
AL	Alcoholes	MX	Mezclas inorgánicas
BA	Cáusticos	OX	Agentes oxidantes
CN	Cianuros	PE	Plaguicidas
DS	Desconocidos	RC	Reactivos caducos
FE	Fenoles	SO	Solventes orgánicos
FO	Formol	MP	Metales tóxicos (en solución acuosa)
HA	Halogenados	VI	Vidrio impregnado

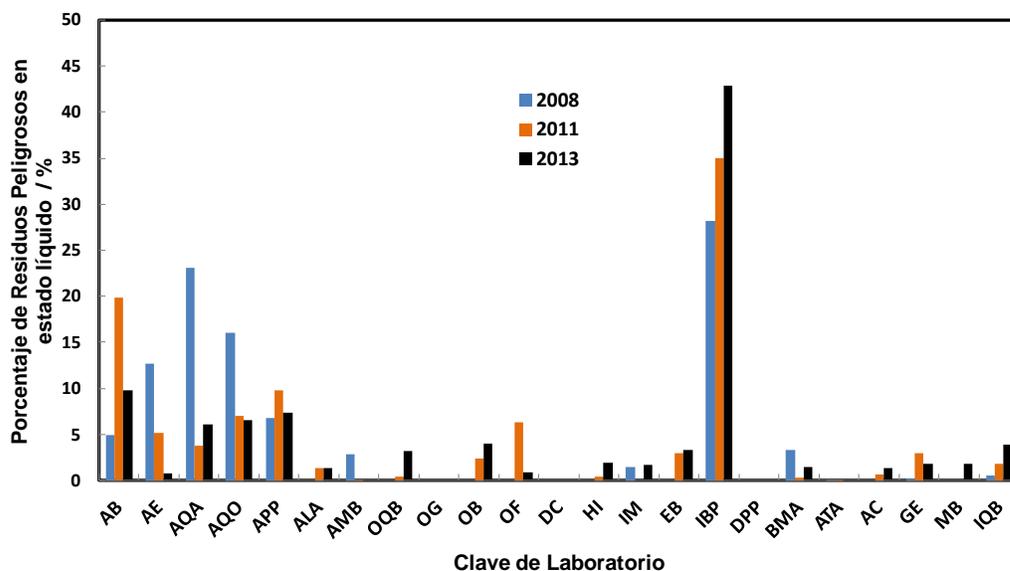


Figura 4. Aportación porcentual de Residuos Peligrosos en estado líquido por laboratorio

En la Figura 5 se observa que el laboratorio de Ictiología Biológica y Pesquera es el laboratorio donde se presenta la mayor generación de RP en estado sólido.

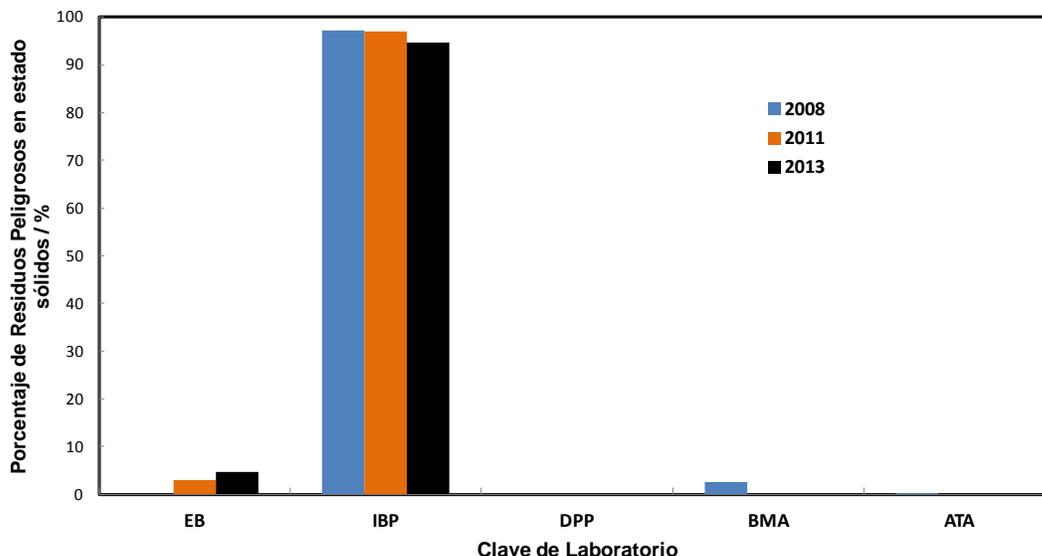


Figura 5. Aportación porcentual de Residuos Peligrosos en estado sólido por laboratorio

7. Manejo de los Residuos Peligrosos en la Universidad del Mar, campus Puerto Ángel

La LGPGIR define a un plan de manejo como un instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, con fundamento en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos y grandes generadores de residuos, según corresponda.

Antes de abordar las etapas de un plan de manejo, se describe las actividades que se desarrollan en la Universidad.

7.1 Descripción de las actividades en la UMAR campus Puerto Ángel

De las actividades desarrolladas en la UMAR campus Puerto Ángel, la docencia, investigación, prestación de servicios a través del área de promoción del

desarrollo y el mantenimiento, representan las fuentes de generación de RP (ver Figura 6).

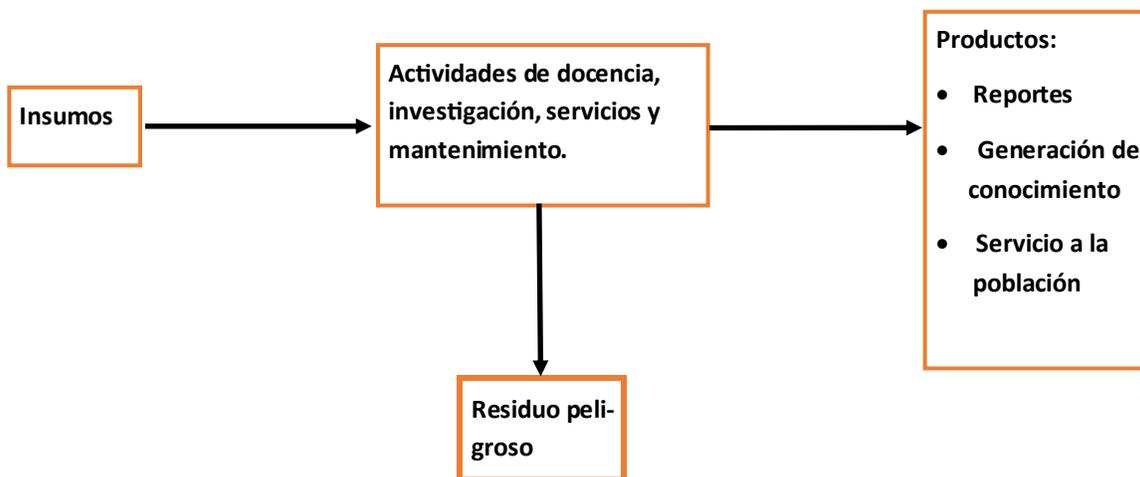


Figura 6. Diagrama de flujo simplificado de las fuentes de generación de RP

Los insumos representan la materia prima, necesaria para desarrollar las diferentes actividades. Ejemplos de insumos son: reactivos (ácidos, bases, solventes orgánicos, entre otros), papelería, suministro de agua potable, gas licuado de petróleo (GLP), gases (oxígeno, nitrógeno, helio, argón, por ejemplo), medios de cultivo y luminarias.

Las actividades de docencia, investigación, prestación de servicios y mantenimiento representan el punto de transformación de los insumos para generar los productos. Para el caso de los experimentos realizados en los laboratorios con fines académicos, de investigación y servicios a las comunidades, el principal producto es la demostración de fenómenos, generación de conocimiento y criterios de decisión en la actividad productiva, respectivamente. No todos los insumos se transforman en productos, generándose residuos en cada una de las actividades que posteriormente deberán manejarse correctamente para evitar efectos a la salud de la comunidad universitaria y daño al ambiente.

