Horizonte Académico
Revista Multidisciplinaria
Recibido:09/07/2025 Aprobado:10/08/2025

DOI: https://doi.org/10.70208/3007.8245.v5.n3.209

Diseño de Plan de Manejo de Residuos Peligrosos para la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Veracruzana, en Poza Rica de Hidalgo, Veracruz

Nadia Angélica Cruz Vázquez
nadcruz@uv.mx
https://orcid.org/0009-0008-1394-7304
Universidad Veracruzana
México

Ana Lizette Sánchez Meza
anasanchez03@uv.mx
https://orcid.org/0009-0005-3774-2707
Universidad Veracruzana
México

Erika Fuentes Vergara
erikafuentesvergara@gmail.com
https://orcid.org/0009-0000-2701-294X
Universidad Veracruzana
México

RESUMEN

El presente artículo presenta la propuesta de un plan de manejo de residuos peligrosos para la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Veracruzana Región Poza Rica - Tuxpan (ubicada en la ciudad de Poza Rica de Hidalgo, Veracruz), la cual cuenta con varios laboratorios químicos de prácticas al servicio de los estudiantes. Con base a los resultados obtenidos de un estudio de linea base de generación previamente realizado, se identificaron los volúmenes y tipos de residuos generados (558 Kg de residuos sólidos y 1,507.02 L de residuos lquidos por año, de los cuales el 90% de estos son mezclas de sustancias) con lo que se integra esta propuesta de plan de manejo de residuos peligrosos que incluye segregación, acopio y almacenamiento, recolección, valorización y disposición final alineada a lo dispuesto en el PROY- NOM-160- 2011, que establece los elementos y procedimientos para formular los planes de manejo de residuos peligrosos.

***Palabras clave**:* universidad, residuos peligrosos, plan de manejo

Design of a Hazardous Waste Management Plan for the Chemical Sciences Faculty of the University of Veracruz, in Poza Rica de Hidalgo, Veracruz

ABSTRACT

This article presents a proposal for a hazardous waste management plan for the Chemical Sciences Faculty of the Universidad Veracruzana Región Poza Rica - Tuxpan (located in the city of Poza Rica de Hidalgo, Veracruz), which has several chemical laboratories for students. Based on the results of a previously baseline study of waste generation, the volumes and types of waste generated were identified ((558 kg of solid waste and 1,507.02 L of liquid waste per year, of which 90% are mixtures of substances), which is what makes up this proposal for a hazardous waste management plan, which includes segregation, collection and storage, harvesting, valorization and final disposal, in line with the provisions of PROY-NOM-160-2011, which establishes the elements and procedures for formulating hazardous waste management plans.

Keywords: university, hazardous waste, management plan

Introducción

Problemática general en México.

La legislación en México tiene los suficientes mecanismos para tener un buen manejo de residuos, pero muchas veces las empresas y personas particulares desconocen o prefieren ignorar antes de acatar, trayendo como consecuencia acumulamiento de residuos por una mala disposición hasta derrames por desechos peligrosos. Las malas prácticas en el tema de residuos provocan daños a la salud y pérdidas económicas (SEMARNAT, 2019).

Si bien la industria es el sector que más residuos químicos peligrosos genera, no se puede ignorar al sector educativo como un importante generador ya que este es un sector que genera una enorme variedad de residuos químicos derivados principalmente de pruebas técnicas y laboratorios (Murcia y Esquiaqui, 2021). Las instituciones educativas, principalmente las universidades, en el desarrollo de sus actividades docentes e investigativas se caracterizan por el uso y consumo de energía, agua, productos químicos y materiales biológicos Los laboratorios universitarios son espacios donde se desarrollan actividades de docencia, extensión e investigación en los cuales se manejan sustancias nocivas y se generan residuos peligrosos, y aunque el volumen de residuos que se generan es relativamente pequeño en relación con el proveniente del sector industrial, no debe ignorarse la problemática de su correcto manejo y disposición final, lo que impone la necesidad de una gestión adecuada de las actividades en los laboratorios con el objeto de minimizar los riesgos sin pérdida de eficacia en las tareas educativas e investigativas (Ramos y Peña, 2008; Martínez y Mera, 2012).

Problemática en la Universidad Veracruzana

La Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Veracruzana Región Poza Rica - Tuxpan (FCQ-UV-PRTX) genera residuos químicos y otro tipo de residuos en diversas actividades durante la realización de prácticas de laboratorio (Villalobos, 2017), algunos de ellos con características que les pueden conferir peligrosidad, por lo que se identificó la necesidad de regularizar al plantel como generador de residuos peligrosos e integrar un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos que estableciera los pasos a seguir para su adecuado manejo de estos, enfocándose primero en la reducción de generación y segregación, y posteriormente su acopio, almacenamiento y disposición final.

El no contar con este tipo de documento que establece los pasos a seguir para el adecuado manejo de residuos peligrosos, además de representar un incumplimiento legal, incrementa la posibilidad de ocurrencia de emergencias ambientales derivado a un mal manejo o derrame de los residuos (SEMARNAT, 2019), lo que puede poner en peligro la integridad del personal, alumnado, instalaciones y medio ambiente, siendo esto inadmisible en una institución educativa que tiene en su retícula la impartición de la Carrera de Ingeniería Ambiental.

