

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA – LEÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA



GUIA TECNICA PARA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN  
LOS LABORATORIOS DE DOCENCIA DEL DEPARTAMENTO DE QUIMICA, FACULTAD DE  
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA DE LA UNAN-LEÓN.

Tesis para optar al grado de

**LICENCIADA EN QUIMICA.**

Presentada por:

***Bra. Dayana Margarita Martínez Bucardo.***

**TUTORES:**

**MSc. Amada Carrasco Montoya.**

**MSc. Martha Lorena Ramírez.**

**León Nicaragua 2013**



## ***AGRADECIMIENTO***

La gratitud en silencio no sirve mucho a nadie, por ello, aunque sepas que te estoy agradecido quería dejar constancia de ello:

### ***A Dios:***

A ti, querido Dios, que nunca me has abandonado, que siempre me escuchas y me guías en las circunstancias adversas y en la benevolencia, en mis laberintos y mis aciertos, te doy gracias por darme la placidez de ver realizado un sueño el de poder terminar mis estudios con el presente trabajo.

Gracias Dios padre, por tu existencia espiritual que vive en mí permanentemente.

### ***A mis padres.***

Gracias Mamá: Margarita Bucardo por darme la vida, el amor y el cuidado que solo una madre da. A si como darme dos hermanos con el cual compartir la vida.

Gracias Papá: Pedro Martínez por darme la oportunidad de estudiar una carrera a pesar de todos los problemas que surgieron en el transcurso del mismo. Gracias por comprenderme, por darme el amor y la protección que solo tú me das.

### ***A mi tutora de Tesis: **MSc. Amada Carrasco Montoya:*****

Hay profesores que nos enseñan más de vida que definiciones. Y una de ella es usted que no solo me enseñó en mi carrera sino también en lo más importante en la formación personal con Dios y es la mejor enseñanza que me pudo dar. Gracias maestra por haberme ayudado a culminar mis estudios así como demostrarme el camino a seguir. Usted es un ejemplo a seguir.

### ***A MSc. Martha Lorena Ramírez:***

Gracias profesora por ser una amiga incondicional que siempre se preocupó por mí, por que culminara mi trabajo de tesis.

Gracias por estar en los momentos buenos y malos que he pasado y por hacerme reír cuando había lágrimas en mis ojos.



***A Ramón León:***

Gracias por darme tu hombro cada vez que lo he necesitado. Eres un ser extraordinario. Eres lo mejor que me ha podido pasar. Desde la primera vez que pude hablar contigo te empecé a querer y te convertiste en una persona muy especial, te agradezco por ser parte de mi vida y porque siempre estas a mi lado.

Gracias a todas las personas que de alguna u otra manera aportaron en la formación académica.



## ***DEDICATORIA***

### ***A DIOS:***

Padre celestial por haberme dado salud, amor, fortaleza y fe para terminar mis estudios por concederme la serenidad para aceptar lo que no puedo cambiar, valor para cambiar aquellas que puedo, y sabiduría para reconocer la diferencia

***A mis padres*** por el esfuerzo que hicieron para terminar que terminara mis estudios.

***A la Prof.*** Amada carrasco por confiar en mí, e instruirme por el camino del bien.



## GLOSARIO DE TÉRMINOS.

Los conceptos que se describen a continuación son tomados de la Norma Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005 [\[1\]](#) y de NTON 05 015-02 de Nicaragua. [\[2\]](#)

- **Residuos:** Un residuo es un 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 que pueden ser susceptibles de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final.
- **Reactivo Químico:** Un reactivo es, en química, toda sustancia que interactúa con otra en una reacción química que da lugar a otra sustancia de propiedad, característica y composición distinta, denominada producto de reacción o simplemente producto.
- **Residuos urbanos o municipales:** Son aquellos generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, así como todos aquellos que no tengan la calificación de peligrosos y que por su naturaleza o composición puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades.
- **Residuo Peligroso (REPEL):** Es aquel residuo que, en función de sus características de corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable y biológico infeccioso puede presentar riesgo a la salud pública o causar efectos adversos al medio ambiente. No incluye a los residuos radiactivos.

En Nicaragua, la “NORMA TÉCNICA OBLIGATORIA NICARAGÜENSE PARA EL MANEJO Y ELIMINACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS”. NTON No. 05–015-02 considera peligroso, todo residuo sólido que pueda causar daño, directa o indirectamente, a seres vivos o contaminar el suelo, el agua o la atmósfera.

- **Gestión:** La recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas actividades, así como la vigilancia de los lugares de depósito o vertido después de su cierre.
- **Gestión Interna:** Son operaciones de manipulación, clasificación, envasado, etiquetado, recogida, traslado y almacenamiento dentro del centro de trabajo.



- **Gestión Externa:** Operaciones de recogida, transporte, tratamiento y eliminación de los residuos una vez que han sido retirados del centro generador de los mismos.
- **Gestor de residuos peligrosos:** La persona o entidad, pública o privada, que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos, sea o no el generador de los mismos.
- **Incompatibilidad:** Reacciones violentas y negativas para el equilibrio ecológico y el ambiente que se producen con motivo de la mezcla de dos o más residuos peligrosos.



## INDICE

<b>INTRODUCCION</b>	<b>10</b>
<b>OBJETIVO GENERAL.</b>	<b>12</b>
<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS.</b>	<b>12</b>
<b>CAPITULO I: GENERALIDADES</b>	<b>13</b>
1.1 DESCRIPCIÓN UNAN-LEÓN	14
1.2 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA	15
1.3 DEPARTAMENTO DE QUIMICA	16
1.3.1 LICENCIATURA EN QUIMICA	17
1.3.1.1 Objetivos de la carrera	20
1.3.1.2 Estructura curricular	20
➤ Plan de estudios 2011	21
1.3.1.3 Laboratorios de química	25
<b>CAPÍTULO II: RESIDUOS PELIGROSOS (REPEL)</b>	<b>26</b>
2.1 DEFINICION DE RESIDUO NO PELIGROSO	27
2.2 DEFINICIÓN DE RESIDUO PELIGROSO (REPEL)	28
2.3 PELIGROSIDAD DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS	30
❖ Propiedades fisicoquímicas	30
❖ Propiedades toxicológicas (efectos sobre la salud)	31
❖ Propiedades eco toxicológicas (efectos sobre el medio ambiente)	32
2.4 MEDIDAS DE SEGURIDAD ALMANIPULAR REPEL.	33
2.4.1 Uso de equipos de protección (EPI)	33
2.5 MARCO NORMATIVO	34
<b>CAPITULO III: GESTION DE REPEL</b>	<b>36</b>
3.1 Prevención de REPEL	37
3.2 Minimización de REPEL.	39
3.2.1 Control en la fuente (Producción más Limpia).	40
A. Buenas prácticas.	41
a) Compras	42
b) Logística	42
c) Mantenimiento	43
d) Gestión de residuos	43
B. Cambio de materia prima.	44
C. Cambio de tecnología.	45



a) Química verde	45
b) Química a micro escala.	47
3.2.2 Principio de las tres R	48
A. Reduce:	49
B. Reutiliza:	50
C. Recicla:	51

## **CAPÍTULO IV: SISTEMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS** \_\_\_\_\_ **52**

4.1 IDENTIFICACIÓN	54
4.1.1 Criterio CRETIB	54
4.1.2 Símbolos de Riesgo Químico.	57
A. La Unión Europea (UE)	57
B. Reglamento CE nº 1272/2008).	58
4.2 SEGREGACION DE REPEL	59
4.3 TRATAMIENTO IN SITU DE REPEL.	60
4.4 ENVASADO	63
4.5 ETIQUETADO.	63
4.5.1 Sistema de etiquetado	64
4.6 ALMACENAMIENTO.	67
4.6.1 Almacenamiento In situ	67
4.6.2 Almacenamiento temporal	68
4.6.3 Traslado de REPEL del almacén in situ al almacén temporal.	70
4.6.4 Incompatibilidad	70
4.7 Transporte de REPEL.	73
4.8 DISPOSICIÓN FINAL DE REPEL	75
4.9 Registro	75

## **CAPITULO V: METODOLOGIA** \_\_\_\_\_ **76**

## **CAPITULO VI: RESULTADOS** \_\_\_\_\_ **78**

## **GUIA TECNICA PARA EL MANEJO DE REPEL GENERADOS EN LOS LABORATORIOS DE DOCENCIA DEL DEPARTAMENTO DE QUIMICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA UNAN- LEÓN.** \_\_\_\_\_ **80**

## **CONCLUSIÓN** \_\_\_\_\_ **100**

## **RECOMENDACIONES.** \_\_\_\_\_ **101**

## **BIBLIOGRAFIA.** \_\_\_\_\_ **102**

## **ANEXOS** \_\_\_\_\_ **104**



## **RESUMEN**

Los laboratorios químicos juegan un papel esencial y fundamental en el quehacer del Departamento de Química de la Facultad de Ciencias y Tecnología de UNAN-León; algunos de los cuales están dedicados a la docencia y otros a la investigación y servicio. El uso de una gran variedad de sustancias químicas en estos laboratorios hace que se generen residuos que por sus propias características son considerados peligrosos.

El manejo no adecuado de dichos residuos, puede causar daños a la salud de las personas y al medio ambiente; en este sentido es importante dedicar esfuerzos a la minimización de la cantidad de REPEL generados en las actividades experimentales que se realizan en este departamento. El control en la fuente de generación de REPEL y/o la aplicación del principio de las tres R es la base principal para alcanzar este objetivo.

Por la relevancia de este tema y debido a que en la Universidad Nacional de Nicaragua – León no se ha establecido lineamientos para enfrentar esta problemática, es necesario que en el Departamento de Química de la Facultad de Ciencias y Tecnología se disponga de una guía técnica para el manejo de residuos peligrosos generados en los laboratorios.

La presente guía propuesta, contiene los lineamientos necesarios para el manejo de REPEL, considerando útil y valiosa la información brindada por las hojas de seguridad de las sustancias químicas peligrosas usadas en el laboratorio; además podría ser referencia para otros laboratorios de la universidad.



## **INTRODUCCION**

La creciente preocupación por la salud y el medio ambiente, debido a la influencia que sobre ambos ejercen los distintos tipos de residuos producidos por el hombre, obliga a realizar una gestión lo más adecuada posible de los mismos, a fin de paliar sus efectos negativos.

Todos somos generadores de residuos contaminantes por falta de una cultura ecológica para realizar un manejo adecuado y evitar que se altere la calidad de vida en nuestros ríos, mares y convirtiendo el suelo en un lugar árido y estéril.

Dentro de los residuos, uno de los tipos que más atención requiere, si no por su cantidad sí por los potenciales riesgos que encierran, son los residuos peligrosos producidos en los laboratorios. Un residuo de laboratorio es una sustancia o mezcla de sustancias que casi siempre presentan características de toxicidad y peligrosidad y cuya identificación o almacenamiento inadecuados constituye un riesgo añadido a los propios de la actividad del laboratorio.

En los laboratorios de ciencias se manipulan de forma continua u ocasional reactivos químicos en estado sólido, líquido y gaseoso. En la actividad diaria de estos laboratorios son generados varios tipos de residuos.

En la oferta académica de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua – León existe la carrera de Licenciatura en Química, la cual es ofertada por el Departamento de Química de la Facultad de Ciencias y Tecnología; la actividad de los laboratorios de docencia en química, son por lo tanto muy considerables en esta unidad académica. En este departamento además, para la realización de prácticas profesionales, el desarrollo de investigación y actividades de extensión, existen cuatro laboratorios especializados, los cuales fortalecen la formación del profesional de la química.

Para prevenir y disminuir efectivamente el riesgo asociado al manejo de los residuos peligrosos sobre la salud y el ambiente, es imprescindible que la universidad a través de las autoridades y personal competente que tienen a su cargo la organización junto con la protección del ambiente y la salud, asuman de manera responsable y planificada el papel que les corresponde en relación a la gestión de tales residuos, con el fin de asegurar una buena calidad de vida a la población, contribuir al desarrollo sostenible del país y proyectarse ante la sociedad como una institución académica responsable y comprometida con el



medio ambiente y la salud.

En la organización de los laboratorios, debe considerarse una adecuada gestión en el manejo de productos químicos de carácter peligroso y de los residuos generados, de manera que pueda protegerse la salud de las personas involucradas en las actividades de los mismos y del medio ambiente.

Debido a que en Nicaragua no se cuenta con una entidad que se encargue de la gestión para una disposición final de residuos peligrosos, se ve la necesidad de trabajar en una metodología de gestión interna que permita la eliminación y/o disminución de residuos generados en los laboratorios a través de un proceso de identificación, clasificación y de gestión interna (o tratamiento previo dentro del laboratorio) con el objetivo de disminuir el impacto ambiental y la seguridad del ser humano.

Es sumamente necesario y urgente iniciar un trabajo de gestión en el manejo de residuos peligrosos para el beneficio de los estudiantes, docentes, personal de apoyo y el medio ambiente en general.