Por otro lado, para el correcto funcionamiento de los diferentes departamentos que conforman la Universidad, se requiere mantenimiento preventivo y correctivo del alumbrado público, vehículos y equipo de laboratorio. En algunas de estas actividades se pueden genera RP, por esta razón se incluyen en el diagrama de flujo.

7.2 Definición del comité responsable de la ejecución del plan y del personal encargado de operarlo

La Universidad deberá conformar un Comité responsable del diseño de la estrategia de manejo y disposición de los RP generados. El comité será responsable de:

- Desarrollar las políticas a seguir en el manejo de residuos peligrosos generados en la UMAR;
- Desarrollar un sistema de identificación, clasificación, recolección, transporte, y almacenamiento temporal de residuos químicos peligrosos desde las áreas (laboratorios y talleres) de generación hasta el sitio en donde se ubicarán antes de su disposición final (almacén de residuos peligrosos);
- Vigilar la adecuada disposición de residuos químicos peligrosos no reciclables ni tratables;
- Verificar que se lleve a cabo la adecuada preparación, actualización, revisión y cumplimiento de reportes, registros y manifiestos, establecidos por las regulaciones federales y estatales vigentes aplicables;
- Determinar las rutas internas de transporte de residuos peligrosos.
- Seleccionar la empresa que se hará cargo de la disposición final de los RP.

7.3 Identificación, clasificación y segregación de los Residuos Peligrosos

La primera etapa de un plan de manejo de residuos peligrosos se refiere a la identificación de las fuentes de generación de los RP generados (ver Figura 7). Para recopilar la información de los RP generados, se deben hacer entrevistas directas o llenado de cuestionarios. En el Anexo 1 de este documento se encuentra el formato del cuestionario utilizado para la recopilación de información, aplicado en los años 2008, 2011 y 2013.

Por otro lado y debido a que no todos los residuos generados deben ser sometidos al mismo método de tratamiento y/o disposición, éstos deben ser clasificados y segregados de acuerdo a sus características fisicoquímicas, a las posibles reacciones de incompatibilidad que pueden ocurrir en caso de mezcla, y al método de tratamiento o disposición final que será aplicado (ver Figura 7).

Para determinar si el residuo generado es considerado como peligroso se debe utilizar como base la NOM-052-SEMARNAT-2005 y sus anexos. Posteriormente, el almacenamiento de los residuos puede hacerse según la incompatibilidad que presente cada residuo, para ello se debe utilizar como fundamento lo especificado en la NOM-054-SEMARNAT-1993 y sus anexos. Por las razones anteriores y de acuerdo a los diferentes tipos de residuos que se

reportaron en los cuestionarios aplicados en 2008, 2011 y 2013 se proponen los siguientes grupos de clasificación para los residuos peligrosos (Alcántara Garduño & Sánchez Muñoz, 2013):

GRUPO I. Disolventes halogenados

Son aquellos productos líquidos orgánicos con un contenido igual o superior al 2% de algún halógeno. Estos productos pueden ser tóxicos y/o irritantes y en algunos casos son clasificados como probables agentes cancerígenos, mutagénicos y/o teratogénicos. En este grupo se incluyen la mezcla de disolventes halogenados y no halogenados cuando el contenido de halógenos en la mezcla sea igual o mayor al 2%.

Ejemplos: tetracloroetileno, tricloroetileno, triclorometano, tetracloruro de carbono, y cloroformo, entre otros.

GRUPO II. Disolventes no halogenados

Son aquellos productos líquidos orgánicos inflamables con un contenido inferior al 2% de algún halógeno. Estos productos pueden ser tóxicos y/o inflamables.

Entre ellos se pueden mencionar a los alcoholes, aldehídos, amidas, ésteres, glicoles, y nitrilos, entre otros.

Algunos ejemplos son: etanol, metanol, formol, hexanos, acetato de etilo, acetona, dimetilsulfóxido, butanol, octanol, piridina, propanol e isopropanol, entre otros.

GRUPO III. Disoluciones acuosas

Dado que es un grupo muy amplio, es necesario establecer subgrupos para evitar reacciones de incompatibilidad, así como para facilitar su tratamiento posterior.

Disoluciones acuosas inorgánicas de metales pesados

Ejemplos: cromo, plomo, mercurio, arsénico, mezcla crómica, y residuos de la prueba de demanda química de oxígeno (DQO), entre otros.

Disoluciones acuosas de alta DQO

Ejemplos: disoluciones acuosas de colorantes, mezclas de fijadores orgánicos, entre otros.

GRUPO IV. ÁCIDOS.

Todos los ácidos inorgánicos y sus soluciones acuosas concentradas con más de 10% en volumen.

La mezcla de distintos ácidos puede llevarse a cabo siempre y cuando no ocurran reacciones químicas peligrosas con desprendimiento de gases tóxicos e incremento de la temperatura.

Ejemplos: mezcla de soluciones con distintas concentraciones de ácido nítrico, ácido sulfúrico y/o de ácido clorhídrico, entre otros.

GRUPO V. GRASAS Y ACEITES

Debe evitarse la mezcla de grasas y aceites con otros compuestos que puedan generar separación de fases, ya que se dificulta su tratamiento posterior.

Ejemplos: grasas y aceites generados por extracciones orgánicas libres de disolventes (como hexano, cloroformo, entre otros), aceites usados que hayan sido generados durante el mantenimiento de equipo, y aceites de sistemas de calentamiento, entre otros.

GRUPO VI. SÓLIDOS

Productos químicos en estado sólido, tanto orgánicos como inorgánicos, así como el material contaminado con dichos productos químicos.

No se excluyen de este grupo los reactivos químicos caducados en estado sólido. Los productos sólidos de distinta naturaleza no se deben mezclar entre sí. Los subgrupos propuestos son:

SÓLIDOS ORGÁNICOS

Productos químicos de naturaleza orgánica o materiales contaminados con ellos.

Ejemplos: residuos sólidos de prácticas de laboratorio de química orgánica, análisis químico, química acuática, plaguicidas, fenol, entre otros.

SÓLIDOS INORGÁNICOS.

Productos químicos de naturaleza inorgánica o materiales contaminados con ellos.

Ejemplos: silica gel, carbón activado usado, fibra de vidrio, sales inorgánicas usadas en laboratorio de química general (cobalto, níquel, aluminio) o análisis químico, entre otros.

MATERIAL DESECHABLE CONTAMINADO.

Material contaminado con diversas sustancias químicas.

Ejemplos: Papel o toallas desechables usadas para la limpieza de mesas de laboratorio, pipetas desechables, papel filtro usado, y guantes de laboratorio usados, entre otros.

GRUPO VII. PRODUCTOS ESPECIALES.

Productos químicos que por su elevada toxicidad no pueden ser incluidos en ninguno de los otros grupos, así como reactivos puros obsoletos o caducados.

Estos productos no deben mezclarse entre sí ni con otros residuos de los grupos antes mencionados. Siempre que sea posible los residuos de este grupo en cantidades menores o iguales a un litro (para líquidos) o un kilogramo (para sólidos) deben mantenerse en su envase original.

Ejemplos:

Comburentes: Peróxidos.

Compuestos pirofóricos: Magnesio metálico en polvo.

Compuestos muy reactivos: ácidos fumantes, metales alcalinos, hidruros, compuestos peroxidables, productos no etiquetados o desconocidos, compuestos (orgánicos ó inorgánicos) con halógenos activos, compuestos polimerizables.

Compuestos muy tóxicos: Sales de cianuro, tetraóxido de osmio, sulfuros.

Compuestos no identificados.

GRUPO VIII. VIDRIO CONTAMINADO.

Material de vidrio contaminado con residuos de productos químicos. Se incluye a los frascos de vidrio vacíos cerrados y con restos de productos químicos.

No se incluye en este grupo al material de vidrio previamente lavado y libre de sustancias químicas, ya sea entero o en piezas.

GRUPO IX. RESIDUOS BIOLÓGICO-INFECCIOSOS.

De acuerdo a la norma NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, se incluye a los productos asimilables a residuos de origen sanitario.

Ejemplos: objetos punzocortante que han estado en contacto con animales.

GRUPO X. PLAGUICIDAS.

Se incluye a sales, estándares, y solventes de plaguicidas.