METODOLOGÍA

Por sus características, el presente artículo representa una investigación del tipo documental que se llevó a cabo a través de los siguientes pasos:

1. Delimitación y descripción del área de estudio: FCQ-UV-PRTX, recopilación de información de sus operaciones a partir de los procedimientos vigentes de la institución y recorrido en el sitio y análisis de los resultados de diagnósticos de generación de residuos aplicados en el área de estudio realizados como parte de investigaciones para tesis de licenciaturas y posgrados, recabados de registros físicos y digitales de la Universidad Veracruzana.

2. Identificación de la normativa y legislación federal aplicable al cumplimiento legal del manejo de los residuos peligrosos en México (publicados en el Diario Oficial de la Federación) y lineamientos internos de la Universidad Veracruzana, bajo los criterios de aplicabilidad por giro, vigencia y relevancia al tema.

3. Selección de estrategias de manejo de residuos y elaboración del Plan de Manejo de Residuos Peligrosos para la FCQ-UV-PRTX con base a los lineamientos de la Norma Oficial Mexicana PROY-NOM- 160- SEMARNAT- 2011 Que establece los elementos y procedimientos para formular los planes de manejo de residuos peligrosos en su numeral 6. Procedimiento para la formulación de planes de manejo de grandes generadores de residuos peligrosos.

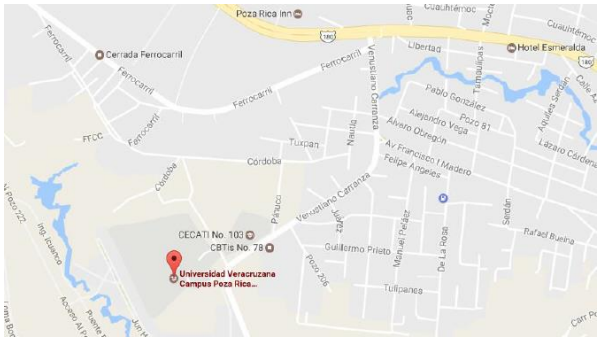
RESULTADOS

Delimitación y descripción del área de estudio: FCQ-UV-PRTX

Fundada en 1944, la Universidad Veracruzana es la máxima casa de estudios superiores del estado de Veracruz. Cuenta con 5 regiones alrededor del estado, uno de ellos el campus Poza Rica-Tuxpan considerado para este estudio.

Ubicada en la Av. Venustiano Carranza S/N Col. Revolución (ver. Figura 1 a continuación), la FCQ-UV-PRTX fue fundada en 1974, y para el 2024 cuenta con una matrícula de 934 alumnos divididos en sus tres programas educativos; Ingeniería Química, Ingeniería Ambiental, e Ingeniería Petrolera.

Figura 1. Ubicación de la FCQ-UV-PR



Fuente: elaboración propia, 2024.

La FCQ-UV-PRTX está conformada por 3 edificios: el Edificio B que alberga a 6 aulas, la biblioteca, el laboratorio A y B, así como es compartido con la facultad de ingeniería civil ubicándose en este dos laboratorios de dicha entidad, el Edificio CG que cuenta con 8 aulas, de las cuales únicamente 3 son asignadas para los programas educativos de la FCQ-UV-PRTX, y por último el de más reciente creación, el Edificio H que cuenta con 8 aulas, un laboratorio de cómputo y un laboratorio de Petrofísica y PVT (laboratorio para análisis de Presión, Volumen y Temperatura de fluidos).

La FCQ-UV-PRTX cuenta con 6 laboratorios que hacen uso de sustancias químicas: los Laboratorios A y B, donde realizan prácticas de física y química; el Laboratorio de Operaciones Unitarias con equipos que ejemplifican procesos físicos de transformación donde puede existir un intercambio de energía del tipo físico, de una materia prima en otro producto de características diferentes; el Laboratorio de Microbiología esta materia sólo se imparte en los semestres nones y se realizan prácticas de siembra de microorganismos entre otras; el Laboratorio de Cromatografía de Gases dedicado únicamente a esta actividad; el Laboratorio de Análisis en donde se efectúan procedimientos de espectrofotometría y cromatografía; y el Laboratorio de Petrofísica y PVT. Todos estos laboratorios son utilizados por alumnos de cualquiera de los tres programas educativos que se imparten en la Facultad, así como tesistas de la misma.

Durante la etapa de investigación documental, se identificó a la Dirección General del Área de Ciencias Biológicas Agropecuarias de la Universidad Veracruzana como la instancia que se encarga de la gestión de residuos peligrosos a nivel institucional, que se apoya de la empresa ECOENTORNO para el trasporte y disposición de los residuos peligrosos generados en las diferentes facultades.

De acuerdo al contrato entre ECOENTORNO y la Universidad Veracruzana, el listado de residuos peligrosos alcance de sus autorizaciones para los servicios de recolección y transporte son solventes, sustancias orgánicas sólidas, sustancias inorgánicas sólidas, sustancias orgánicas líquidas, sustancias inorgánicas líquidas, sustancias ácidas, sustancias alcalinas, residuos impregnados con residuos peligrosos, plaguicidas y lámparas fluorescentes.