Con este trabajo de fin de carrera se pretende elaborar una guía técnica de acción para los residuos peligrosos generados en los laboratorios de docencia del departamento de Química de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la UNAN-León.

*“Gestión de residuos.*

*Una necesidad en la organización del laboratorio”*



## **OBJETIVO GENERAL.**

Contribuir a la minimización de la cantidad de residuos peligrosos generados en los laboratorios del Departamento de Química, Facultad de Ciencias y Tecnología de la UNAN-León.

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS.**

- Recopilar información necesaria acerca de REPEL.
- Elaborar una guía técnica para el manejo de residuos peligrosos en el departamento de química.
- Demostrar la importancia de las hojas de seguridad de sustancias químicas para el manejo de REPEL.



***CAPITULO I: GENERALIDADES***



## 1.1 DESCRIPCIÓN UNAN-LEÓN

El Seminario Conciliar de San Ramón Nonnato o colegio tridentino erigido en el año de 1680 por orden del concilio Trento, es el principal germen de la UNAN-León. El padre Agustín Ayestas es uno de sus más insignes rectores que se destacó por las gestiones para convertir el seminario en universidad. Estas gestiones fueron continuadas por su sucesor el Obispo Nicolás García Jerez ante las Cortes de Cádiz, que emitieron el decreto constitutivo de la Universidad en el año 1812; “Erijase la Universidad de León con las mismas facultades de las demás de América”, oficialmente instalada en el año 1816.

Los doctores Tomás Ruíz, Agustín Ayestas y Nicolás García Jerez son considerados los fundadores de la Universidad de León cuyo lema inicial fue Sic itur ad astra (por esta ruta hacia las estrellas).

La actual UNAN-León fue así la segunda Universidad de Centroamérica y la última de América fundada durante los últimos días de la colonia española.

En 1947 la Universidad de León fue elevada al rango de Universidad Nacional como dependencia directa del Ministerio de Educación. En el año 1956 es nombrado Rector de la Universidad Nacional el Dr. Mariano Fiallos Gil, quien puso como condición para aceptar el cargo, el que se le diera libertad para nombrar a los profesores y miembros de su equipo de gobierno y que el estado garantizara el otorgamiento de la autonomía universitaria.

El Rector Fiallos Gil hizo las gestiones pertinentes y logró la autonomía universitaria el 27 de marzo de 1958 mediante el decreto ejecutivo número 38, acuñándose el nuevo lema institucional:

**“A la libertad por la Universidad”** lema que mantiene su vigencia hasta nuestros días.

La UNAN-León se caracterizará por el pleno liderazgo en todos sus ámbitos de trabajo en la región centroamericana, por promover el progreso científico, la conservación y difusión de las mejores tradiciones culturales y humanista, y por ser una institución orientada a contribuir al desarrollo humano sostenible del país y la región"[\[3\]](#)

En la UNAN-León existen Siete (7) Facultades y 1 programa (Medicina Veterinaria): *Facultad de Medicina, Facultad de ciencias y Humanidades, Facultad de Ciencias Económicas, Facultad de Odontología, Facultad de ciencias Químicas, Facultad de Ciencias Jurídicas, Facultad de Ciencias y Tecnología.*



## 1.2 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

La Escuela de Ciencias y Letras fue fundada el 14 de febrero de 1964 teniendo a su cargo la dirección del año de estudios generales que era contemplado a partir de ese año en el curriculum de todas las carreras de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. En sus inicios además, fueron creada las primeras carreras como oferta académica de la facultad: Licenciatura en Química y Licenciatura en Física – Matemática. En el año de 1965 se crea la carrera de Licenciatura en Biología.

En 1968 la Escuela de Ciencias y Letras es elevada a categoría de Facultad.

En los años 80's, inicia un proceso profundo de transformación curricular, que perfecciona los planes y programas de estudios de las carreras. Se eliminan, reorientan y crean algunas carreras, de existir el año de estudios generales de las carreras y se implementa un Sistema de bloques por año en el plan de estudio de todas las carreras. La Facultad de Ciencias y Letras toma el nombre de Facultad de Ciencias.

En 1981 surge la primera maestría llamada “Control Integrado de Plagas” adscrita al departamento de Biología, la cual posteriormente se separa para crear el departamento de Control Integrado de Plagas.

En 1984 se crea la carrera de Licenciatura en Estadística.

En 1994 se crea la carrera de Licenciatura en Computación.

En 1995 bajo el rectorado del Dr. Ernesto Medina Sandino, se inicia el proceso de Reforma Universitaria, que condujo a la elaboración del Proyecto Educativo de la UNAN-León y se crea el Año Común, dentro del marco de la Reforma Académica, constituido como el primer año de todas las carreras de la UNAN-León.

En 1999 se aprueba la carrera de Ingeniería en Agro ecología Tropical.

En el 2002 se aprueba la carrera de Ciencias Actuariales y Financieras.

En el 2004 se aprueba la carrera de Ingeniería Acuícola.

En el 2005 se aprueba la carrera de Ingeniería en Telemática.

En 2007 se aprueba el Reglamento del Sistema de Créditos Académicos y el Marco Referencial para el Diseño Curricular por Competencias, organizado en un sistema de Créditos Académicos.

En 2010 se aprueba el rediseño curricular del Año de Estudios Generales convirtiéndose en un semestre de Estudios Generales.

En sesión extraordinaria N°326 del 14 de Diciembre del 2007, se emite la resolución del Consejo Universitario: La Facultad de Ciencias toma el nombre de Facultad de Ciencias y Tecnología debido a que las carreras no solo se basan en el estudio de la ciencia sino también a la tecnología.[\[4\]](#)



### 1.3 DEPARTAMENTO DE QUIMICA

Es muy evidente que la formación de profesionales de la química es sumamente necesaria en la sociedad moderna. Desde hace muchos años, la química ha sido pilar fundamental en la solución de problemas diversos y se ha convertido en importante apoyo en el progreso de otras ciencias; por eso es conocida también como “la ciencia central”.

Ha dado una enorme contribución al suministro de muchos productos en el campo de la agricultura, los plásticos, los cosméticos, las pinturas, los productos naturales, farmacéuticos, petroquímicos, de consumo, en el campo energético, etc. En general contribuye a una mejora sustancial de la calidad de vida, incluyendo el campo de la cultura, ya que la implementación y desarrollo de una cultura química en la sociedad nos ayudaría a prevenir y a resolver problemas de índole químico en la comunidad de forma inteligente, organizada y lógica. La situación de dependencia tecnológica, ligada al deficiente desarrollo económico, científico e industrial de Nicaragua, que obliga a implementar en la economía un desarrollo agroindustrial y a promover la protección del medio ambiente, demanda la participación activa de un profesional químico con valores éticos, capaz de responder a los niveles de exigencias del mundo laboral.

El Departamento de Química, Facultad de Ciencias y Tecnología de la UNAN-León desde 1965 oferta la carrera de Licenciatura en Química. Inmerso en el proceso de reforma curricular institucional, en el año 2011, toma en cuenta la tendencia internacional orientada a un sistema de créditos, el modelo curricular basado en competencias y hace uso de los resultados de sus estudios de pertinencia y de autoevaluación, así como de ciertos indicadores educativos y sociodemográficos para analizar, reflexionar y tomar la decisión de actualizar su oferta académica, con el propósito de dar respuesta a las necesidades de los estudiantes y de la sociedad en general.

Básicamente la oferta de la carrera de Licenciatura en Química, se hace necesaria porque se orienta hacia áreas que se consideran vitales en cualquier país, como son la industria, la investigación, el medio ambiente, la normalización y control de calidad. Todos estos campos representan el potencial mundo laboral para el egresado de la esta carrera.

El propósito inmediato de la oferta curricular es la formación basada en competencias de un profesional con el grado de licenciado en química, capacitado para transformar a gran escala diferentes materiales y recursos naturales disponibles con el fin de obtener productos de utilidad a la sociedad.

Asimismo, estará capacitado para desarrollar nuevos procesos, resolver e innovar técnicas de control de calidad, transferir y crear nuevas tecnologías; colaborando así a la superación de limitaciones en la producción industrial, normalización y control de calidad, además de que contribuya en la investigación y desarrollo de nuevos productos químicos, respetando la primicia de crear al mismo tiempo tecnologías limpias que eviten o minimicen la contaminación de nuestros suelos, recursos de agua, así como el aire que respiramos.

La oferta académica del Departamento de Química, la de la UNAN-León presenta un currículo flexible, integral e integrado, un modelo curricular basado en competencias, un personal docente



calificado y de experiencia, recursos físicos, laboratorios especializados, relaciones nacionales e internacionales que permiten desarrollar un aprendizaje significativo del alumno. Cabe destacar además que el Departamento de Química es el primero en su género en el país, 48 años de existencia.

El Departamento de Química de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la UNAN-LEÓN tiene como:

**VISIÓN:**

*“Ser reconocidos a nivel nacional e internacional por su liderazgo, resultante de la gestión y calidad de sus graduados, por ser profesionales creativos y con valores relacionados con la dignidad humana y la bioética, que responden en forma integral y oportuna a las exigencias de la sociedad”*

**MISIÓN:**

*“Contribuir a la transformación y desarrollo del país mediante la formación integral de químicos con competencias tecnológicas, científicas y humanísticas, capaces de desempeñarse en la industria, el campo investigativo, el medio ambiente y en la normalización y control de calidad de procesos químicos”*

**1.3.1 LICENCIATURA EN QUIMICA**

La carrera de Licenciatura en Química en la UNAN-León fue estructurada inicialmente con los fundamentos de trabajo comunes a todo técnico moderno, a la transmisión de conocimientos, rigurosamente científicos de las matemáticas, las físicas y la química.

En la primera gran transformación curricular, en 1980, se construye un Perfil Profesional basado en las posibilidades potenciales de desarrollo económico del país, estimando que el país se iba a desarrollar en el campo de la Química en el campo industrial y en la educación tanto a nivel universitario como en otros niveles.

Dicho perfil presentaba un amplio campo de trabajo y unos objetivos a cumplir muy ambiciosos. Y, además había que prepararlo para alcanzar un alto nivel de conciencia social, para que participara en forma consecuente en el Proceso Revolucionario y participar del desarrollo del país.

El Consejo Nacional de la Educación Superior recomendó a la UNAN-León la revisión curricular de esta transformación con miras a hacer reajustes en los programas de las asignaturas y en el Perfil Profesional para obtener una mejor adaptación de nuestra realidad. Así, en 1982 se hizo la primera revisión del Perfil Profesional del Químico, para satisfacer de una manera más amplia y



objetiva las necesidades que demanda el país, el campo de la ciencia y la tecnología y las que demandara en el futuro. En este nuevo Perfil los objetivos a alcanzar fueron más concretos y se hizo una mejor caracterización del campo de trabajo del Químico.

Desde entonces cada cinco años se han realizado revisiones curriculares, en las cuales se ha orientado el Perfil Profesional hacia campos laborales que se consideran vitales en cualquier país, como son la industria, la investigación, el medio ambiente, la normalización y control de calidad.

En la transformación curricular del año 2011, teniendo en cuenta la inter, intra y multidisciplinaria, el graduado químico requerirá en su formación experiencias y conocimientos de otras disciplinas afines como por ejemplo las operaciones unitarias, estadística que junto a aspectos medioambientales de seguridad y control de calidad complementen y amplíen su perspectiva, ya que el ejercicio profesional no ocurre en un vacío cultural, económico, social y teórico. De aquí que en el plan de estudio queda establecida la relación horizontal y vertical entre los diferentes componentes curriculares y se ofrecen una serie de cursos electivos y optativos que le permiten al estudiante lograr una formación integral e integrada.

El plan curricular de la carrera de química contempla las siguientes áreas:

- Cognoscitiva, integrada por componentes de formación general y de profesionalización (formación básica y específica)
- Prácticas profesionales, con énfasis en el contacto del estudiante con su campo laboral
- Investigación, en donde el estudiante aprende los fundamentos del método científico.
- Actividades estudiantiles a fin de desarrollar principios y valores humanos a través de vivencias y experiencias.
- Formación personal constituye un eje transversal del currículo cuya finalidad es el de contribuir a la formación de la personalidad del futuro profesional.

Asimismo se ha adoptado el sistema de Créditos Académicos y se han establecido dentro del plan de estudio componentes obligatorios, electivos y optativos.

La estrategia metodológica está basada en varios principios relativos a los estudiantes, en la naturaleza de la disciplina y es congruente con los perfiles establecidos para la carrera.



El análisis químico constituye el eje fundamental de la carrera orientada a la industria, el medio ambiente, la investigación y la normalización y control de calidad.