Ejemplos: herbicidas, insecticidas y acaricidas

7.4 Procedimientos internos para etiquetar, recoger, transportar y almacenar temporalmente los RP

El manejo comprende el conjunto de operaciones que incluyen la identificación, separación, recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos. Las etapas propuestas para el plan de manejo de RP (ver Figura 7) en la UMAR campus Puerto Ángel son: i) fuente de generación, ii) Identificación, clasificación y segregación de RP, iii) minimización de RP, iv) Almacenamiento temporal, v) servicio de recolección y vi) Disposición final.

Para lograr una identificación correcta de los RP (etapa dos, ver Figura 7), los investigadores, alumnos, tesis, prestadores de servicio social y personal de la Universidad que utilicen reactivos químicos deberán:

- Determinar, en la forma más precisa posible, si un residuo químico es un material peligroso o no de acuerdo con lo indicado en la NOM-052-SEMARNAT-2005.
- Manejar en forma separada los residuos peligrosos que sean incompatibles
- En ningún caso se manipularán envases de residuos en los laboratorios sin la supervisión del técnico de laboratorio.
- La manipulación de los RP deberá de hacerse entre dos personas como mínimo.
- El vertido de los residuos a los contenedores correspondientes en el sitio de generación se debe realizar de una forma lenta y controlada, y debe ser llevada a cabo por el propio generador. Es indispensable el uso de equipo de protección personal en función del tipo de RP (lentes de seguridad, guantes, respirador de media cara y bata, por ejemplo).
- Para trasvasar líquidos en grandes cantidades, se empleará una bomba preferentemente de acción manual; en el caso de utilizar una bomba eléctrica, ésta debe ser antideflagrante. En todos los casos se comprobará que el material de la bomba no reaccione con el residuo trasvasado.
- Los residuos que no se puedan reusar o tratar en los laboratorios en donde fueron generados, se deben identificar, recolectar y separar por el generador.
- Para la separación en el lugar de generación, los residuos peligrosos deben ser segregados en contenedores clasificados según las categorías de residuos con el objeto de que no se mezclen con otros residuos incompatibles.
- Registrar en los formatos de descarga de residuos establecidos (Anexo 2), cada uno de los residuos generados, indicando fecha de generación, nombre del generador, nombre del (de los) material(es) descargado(s) así como su composición y volumen.

- Envasar los residuos de forma segregada en contenedores que reúnan las condiciones de seguridad.
- Los recipientes de descarga proporcionados por la UMAR deben estar identificados y etiquetados.
- Conservar en buen estado los contenedores de residuos peligrosos que les sean asignados para su uso.
- Para la identificación de RP, el generador deberá etiquetar los contenedores que contengan sus residuos mediante el número de contenedor y tipo de residuo, así como registrando correcta y completamente la información solicitada en los formatos “3.1 Registro de residuos descargados en el contenedor de residuos peligrosos” y “3.2. Registro de contenedor de residuos peligrosos lleno” (toda la información solicitada en los formatos mencionados debe ser completa, correcta y legible).
- Llevar una bitácora mensual sobre los residuos peligrosos generados en sus actividades de docencia, investigación y/o mantenimiento.
- Llenar con la información correspondiente el formato 3.2 una vez que los contenedores de recolección han alcanzado su volumen de llenado máximo.
- Una vez separados por clase los residuos generados, éstos se almacenarán temporalmente en el mismo sitio (laboratorio o taller) donde fueron generados hasta que el recipiente se llene a un 80 % de su capacidad.
- Colocar una copia del “Registro de contenedor de residuos peligrosos lleno” en cada tanque de residuos, y verificar que ésta permanezca con el contenedor hasta el momento en que éste es transportado y recibido en el Almacén de residuos peligrosos.

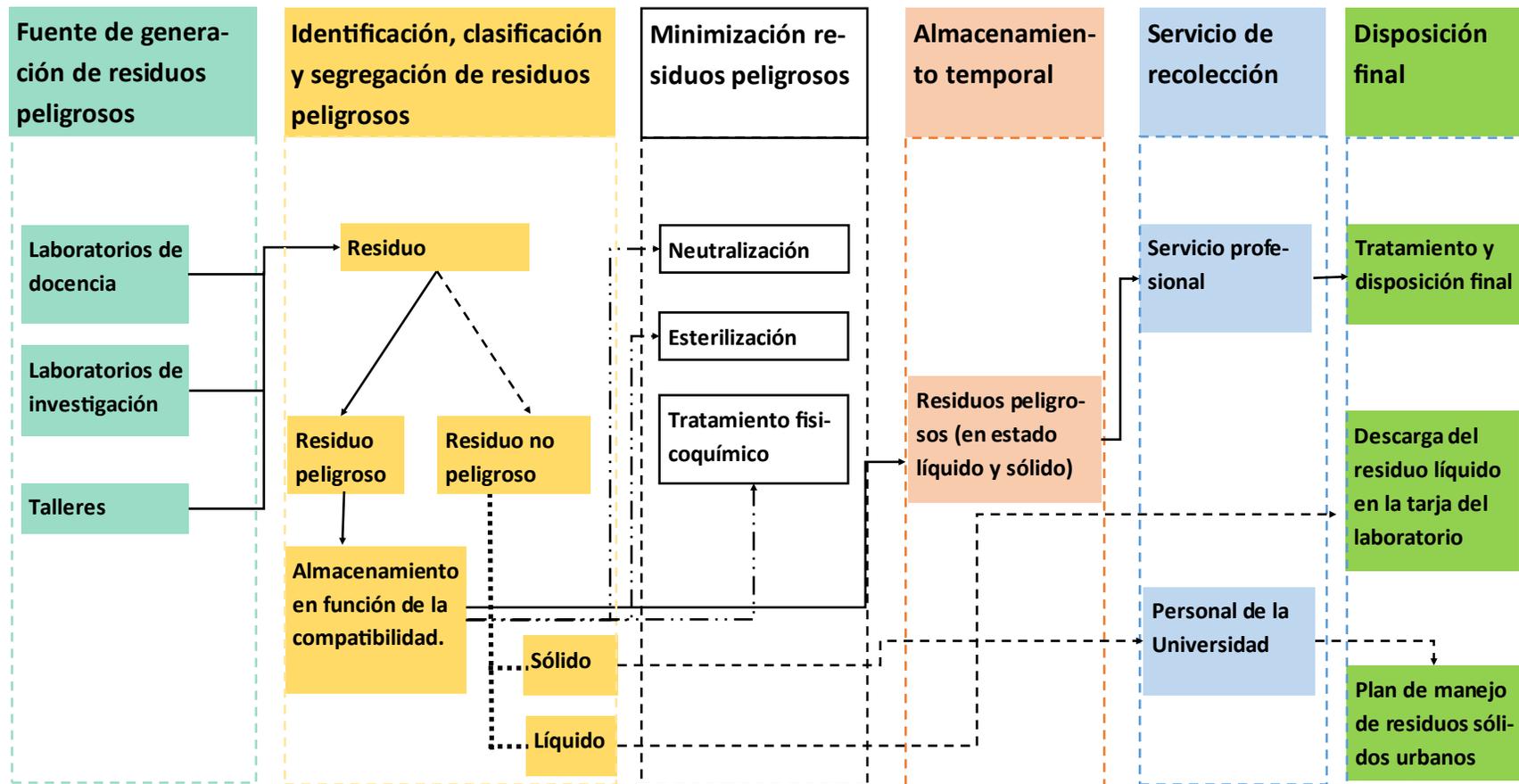


Figura 7. Manejo de los Residuos Peligrosos

7.4.1 Etiquetas

Para disminuir el riesgo al que se encuentran expuestos los usuarios y personal de los diferentes laboratorios y talleres de la Universidad del mar, se debe etiquetar correctamente los RP generados. El objetivo del etiquetado es identificar y alertar a los usuarios sobre la naturaleza de la peligrosidad del residuo (Martínez, y otros, 2005). El etiquetado de un residuo implica la asignación de categorías de peligrosidad definidas y preestablecidas, basadas en las propiedades fisicoquímicas, toxicológicas, efecto específico sobre la salud y el ambiente, identificadas mediante pictogramas y símbolos de peligrosidad.