Marco legal aplicable

Bajo el derecho constitucional de que toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar (Art. 4 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos), el máximo ordenamiento jurídico en México en materia de residuos es la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) publicada en el 2003 y su Reglamento, publicado en el 2006.

De acuerdo con la LGPGIR, en el Art. 5 se define a un "residuo" como el 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, destacándose que hay 3 tipos de residuos: los residuos sólidos urbanos, los de manejo especial y los residuos peligrosos, y definiendo a un "generador de residuos" como una persona física o moral que produce residuos, a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo, siendo los residuos peligrosos aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio

De los 3 tipos de residuos existentes en esta legislación, los residuos peligrosos son de alta prioridad en la agenda ambiental en México ya que justamente su peligrosidad representa un gran riesgo de grave impacto al medio ambiente y a la salud humana, por lo que en sus art. 46, 47 y 48 establece

como una obligación para cualquier tipo de generador de residuos peligrosos el contar con un Plan de Manejo de Residuos, el cual se define como un instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social (Art. 5 Fracc. XXI LGPGIR).

Dentro de los principales lineamientos dentro de la LGPGIR aplicables a la presente investigación se identificaron los artículos 30, 47, 54, 55 y 56, que establecen las obligaciones de los generadores de residuos peligrosos y la determinación de residuos que podrán sujetarse a planes de manejo; y el Cap. I de Identificación de Residuos Peligrosos, el Cap. IV de Disposiciones Comunes a los Generadores de Residuos Peligrosos y la Sección I de Almacenamiento y Centros de Acopio de Residuos Peligrosos del Cap. IV del Reglamento de la LGPGIR

Siguiendo con el orden jerárquico correspondiente, es obligatorio mencionar las normas oficiales mexicanas aplicables en este rubro:

• Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

• Norma Oficial Mexicana NOM-054-SEMARNAT-1993, que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.

• Norma Oficial Mexicana NOM-003-SCT/2008, características de las etiquetas de envases y embalajes, destinadas al transporte de substancias, materiales y residuos peligrosos.

La SEMARNAT ha emitido otras tantas normas aplicables a residuos peligrosos, sin embargo, estas regulan su acopio y disposición final, no siendo aplicables a la temática que se sigue en esta investigación.

Mención aparte merece el PROY-NOM-160-SEMARNAT-2011, que establece los elementos y procedimientos para formular los planes de manejo de residuos peligrosos, en su numeral 6. Procedimiento para la formulación de planes de manejo de grandes generadores de residuos peligrosos, bajo el cual se basará el Plan de Manejo de la FCQ-UV-PRTX y que deberá incluir como mínimo la siguiente información:

- Nombre, denominación o razón social del solicitante.
- Domicilio del solicitante.
- Giro o actividad preponderante del solicitante.
- Nombre del representante legal del solicitante.
- Modalidad del Plan de Manejo.
- Residuos peligrosos objeto del plan, especificando sus características físicas, químicas o biológicas y el volumen estimado de manejo
- Línea base de generación
- Etapa previa a la decisión de desechar
- Etapa posterior a la decisión de desechar

A nivel local, la Universidad Veracruzana, en su claro compromiso con la procuración de la conservación del medio ambiente ha emitido el Reglamento para la Gestión de la Sustentabilidad, que en su Capítulo II "De las prácticas sustentables de los titulares de las entidades académicas y dependencias", Art 25, fracc. VI declara que se promoverá la disminución y separación de los residuos orgánicos, inorgánicos, peligrosos y de manejo especial que se generen atendiendo a las normas federales y estatales en la materia.

Por otra parte, la Universidad Veracruzana en materia de residuos peligrosos tiene como antecedente el Plan Maestro para la Sustentabilidad de 2012, en donde se encuentra el Plan de Acción del Sistema Universitario de Manejo Ambiental (SUMA); este contiene en el Área de Desempeño Uno la gestión de materiales y residuos especiales que contempla implementar en la totalidad de las otras Dependencias de Educación Superior de la región Poza Rica - Tuxpan un programa de gestión y manejo de materiales peligrosos y residuos de manejo especial, basado en la normatividad vigente para su manejo, almacenamiento y disposición final. (Martínez y González, 2016).

También cuenta con un Reglamento para la Gestión de la Sustentabilidad, donde en su Art. 25 frac. sexta menciona que los titulares de las entidades académicas y dependencias deberán observar las prácticas sustentables como promover la disminución de los residuos peligrosos que se generen atendiendo a las normas federales y estatales en la materia (Universidad Veracruzana, 2020).

Análisis de resultados del estudio de Línea Base de Generación de Residuos Peligrosos de la FCQ-UV-PRTX

Durante la revisión documental se identificó que entre los años 2017 y 2018 se llevó a cabo una estimación de línea base de generación de residuos peligrosos en la FCQ-UV-PRTX (Cruz, 2018), realizado a través de la caracterización y cuantificación de los residuos peligrosos existentes en el almacén de Residuos Peligrosos de la Facultad, teniéndose el inventario mostrado en la Tabla 1 a continuación:

Tabla 1. Inventario de Línea Base de generación de residuos peligrosos en la FCQ-UV-PRTX

Tipo de residuo	Total	Unidad
Sustancia Inorgánica Líquida	390.55	L
Sustancia Inorgánica Sólida	20	Kg
Sustancia orgánica Líquida	791.27	L
Sustancia orgánica Sólida	1	Kg
Sustancia Ácida	123.31	L
Sustancia Básica	32.8	L
Solventes	169.09	L
Pilas Húmedas	1	Kg
Residuos Impregnados con residuos peligrosos	257	Kg
Lámparas fluorescentes	279	Pza.