En cuanto a los principios relativos a los estudiantes se estima al alumno como un sujeto creador, con conocimiento propio e idiosincrático producto de sus interacciones con el mundo. El estudiante es el protagonista y responsable del proceso de aprendizaje; lo cual significa ofrecerle oportunidades y experiencias para que él construya y reconstruya el conocimiento, para que exprese sus puntos de vista y pueda iniciar tareas y acciones que le permitan avanzar en su formación. Debe de existir la posibilidad de que el estudiante viva su proceso de aprendizaje como una experiencia significativa, que le permita crecer como persona y ampliar sus visiones del mundo y de las disciplinas.

Las disciplinas se conceptualizan como dinámicas, los conocimientos generados sufren cambios, aparecen nuevos problemas y formas diferentes de resolverlos. No existe una única técnica válida para enfrentar las tareas de aprendizaje, sino que el docente debe de poner al alcance de los estudiantes varias posibilidades, con el fin de que ellos construyan métodos para aprender, atendiendo la diversidad cognitiva.

La estrategia metodológica implica la planificación sistemática de los cursos, en los cuales los contenidos no son fines en sí mismos sino los instrumentos teóricos que requiere el alumno para pensar y resolver problemas.

Los métodos y las técnicas usadas proveerán al estudiante la diversidad de opciones para crear, pensar, discutir, trabajar cooperativamente, esclarecer puntos de vista, compartir y construir individual y colectivamente el conocimiento

La evaluación se considera como intrínseca al aprendizaje, permite superar dificultades, buscar mejores caminos y encontrar respuestas viables a los problemas y las tareas de aprendizaje. No existen momentos separados para evaluar sino que la evaluación es constante. Se utilizan diferentes métodos y técnicas para valorar el progreso académico del alumno y el desarrollo del plan de estudio. Por medio de la evaluación permanente el alumno se dará cuenta de su progreso, sin que tenga que esperar resultados de exámenes para tomar conciencia de los logros y las dificultades. La función numérica de la evaluación es sólo una dimensión, pero no se puede limitar a eso, de ahí la necesidad de ir creando desde el primer momento una cultura evaluativa, que elimine en los alumnos el temor a ser evaluados y que incorpore la necesidad permanente de valorar lo que hacen y cómo lo hacen.



### 1.3.1.1 Objetivos de la carrera

Formar integralmente profesionales en el campo de la Química que sean capaces de contribuir al desarrollo económico del país con una concepción científica, industrial, tecnológica y ecológica

- Proporcionar al estudiante los principios fundamentales de la Química y de otras ciencias conexas que sirven de apoyo para la construcción del conocimiento científico.
- Desarrollar en el estudiante la capacidad de trabajo profesional en la investigación, producción y control de calidad.
- Desarrollar habilidades creativas y promover el logro de actitudes positivas en el estudiante desde una perspectiva constructivista de aprendizaje

### 1.3.1.2 Estructura curricular

Considerando los estatutos y reglamentos vigentes de la Universidad Autónoma de Nicaragua-León, el plan de estudios está organizado en semestres de 15 semanas, por lo que para el nivel de licenciatura se han organizado 10 semestres, correspondiendo a un total de 5 años.

En el plan de licenciatura el estudiante debe aprobar todos los cursos propuestos, para un total de 199 créditos, de los cuales 142 son obligatorios (73%), 43 son electivos (22%) y hay 9 optativos (5%).

➤ **Plan de estudios 2011**

<b>Datos Generales</b>				
<b>Nombre de la Carrera: Química</b>				
<b>Grado a obtener: Licenciado (a)</b>				
<b>Total de Créditos Académicos: 196</b>				
<b>Total de Horas: 3510</b>				
<b>Modalidad: Presencial</b>				
<b>Régimen Académico: Semestral</b>				
<b>Régimen</b>	<b>Componentes Curriculares</b>	<b>Horas</b>	<b>CA</b>	<b>Requisitos</b>
<b>Semestre I</b>	Matemática Básica	60	4	
	Comunicación y Lenguaje	60	4	
	Biología General I	60	4	
	Filosofía	45	3	
	Historia de Nicaragua	45	3	
	Inglés	30	2	
	Actividad Estudiantil I	30	1	
<b>TOTAL</b>		<b>330</b>	<b>21</b>	
<b>Semestre II</b>	Química General I	75	4	
	Cálculo I	60	4	Matemática Básica
	Estadística Introductoria	60	4	
	Educación Ambiental	60	3	
	Inglés Aplicado I	30	2	Inglés
	Actividad Estudiantil II	30	1	
	Optativa I	30	2	
<b>TOTAL</b>		<b>345</b>	<b>20</b>	



Régimen	Componentes Curriculares	Horas	CA	Requisitos
Semestre III	Química General II	75	4	Química General I
	Química Orgánica Introdutoria	60	4	Química General I
	Física General I	75	4	Cálculo I
	Cálculo II	60	4	Cálculo I
	Inglés Aplicado II	30	2	Inglés Aplicado I
	Actividad Estudiantil III	15	1	
	Optativa II	30	2	
<b>TOTAL</b>		<b>345</b>	<b>21</b>	
Semestre IV	Química Orgánica I	60	3	Q. Orgánica Introdutoria
	Laboratorio de Química Orgánica I	30	2	Q. Orgánica Introdutoria
	Química Inorgánica I	60	3	Química General II
	Laboratorio de Química Inorgánica I	15	1	Química General II
	Física General II	75	4	Física General I
	Ecuaciones Diferenciales	60	4	Cálculo II
	Inglés Aplicado III	30	2	Inglés Aplicado II
	Actividad Estudiantil IV	15	1	
<b>TOTAL</b>		<b>345</b>	<b>20</b>	



Régimen	Componentes Curriculares	Horas	CA	Requisitos
Semestre V	Química Orgánica II	60	3	Q Orgánica I Lab. Q Orgánica I
	Laboratorio de Química Orgánica II	30	2	Q Orgánica I Lab Q Orgánica I
	Química Inorgánica II	60	3	Q Inorgánica I Lab Q Inorgánica I
	Laboratorio de Química Inorgánica II	15	1	Q Inorgánica I Lab Q Inorgánica I
	Físico Química I	60	3	Ecuaciones Diferenciales
	Laboratorio de Físico Química I	15	1	Ecuaciones Diferenciales
	Matemática numérica para Químicos	60	4	Ecuaciones Diferenciales
	Optativa III	60	3	
<b>TOTAL</b>		<b>360</b>	<b>20</b>	
Semestre VI	Química Orgánica III	60	3	Q Orgánica II Lab Q Orgánica II
	Laboratorio de Química Orgánica III	30	2	Q Orgánica II Lab Q Orgánica II
	Físico Química II	60	3	Físico Química I Lab Físico Química I
	Laboratorio de Físico Química II	15	1	Físico Química I Lab Físico Química I
	Química Analítica I	60	3	Q General II Cálculo I
	Laboratorio de Química Analítica I	15	1	Q General II Cálculo I
	Bioquímica	60	3	Q Orgánica II Lab Q Orgánica II
	Laboratorio de Bioquímica	15	1	Q Orgánica II Lab Q Orgánica II
	Bibliografía Química	30	2	Inglés Aplicado III
	Optativa IV	30	2	
<b>TOTAL</b>		<b>375</b>	<b>21</b>	



ELECTIVAS FP	CA
FP-1: Espectroscopia o Química Cuántica	4
FP-2: Balance de materia y energía o Sistema de la Calidad en los Laboratorios Analíticos	4
FP-3: Síntesis Orgánica o Biología Molecular	3
FP-4: Laboratorio de Síntesis Orgánica o Laboratorio de Biología Molecular.	2
FP 5: . Procesos Químicos Industriales o Química de suelos.	3
FP-6: Química Ambiental o Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química.	3
FP-7: Química del Agua o Aseguramiento de la Calidad en los Procesos Analíticos	3
FP-8: Formulaciones de Química Orgánica Industrial o Química de Productos Naturales	4
FP-9: Gestión en el Mantenimiento de Instrumentación Analítica o Formulación y Evaluación de Proyectos	4
FP-10: Auditoría de la Calidad en los Laboratorios Analíticos o Transferencia de Calor	3
FP-11: Cinética Química o Tópicos Especiales de Química Orgánica	3
FP-12: Flujo de Fluidos o Métodos Cromatográficos	3
<b>Total</b>	<b>39</b>



### 1.3.1.3 Laboratorios de química

En el estudio de la química, debido a que es una ciencia experimental, el trabajo de laboratorio es esencial en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En el Departamento de Química además de los laboratorios dedicados a la docencia, existen cuatro laboratorios de investigación y servicio que sirven de apoyo a la formación del profesional químico, a través de prácticas profesionales, investigación y desarrollo de trabajos de tesis. Estos laboratorios son:

Laboratorio de Análisis de Agua.

Laboratorio de técnicas de Separación.

Laboratorio de Análisis de Suelo.

Laboratorio de Análisis de Metales Pesados.

En las actividades de docencia y de investigación desarrolladas en los laboratorios, se genera una cantidad de residuos de carácter peligroso, los cuales requieren una gestión adecuada para disminuir el daño que causan al medio ambiente y a la salud, ya que éstos pueden alterar el equilibrio ecológico. La mayor fuente de residuos peligrosos en una universidad proviene de los laboratorios del área de química.[\[5\]](#)



***CAPÍTULO II: RESIDUOS PELIGROSOS (REPEL)***

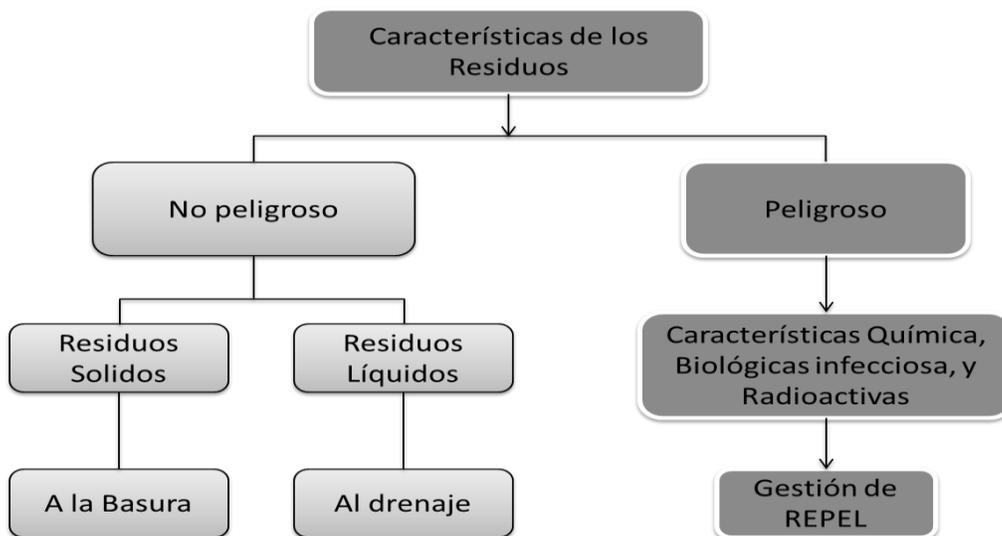


## DEFINICION DE RESIDUOS

De acuerdo al diccionario de la Real Academia Española define la palabra residuo (Del lat. residuum) como:

- Parte o porción que queda de un todo.
- Aquello que resulta de la descomposición o destrucción de algo.
- Material que queda como inservible después de haber realizado un trabajo u operación. U. m. en pl.[\[6\]](#)

Los residuos se pueden clasificar de acuerdo a las características de peligrosidad mostradas en el esquema siguiente:



### 2.1 DEFINICION DE RESIDUO NO PELIGROSO

Un residuo no peligroso es todo material o producto, cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido, semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, es decir cualquier material que ya no sea útil a la persona que lo usaba, incluye cualquier insumo o materia prima caducada o que haya perdido las características por las cuales fue adquirido. Dicho residuo puede ser susceptible de ser valorizado sujetarse a tratamiento o disposición.[\[6\]](#)



## 2.2 DEFINICIÓN DE RESIDUO PELIGROSO (REPEL)

La definición de *Residuo Peligroso* está basada en las características intrínsecas de peligrosidad del residuo para la salud o el ambiente y en la no posibilidad de uso por parte del generador que lo produjo. Por lo tanto, la definición no depende del estado físico, ni del manejo al que será sometido posteriormente a su generación.

Es sumamente difícil definir con precisión cual es el límite que separa a un residuo de otro que no lo es.

En general se entiende por “*residuos peligrosos*” a los residuos que debido a su peligrosidad intrínseca: Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable y Biológico Infeccioso (CRETIB) pueden causar daños a la salud o al medio ambiente.[\[1\]](#)

La mayor parte de los países han definido lo que ellos consideran como *Residuo peligroso*, dichas definiciones se diferencian en los detalles y si bien, hay semejanzas, existen muchas inconsistencias la terminología es diferente: algunos países usan el término “residuos peligrosos” mientras otros usan términos como “sustancia química”, “especial”, “venenosa”, “tóxica” o “difícil”, que describen tales residuos en este caso le dominaremos REPEL.