Para realizar el etiquetado de los residuos se debe cumplir con las especificaciones establecidas en la NOM-018-STPS-2000. Se propone usar el modelo de rombo para identificar el grado de riesgo a la salud, (Figura 8). Las claves asignadas, los valores del sistema NFPA (National Fire Protection Association) equivalente al modelo de rombo en salud, inflamabilidad, reactividad y riesgos especiales deben colocar como se muestra en la Figura 9.

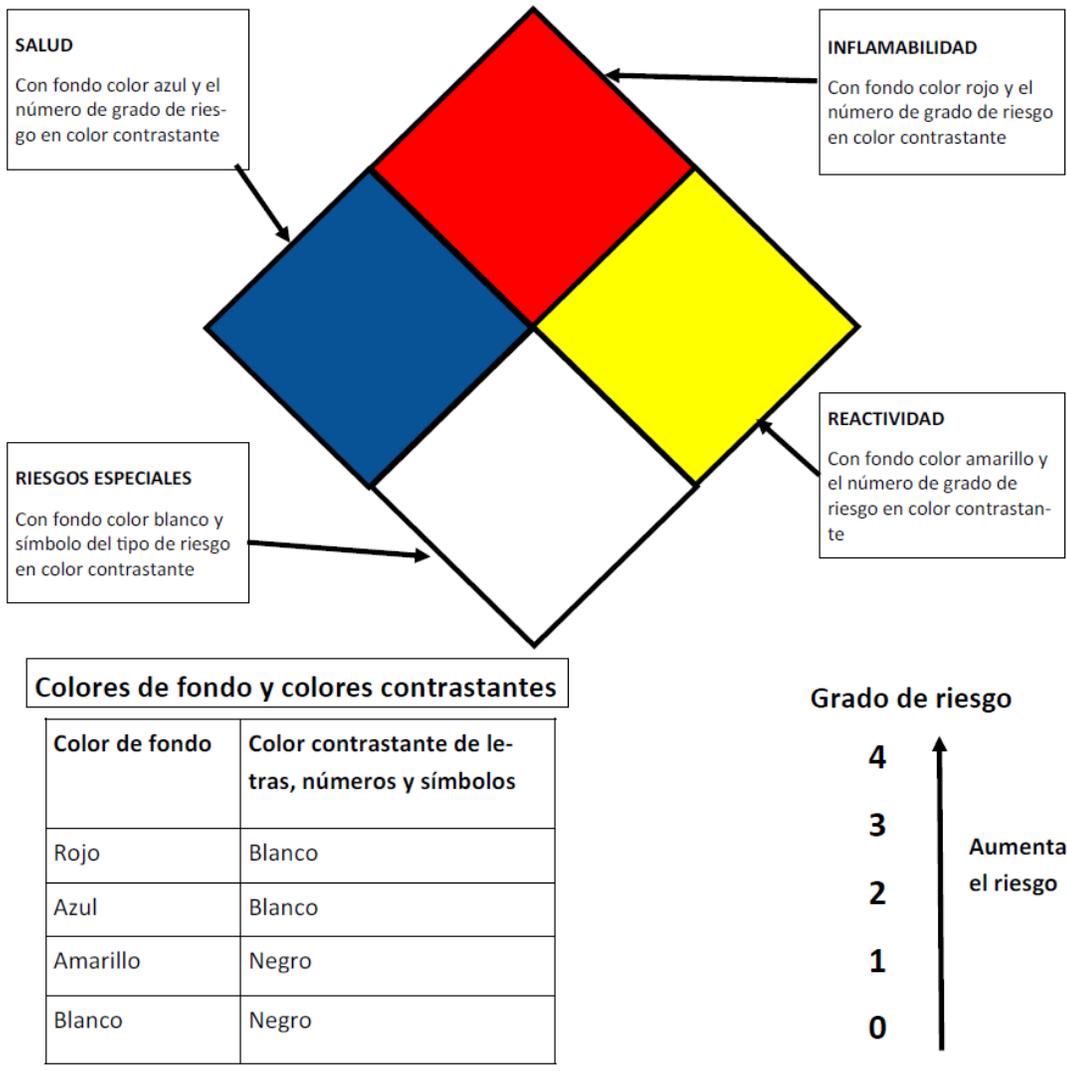


Figura 8. Rombo para identificar la peligrosidad del residuo (NOM-018-STPS-2000)

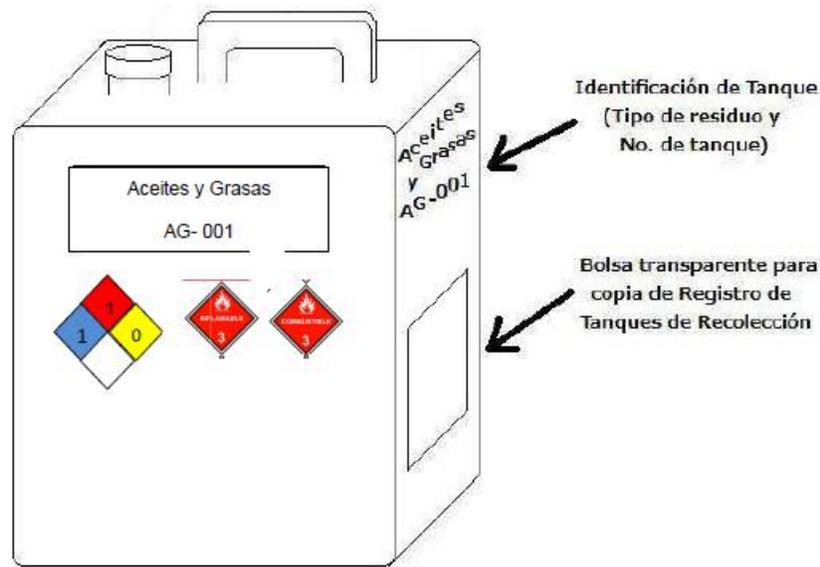


Figura 9. Etiquetado de los contenedores (Alcántara Garduño & Sánchez Muñoz, 2013)

Una vez llenos los contenedores, cada uno de éstos deberá ir acompañado por una copia del Formato 3.2 (Anexo 2).

Después de la identificación de los RP, éstos se almacenarán temporalmente en el mismo sitio (laboratorio o taller) donde fueron generados, mientras se realiza su transporte y recepción en el Almacén de RP.

7.4.2 Recolección y transporte de RP desde el laboratorio hasta el almacén temporal de residuos

La Universidad cuenta con un almacén temporal de residuos (cuarta etapa del plan de manejo), dicha instalación requiere modificaciones para cumplir con las especificaciones de seguridad de la normatividad vigente.

Después de haber realizado la identificación, segregado y almacenado de los RP en los contenedores designados y en el momento que el contenedor se encuentre lleno a un 80% de su capacidad el técnico responsable de cada laboratorio solicitará el transporte e ingreso de los RP al almacén temporal. La recolección de sustancias y residuos peligrosos es responsabilidad del generador de éstos, y se llevará a cabo en el lugar en donde fueron producidos.

Cuando uno o más contenedores con residuos esté listo para su recolección, el generador deberá entregar cada uno de ellos junto con una copia del Formato 3.2 (Anexo 2) completo y correctamente llenado en el almacén de RP. Una copia más deberá permanecer en el archivo del laboratorio donde fueron generados los residuos. El transporte de los contenedores desde el laboratorio hasta el almacén temporal deberá hacerse en forma segura.

Si al momento de solicitar el ingreso de los RP al almacén temporal de RP, los residuos se encuentran mal envasados (deformaciones del contenedor, roturas, cierre defectuoso, fugas, entre otras), incorrectamente etiquetados, y/o la información contenida en la copia del Formato 3.2 (Anexo 2) es incompleta, ilegible, el personal del almacén rechazará la solicitud de ingreso del contenedor o contenedores que se desean entregar, hasta que estas deficiencias seas corregidas. Una vez que el contenedor de residuos es aceptado para ingresar al almacén temporal de RP, el responsable del almacén deberá registrar su ingreso en la bitácora correspondiente (Anexo 3), la cual contiene la siguiente información:

- Fecha de ingreso (mm/dd/aaaa).
- Laboratorio.
- Usuario.
- Número de contenedor.
- Clave del contenedor.
- Tipo de residuo.
- pH.
- Volumen (L).
- Nombre de persona que recibe el contenedor.
- Observaciones.