Fuente: Cruz, 2018

La FCQ-UV-PRTX cuenta con un registro como pequeño generador de residuos peligrosos, lo que se ajusta a las cantidades generadas. Sin embargo, se detectó que los residuos peligrosos no tienen un correcto acopio y/o separación y sus contenedores y almacén no cumplen con todos los requerimientos legales aplicables, lo que representa un riesgo latente de la empresa en materia de impacto ambiental.

Con esto, se identifica la necesidad de diseñar e implementar un plan de manejo de residuos peligrosos en la instalación cuyo objetivo sea minimizar la generación de este tipo de residuos, su correcto manejo y disposición final, a la par de dar cumplimiento a sus requisitos legales obligatorios como generador.

Diseño de Plan de Manejo de Residuos Peligrosos generados en la FCQ-UV-PRTX

El siguiente plan de manejo está basado en los requerimentos de la LGPGIR y su reglamento, así como en lo dispuesto por el Proyecto de NORMA Oficial Mexicana PROY-NOM-160-SEMARNAT- 2011, que establece los elementos y procedimientos para formular los planes de manejo de residuos peligrosos, y la NORMA Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

Datos Generales

Nombre, denominación o razón social del solicitante.

Universidad Veracruzana

Facultad de Ciencias Química, Región Poza Rica -Tuxpan.

Domicilio del solicitante.

Av. Venustiano Carranza S/N Col. Revolución, CP 93390.

Poza Rica de Hidalgo, Ver.

Giro o actividad preponderante del solicitante.

Educación.

Nombre del representante legal del solicitante.

Mtro. Alberto Islas Reyes. Abogado General.

Modalidad del Plan de Manejo.

Privado, Individual y Local.

Residuos peligrosos objeto del plan, especificando sus características físicas, químicas o biológicas y el volumen estimado de manejo

Los residuos sujetos a este plan de manejo se muestran en la Tabla 2 a continuación:

Tabla 2. Residuos Peligrosos y características de peligrosidad

Tipo de Residuos	Características CRETIB *								
	C	R	E	T	Th	Tt	Te	I	B
Sustancia Inorgánica Líquida	X	X	X	X		X	X		
Sustancia Inorgánica Sólida	X	X		X		X			
Sustancia Orgánica Líquida	X	X		X		X	X	X	
Sustancia Orgánica Sólida	X			X		X	X		
Sustancia Ácida	X			X		X	X		
Sustancia Básica	X			X		X	X		
Solventes				X	X			X	
Pilas Húmedas	X			X		X	X		
Residuos Impregnados con Residuos Peligrosos				X				X	
Lámparas Fluorescentes				X		X			

***** *C: Corrosiva, R: Reactivo, E: Explosivo, T: Tóxico, Th: Tóxico Agudo, Tt: Tóxico Crónico, Te: Tóxico Ambiental, I: Inflamable y B: Biológico Infeccioso. Los residuos podrán tener una o más de las características CRETIB señaladas.*

Fuente: Cruz, 2018

Es importante señalar que las categorías que se muestran en la tabla anterior son las establecidas en la NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos, y debido a que no se cuenta con análisis CRETIB de cada uno de los residuos, se ha decido tipificarlos como este tipo de residuo en base a lo mencionado en los puntos de la norma mencionada y que continuación se citan:

6.4.2 Manifestación basada en el conocimiento científico o la evidencia empírica sobre los materiales y procesos empleados en la generación del residuo en los siguientes casos:

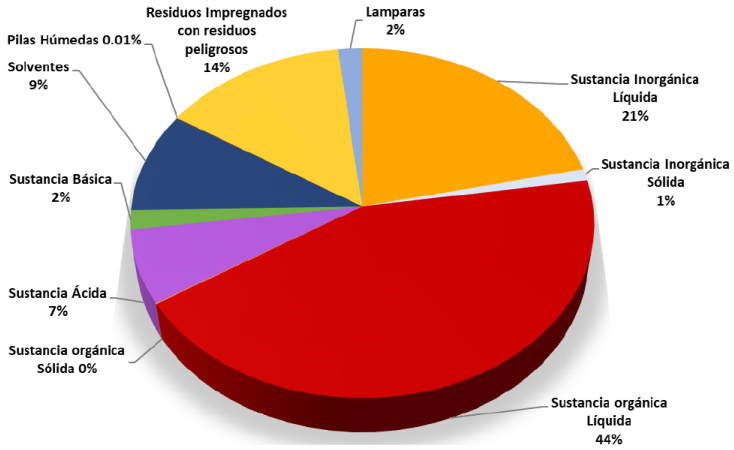
6.4.2.1 Si el generador sabe que su residuo tiene alguna de las características de peligrosidad establecidas en esta norma.