La definición legal de residuo peligroso es necesaria para efectos de poder asegurar que el residuo ingrese a un sistema de gestión acorde con sus características y se puedan realizar los controles correspondientes.

La necesidad de una definición estricta es mayor si la política y la legislación nacional requieren que los REPEL sean manejados separadamente de los residuos no peligrosos.

Los Residuos peligrosos pueden encontrarse en cualquiera de los estados (líquido, sólido y gaseoso). Todos somos generadores de residuos contaminantes, se suma la falta de una cultura ecológica para realizar un manejo adecuado y evitar que se altere la calidad de vida en nuestros ríos, mares y suelo convirtiendo el planeta en un lugar árido y estéril.

A continuación se dan a conocer algunos ejemplos de las definiciones de REPEL en otros países.



➤ **Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente - PNUMA**

El PNUMA define a los residuos peligrosos como residuos no radiactivos que, como consecuencia de su actividad química o características tóxicas, explosivas, corrosivas u otras, que suponen o pueden suponer un peligro para la salud o el medio ambiente.[\[7\]](#)

➤ **Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos - EPA**

La EPA establece un marco reglamentario para el manejo de los REPEL, desde su generación hasta su disposición final. La EPA ha definido por reglamento los materiales específicos que son considerados “residuo peligroso” bajo el Subtítulo C de la Ley de Recuperación y Conservaciones de Recursos (RCRA). Bajo esta definición, el total de los REPEL es sumamente extenso y diverso.[\[8\]](#)

➤ **Directivas de la Comunidad Europea; 2001/532/CE, 94/3/CE y 75/442/CEE.**

Según las Directivas de la Comunidad Europea se entiende por “residuo” “cualquier sustancia u objeto perteneciente a una de las categorías listadas en el Anexo 1 y del cual su poseedor se desprenda o del cual tenga la intención u obligación de desprenderse”. A partir de las categorías del Anexo I se elaboró el “Catálogo Europeo de Residuos”, que constituye una lista armonizada y no exhaustiva de residuos, independientemente de que se destinen a operaciones de eliminación o recuperación.[\[9\]](#)

➤ **Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para el Manejo y Eliminación de Residuos Sólidos Peligrosos NTON 05- 015-02**

Define como REPEL a toda sustancia, desecho o material que, en cualquier estado físico, contengan cantidades significativas que pueden presentar peligro para la vida y salud de los organismos vivos cuando se liberan al ambiente o si se manipulan incorrectamente debido a su magnitud o modalidad de sus características corrosivas, tóxicas, reactivas, explosivas, inflamables, biológico infeccioso o de cualquier otra característica que representen un peligro para la salud humana, la calidad de vida, los recursos naturales o el equilibrio “ecológico”. Los REPEL no se limitan a los generados en los laboratorios o en actividades industriales. A nivel doméstico en las actividades cotidianas se pueden generar este tipo de residuos, de manera que las personas pueden estar expuestas a los peligros que representan estos residuos, en calles, hogares, escuelas, colegios, universidades, etc.[\[2\]](#)



### **2.3 PELIGROSIDAD DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS**

Las sustancias se consideran peligrosas si presentan alguna de las características de peligro de acuerdo con las propiedades fisicoquímicas, toxicológicas (efectos sobre la salud) y ecotoxicológicas (efectos sobre el medio ambiente).

Un residuo, por las características que lo convierten en peligroso y por la forma en la que éste se maneje, puede representar un riesgo para los seres vivos, ambiente, y en consecuencia, para el equilibrio ecológico; es decir, el riesgo de un residuo peligroso, es la probabilidad, o posibilidad, de que la exposición al mismo, cause daños a la salud y al medio ambiente. Si los REPEL se manejan de manera segura y adecuada para prevenir las condiciones de exposición y/o disposición, dicha probabilidad puede reducirse, a tal grado de poder aceptar ese riesgo en un nivel de seguridad (riesgo aceptable).

Resulta importante aclarar que un residuo considerado peligroso, cuando es manejado ambientalmente con responsabilidad, puede ser que no provoque daños al ambiente, a los ecosistemas y/o a la salud. En contraste, se establece que, de manejarse de manera inadecuada, los residuos peligrosos son potenciales fuentes de contaminación del agua, aire, suelo y subsuelo; por ende, con capacidad de provocar un desequilibrio ecológico.

Consecuentemente, en el caso de presentarse alguna denuncia o visita de inspección de la autoridad verificadora por este motivo, se pueden imponer multas, sanciones administrativas o acciones legales en contra de los responsables que originaron el daño ambiental.

Teniendo presente el peligro creciente que para la salud humana y el medio ambiente representan la generación y la complejidad cada vez mayores de los REPEL se dan a conocer los Criterios de clasificación de peligrosidad:

#### **❖ *Propiedades fisicoquímicas***

Los REPEL pueden entrar al cuerpo mediante la inhalación, la ingestión o el contacto dérmico. El daño depende de la naturaleza física y química del residuo y de sus niveles de concentración, la cantidad y tiempo de exposición. Los efectos adversos en humanos tienen un rango muy variables que pueden ir desde simple irritación, mareos, dolores de cabeza y náusea hasta desórdenes a largo plazo, cáncer o la muerte. Los químicos más peligrosos para los humanos son los pesticidas (DDT, BHC), petroquímicos (benceno) y metales pesados (plomo y cadmio)



Para la clasificación de una sustancia según sus propiedades fisicoquímicas se consideran los datos obtenidos mediante métodos de ensayo. El carácter explosivo o comburente se determina en base a la respuesta del producto frente al choque o fricción o su capacidad de producir una reacción exotérmica sin ayuda de energía o bien en contacto con sustancias combustibles. También se tienen en cuenta algunas sustancias con un grupo funcional definido como es el caso de los peróxidos orgánicos que siempre son clasificados como comburentes. La inflamabilidad en sus tres grados: extremadamente inflamable, fácilmente inflamable e inflamable es función, para los líquidos, de su punto de inflamación o destello y su punto de ebullición. También se consideran extremadamente inflamables los gases que se inflaman en contacto con el aire y fácilmente inflamables los sólidos susceptibles de inflamarse tras un breve contacto con una fuente de ignición, así como todos aquellos productos que por reacción con otros pueden desprender gases inflamables o explosivos.

❖ **Propiedades toxicológicas (efectos sobre la salud)**

Su clasificación de toxicidad se basa en datos de toxicidad aguda, de toxicidad crónica y en la irreversibilidad del efecto. Se consideran los valores de dosis letal media ( $DL_{50}$ ) y de concentración letal media ( $CL_{50}$ ) en animales vertebrados para cada vía de entrada tras una sola exposición para la toxicidad aguda o mediante exposiciones repetidas o prolongadas en el caso de toxicidad subaguda, sub crónica o crónica. Estos datos permiten clasificar los productos en muy tóxicos, tóxicos o nocivos.

Los efectos corrosivos se establecen a partir de la capacidad del producto para destruir los tejidos, considerando el tiempo necesario para que se produzca el daño (= 3 minutos y hasta 4 horas). Los productos fuertemente alcalinos ( $pH = 11,5$ ) o fuertemente ácidos ( $pH = 2$ ) se consideran directamente corrosivos (efecto previsible).

Por su parte los efectos irritantes por vía cutánea se establecen a partir del tamaño de los eritemas y escaras o bien de los edemas provocados en la piel de animales tras periodos de exposición de un máximo de 4 horas y cuyos efectos persisten al menos 24 horas. En el caso de los ojos, los productos se consideran irritantes en función de lesiones oculares tales como opacidad de la córnea, lesión del iris, enrojecimiento y edema de la conjuntiva, producidas en el ojo. La irritación por vía inhalatoria se asigna principalmente a partir de observaciones en humanos.



El carácter sensibilizante de un producto químico se establece a partir de ensayos con animales y se completa con datos epidemiológicos. Los isocianatos siempre son considerados sensibilizante por inhalación. Hay que tener en cuenta, además, que algunos sensibilizantes por inhalación pueden, además causar urticaria inmunológica de contacto.

Cuando la relación causa/efecto es de tipo probabilístico (efectos estocásticos), la asignación de peligro se efectúa de acuerdo con la evidencia de que se manifieste el efecto. Entre ellos se incluyen los carcinogénicos, los mutagénicos y los efectos sobre la reproducción, incluida en este caso, tanto la capacidad reproductora masculina o femenina como las alteraciones en el desarrollo humano. Según sea la evidencia respecto a la probabilidad de que tenga lugar el efecto se distinguen, para cada uno de ellos, tres categorías:

- Categoría 1 cuando se tienen pruebas suficientes respecto a la relación entre exposición y efectos en el hombre (datos epidemiológicos)
- Categoría 2 cuando hay elementos suficientes, basados en estudios en animales, para suponer que la exposición implica un riesgo y
- Categoría 3 cuando la posibilidad de efectos en el hombre es preocupante pero las pruebas disponibles no son suficientes o son no concluyentes.

❖ ***Propiedades eco toxicológicas (efectos sobre el medio ambiente)***

Respecto al medio ambiente se consideran los efectos sobre los distintos ecosistemas, principalmente el acuático, y los peligros que el producto representa para la capa de ozono. En lo referente al medio ambiente acuático se tienen en cuenta, para los productos químicos, la toxicidad aguda en peces, algas y Daphnias y los daños a largo plazo en función de su biodegradabilidad y posible bioacumulación. En el medio no acuático se consideran los efectos negativos sobre la fauna, la flora y los organismos del suelo, incluidos los daños a largo plazo.[\[10\]](#)



## **2.4 MEDIDAS DE SEGURIDAD AL MANIPULAR REPEL.**

Al manipular REPEL se asumen múltiples riesgos a la salud y el medio ambiente que se evitan si se cuenta con buena información y se le concede a esta la importancia que merece. Los riesgos están asociados a las sustancias que al entrar en contacto con el organismo por cualquier vía de ingreso (Inhalación, absorción, o ingestión), pueden provocar intoxicación, quemaduras o lesiones sistémicas, según sean el grado de concentración y tiempo de exposición.

Debido al peligro que representan los REPEL para la salud y el medio ambiente se deben tomar medidas de seguridad al momento de manipular dichos residuos.

### **2.4.1 Uso de equipos de protección (EPI)**

En el laboratorio se realizan operaciones muy diversas, en las que se manipulan una gran variedad de productos con diferentes características de peligrosidad, es en estas circunstancias cuando debe recurrirse a los equipos de protección individual, que han de ser adecuados frente a los riesgos de los que se quiere obtener protección.

Los equipos de protección individual pueden clasificarse, considerando la parte del cuerpo que protejan, en:

- Protectores de los ojos y la cara
- Protectores de las manos y los brazos
- Protectores de las vías respiratorias
- Protectores del oído
- Protectores de las piernas
- Protectores del tronco y del abdomen
- Protectores de la totalidad del cuerpo

Entre los diferentes tipos de equipos de protección individual, los más frecuentemente usados en el trabajo de laboratorio son las protecciones faciales de cara y ojos (pantallas y gafas), los protectores de las extremidades superiores (guantes), las del aparato respiratorio (máscaras y mascarillas) y las prendas de protección general (batas y delantales).



Los EPI se utilizarán en áreas donde los riesgos a los que se está expuesto no pueden evitarse de otra forma. Sin embargo, es muy importante tener en cuenta que este equipo de seguridad no va a "desaparecer" los riesgos presentes, sino que junto con actitudes responsables (como el tener la información necesaria para el manejo de materiales peligrosos y manejo de equipos) y buenas instalaciones, se asegurará la seguridad y salud de los usuarios.

El usuario conoce mejor que nadie su medio de trabajo, siendo importante que participe activamente en la selección de los EPI.

*Los Requisitos básicos para la selección de los EPI son: Calidad, Control, Comodidad*

Para la selección de los EPI se debe consultar tanto las Fichas de Datos de Seguridad como las etiquetas de los envases, por si es necesario tomar especiales precauciones. Se debe de estar consciente que los EPI son la “**última barrera**” entre la persona y el peligro. [\[11\]](#)

## **2.5 MARCO NORMATIVO**

El fundamento legal en Nicaragua es la Constitución Política (publicada en la GACETA DIARIO OFICIAL 16 de septiembre del 2010). En ella se encuentran los artículos más importantes que enmarcan criterios, pautas, mecanismos, vías para prevenir, proteger y mantener la vida.

La constitución política de Nicaragua es la que vela por los derechos que tenemos todos los nicaragüenses. Como suprema legislación, en materia de estudio de este trabajo, destaca lo que se establece en:

**1- ARTÍCULO 59:** Los nicaragüenses tienen por derecho igual a la salud.

**2- ARTÍCULO 60:** Los nicaragüenses tienen derecho a habitar en un ambiente saludable.

Es obligación del Estado la preservación, conservación, y rescate del medio ambiente y los recursos naturales, preservación del ambiente y la conservación, desarrollo y explotación racional de los recursos naturales corresponden al estado. Para habitar en un ambiente sano que garantice nuestra integridad es necesario crear leyes de carácter obligatorio que regulen y protejan nuestros recursos naturales. [\[12\]](#)

La legislación de carácter obligatorio que regula en materia de REPEL se presenta a continuación:



- DECRETO DE POLÍTICA NACIONAL PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE SUSTANCIAS Y RESIDUOS PELIGROSOS 21-12-95.