Los responsables de los laboratorios de docencia e investigación deberán remitir al Comité de Residuos Peligrosos de la UMAR, en el formato que éste determine, un informe semestral sobre los movimientos que hubiera efectuado con sus residuos durante dicho período.

7.5 Definición del equipo de protección personal y rutas que deberán emplearse para el manejo interno de los RP

Para transportar los RP desde los laboratorios hacia el almacén temporal de residuos se propone utilizar un carro de laboratorio (Lab Dolly) con una capacidad de 68 Kg. El personal responsable de realizar el transporte interno de RP debe portar equipo de protección personal acorde con el residuo a transportar (bata de

laboratorio, guantes de latex, guantes de nitrilo, respirador de cara completa con filtro para solventes orgánicos, respirador de cara completa con filtro para vapores ácidos, zapatos de seguridad, por ejemplo).

La ruta para el transporte de RP dentro de la UMAR, campus Puerto Ángel, se muestra en la Figura 10. Para cumplir con el transporte de RP en la ruta planteada se proponen las siguientes acciones:

- El transporte interno de los RP se deberá realizar un día a la semana, el horario se establecerá al inicio de semestre.
- Crear rampas en las zonas que tienen escaleras, esto con la finalidad de facilitar el transporte.
- Mejorar el acceso al almacén temporal de residuos.
- Hacer la correcta señalización de la caseta de residuos.
- Pavimentar el trayecto entre el almacén temporal de RP y el sitio seleccionado para la entrega de RP a la empresa elegida, por el comité, para la disposición final de los RP.



Figura 10. Mapa de las rutas de transporte interno de RP y entrega de RP a empresa para disposición final

7.6 Tratamiento o minimización de residuos.

La minimización de los residuos es la disminución, en lo posible, de los residuos químicos generados producto de las actividades de la institución, con el fin de reducir los impactos en el ambiente. Para aquellos RP que se puedan tratar en las instalaciones de la Universidad, serán los generadores los responsables de proponer los métodos de tratamiento empleados, así como del tratamiento de los mismos, esto con la finalidad de disminuir los volúmenes de generación.

Actualmente se realizan varias acciones para disminuir el volumen de RP (ver etapa de minimización de RP Figura 7). Después de la realización de las prácticas de docencia y los experimentos realizados en los proyectos de investigación en las que se generan disoluciones de ácidos inorgánicos y bases inorgánicas, se realiza lo siguiente:

- Las disoluciones de ácidos inorgánicos fuertes, por ejemplo el ácido nítrico (HNO_3), ácido sulfúrico (H_2SO_4), ácido clorhídrico (HCl) y ácido fosfórico (H_3PO_4), son agentes corrosivos fuertes. La neutralización de estas sustancias se realiza con hidróxido de sodio o hidróxido de potasio
- Para el caso de las disoluciones de bases inorgánicas, como el hidróxido de sodio (NaOH) e hidróxido de potasio (KOH) se deben neutralizar con una disolución de HCl o H_2SO_4
- Esterilización de medios de cultivos.
- El aceite comestible usado que se genera en el laboratorio de alimentos se manda a la empresa Recicla Papel de la Ciudad de Oaxaca, dicha empresa gestiona el uso del aceite comestible usado para elaborar biodiésel.

A pesar de las operaciones que se realizan en los diferentes laboratorios, se requiere plantear otras acciones para disminuir la generación de RP durante la realización de prácticas de docencia, así como durante la realización de proyectos de investigación o prestación de servicios. Las acciones propuestas son:

- Generar nuevos manuales de prácticas, a partir del acuerdo entre los profesores que imparten la asignatura, con la finalidad de disminuir la generación de RP. Algunas de las consideraciones para proponer los manuales son: Sustituir en la medida de lo posible los reactivos que presenten características de peligrosidad alta por otros de menor; disminuir los volúmenes a utilizar durante la práctica sin que se afecte la realización de la misma y etiquetar correctamente las soluciones para utilizarlas en prácticas posteriores.
- Las prácticas de laboratorio deben incluir una sección en la que se proponga el procedimiento a seguir para tratar los RP generados. En los casos en los que el RP no se pueda tratar en el laboratorio, se debe

especificar el procedimiento a seguir para la identificación y almacenamiento.

- Los proyectos de investigación deberán contener una sección sobre el tratamiento de los RP. Para el caso de los RP que no se puedan tratar en las instalaciones universitarias y cuyo manejo requiera el transporte y disposición final del residuo, el responsable del proyecto deberá considerar en su presupuesto el costo del manejo del RP.

Las acciones propuestas se pueden observar en el diagrama de flujo de la Figura 11.

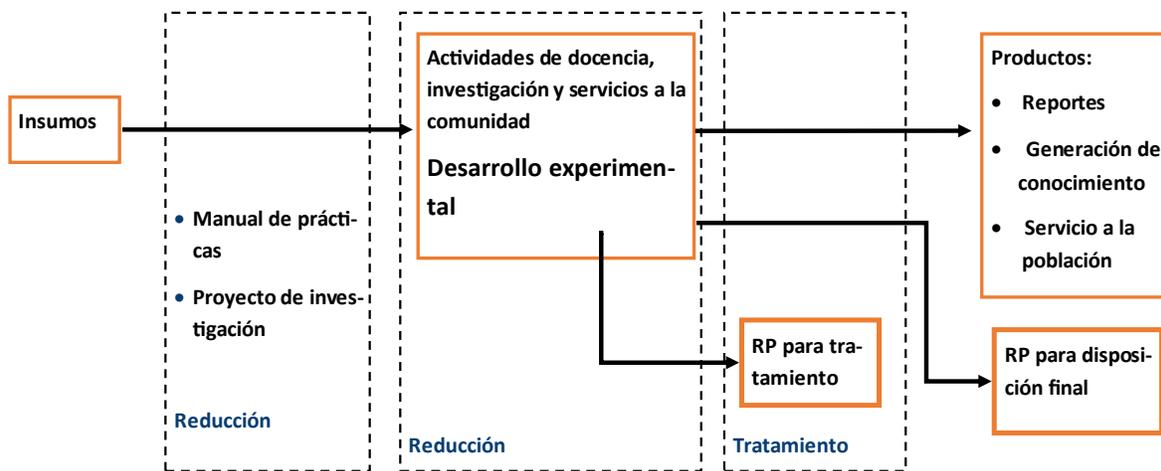


Figura 11. Ubicación del impacto de las acciones propuestas en el diagrama de flujo de las actividades que se desarrollan en la Universidad.

7.7 Transporte y disposición final

A pesar de los esfuerzos por promover la minimización y el tratamiento de RP, se generan RP que no se pueden tratar en las instalaciones de la Universidad, por esta razón se propone contratar una empresa especializada en el servicio de transporte y disposición final de RP.

El almacenamiento de RP en los laboratorios y en el almacén temporal, no deberá exceder de 6 meses, contados a partir de la última fecha de recolección por parte de la empresa.

La empresa elegida deberá contar con los permisos emitidos por la Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT) para realizar el transporte de RP y permisos de la SEMARNAT para operar como un sitio de disposición final.

7.8 Hojas de datos de seguridad

Las hojas de datos de seguridad contienen información sobre las condiciones de seguridad e higiene necesarias, relativa a las sustancias químicas peligrosas, que sirve como base para programas escritos de comunicación de peligros y riesgos en el centro de trabajo (NOM-018-STPS-2000).

Todos los laboratorios deberán tener un recopilador con las hojas de seguridad correspondiente a las sustancias químicas que se utilicen en las actividades de docencia e investigación.

El personal que trabaja en los laboratorios y la comunidad estudiantil deberán revisar las hojas de seguridad correspondientes a las sustancias químicas que utilizarán durante su investigación o práctica de laboratorio.

7.9 Capacitación de usuarios y personal que labora en los laboratorios.

Para lograr la sensibilización del personal y de los diferentes usuarios de los laboratorios de la Universidad en materia de RP, se han impartido cursos (ver Anexo 4) que comprenden la identificación, clasificación y almacenamiento de los residuos peligrosos (Tabla 10). Los cursos fueron dirigidos principalmente a los técnicos de laboratorio y trabajadores de mantenimiento.