6.4.2.2 Si el generador conoce que el residuo contiene un constituyente tóxico que lo hace peligroso.

6.4.2.3 Si el generador declara, bajo protesta de decir verdad, que su residuo no es peligroso.

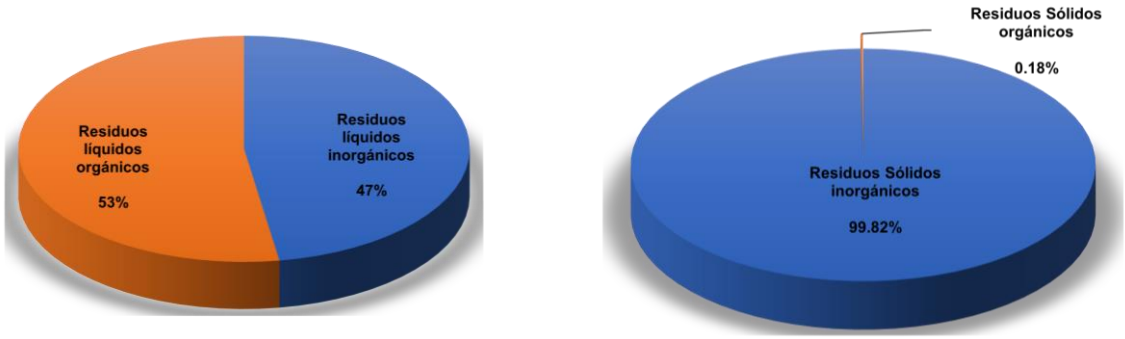
Y en las Figuras 2 y 3 y en la Tabla 3 que se muestran a continuación se detalla la cantidad total generada de residuos según el estado de la materia en la que se encuentran.

Figura 2. Porcentajes en volumen de la generación de residuos peligrosos en la FCQ-UV-PRTX



Fuente: Cruz, 2018

Figura 3. Porcentaje de residuos orgánicos e inorgánicos



A) Residuos Líquidos (b) Residuos Sólidos

Fuente: Elaboración propia con información de Cruz, 2018

Tabla 3. Volumen de residuos peligrosos generados en la FCQ-UV-PRTX

Tipo de residuo	Total	Unidad
Sustancia Inorgánica Líquida	390.55	L
Sustancia Inorgánica Sólida	20	Kg
Sustancia orgánica Líquida	791.27	L
Sustancia orgánica Sólida	1	Kg
Sustancia Ácida	123.31	L
Sustancia Básica	32.8	L
Solventes	169.09	L
Pilas Húmedas	1	Kg

Residuos Impregnados con residuos peligrosos	257	Kg
Lámparas fluorescentes	279	Pza.

Fuente: Cruz, 2018

Con el objetivo de hacer este documento más amigable para quien lo lee, se utilizaron los símbolos establecidos en la NOM-003-SCT-2008 "Características de las etiquetas de envases y embalajes, destinadas al transporte de substancias, materiales y residuos peligrosos" para la rápida identificación de los peligros de dichas sustancias; en la Tabla 4 a continuación se muestra el significado de cada símbolo.

Tabla 4. Simbología de peligrosidad para inventario y etiquetado de residuos peligrosos

Característica CRETIB	Símbolo	Característica CRETIB	Símbolo
CORROSIVO		TÓXICO	
REACTIVO		INFLAMABLE	
EXPLOSIVO		BIOLÓGICO INFECCIOSO	

Fuente: NOM-003-SCT-2008

Línea base de generación

La FCQ-UV-PRTX ha generado históricamente residuos que incluyen soluciones a muy baja concentración. Aun cuando no se cuenta con registros anteriores, los residuos fueron y continúan siendo manejados de manera amigable con el ambiente a través de prestadores de servicio autorizados. La Facultad se compromete a continuar con el correcto manejo de los residuos que se generen en el futuro, así como a realizar acciones para la minimización y eliminación de los mismos siempre buscando la mejora continua.

En consecuencia, se implementó en esta institución el Procedimiento para la Gestión Integral de los Residuos, el cual fue incluido en su reglamento interno, asignando en él las responsabilidades de cada uno de los actores involucrados.

Etapa previa a la decisión de desechar

Primeramente, todas las sustancias serán colocadas en contenedores adecuados, que no reaccionen entre sí. Para el caso del ácido Sulfúrico, deberá ser estrictamente depositado en contenedores de vidrio con sello hermético. Así mismo, se colocará una etiqueta provisional con el nombre de la sustancia contenida, cantidad aproximada (gramos o kilogramos, sólidos; líquidos o mililitros, líquidos), Sitio y fecha de generación; todo esto ejecutado por los alumnos o académicos a cargo de la sesión de laboratorio, tesistas o proyectos que generen los residuos, para posteriormente ser entregados al técnico académico del laboratorio en donde fueron generados. Una vez por semana, serán entregados al responsable de la administración de los residuos para que se realice lo procedente.

Con la intención de disminuir la generación de residuos peligrosos derivados de las distintas actividades desarrolladas en la FCQ-UV-PRTX, se efectuarán las siguientes acciones:

En las prácticas de laboratorio de las experiencias educativas de Química, Química Inorgánica, Química Analítica, de ser posible, se realizarán microanálisis con la intención de disminuir la cantidad de residuos resultantes de estas. La decisión de aplicar esta medida será responsabilidad del académico a cargo de cada experiencia educativa.