Tiene por objeto establecer la Política Nacional para la Gestión Integral de sustancias y Residuos Peligrosos, su marco de referencia, los principios y lineamientos que orientarán los planes, programas, estrategias y acciones de la administración pública, de la sociedad civil de la población nicaragüense en general.[\[13\]](#)

- DECRETO 1609 DE 2002 de la república colombiana cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera.

Establecer los requisitos técnicos y de seguridad para el manejo y transporte de mercancías peligrosas por carretera en vehículos automotores en todo el territorio nacional, con el fin de minimizar los riesgos, garantizar la seguridad y proteger la vida y el medio ambiente, de acuerdo con las definiciones y clasificaciones establecidas en la Norma. [\[14\]](#)

- NORMA TÉCNICA OBLIGATORIA NICARAGUENSE PARA EL MANEJO Y ELIMINACION DE RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS. NTON 05 015 - 02.

Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos técnicos ambientales para el almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición de los residuos sólidos peligrosos que se generan en actividades industriales, establecimientos que presten atención médica, tales como clínicas y hospitales, laboratorios clínicos, laboratorio de producción de agentes biológicos, de enseñanza y de investigación, tanto humano como veterinario y centros antirrábicos.[\[2\]](#)

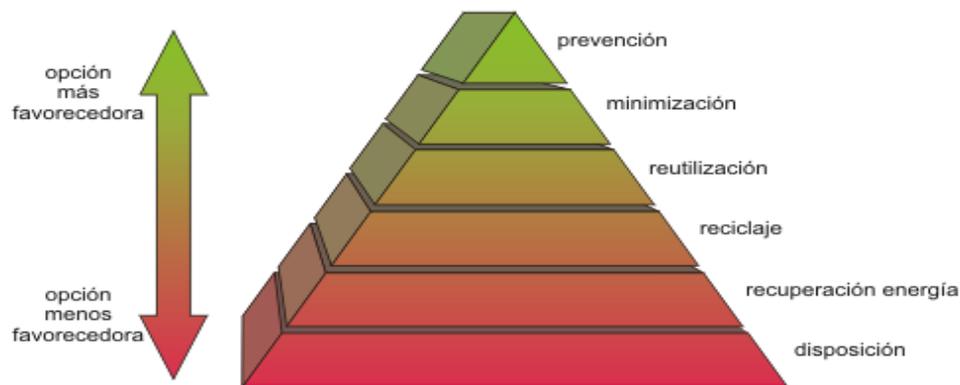


**CAPITULO III: GESTION DE REPEL**

Gestionar correctamente una actividad significa planificarla, organizarla y controlar su ejecución para alcanzar el objetivo deseado, haciendo uso de los recursos disponibles.

Una adecuada gestión en términos de residuos es aquella que contempla los procesos de generación, manipulación, acondicionamiento, almacenamiento, transporte, nuevo almacenamiento y destino o tratamiento final, todo ello sin causar impactos negativos ni al medio ambiente ni a los seres vivos, y a ser posible, con un coste reducido.

### Jerarquía de la Gestión de REPEL.



La prevención y la minimización de la generación de REPEL constituyen la primera prioridad en todo sistema de gestión de residuos. En la norma técnica obligatoria nicaragüense la NTON 05 015 – 02 se establece la obligación de los generadores de adoptar medidas tendientes a disminuir la cantidad de REPEL que generen; así como los principios y lineamientos que orientarán a la disminución de estos.

#### 3.1 Prevención de REPEL

Prevenir la formación de REPEL es una forma de garantizar el derecho de todas las personas al medio ambiente saludable (art 60 de la constitución política de Nicaragua); además es una forma de propiciar el desarrollo sustentable de una institución.

A través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los REPEL se logra una disminución de gastos económicos innecesarios; además de disminuir la cantidad de residuos que se generan anualmente en dicha institución.

A continuación se dan a conocer los principios básicos para la prevención de REPEL.



I. Aplicar principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de residuos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, los cuales deben de considerarse en el diseño de instrumentos, programas y planes de política ambiental para la gestión de residuos;

II. Determinar los criterios que deberán de ser considerados en la generación y gestión integral de los residuos, para prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y la protección de la salud humana;

III. Establecer los mecanismos de coordinación en materia de prevención de la generación.

IV Formular una clasificación básica y general de los residuos que permita uniformar sus inventarios, así como orientar y fomentar la prevención de su generación.

V. Regular la generación y manejo integral de REPEL, así como establecer las disposiciones que serán consideradas por los gobiernos locales en la regulación de los residuos.

VI. Definir las responsabilidades de los productores de residuos, y autoridades de los diferentes niveles de gobierno, así como de los prestadores de servicios en el manejo integral de los residuos;

VII. Fomentar la valorización de residuos, así como el desarrollo de mercados de subproductos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológicos y económicos, y esquemas de financiamiento adecuados.

VIII. Promover la participación corresponsable de todos los sectores sociales, en las acciones tendientes a prevenir la generación, valorización y lograr una gestión integral de los residuos ambientalmente adecuada.

IX. Crear un sistema de información relativa a la generación y gestión integral de los REPEL, así como de sitios contaminados y remediados.

X. Prevenir la contaminación de sitios por el manejo de materiales y residuos, así como definir los criterios a los que se sujetará su remediación;

XI. Fortalecer la investigación y desarrollo científico, así como la innovación tecnológica, para reducir la generación de residuos y diseñar alternativas para su tratamiento, orientadas a procesos productivos más limpios, y



XIII. Establecer medidas de control, medidas correctivas y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de normas y las disposiciones que de ella se deriven, así como para la imposición de las sanciones que corresponda. [\[15\]](#)

### **3.2 Minimización de REPEL.**

La minimización se basa en la adopción de medidas organizativas, operativas que permitan disminuir hasta niveles económicamente y técnicamente factibles, la cantidad y peligrosidad de los subproductos y contaminantes generados que precisan un tratamiento o eliminación final.

Todo ello se consigue por medio de reducción en el origen y, cuando ésta no es posible, mediante el reciclaje y reutilización de los subproductos en el mismo proceso o en otros, o bien mediante la recuperación de determinados componentes o recursos de los que contienen.

Las técnicas de minimización de residuos son aquellas que conducen a prevenir la contaminación en el sitio generador, con el objetivo de generar menor cantidad de contaminantes.

Para disminuir significativamente los Repel es necesario incluir técnicas de minimización en el proceso de generación del mismo.

La combinación de tecnologías limpias, reciclaje, reutilización son acciones que tienden a reducir la cantidad o la peligrosidad de los residuos generados, con el fin de disminuir la necesidad de tratamiento final y la conservación de los recursos.

La rentabilidad de las técnicas de minimización es muy importante. Su implantación puede conllevar gastos, a veces altos, de adquisición de equipos y de transformación del proceso. En general, estas inversiones son más rentables que la construcción de una depuradora, de un vertedero o de una incineradora.

La característica que distingue a las tecnologías limpias de las tecnologías de tratamiento curativo es el hecho de que el tratamiento no es exterior al proceso, sino que está integrado en él.

Es importante entonces, que conozcamos las características de las tecnologías limpias y de las técnicas de minimización de residuos.

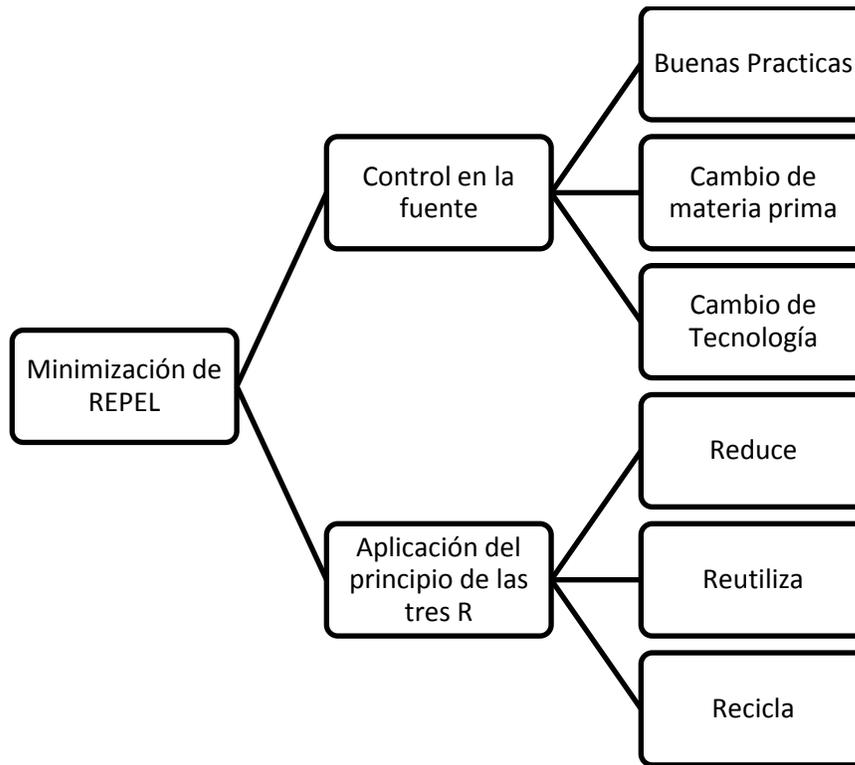
En cada uno de los procesos se debe establecer cuáles son los residuos, emisiones y vertidos generados, sus cantidades y cómo, dónde y por qué se generan, para luego saber dónde actuar y cuánto cuesta la acción.



La minimización de residuos consiste en reducir el volumen y la peligrosidad de residuos generados, basándose en dos aspectos fundamentales:

1. *Control en la fuente:* Diseñando nuevos procesos productivos o modificando los existentes, de forma que los residuos generados sean los menos posibles.
2. *Aplicación del Principio de las tres R.*

Esto consiste en una serie de procedimientos que pueden ser representados en forma esquemática de la manera siguiente:



### 3.2.1 Control en la fuente (Producción más Limpia).

Los Residuos Peligrosos en Nicaragua, son generados a partir de una amplia gama de actividades industriales, de la agricultura, así como de las actividades domésticas. Los procesos industriales generan una variedad de residuos con naturaleza sólida, pastosa, líquida o gaseosa, que puede contar con alguna de las siguientes características: corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, y pueden presentar riesgos a la salud humana y al ambiente, asimismo, existen otras fuentes que generan residuos peligrosos, como son los hospitales, el comercio y la minería.



La *Producción más Limpia* es un proceso productivo en el cual se adoptan métodos, técnicas y prácticas, o incorporan mejoras, tendientes a incrementar la eficiencia ambiental de los mismos en términos de aprovechamiento de la energía e insumos y de prevención o reducción de la generación de residuos.

Las fuentes de residuos pueden agruparse genéricamente en tres bloques principales, atendiendo a las causas que determinan su aparición, a lo largo de la cadena de producción y consumo tales como:

*En Procesos productivos:* conservando materias primas y energía, eliminando materias tóxicas y reduciendo la cantidad de toxicidad de todas las emisiones y residuos desde la fuente.

*En Productos:* reduciendo los impactos negativos a lo largo de todo el ciclo de vida del producto desde el diseño hasta su disposición final.

*En Servicios:* incorporando cuidados ambientales en el diseño y entrega de servicios.

El principio de *Producción más limpia* consiste en incrementar la eficiencia de los procesos, productos y servicios reduciendo a su mínima expresión el volumen de REPEL; esto puede lograrse mediante:

- A. La implementación de Buenas Prácticas
- B. Cambio de materia prima
- C. Cambio de Tecnología.

#### **A. Buenas prácticas.**

Las Buenas Prácticas Ambientales se pueden definir como una serie de instrumentos cuyo fin es mejorar el comportamiento ambiental de la institución generadora de REPEL, ya que se trata de medidas sencillas para cuya aplicación no se requiere de grandes cambios tecnológicos, centrándose fundamentalmente en los factores organizativos y humanos de la empresa.

Las Buenas Prácticas no sólo están orientadas a lograr la minimización de los residuos, en lo que se refiere a su volumen como a su peligrosidad, sino también a garantizar que los residuos generados tengan el menor impacto posible sobre su entorno.



Estas medidas tienen su aplicación en áreas muy distintas de la institución, desde los Departamentos de Compras y Logística, hasta la gestión de residuos propiamente dicha.

### **a) Compras**

El primer paso para lograr la minimización de los residuos generados en una empresa pasa por establecer una adecuada política de compras.