La capacitación de todos los individuos que desarrollan actividades en donde se generan RP debe ser permanente. Por otro lado, la rotación del personal técnico de laboratorio y el ingreso de nuevas generaciones de estudiantes, demanda una capacitación frecuente. Por las razones anteriores se propone:

- Impartir cursos sobre la identificación, clasificación y almacenamiento de los residuos peligrosos a los técnicos de laboratorio de nueva incorporación y al personal de la Universidad que participe en el manejo de RP
- Impartir cursos de seguridad e higiene dirigido a los técnicos de laboratorio de nueva incorporación
- Impartir cursos al personal del almacén sobre manejo de sustancias químicas y cilindros que contienen gases a alta presión
- Impartir seminarios a la alumnos de nuevo ingreso en materia de seguridad en los laboratorios

Tabla 10. Cursos impartidos en materia de residuos peligrosos

Nombre del curso	Duración del curso (h)	Fecha
Manejo de residuos peligrosos generados en instalaciones educativas de nivel superior.	20	Del 17 al 19 de octubre de 2011
Manejo de residuos peligrosos generados en laboratorios y talleres de la UMAR	20	Del 11 de junio al 20 de agosto de 2012
Prevención y respuesta de desastres asociados a sustancias químicas peligrosas.	10	25 y 26 de octubre del 2012
Manejo de residuos peligrosos generados en laboratorios y talleres de la UMAR	15	Del 4 al 8 de marzo del 2013

7.10 Sistema de registro de los RP.

La asignación de las claves a los contenedores de RP, le corresponde al responsable que designe el comité. La lista de grupos de residuos y sus respectivas claves son el resultado del diagnóstico de RP que se muestran en la Tabla 9.

El ingreso de un contenedor vacío a un determinado laboratorio deberá registrarse en la bitácora de RP del laboratorio correspondiente. Cualquier movimiento de ingreso o salida de contenedores del laboratorio deberá estar registrado en la bitácora.

Se debe registrar el ingreso de cada uno de los contenedores de RP al almacén de residuos, una copia del Formato 3.2 deberá ser entregada en el almacén y otra deberá permanecer en el archivo del laboratorio en el que se genero el RP.

Las acciones propuestas para mejorar el registro son:

- Capacitación al personal técnico de laboratorio para el registro correcto de los RP en el Formato 3.1, Formato 3.2 y en las bitácoras asignadas a cada laboratorio
- Además del registro en bitácoras se propone desarrollar una base de datos (BD) que permita el registro electrónico de la información de los contenedores de RP. La BD incluirá un formulario principal y cuatro formularios para la captura de la siguiente información: i) Registro de etiquetas (grupo, clave, código de peligrosidad, y número del contenedor), ii) registro de información de los laboratorios (tipo de contenedor, clave, fecha de ingreso, RP, incompatibilidad, actividad que genera el residuo, generador y fecha en la que se llena el contenedor), iii) un formulario para el registro del ingreso de los contenedores al almacén temporal de RP (fecha de ingreso al almacén temporal, clave del contenedor, tipo de residuo, volumen, responsable de la generación, condiciones físicas del contenedor, persona que recibe el contenedor) y iv) Registro de entrega a empresa contratada para la disposición final de RP.
- La BD propuesta permitirá generar los informes de generación de RP y disposición final de RP.

Referencias

- Alcántara Garduño, M., & Sánchez Muñoz, C. (2013). *Plan integral de manejo de residuos peligrosos generados en la UMAR, campus Puerto Ángel*. San Pedro Pochutla.
- Cortinas de Nava, C., & Mosler García, C. (2002). *Gestión de residuos peligrosos*. México: UNAM Programa Universitario de Medio Ambiente.
- INE. (10/01/2014). *Instituto Nacional de Ecología*. Obtenido de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/314/enfoques.html>
- LGEEPA. (1998). *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. México.
- LGPGIR. (2003). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. México.
- Martínez, J., Mallo, M., Lucas, R., Álvarez, J., Salvarey, A., & Gristo, P. (2005). *Guía para la gestión integral de los residuos peligrosos. Fundamentos. Tomo 1*. Montevideo: Centro coordinador del convenio de Basilea para América Latina y el Caribe.
- RESPEL. (2005). *Guía para la elaboración de planes de manejo de residuos peligrosos*. Santiago: MFCED.
- SEMARNAT. (15/08/2014 o 15 de agosto de 2014). *SEMARNAT*. Obtenido de <http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestion-ambiental/materiales-y-actividades-riesgosas/materiales-peligrosos>

Glosario

Las definiciones establecidas en la NOM-052-SEMARNAT-2005 que se consideran en el presente plan son las siguientes:

Almacenamiento o acumulación. Se refiere a la conservación de residuos en un sitio por un lapso determinado.

Constituyente tóxico. Cualquier sustancia química contenida en un residuo y que hace que éste sea peligroso por su toxicidad, ya sea ambiental, aguda o crónica.

Contenedor. Recipiente portátil en el cual un residuo es almacenado, transportado o eliminado.

Corrosividad. Proceso de carácter químico causado por determinadas sustancias que desgastan a los sólidos o que pueden producir lesiones más o menos graves a los tejidos vivos.

CRETIB. El acrónimo de clasificación de las características a identificar en los residuos peligrosos y que significa: corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico ambiental, inflamable y biológico-infeccioso.

CRIT. El acrónimo de clasificación de las características a identificar en los residuos peligrosos y que significa: corrosivo, reactivo, inflamable y tóxico ambiental.

Destinatario. Propietario, administrador o persona responsable de una instalación expresamente autorizada para eliminar residuos peligrosos generados fuera de ella.

Disposición final. Procedimiento de eliminación mediante el depósito definitivo en el suelo de los residuos peligrosos, con o sin previo tratamiento.

Generador. Titular de la instalación o actividad que dé origen a residuos peligrosos (profesor-investigador, estudiante, personal técnico y/o personal de mantenimiento).

Hoja de seguridad para el transporte de residuos peligrosos. Documento para transferir información sobre las características esenciales y grados de riesgo que presentan los residuos peligrosos para las personas y el medio ambiente, incluyendo aspectos de transporte, manipulación, almacenamiento y acción ante emergencias desde que una carga de residuos peligrosos es entregada por el generador a un medio de transporte hasta que es recibida por el destinatario.

Inflamabilidad. La capacidad para iniciar la combustión provocada por la elevación local de la temperatura. Este fenómeno se transforma en combustión propiamente cuando se alcanza la temperatura de inflamación.

Manejo. Todas las operaciones a las que se somete un residuo peligroso luego de su generación, incluyendo, entre otras, su almacenamiento temporal, transporte y eliminación.

Minimización. Acciones para evitar, reducir o disminuir en su origen la cantidad y/o peligrosidad de los residuos peligrosos generados. Considera medidas tales como la reducción de la generación, la concentración y el reciclaje.

Reactividad. Potencial de los residuos para reaccionar químicamente liberando en forma violenta energía y/o compuestos nocivos ya sea por descomposición o por combinación con otras sustancias.

Reciclaje. Recuperación de residuos peligrosos o de materiales presentes en ellos, para ser utilizados en su forma original o previa transformación, en la fabricación de otros productos en procesos productivos distintos al que los generó.

Residuo o desecho. Sustancia, elemento u objeto que el generador elimina, se propone eliminar o está obligado a eliminar.

Residuo peligroso. El residuo es peligroso si presenta al menos una de las siguientes características, bajo las condiciones señaladas por la Norma NOM-052-SEMARNAT-2005: Corrosividad; Reactividad; Explosividad; Toxicidad ambiental; Inflamabilidad; Biológico – Infeccioso.

Residuos peligrosos resultado del desecho de productos fuera de especificaciones o caducos. Sustancias químicas que han perdido, carecen o presentan variación en las características necesarias para ser utilizadas, transformadas o comercializadas respecto a los estándares de diseño o producción originales.

Reuso. Recuperación de residuos peligrosos o de materiales presentes en ellos para ser utilizados en su forma original o previa transformación como materia prima sustitutiva en el proceso productivo que les dio origen.