En los ensayos de degradación fotocatalítica de colorante, se recomienda la sustitución de colorantes inorgánicos o de telas por colorantes vegetales o comestibles que puedan ser posteriormente

dispuestos como residuos sólidos urbanos o al desagüe. La viabilidad técnica de este remplazo será analizada y decidida por el académico que imparte la experiencia educativa correspondiente. Asimismo, el catedrático podrá decidir si los residuos colorantes pueden ser degradados utilizando una o un conjunto de tecnologías experimentales para el tratamiento de aguas contaminadas presentes en la Facultad, siempre soportado por resultados de laboratorio que garanticen el cumplimiento normativo de las descargas resultantes.

En las prácticas de espectrofotometría se sustituirá el azul de metileno por colorantes vegetales o comestibles, así como se preparará la cantidad mínima necesaria para realizar microanálisis; de igual manera se realizarán pruebas para que los residuos de este puedan ser utilizados en los ensayos mencionados en el punto anterior.

Con relación a las sustancias ácidas, en particular el ácido clorhídrico, el ácido sulfúrico, el ácido nítrico y el ácido acético entre otros ácidos comunes, se realizará la neutralización utilizando alguna de las sustancias básicas que hayan sido consideradas como residuo, siendo la más común de ellas el hidróxido de sodio (NaOH), neutralizando ambas sustancias y volviéndolas inertes para que sea posible desecharlas al drenaje sin repercusión al medio ambiente.

El académico responsable de la experiencia educativa en donde se generen los residuos peligrosos podrá decir en base a la experiencia empírica, hojas de datos de seguridad y/o conocimiento previo si los desechos de cada práctica son considerados residuos peligrosos o si son dispuestos como residuo sólido urbano y por lo tanto no deberán de entregarse al encargado del manejo de los mismos. En caso de desconocer lo anterior, se deberán manejar estos desechos según lo referido en el apartado E del presente plan.

Todos los residuos generados en las prácticas de microbiología serán esterilizados mediante autoclave y depositados en los contenedores de residuos sólidos urbanos.

Los reactivos caducos serán utilizados, de ser posible, en ensayos o pruebas del tipo cualitativo, en las cuales no sea prioritaria su pureza.

En el caso de la ruptura de un termómetro, se recuperará el mercurio y se colocará en un contenedor de vidrio y tapa hermética para posteriormente ser utilizado en prácticas de fisicoquímica. El vidrio

será considerado como sólido impregnado con residuos peligrosos y será manejado según el apartado E del presente plan.

En caso de que se presten las instalaciones de la Facultad de Ciencias Químicas para la realización de prácticas y/o ensayos de otras Dependencias de Educación Superior o empresas, los residuos generados de estos deberán de ser dispuestos por dicha institución u organización y no serán parte del inventario de residuos peligrosos de esta facultad.

Todo lo anterior será aplicable a sustancias que no contengan metales pasados, sustancias bioacumulables y/o cancerígenas o mutagénicas que hayan sido determinadas por análisis químicos en la propia facultad, estén basadas en las hojas de datos de seguridad de las sustancias que lo componen y/o sea del conocimiento empírico de los diferentes actores involucrados que dichos residuos contienen características que le confieren peligrosidad. Las acciones mencionadas serán ejecutadas antes de ingresar los residuos peligrosos al almacén temporal y también podrán serán ejecutadas con el responsable del manejo de residuos peligrosos de la FCQ-UV-PRTX.

Etapa posterior a la decisión de desechar

Todas las sustancias deberán de cumplir con lo estipulado en el apartado D del presente plan y aquellas que no puedan ser incluidas en los procesos mencionados se manejarán de acuerdo a lo siguiente:

Después de determinar que no es posible su reducción o eliminación, los residuos serán ingresados al almacén temporal de residuos peligrosos de la FCQ-UV-PR TX previo registro en la bitácora de almacenamiento. El único personal autorizado de ingreso al almacén de residuos peligrosos son el responsable del manejo de Residuos Peligrosos de la FCQ-UV-PRTX y dos personas más, designadas por este.

Aproximadamente a los dos meses del ingreso al almacén de la sustancia más antigua, se realizará un inventario digital que contendrá:

- Nombre de la sustancia química. Se refiere al nombre químico de la sustancia.
- Cantidad. Se especificará la cantidad de contenedores y volumen aproximado contenido.
- Categoría CRETIB, representada por el logotipo correspondiente (ver Tabla 4).

- Área de generación, ubicación dentro de las instalaciones de la FCQ-UV-PRTX dónde se generó el residuo.
- Número de control interno. Es el número consecutivo asignado a cada diferente tipo de sustancia, con esto será más fácil su identificación en el almacén y para su etiquetado y recolección. Cada tipo de sustancia tendrá sólo un número asignado.
- Categoría de la sustancia en base a lo estipulado en el contrato de la empresa transportista. Estas pueden ser: Sustancia Inorgánica Líquida, Sustancia Inorgánica Sólida, Sustancia orgánica Líquida, Sustancia orgánica Sólida, Sustancia Ácida, Sustancia Básica, Solventes, Pilas Húmedas, Residuos Impregnados con residuos peligrosos, Lámparas fluorescentes.