- La adquisición de materias primas y/o auxiliares debe adaptarse a las necesidades reales de la empresa. Esto evitará que dichos productos caduquen antes de su uso y deban ser eliminados como residuos.
- Se negociará con el proveedor la posibilidad de retornar los productos caducados antes de su uso.
- Se preferirán los productos a granel y aquellos que se presenten en envases fabricados con materiales reciclados, biodegradables y que puedan ser retornados al proveedor.
- Asimismo se seleccionarán preferentemente aquellos productos que al final de su vida útil sean reciclables y que presenten un contenido mínimo de sustancias peligrosas que puedan dificultar su gestión.
- Se evaluará la posibilidad de adquirir materiales a través de Bolsas de Subproductos.

### **b) Logística**

En este caso las medidas propuestas pretenden garantizar que la recepción y el almacenamiento de las materias primas y/o auxiliares tengan lugar en condiciones óptimas, asegurando asimismo la rotación de stocks.

- Antes de aceptar la descarga de cualquier materia prima en las instalaciones se debe comprobar que cumple con los estándares de calidad establecidos, evitando así la adquisición de materiales fuera de especificación o defectuosos que deban ser posteriormente gestionados como residuos.
- De igual forma se comprobará que los recipientes se encuentren en buen estado y no presenten fugas.



- Se deben identificar claramente todos los productos recibidos, indicando no sólo el producto de que se trata sino también la fecha de entrada y la de caducidad. De este modo:
  - Se evitarán mezclas indeseadas de productos que luego deban ser gestionadas como residuos.
  - Se facilitará el uso de los productos en función de su fecha de caducidad.
- Con el fin de favorecer que se utilicen en primer lugar los productos con una fecha de caducidad más próxima, la disposición del almacén debe ser tal que se facilite el acceso a los mismos. Así, los nuevos lotes de materiales que se reciban deberán situarse al fondo del almacén, colocando en primer lugar los productos más antiguos.
- Se deben mantener actualizados los inventarios de los distintos almacenes.
- Se observarán estrictamente las especificaciones establecidas por los proveedores en cuanto a la forma de conservar y manipular los distintos productos, con el fin de evitar su deterioro.
- Los envases de los productos que no se encuentren en uso deben mantenerse herméticamente cerrados y protegidos de factores climatológicos externos que puedan deteriorar el producto que contengan.

### ***c) Mantenimiento***

Llevar a cabo una revisión y limpieza periódica de los equipos empleados en los diversos procesos, no sólo aumenta la vida útil de los mismos, mejorando asimismo la productividad, sino que también contribuye a la minimización de los residuos generados.

### ***d) Gestión de residuos***

Al margen de las obligaciones que marca la propia legislación, podemos establecer las siguientes recomendaciones:

- No sólo se deben separar los residuos no peligrosos de los peligrosos y estos entre sí, sino que también se deben segregar los residuos no peligrosos en función de sus características y posibilidades de gestión (aptitud para el reciclado, reutilización, etc.).



- Se deberá disponer de recipientes adecuados y en número suficiente para cada tipo de residuo. Siempre que sea posible se reutilizarán los envases en los que se reciben las materias primas y/o auxiliares. En este caso se deberán eliminar cuidadosamente todas las etiquetas identificativas del producto original, sustituyéndolas por las correspondientes al residuo que se vaya a depositar en su interior. Asimismo se debe comprobar que el envase esté totalmente vacío y libre de sustancias que puedan reaccionar con el residuo que se vaya a depositar en su interior.
- Se propiciará la gestión de los residuos a través de Bolsas de Subproductos para que puedan ser reutilizados.

### **B. Cambio de materia prima.**

Las materias primas de las que depende una actividad definen el modelo de la universidad y el aplicar una serie de buenas prácticas que respeten el medio ambiente benefician no sólo a éste, sino a la economía y al buen rendimiento de este.

- Aplicar el criterio de racionalidad a la hora de realizar cualquier tipo de compra, evitando los excesos de compras que sólo favorecen que los materiales caduquen o se queden obsoletos y se conviertan en residuos.
- Implantar una serie de pautas en lo que respecta a calidad de los productos a comprar, evitando así materiales defectuosos, con fecha próxima a caducar, o inapropiados.
- Considerar una serie de criterios ecológicos a la hora de comprar materias primas, como posibilidad de reciclar, recuperar, menor embalaje, bajo consumo energético, menor requerimiento de agua para la mezcla, mayor facilidad de limpieza, cercanía de suministro, mayor duración, entre otros aspectos.
- Coordinarse con otras áreas de la empresa al objeto de sustituir productos peligrosos por otros que lo sean. En caso de que no se pueda reducir la peligrosidad, se deberá asegurar que el producto en cuestión viene con la Ficha Internacional de Seguridad Química o con la hoja de seguridad y que ésta llega adecuadamente al trabajador que va a operar con dicho producto peligroso, siendo formado al respecto, al objeto de prevenir daños sobre el trabajador y el medio ambiente en caso de derrame, fuga o accidente. comunicaciones internas, favoreciendo el uso del correo electrónico, para lo cual es muy útil realizar una auditoría sobre consumos internos.



- Elegir productos con etiqueta ecológica europea, o AENOR Medio Ambiente, dado que están certificados como productos que fomentan la sostenibilidad o productos que son respetuosos con el medio ambiente

### **C. Cambio de tecnología.**

Basándonos en la definición de la ONU podemos decir que una “tecnología limpia” es un proceso de fabricación o una tecnología integrada en el proceso de producción, concebido para reducir, durante el propio proceso, la generación de residuos contaminantes.

Por tanto, estas tecnologías previenen la contaminación en las fuentes de producción (reducción en origen), mientras que los tratamientos clásicos se aplican al final de la cadena de producción o en una etapa intermedia, pero siempre tras la descarga.

El desarrollo sostenible depende de proporcionar recursos y servicios a una población en constante crecimiento, sin sacrificar la calidad del medio ambiente. Como una alternativa para promover y ayudar a lograr este objetivo surgen la química verde y las técnicas de micro escala.

Como una alternativa para promover y ayudar, tanto en la educación, como en la investigación y divulgación de políticas ambientales que demuestren los aspectos más positivos de la química, se crea en Estados Unidos, en 1997, el Green Chemistry Institute (Instituto de Química Verde).

En este trabajo se abordan estos dos conceptos, y se presentan algunas de las estrategias implementadas en otras universidades.[\[17\]](#)

#### **a) Química verde**

La *Química Verde* es el diseño de productos y procesos químicos que reducen o eliminan el uso y la generación de sustancias peligrosas. Esta metodología, además de proponer la innovación en la química con beneficios económicos y ambientales, fomenta la inter disciplina, ya que incorpora aspectos de ingeniería, biología, economía y ética.

La química verde es un reto a "hacer química" de una manera responsable con el ambiente. Los doce principios de la química verde fueron propuestos por Anastas y Warner en 1998 y sirven de guía para el desarrollo de más productos y procesos amigables con el ambiente. Concretamente, estos principios son:

1. Prevención: es mejor prevenir la formación de residuos que "tratarlos" una vez creados.



2. Economía de átomos: diseñar métodos que maximicen la utilización de todos los materiales desde el inicio hasta el final del proceso.
3. Síntesis químicas menos peligrosas: los métodos deben diseñarse de tal manera que se utilicen y generen sustancias con poca o nula toxicidad para la salud y el ambiente.
4. *Diseño de productos químicos seguros*: diseñar productos que funcionen y no sean tóxicos.
5. *Uso de solventes*: debe discontinuarse su uso cuando sea posible y si no lo es, procurar que sean inocuos.
6. *Diseño de procesos energéticos eficientes*: el uso de energía en los procesos químicos impacta en el ambiente y la economía. Deben buscarse métodos que se lleven a cabo a temperatura y presión normales.
7. *Uso de materiales renovables*: fomentar su utilización cuando sea técnica y económicamente practicable.
8. *Reducción de derivados*: realizar modificaciones en los procesos con el fin de disminuir el empleo de reactivos adicionales.
9. *Catalizadores*: favorecer el empleo de catalizadores selectivos.
10. *Diseño de degradación de productos*: que al término de su función, los productos se degraden y no contaminen.
11. *Metodologías en tiempo real para prevenir la contaminación*: llevar a cabo el monitoreo del proceso y control de la formación de contaminantes.
12. *Química segura para prevenir accidentes*: seleccionar sustancias que disminuyan el riesgo de accidentes, explosiones y fuego.

Estos principios se enfocan hacia los aspectos que intervienen en las diferentes síntesis y procesos, como son: uso de solventes, separaciones, energía y disminución de residuos.

El concepto y la práctica de la *química verde* lo constituye el desarrollo de una estrategia para lograr una química industrial sostenible y, en consecuencia, un mundo sostenible. [\[18\]](#)

**b) Química a micro escala.**

La micro escala en química es una técnica que se basa en el respeto al medio ambiente, en la prevención de la contaminación acompañada por el uso de material de vidrio pequeño, la significativa reducción de reactivos y, por consiguiente, de residuos.

Es importante destacar que la micro escala se ha implementado sin comprometer los estándares en educación ni el rigor analítico y sus técnicas son "amigables" con las aplicaciones industriales.

Desde sus modestos inicios en tres instituciones a principios de la década de los años 80 (*Bowdoin College, Merrimack College y Brown University*) la micro escala ha experimentado un rápido crecimiento en los Estados Unidos, Inglaterra, Australia, Finlandia, Egipto y varios países más (*Bradley, Durbach y Bell, 1998*). El National Microscale Chemistry Center, en Estados Unidos, se estableció en 1992-1993 como el primer centro que ofreció cursos de formación en microescala química a profesores y químicos de todos los niveles desde elemental hasta universidad (*Singh, Szafran y Pike, 1999*).

En sus orígenes, la micro escala se introdujo en los laboratorios de química orgánica, para expandirse posteriormente a las químicas general, inorgánica, analítica y del medio ambiente. El grado de divulgación se puede juzgar a través de las numerosas publicaciones en el *Journal of Chemical Education*.

- Ventajas del uso de micro escala:

1. El uso de pequeñas cantidades de reactivos, de solventes, materiales de trabajo de pequeño formato y el corto tiempo que toma llevar a cabo uno o más experimentos son algunas de las ventajas del trabajo a micro escala.
2. Reducción de residuos químicos generados durante la práctica, lo que contribuye a la preservación del medio ambiente y promueve el principio de las tres R: Reducir, Recuperar y Reciclar.
3. Reducción de costos tanto de compra de productos como de recogida y también de reciclado, si es posible.
4. Aumento considerable de la seguridad e higiene en el laboratorio. Lo que se traduce en una mejora de la calidad del aire del laboratorio, menor exposición a productos químicos peligrosos, menor número de accidentes por derrames de productos químicos.



5. Reducción en la duración del experimento, lo que permite disponer de más tiempo para discutir los resultados experimentales y repetirlos, de ser necesario.
6. Contribuye a mejorar la formación de los estudiantes pues ganan en tiempo que dedican al análisis e interpretación de sus resultados experimentales.

En micro escala 50 alumnos usan la misma cantidad de reactivos y disolventes que 1 alumno con técnicas convencionales.

También, admite sustituciones que favorecen la realización de reacciones en condiciones más suaves que reducen la exposición al medio ambiente.

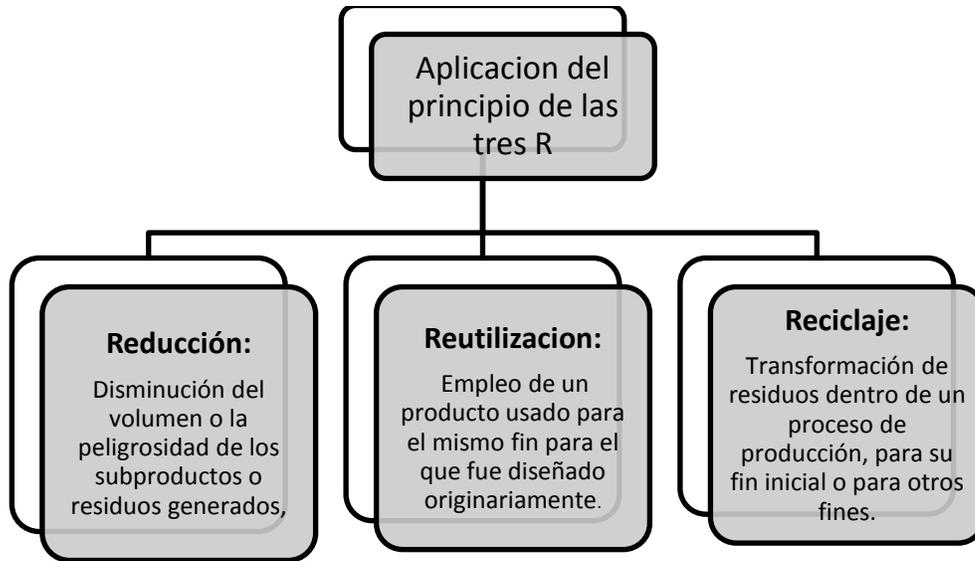
Con respecto a la pedagogía en el laboratorio que involucra la micro escala, favorece el uso de reactivos alternos, nuevos atajos en las reacciones y el uso de solventes alternativos, con lo que se producen menos productos contaminantes.[\[19\]](#)

Atendiendo al principio básico de no generación de residuos, los planteamientos operativos pueden clasificarse en estos tres grandes grupos: reducción en el origen, técnicas de reciclaje en el sitio y técnicas alternativas (Reutilización).