Riesgo. Probabilidad de ocurrencia de un daño.

Toxicidad. La propiedad de una sustancia o mezcla de sustancias de provocar efectos adversos en la salud o los ecosistemas.

Toxicidad ambiental. La característica de una sustancia o mezcla de sustancias que ocasiona un desequilibrio ecológico.

Toxicidad aguda. El grado en el cual una sustancia o mezcla de sustancias puede provocar, en un corto período de tiempo o en una sola exposición, daños o la muerte de un organismo.

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.

Transportista. Persona física o moral que asume la obligación de realizar el transporte de residuos peligrosos.

Teratógeno. Agente que cuando se administra al animal materno antes del nacimiento de la cría, induce anomalías estructurales permanentes en esta última.

Tratamiento. Todo proceso destinado a cambiar las características físicas y/o químicas de los residuos peligrosos, con el objetivo de neutralizarlos, recuperar energía o materiales o eliminar o disminuir su peligrosidad.

Anexos

Anexo 1 Cuestionario

Formato del cuestionario utilizado para la recopilación de información. Aplicado en los años 2008, 2011 y 2013 (Alcántara Garduño & Sánchez Muñoz, 2013).

DIAGNÓSTICO DE GENERACIÓN, IDENTIFICACION, MANEJO, ALMACENAMIENTO Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN ACTIVIDADES DE DOCENCIA, INVESTIGACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA UNIVERSIDAD DEL MAR, 2011

Instrucciones.

Este cuestionario debe ser llenado y revisado por cada responsable, jefe de laboratorio y responsable de proyecto de investigación que genere residuos químicos o biológicos.

En caso de que un laboratorio cuente con distintas secciones (microbiología, química, biología, química orgánica) debe llenarse un cuestionario para cada sección.

La información cualitativa (nombre y fórmula del residuo) y cuantitativa (volumen o masa del residuo) debe ser indicada en la forma más precisa que sea posible.

Nombre del laboratorio: _____
Responsable del Laboratorio: _____ e-mail: _____
Técnico(s) responsables: _____ e-mail: _____
_____ e-mail: _____

Actividades desarrolladas: Docentes Investigación Mantenimiento

1. ¿Dónde se ubican físicamente los residuos que han sido generados en el área a su cargo?

2. ¿Cómo lleva a cabo el registro, clasificación e identificación de los residuos generados?

3. ¿Cuál es la periodicidad con la cual realiza el tratamiento, disposición o almacenamiento de los residuos generados?

4. ¿Cómo dispone de los residuos generados (incineración, enterramiento, disposición con basura común, almacenamiento en su área de trabajo, almacenamiento en almacén de residuos peligrosos, etc.)? Especifique el procedimiento para cada residuo.

5. Respecto a cada uno de los residuos que se encuentran almacenados en el laboratorio o área de trabajo a su cargo, indique en la forma más precisa posible la información solicitada en la tabla 1.

Complete un registro por cada recipiente de distinta capacidad que contiene un mismo residuo en el mismo estado físico.

En caso de ser necesario, copie este formato para incluir todos los residuos peligrosos generados.

Tabla 1.

Nombre del residuo y fórmula química	Estado físico ¹	Concentración del residuo ²	Recipiente en que se encuentra almacenado ³	Volumen unitario del recipiente ⁴	Cantidad del residuo por recipiente ⁵	Cantidad de recipientes ⁶	Cantidad total del residuo ⁷

1. Por ejemplo, Sólido, líquido, mezcla de sólido y líquido, etc.

2. Indique la concentración como partes por millón, %volumen/volumen, %masa/masa, %masa/volumen u otra similar

3. Por ejemplo, bidón de plástico, botella de vidrio, bolsa de plástico, cubeta de plástico con tapa, tambo metálico con tapa, caja plástica sin tapa, etc.

4. Indique el volumen de cada recipiente en litros o kilogramos, de acuerdo a su estado físico (sólido o líquido, respectivamente)

5. Indique la cantidad en gramos o litros, de acuerdo a su estado físico (sólido o líquido, respectivamente)

6. Indique el número de recipientes de la misma capacidad que contienen al mismo residuo.

7. Indique el volumen total del residuo en litros o kilogramos, de acuerdo a su estado físico (sólido o líquido, respectivamente)

Formato 3.3 Solicitud de tanque (s) contenedor(es) al laboratorio/taller
(Alcántara Garduño & Sánchez Muñoz, 2013).



UNIVERSIDAD DEL MAR
Puerto Escondido ~ Puerto Angel ~ Huatulco
O A X A C A

FORMATO 3.3 Solicitud de de tanque(s) contenedor(es) al laboratorio/taller		
Laboratorio /Taller:		
Fecha de solicitud (mm/dd/aa)		Número de solicitud
Nombre del PTC solicitante		Tel. / Extensión
Nombre del técnico que recibe solicitud:		
Residuos Líquidos		
Tipo de contenedor (bidón)	Cantidad solicitada	CUP de Proyecto / Asignatura
<input type="checkbox"/> Acetonitrilo, AC		
<input type="checkbox"/> Ácidos minerales, AM		
<input type="checkbox"/> Ácidos orgánicos, AO		
<input type="checkbox"/> Agentes oxidantes fuertes, AX		
<input type="checkbox"/> Agentes reductores fuertes, AR		
<input type="checkbox"/> Alcoholes, AL		
<input type="checkbox"/> Biológico infeccioso, BI		
<input type="checkbox"/> Cáusticos, CA		
<input type="checkbox"/> Cianuros, CI		
<input type="checkbox"/> Esteres, Glicoles y Aldehídos, EG		
<input type="checkbox"/> Fenoles, cresoles e isómeros, FC		
<input type="checkbox"/> Grasas y aceites, GA		
<input type="checkbox"/> Herbicidas, HB		
<input type="checkbox"/> Hidrocarburos alifáticos saturados, HA		
<input type="checkbox"/> Hidrocarburos aromáticos, HR		
<input type="checkbox"/> Metales y compuesto metálicos tóxicos, MT		
<input type="checkbox"/> Organo-halogenados, OH		
<input type="checkbox"/> Otro, OT		
<input type="checkbox"/> Otros metales, OM		
<input type="checkbox"/> Sales inorgánicas, SI		
<input type="checkbox"/> Solventes orgánicos halogenados, SH		
<input type="checkbox"/> Solventes orgánicos, SO		
Residuos Sólidos		
Tipo de contenedor (cubeta)	Cantidad solicitada	CUP de Proyecto / Asignatura
<input type="checkbox"/> Biológico infeccioso, BI		
<input type="checkbox"/> Catalizadores, CT		
<input type="checkbox"/> Cáusticos, CA		
<input type="checkbox"/> Fenoles, cresoles e isómeros, FC		
<input type="checkbox"/> Grasas y aceites, GA		
<input type="checkbox"/> Metales y compuesto metálicos tóxicos, MT		
<input type="checkbox"/> Organo-halogenados, OH		
<input type="checkbox"/> Otros metales, OM		
<input type="checkbox"/> Punzocortantes, PC		
<input type="checkbox"/> Reactivos caducos, RC		
<input type="checkbox"/> Sólidos contaminados (guantes, toallas de papel, etc), SC		
<input type="checkbox"/> Vidrio contaminado, VC		
Observaciones:		
Elaboró (Solicitante PTC)		Técnico que recibe solicitud
Nombre y Firma		Nombre y Firma

Copia 1. Para el laboratorio /taller

Copia 2. Para el solicitante

Formato 3.4 Solicitud de tanque(s) contenedores(s) al almacén de residuos peligrosos (Alcántara Garduño & Sánchez Muñoz, 2013).