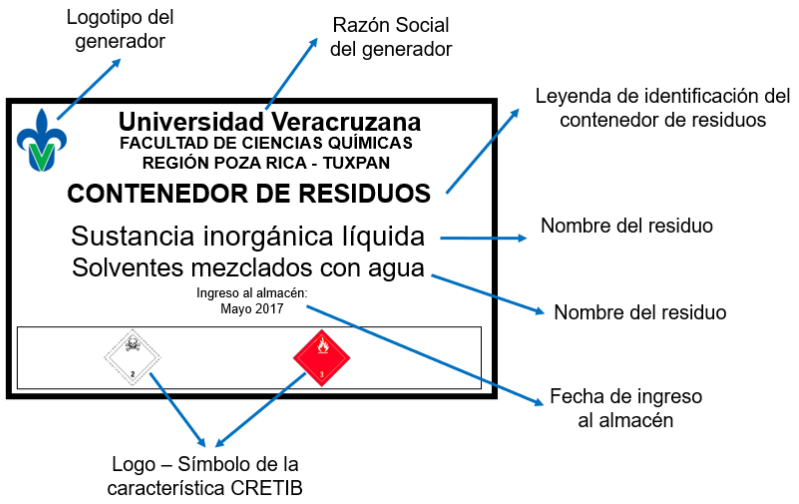
La información anterior será enviada a la Dirección del Área de Ciencias de la Salud de la Universidad Veracruzana, para solicitar la recolección de los residuos listados.

Previo al envío del inventario, y con la finalidad de disminuir el riesgo al que se puedan exponer personal y estudiantes de la universidad, se elaborarán y colocará las etiquetas correspondientes para el transporte de residuos peligrosos. 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 (Sánchez, 2014), cumpliendo con lo establecido el ejemplo en la Figura 4 mostrada a continuación, y se colocarán en el contenedor correspondiente.

Se confirma la fecha y hora de recolección por parte de la Dirección del Área de Ciencias de la Salud de la Universidad Veracruzana.

Posteriormente se recibe la visita de la empresa transportista autorizada para la recolección y transporte de residuos peligrosos. El encargado de los residuos revisará los permisos del transportista y estará presente durante la recolección de los residuos.

Figura 4. Ejemplo de formato de etiqueta para los residuos peligrosos



Fuente: Elaboración propia, 2025

Se confirma la fecha y hora de recolección por parte de la Dirección del Área de Ciencias de la Salud de la Universidad Veracruzana.

Posteriormente se recibe la visita de la empresa transportista autorizada para la recolección y transporte de residuos peligrosos. El encargado de los residuos revisará los permisos del transportista y estará presente durante la recolección de los residuos.

Se emite el Manifiesto de Entrega – Transporte – Recepción de Residuos Peligrosos, cual debe de ser firmado en la primera sección por el responsable del manejo de residuos peligrosos de la FCQ-UV-PRTX; en caso de no encontrarse este en la instalación, el manifiesto será signado por el técnico académico del Laboratorio B de la FCQ-UV-PRTX o por el Director de la misma. En la segunda sección se registrará la firma del transportista; el transportista entregará una copia de este documento al responsable del manejo de residuos peligrosos de la FCQ-UV-PRTX, llevándose el documento original, quedándose con una copia, entregando el original y una copia al destino final. Los manifiestos de Entrega – Transporte – Recepción de Residuos Peligrosos no deberán de tener ninguna corrección, tachadura, enmendadura, corrector, ruptura o daño, de presentar alguna de estas, se invalidará automáticamente.

Los manifiestos de Entrega – Transporte – Recepción originales debidamente firmados y sellados por el destino final serán primeramente entregados a la Dirección del Área de Ciencias de la Salud de la

Universidad Veracruzana quien los hará llegar mediante correo institucional al director de la FCQ-UV-PRTX, siendo proporcionados al responsable del manejo de residuos peligrosos de la FCQ-UV-PRTX para su archivo y resguardo por 5 años.

DISCUSIÓN

Si bien los residuos peligrosos son el tipo de residuos con mayor regulación y seguimiento de su manejo en el país, aún existen muchos incumplimientos por parte de los generadores, sobre todo en los considerados como microgeneradores (aquellos que generan hasta 400 Kg de residuos peligrosos al año) y los pequeños generadores (aquellos que generan más de 400 Kg y hasta menos de 10 Ton de residuos peligrosos al año).

Esta problemática se extiende no solo a las industrias y comercios sino a instituciones de todo tipo, siendo las instituciones educativas una clara muestra de esto ya que muy pocas de ellas cuentan los procedimientos o planes establecidos para el manejo integral de los residuos (Cruz, 2018), lo que representa un incumplimiento legal.

El Plan de Manejo de Residuos Peligrosos presentado en este artículo se aplica actualmente en la FCQ-UV-PRTX y son estrategias sencillas de manejo que pueden replicarse en laboratorios de otras instituciones de cualquier nivel académico, particularmente los controles de trazabilidad y control de manejo y las acciones de neutralización y tratamiento de los residuos antes de moverlos al almacén temporal para disminuir sus características peligrosas o incluso eliminarlas y poderlos manipular con mayor seguridad. Asimismo, las estrategias de segregación ayudan significativamente en la reducción del volumen de residuos peligrosos generado por contacto, lo que representa un decremento de los costos de manejo por terceros.