### **3.2.2 Principio de las tres R**

El principio de las 3 R (reduce, recicla y reutiliza) es parte integral de la química en micro escala.

La *regla de las tres R*, también conocida como las tres R de la ecología o simplemente 3R, es una propuesta sobre hábitos de consumo, que pretende desarrollar hábitos generales responsables como el consumo responsable.



### A. Reduce:

Si *reducimos* el problema, disminuimos el impacto en el medio ambiente. Los problemas de concientización, habría que solucionarlos empezando por ésta erre.

Lo más importante dentro de las tecnologías preventivas que permitan una buena gestión de los productos residuales es atender al principio básico de no generación de los residuos. Por ello es tan importante dentro de las técnicas de minimización hacer primero una reducción en la fuente, que además de reducir o eliminar la carga contaminante, ayuda a la institución a obtener beneficios económicos.

¿Qué deben de hacer los generadores para reducir la cantidad de REPEL que se generan?

Para llevar a cabo la reducción en la fuente, de la cantidad de REPEL que se generan, los generadores de los mismos pueden seguir las siguientes recomendaciones:

- No deben mezclar REPEL con residuos que no lo sean. Cuando se lleva a cabo esta mezcla, los residuos que no eran peligrosos se convierten en peligrosos; además, se vuelve prácticamente imposible el reciclaje.
- Los envases o embalajes que contuvieron materiales peligrosos son considerados REPEL, por lo cual es recomendable que aquéllos sean reutilizados para el mismo fin a fin de reducir su generación o se sometan a tratamiento para su reciclaje o disposición final.



- Cambiar materiales o procesos por otros que generen menos residuos. Esto hará que los generadores de REPEL ahorren dinero y aumenten la eficiencia.
- Identificar de manera precisa todos los materiales de fabricación que sean susceptibles de reciclado o reutilización, para evitar volverlos residuos cuando aún son útiles.
- Extremar medidas de seguridad en el almacenamiento de los productos peligrosos para evitar derrames o escapes, que provoquen el aumento en la generación de los residuos. Los generadores deben considerar que cuando ocurre un derrame o escape, los productos con los que se lleva a cabo la limpieza de éstos se convierte también en REPEL.
- Diseñar un plan, en el que se involucre a todos los miembros de la empresa que tienen contacto con los REPEL para que colaboren en la minimización de residuos.
- Evitar clasificar materiales como desecho o residuo en tanto no haya concluido su vida útil o sea efectivo dada la concentración establecida en el principio activo.

### **B. Reutiliza:**

Es la acción de volver a utilizar los bienes o producto. Ésta se basa en reutilizar un objeto para darle una segunda vida útil.

Esta actividad es muy importante en el manejo integral de los residuos, pues con ella se contribuye a la valorización de los mismos y se evita la disposición final.

¿En qué consiste la reutilización?

Reusar se refiere al proceso mediante el cual se aprovecha algún bien que ya ha sido utilizado pero que aún puede ser empleado en alguna actividad secundaria.

Se pueden reutilizar los envases que hayan estado en contacto con materiales y REPEL, siempre y cuando se utilicen para contener los mismos materiales y residuos u otros que sean compatibles con ellos.

Los envases deben permanecer en buen estado para evitar la liberación al ambiente de los residuos y no se considerarán como REPEL, mientras se estén reutilizando.

Los Sistemas de Gestión, proporcionan una verdadera opción para crear un excelente control de estas actividades e inclusive la posibilidad de realizar las correcciones necesarias, para enfrentar



cualquier problema que pudiera ocurrir. Es asimismo necesario, tanto por razones de seguridad como económicas, que deben considerarse un sistema de gestión de REPEL.

**C. Recicla:**

Los envases, residuos químicos se pueden reciclar para otros usos.

La química verde y la micro escala son pedagogías complementarias, al permitir que las ideas de reducción de fuentes de contaminación, la sustitución de materiales y la disminución a la exposición de contaminantes sean efectivas en el laboratorio académico .El éxito de la química verde depende directamente del entrenamiento y la dedicación de las nuevas generaciones de químicos. [\[16\]](#)



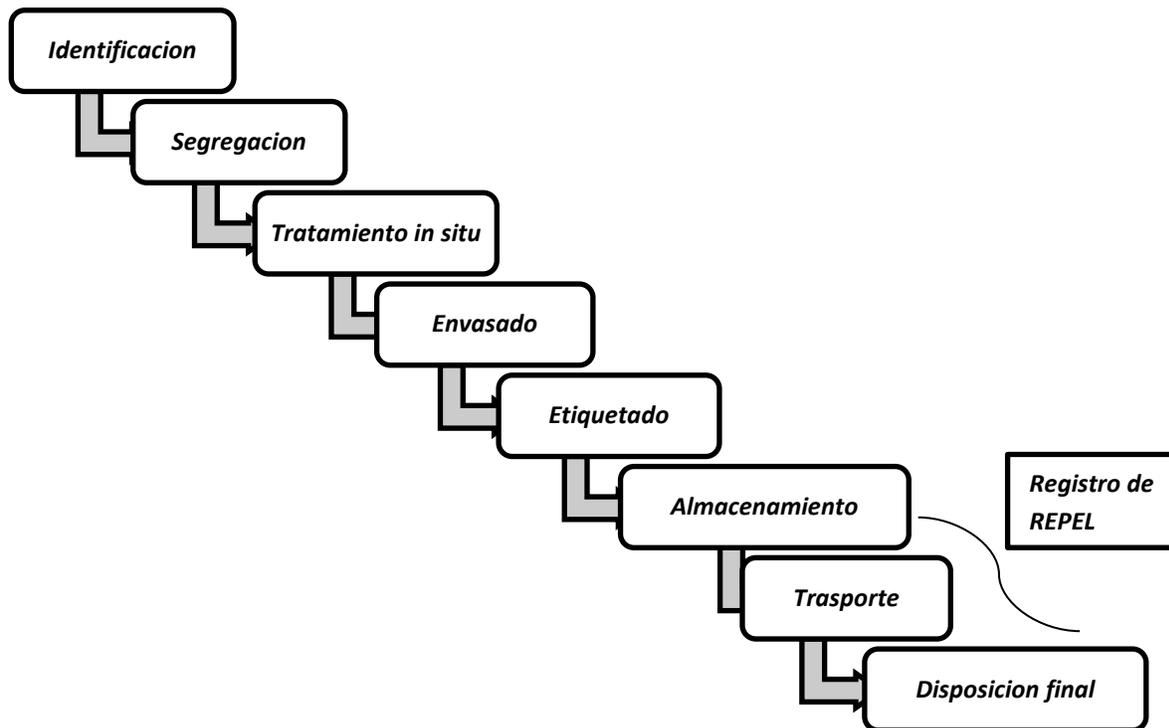
## ***CAPÍTULO IV: SISTEMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS***



Una vez que se entiende lo que significa una gestión de residuos es necesario conocer algunas etapas básicas para un sistema de gestión de los **REPEL**.

Los Sistemas de Gestión, proporcionan una verdadera opción para crear un excelente control de estas actividades e inclusive la posibilidad de realizar las correcciones necesarias, para enfrentar cualquier problema que pudiera ocurrir.

Un sistema de esta naturaleza comprende un conjunto de acciones dirigidas a disminuir la cantidad de REPEL.





## 4.1 IDENTIFICACIÓN

Los REPEL se pueden identificar de acuerdo a una regla muy fácil como es el **CRETIB**. Es un código de clasificación de las características que contienen los REPEL; Para que un residuo se considere peligroso basta con poseer alguna de las características de peligrosidad.

- **Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable, Biológico Infeccioso.**



### 4.1.1 Criterio CRETIB

**Corrosividad:** Se entiende por residuo corrosivo aquel que posee la capacidad de deteriorar o destruir tejidos vivos, degradar otros materiales y presentar cualquiera de las siguientes propiedades:

- Que sea acuosa y tenga un pH menor o igual a 2 o mayor o igual a 12.5.
- Que sea un líquido y corroa el acero a una tasa mayor de 6.35 mm por año, a una temperatura de ensayo de 55°C.

**Reactividad:** Es aquel que al mezclarse o ponerse en contacto con otros elementos, compuestos, sustancias o residuos pueda tener cualquiera de las siguientes propiedades:

- Ser normalmente inestable y reaccionar de forma violenta e inmediata con agua generando gases inflamables.
- Generar gases, vapores y humos tóxicos en cantidades suficientes para provocar daños a la salud o al medio ambiente cuando esté mezclado con agua.
- Poseer, entre sus componentes, sustancias que por reacción liberan gases, vapores o humos tóxicos en cantidades suficientes para poner en riesgo a la salud humana o al



medio ambiente.

- Ser capaz de producir una reacción explosiva o detonante bajo la acción de un fuerte estímulo inicial o de calor en ambientes confinados.
- Aquel que produce una reacción endotérmica o exotérmica al ponerse en contacto con el aire, el agua.

**Explosividad:** Sustancias o mezclas de ellas que son capaces por sí mismas y mediante una reacción química, de emitir un gas a una presión que pueda ocasionar daño a la salud humana y al ambiente y presenta una de las siguientes propiedades:

- Formar mezclas potencialmente explosivas con el agua.
- Ser capaz de producir fácilmente una reacción o descomposición detonante o explosiva a 25°C y una atmósfera.
- Ser una sustancia fabricada con el fin de producir una Explosión o efecto pirotécnico.

**Toxicidad:** Sustancia que en virtud de su capacidad de provocar efectos biológicos, indeseables o adversos puede causar daño a la salud humana, animal, vegetal y al medio ambiente. Se consideran tóxicos los residuos que se clasifican de acuerdo a los criterios de toxicidad con efectos agudos, retardados o crónicos y eco tóxicos que tienen una o más de las siguientes propiedades:

- Alto potencial de irritación ocular, respiratorio y cutáneo o carcinogenicidad, mutagenicidad y teratogenicidad, Toxicidad para organismos superiores y microorganismos terrestres y acuáticos.
- Baja degradabilidad o capacidad de formación de productos.
- Intermedios o finales de mayor toxicidad.

**Inflamabilidad:** Es aquel residuo que puede arder en presencia de una llama o una chispa bajo ciertas condiciones de presión y temperatura y presenta propiedades como:

- Gas y que a 20°C y a una presión de una atmósfera arda en una mezcla igual o menor al 13% del volumen del aire.



- Líquido y tener un punto de inflamación inferior a 60°C, con excepción de las soluciones acuosas con menos de 24 grados de alcohol en volumen.
- Sólido y ser capaz de, bajo condiciones de temperatura y presión de 25°C y una atmósfera de presión, producir fuego por fricción, absorción de humedad o alteraciones químicas espontáneas, quemar vigorosa y persistentemente, dificultando la extinción del fuego.
- Oxidante que puede liberar oxígeno y, como resultado estimular la combustión y aumentar la intensidad del fuego en otro material.

**Biológico Infeccioso:** Cualquier microorganismo capaz de producir enfermedades cuando está presente en concentraciones suficientes (inoculo), en un ambiente propicio (supervivencia), en un hospedero susceptible y en presencia de una vía de entrada.[\[1\]](#)

Se pueden considerar residuos Biológico-infecciosos los siguientes:

- Los tejidos, órganos y partes que se extirpan o remueven durante las necropsias, la cirugía o algún otro tipo de intervención quirúrgica, que no se encuentren en formol. Las muestras biológicas para análisis químico, microbiológico, citológico e histológico, excluyendo orina y excremento.

Existen símbolos que indican riesgos químicos para la salud y el medio ambiente tales como los de la Unión Europea.



#### 4.1.2 Símbolos de Riesgo Químico.

##### A. La Unión Europea (UE)

La UE adapta su sistema de clasificación de las sustancias químicas y sus mezclas al Sistema Globalmente Armonizado (SGA) de las Naciones Unidas.

Este sistema internacional obliga a clasificar las sustancias químicas y sus mezclas en función de sus propiedades peligrosas y exige que el pictograma y otras indicaciones figuren en la etiqueta.

Las normas se integran en el Boletín Oficial del Estado, BOE no.97-1997[1,7]. El 1 de diciembre de 2010 ha entrado en vigor el nuevo Reglamento Europeo sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas

➤ **BOE no.97-1997 [1,12]**



E Explosivo



C Corrosivo



T Tóxico



F Fácilmente  
Inflamable  
F+ Extremadamente  
inflamable



O Comburente



Xn Nocivo  
Xi Irritante



N Peligro para  
el medioambiente



BI Biológico  
infeccioso

**B. Reglamento CE nº 1272/2008).**

Esta normativa trae consigo la implantación de unos nuevos símbolos de peligro para los productos químicos, que dejan de ser un cuadrado con un pictograma negro sobre fondo naranja para convertirse en un pictograma negro enmarcado en un rombo de borde rojo. Reglamento que va a sustituir progresivamente la legislación actual sobre clasificación, etiquetado y envasado de las sustancias químicas y de sus mezclas.