UNIVERSIDAD DEL MAR

Puerto Escondido ~ Puerto Angel ~ Huatulco

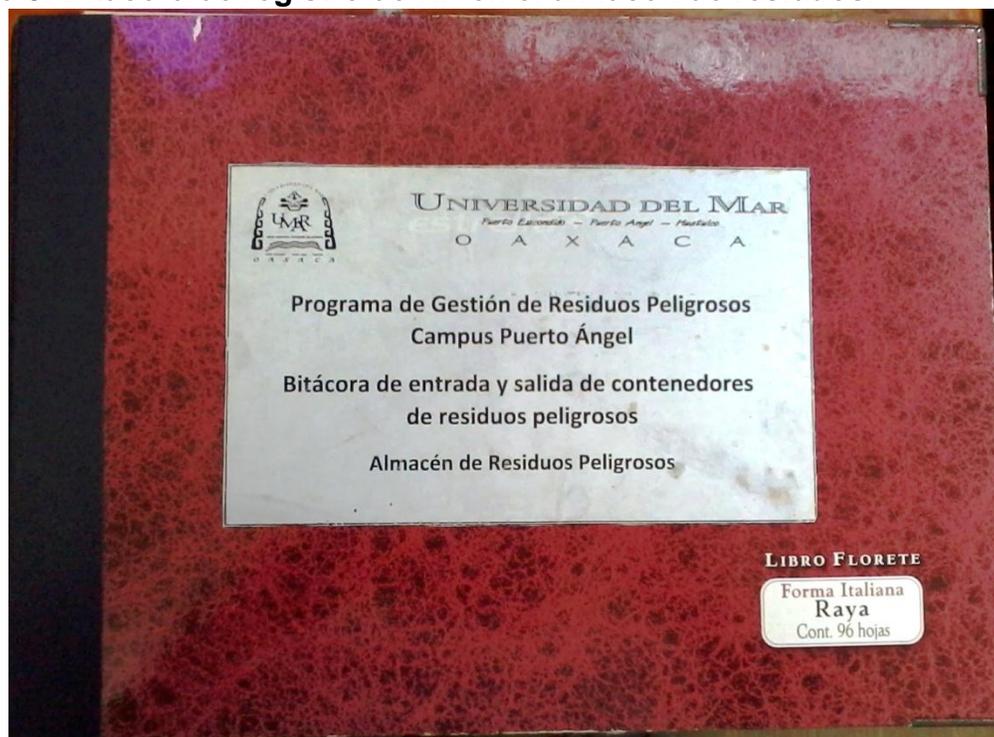
O A X A C A

FORMATO 3.4 Solicitud de de tanque(s) contenedor(es) al almacén de residuos peligrosos			
Laboratorio /Taller Solicitante:		Número de solicitud	
Fecha de solicitud (mm/dd/aa) / /		Tel. / Extensión	
Nombre del técnico de laboratorio / trabajador solicitante			
Nombre del responsable del almacén que recibe solicitud:			
Residuos Líquidos			
Tipo de contenedor (Bidón)	Cantidad solicitada	Cantidad entregada	Firma de recepción
() Acetonitrilo, AC			
() Ácidos minerales, AM			
() Ácidos orgánicos, AO			
() Agentes oxidantes fuertes, AX			
() Agentes reductores fuertes, AR			
() Alcoholes, AL			
() Biológico infeccioso, BI			
() Cásticos, CA			
() Cianuros, CI			
() Esteres, Glicoles y Aldehídos, EG			
() Fenoles, cresoles e isómeros, FC			
() Grasas y aceites, GA			
() Herbicidas, HB			
() Hidrocarburos alifáticos saturados, HA			
() Hidrocarburos aromáticos, HR			
() Metales y compuesto metálicos tóxicos, MT			
() Organo-halogenados, OH			
() Otro, OT			
() Otros metales, OM			
() Sales inorgánicas, SI			
() Solventes orgánicos halogenados, SH			
() Solventes orgánicos, SO			
Residuos Sólidos (Cubeta)			
Tipo de contenedor	Cantidad solicitada	Cantidad entregada	Firma de recepción
() Biológico infeccioso, BI			
() Catalizadores, CT			
() Cásticos, CA			
() Fenoles, cresoles e isómeros, FC			
() Grasas y aceites, GA			
() Metales y compuesto metálicos tóxicos, MT			
() Organo-halogenados, OH			
() Otros metales, OM			
() Punzocortantes, PC			
() Reactivos caducos, RC			
() Sólidos contaminados (guantes, toallas de papel, etc), SC			
() Vidrio contaminado, VC			
Observaciones:			
Elaboró		Recibe solicitud	
Nombre y Firma		Nombre y Firma	

Copia 1. Para el almacén de residuos peligrosos

Copia 2. Para el solicitante

Anexo 3. Bitácora de registro de RP en el almacén de residuos.



Anexo 4. Cursos impartidos



La Universidad del Mar
a través de la Coordinación de Educación Continua

otorga la presente

CONSTANCIA

a

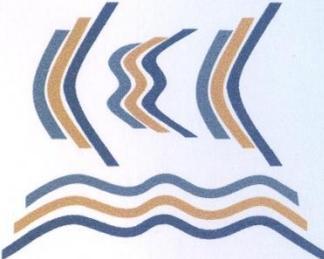
Cervando Sánchez Muñoz

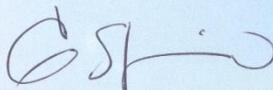
Por haber asistido al curso-taller denominado:

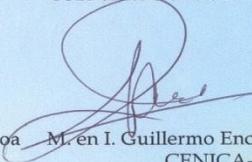
“Manejo de residuos peligrosos generados en instalaciones educativas de nivel superior”

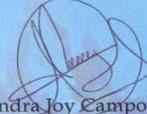
Impartido por el M. en I. Gustavo Solórzano Ochoa,
el M. en I. Guillermo Encarnación Aguilar y la Ing. Alejandra Joy Campos Rivera
Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental del Instituto Nacional de Ecología
en el Campus Puerto Ángel, del 17 al 19 de octubre de 2011
con una duración de 20 horas.

Puerto Ángel, Oaxaca a 19 de Octubre de 2011

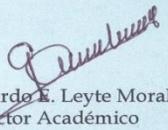


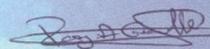

M. en I. Gustavo Solórzano Ochoa
CENICA-INE
Instructor


M. en I. Guillermo Encarnación Aguilar
CENICA-INE
Instructor


Ing. Alejandra Joy Campos Rivera
CENICA-INE
Instructora




M. en C. Gerardo E. Leyte Morales
Vice-Rector Académico


MSc. Ragi Alfonso Guerra Mendoza
Coordinador de Educación Continua

Folio 1075



La Universidad del Mar

otorga la presente

CONSTANCIA

a

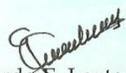
Cervando Sánchez Muñoz

Por haber asistido al curso denominado:

*“Manejo de residuos peligrosos generados en laboratorios
y talleres de la UMAPR, Puerto Ángel”*

Impartido por la Dra. Martha Elena Alcántara Garduño
en el Campus Puerto Ángel, del 11 de junio al 10 de agosto de 2012
con una duración de 20 horas.

Puerto Ángel, Oaxaca a 10 de agosto de 2012.


M. en C. Gerardo E. Leyte Morales
Vice-Rector Académico


Dra. Martha Elena Alcántara Garduño
Instructora



GOBIERNO
FEDERAL

SEGOB

El Centro Nacional de Prevención de Desastres
de la Secretaría de Gobernación y
la Fundación MAPFRE, otorgan la siguiente

CONSTANCIA

a **CERVANDO SÁNCHEZ MUÑOZ**

por su participación en línea en el Seminario Internacional
**Prevención y Respuesta de Desastres
Asociados a Sustancias Químicas Peligrosas**
celebrado en la Ciudad de México el 25 y 26 de octubre de 2012.

Sede: Universidad del mar. Puerto Ángel, Pochutla Oaxaca, México

Número individual de registro: S69/P31/T33



FUNDACIÓN MAPFRE





LA UNIVERSIDAD DEL MAR

Otorga la presente

CONSTANCIA

al M. en C. Cervando Sánchez Muñoz

por haber impartido el curso denominado:

*"Manejo de residuos peligrosos generados
en laboratorios y talleres de la UMAR.
Puerto Ángel, 2013"*

en el campus Puerto Ángel, del 4 al 8 de marzo de 2013,
con una duración de 15 horas.

Puerto Ángel, Oaxaca a 8 de marzo de 2013.

M. en C. Gerardo E. Leyte Morales
Vice-Rector Académico