Hoy en día, este modelo ha tenido algunas mejoras. Actualmente los residuos son envasados e identificados por las personas físicas responsables de su generación (alumnos, maestros, tesistas, directivos, etc.) desde el momento de su generación y se lleva el control diario de generación mediante una bitácora. Todo el etiquetado y cierre de inventario se realiza en dos ocasiones al semestre, no siendo limitativa, pudiendo incrementar la frecuencia de solicitud según la cantidad de generación.

La aplicación de este Plan de Manejo en la FCQ-UV-PRTX ha permitido reducir los volúmenes de residuos peligrosos generados en los laboratorios con el apoyo de la concientización entre catedráticos y estudiantes, lo que ha aportado además de un ambiente académico más saludable y menores riesgos al medio ambiente una mejora en la percepción de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Ambiental hacia su universidad, al identificarla como una institución comprometida con el desarrollo sustentable que se alinea a los principios de su programa académico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos [CPEUM]. Reformada. Diario Oficial de la Federación, 17 de enero de 2025. Ciudad de México, México. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf

Cruz V., N. (2018). *Propuesta de Plan De Manejo de Residuos Peligrosos Generados en la Facultad De Ciencias Químicas de la Universidad Veracruzana Región Poza Rica – Tuxpan*. (Tesis para obtener el grado de Doctor en Gestión Ambiental para el Desarrollo). Poza Rica de Hidalgo, Veracruz, México. Universidad Popular Autónoma de Veracruz.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente [LGEEPA]. Reformada. Diario Oficial de la Federación, 01 de abril de 2024. Ciudad de México, México. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos [LGPGIR]. Reformada. Diario Oficial de la Federación, 8 de mayo de 2023. Ciudad de México, México. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf

Martínez F., C.N., González G., E.J. (2016). *La sustentabilidad en la Universidad Veracruzana al término del decenio de la educación para el desarrollo sustentable*. Revista iberoamericana de educación superior, 7(19), 168-180. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-28722016000200168

Martínez, T.R.P., Mera, A.C. (2012). *Educación Ambiental para la gestión de residuos peligrosos y la reducción del riesgo en laboratorios*. Revista Praxis No. 8 - 2012 ISSN: 1657-4915 Págs. 39 - 48 Santa Marta, Colombia

Murcia F., J. S., Esquiaqui M., L. A. (2021). *Química verde aplicada en los residuos de universidades*. Educación química, 32(2), 154-167. Epub 11 de octubre de 2021. https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.2.76534

NORMA Oficial Mexicana NOM-003-SCT/2008, Características de las etiquetas de envases y embalajes, destinadas al transporte de substancias, materiales y residuos peligrosos. Diario Oficial de la Federación, 15 de agosto de 2008. Ciudad de México, México. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5056785&fecha=15/08/2008#gsc.tab=0

PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-160-SEMARNAT-2011, Que establece los elementos y procedimientos para formular los planes de manejo de residuos peligrosos. Diario Oficial de la Federación, 29 de junio de 2011. Ciudad de México, México. https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4466/semarnat/semarnat.htm

Ramos R., J. M., & Peña P., L. E. (2008). *Gestión de residuos químicos en instituciones educativas*. Revista Científica, (10), 85-88. https://www.redalyc.org/pdf/5043/504373491009.pdf

Sánchez M., C. (2014). *Propuesta de plan de manejo de residuos peligrosos generados en la Universidad del Mar, campus Puerto Ángel.* (Tesis para obtener el grado de Ingeniero Ambiental). Puerto Ángel, Oaxaca, México. Universidad del Mar. *https://www.umar.mx/transparencia/Articulo_70/Fraccion_XXVIII/2017/3erTrimestre/Soporte%20DPCM/ESTUDIOS%20%20IMPACTO%20AMBIENTAL/PROPUESTA%20DE%20PLAN%20DE%20MANEJO%20DE%20RESIDUOS%20PELIGROSOS%20GENERADOS%20EN%20LA%20UMAR,%20CAMPUS%20PUERTO%20%E2%94%9C%C3%A2-NGEL.%20SEPTIEMBRE%20DE%202014.%20V2.pdf*

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (6 Febrero 2019). *Visión Nacional hacia una gestión sustentable: Cero Residuos.* Ciudad de México, México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/435917/Vision_Nacional_Cero_Residuos_6_FEB_2019.pdf

Universidad Autónoma de Nuevo León (2023). *Procedimiento para la Recolección Interna de Residuos Peligrosos en Facultades de la U.A.N.L* https://sds.uanl.mx/wp-

content/uploads/2023/02/Procedimiento-para-la-recoleccio%CC%81n-interna-de-RP-en-facultades.pdf

Universidad Veracruzana (2020). *Plan Maestro de Sustentabilidad UV 2030.* https://www.uv.mx/cosustenta/files/2020/12/plan-maestro-de-sustentabilidad-uv-2030.pdf

Villalobos, J M. (2017). *Elaboración de procedimiento de identificación y clasificación de residuos peligrosos generados durante prácticas de laboratorio de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Veracruzana, Región Poza Rica*. (Tesis para obtener el grado de Ingeniero Ambiental). Poza Rica, de Hidalgo, Veracruz, México. Universidad Veracruzana.