**Reglamento CEnº1272/2008****Explosivo****Inflamable****Comburente****Gas comprimido****Corrosivo****Toxicidad aguda****Irritación  
Cutpanes****Peligro por  
Aspiración****Riesgos para el  
Medio Ambiente**



## 4.2 SEGREGACION DE REPEL

Los REPEL se pueden agrupar en dependencia de sus propiedades físico-químicas con el objeto de facilitar su posterior tratamiento y/o disposición final.

Existen legislaciones y sistemas que segregan los REPEL por medio de listados. Estos sistemas resultan muy útiles y prácticos debido a que brindan suficientes posibilidades de tipo de REPEL para que el generador de residuos pueda identificar qué tipo de residuos genera y su código o nombre único de identificación.

Las listas de REPEL se convierten en herramientas claves principalmente para los puestos de control y vigilancia, puesto que es fácil identificar si un residuo pertenece a una lista y por lo tanto es peligroso.[\[20\]](#)

Los principales sistemas de clasificación son:

➤ **Comunidad Europea: Catálogo Europeo de residuos.**

La Comunidad Europea CE utiliza una lista de residuos, denominada comúnmente “Catálogo Europeo de Residuos”, donde están indicados los residuos que la CE considera peligrosos. Se trata de una lista armonizada y no exhaustiva de residuos que se examina periódicamente. La lista presenta 850 tipos de residuos, entre los cuales alrededor de 400 son clasificados como residuos peligrosos. Para identificarlos, el código se complementa con un asterisco situado al lado derecho.[\[21\]](#)

➤ **Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA)**

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos EPA (Environmental Protection Agency) ha definido varias listas de REPEL. Los residuos de estas listas son peligrosos sin importar la concentración de los constituyentes peligrosos que posea.[\[8\]](#)

Finalmente, es importante tener en cuenta que los desechos radiactivos son excluidos del ámbito de aplicación de este Convenio.



### 4.3 TRATAMIENTO IN SITU DE REPEL.

Prevenir y minimizar los REPEL constituye el nivel de gestión requerido por la legislación nacional que se aplica a los REPEL, ya que reduce sosteniblemente la presión sobre instalaciones de tratamiento y disposición final, disminuye gastos y ahorra recursos. Sin embargo, cuando no es posible evitar o minimizar dichos residuos, se hace necesario recurrir a opciones de tratamiento y disposición final.

El tratamiento de residuos consiste en un proceso de transformación cuyos objetivos son:

- Reducir el volumen y disminuir la peligrosidad
- Contener y aislar los materiales peligrosos

Cada proceso de tratamiento producirá otros residuos (emisiones atmosféricas, efluentes y residuos sólidos), que requerirán una gestión especial en función de sus características.

Los tipos de tratamiento son:

**Físicos:** Son procedimientos sencillos como: separación de fases, sedimentación, decantación, filtración, adsorción, destilación, secado, precipitación física, evaporación o extracción.

**Químicos:** Donde existe un proceso de transformación del residuo mediante la adición de una serie de compuestos químicos para alcanzar el objetivo deseado

**Físico-químicos:** Que involucran tanto los procesos físicos como los químicos mediante los cuales se modifican las propiedades químicas y físicas de un residuo

**Térmicos:** Cuando se utilizan hornos a altas temperaturas para la destrucción de los residuos

**De estabilización:** En los que los contaminantes de un residuo son transformados en formas menos tóxicas o menos móviles o solubles

Todos los tratamientos van dirigidos a la modificación de las propiedades físicas y químicas de los componentes peligrosos. La mayoría de los tratamientos dejan residuos que deben ser eliminados.

El tratamiento a aplicar dependerá del estado físico, de la solubilidad en agua y solventes orgánicos, volatilidad, punto de ebullición, etc.



Los REPEL que ya no puedan recuperarse o tratarse se deberán enviar a un proceso de incineración o utilizarse como fuente de energía alterna.

Se debe tomar en cuenta que muchas veces es necesario desactivar REPEL antes de su almacenamiento o durante la práctica con fines de minimización. En la desactivación de residuos hay que trabajar con especial precaución evitando reacciones violentas.

Las siguientes indicaciones para la desactivación de residuos reactivos son de naturaleza general, es necesario antes de empezar los trabajos descritos a continuación investigar los mecanismos de reacción.

- Las soluciones acuosas de ácidos orgánicos pueden neutralizarse cuidadosamente con carbonato sódico o hidróxido de sodio, verificar pH posteriormente precipitar los ácidos carboxílicos aromáticos con ácido clorhídrico, el precipitado se deposita en el colector de residuos sólidos.
- No desactive sustancias inflamables con características muy tóxicas o cancerígenas. Los sulfatos de alquilo evite a toda costa la inhalación y cualquier contacto con la piel.
- Los ácidos inorgánicos y sus anhídridos se neutralizan con hidróxido sódico.

En la siguiente tabla se describen algunos tratamientos físico-químicos de algunos REPEL. [\[22\]](#)

**Tratamiento físico-químico de algunos REPEL.**

REPEL	Tratamiento fisicoquímico
Mezcla acuosa de $\text{Hg}^{2+}$ , $\text{Fe}^{3+}$ , $\text{Sn}^{2+}$	1. Acidificación con ácido sulfúrico hasta pH 2,5 2. Reducción con disolución 1M de sulfato ferroso 3. Precipitación con NaOH hasta pH mayor de 10 4. Decantación 5. Filtración 6. Pruebas cualitativas de líquidos pernatante* 7. Regulación del pH entre 6-8 de líquido súper natante y disposición por el drenaje
Mezcla acuosa de $\text{Cr}^{6+}$	
Mezcla acuosa de $\text{Ba}^{2+}$ , $\text{Cr}^{6+}$ , $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Pb}^{2+}$ .	
Mezcla acuosa de $\text{Fe}^{3+}$ , $\text{Mn}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ , $\text{Cd}^{2+}$ , $\text{Cr}^{6+}$ , $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Al}^{3+}$ , $\text{Mg}^{2+}$ ,	
Mezcla acuosa de $\text{Cr}^{6+}$ , $\text{Hg}^{2+}$ , $\text{Ag}^{1+}$	
Mezcla acuosa de $\text{CuSO}_4$	
Mezcla acuosa de $\text{Zn}^{2+}$	
Residuos acuosos de $\text{K Cr}_2\text{O}_7$	
Suelo + $\text{K Cr}_2\text{O}_7$ (ac) + $\text{H}_2\text{SO}_4$	



#### **4.4 ENVASADO**

Como regla básica y principal, antes de añadir cualquier tipo de residuos a un envase, asegurarse de que el envase es el correcto y está debidamente etiquetado.

Los envases reglamentarios y homologados para envasar los Repel generados en cada laboratorio deben ser suministrados por el gestor del mismo, con previa solicitud del personal de laboratorio al centro.

Para el envasado de REPEL se debe constar con:

- Garrafas de boca ancha o estrecha con capacidad de 5, 10, 20, 25, 30, 50 y 60 litros.
- Bidones de boca ancha o estrecha con capacidad de 30, 50 y 200 litros.

Los envases destinados a contener los residuos, están fabricados principalmente de materiales termoplásticos. Los productos utilizados más corrientemente son: el polietileno, el cloruro de polivinilo (PVC) y el polipropileno, en forma de polímeros puros o con polímeros con otras resinas.

Para el envasado y correspondiente separación de los residuos se emplean distintos tipos de contenedores primarios y secundario.

Se conocen como:

Contenedores primarios: Aquellos que son utilizados para almacenar a los residuos

Aquellos que se utilizan para la contención de los contenedores primarios y para protección en caso de derrames, lo que permite contar con más tiempo para aislar y/o recoger el residuo derramado o en fuga.

#### **4.5 ETIQUETADO.**

Todo envase de REPEL debe estar correctamente etiquetado (indicación del contenido) e identificado (indicación del productor).

La función del etiquetado es permitir una rápida identificación del residuo así como informar del riesgo asociado al mismo, tanto al usuario como al gestor.



Los recipientes o envases que contengan REPEL deben estar etiquetados de forma clara, legible e indeleble.

En la etiqueta debe figurar:

- Nombre, dirección y teléfono del generador de Repel.
- Fechas de inicio y final de envasado.
- La naturaleza de los riesgos que presentan los residuos indicados por los pictogramas correspondientes.
- Riesgos específicos (frases R) y consejos de prudencia (frases S).

El etiquetado de un producto implica la asignación de unas categorías de peligro definidas y preestablecidas basadas en las propiedades fisicoquímicas, en las toxicológicas, en los efectos específicos sobre la salud humana y en los efectos sobre el medio ambiente, identificadas mediante pictogramas y símbolos de peligrosidad (E, O, F+, F, T+, T, Xn, Xi, C, N).[\[16\]](#)

#### **4.5.1 Sistema de etiquetado**

Uno de los sistemas más usados para el etiquetado de productos químicos es el J. T. Baker SAF-T-DATA LabelingSystem. El mismo utiliza números, dibujos y colores para la identificación de riesgos potenciales, descripción de medidas de precaución y recomendaciones para el almacenamiento. Esta clasificación va de 0 a 4, donde el número cero representa el riesgo más bajo y el cuatro el más alto.[\[23\]](#)



El rombo **Amarillo** indica reactividad.

Interpretación:

0. Materiales que en sí son normalmente estables, incluso cuando son expuestos al fuego y que no reaccionan con el agua.
1. Materiales que en sí son normalmente estables, pero pueden hacerse inestables a temperaturas elevadas o reaccionar con alguna liberación de energía, pero no violentamente (éter etílico, sulfúrico).
2. Materiales que son capaces de detonar fácilmente o de tener descomposición explosiva o reacción a temperaturas y presiones normales (peróxido de benzoilo, ácido pícrico).
3. Materiales que en sí son normalmente inestables y sufren fácilmente un cambio químico violento pero no detonan o pueden reaccionar violentamente con agua o pueden formar mezclas potencialmente explosivas con el agua (acetaldehído, potasio).
4. Materiales que son capaces de tener reacción de detonación o explosión pero requieren una fuerte fuente de ignición o deben ser calentados confinados antes del inicio o reaccionan explosivamente con agua (di borano, óxido de etileno, 2-nitro propadieno).

El rombo **Azul** indica el riesgo para la salud

Interpretación:



0. Materiales que en exposición al fuego no ofrecen peligro más allá que el de un material combustible ordinario.
1. Materiales que en exposición causan irritación, pero sólo leves lesiones residuales, incluso si no se da tratamiento (acetona, metanol).
2. Materiales que en muy poco tiempo pueden causar la muerte o daños permanentes, aunque se hubiera recibido pronta atención médica (acrilonitrilo, bromo, paratión).
3. Materiales que en exposición intensa o continua pueden causar incapacidad temporal o posibles daños residuales a menos que se de pronta atención médica (bromo, benceno, piridina).
4. Materiales que en un corto tiempo pueden causar daños temporales o residuales, aunque se hubiera recibido pronta atención médica (anilina, hidróxidos, ácido sulfúrico).

El rombo **Rojo** indica el riesgo de inflamabilidad

Interpretación:

0. Materiales que no arderán.
1. Materiales que deben ser precalentados antes que tenga lugar la ignición (sodio, fósforo rojo).
2. Materiales que se evaporan rápida o completamente a presión atmosférica y temperatura ambiente normal y se queman fácilmente en el aire (1,3-butadieno, propano, óxido de etileno).
3. Materiales que deben ser calentados moderadamente o ser expuestos a temperatura ambiente relativamente alta antes de que tenga lugar la ignición (2-butanona, querosina).
4. Líquidos y sólidos que pueden encenderse bajo casi cualquier temperatura ambiente (fósforo, acrilonitrilo).

El rombo **Blanco** se utiliza para facilitar información especial: Una letra W atravesada por una raya para indicar que un material puede tener una reacción peligrosa al entrar en contacto con el



agua.

Las letras OX indican la existencia de un oxidante.

#### **4.6 ALMACENAMIENTO.**

Desde el momento de la generación de un residuo su almacenamiento en los distintos laboratorios y centros es responsabilidad del generador, que debe llevarlo a cabo correctamente teniendo en cuenta la normativa vigente en materia de residuos.

El objetivo principal de constar con almacenamiento de REPEL es disminuir el riesgo que estos causan a la salud y al medio ambiente

Los REPEL producidos en las universidades se deben almacenar en un espacio físico destinado, con buena ventilación y, una pileta de recolección en caso de derrame.

El área de depósito de REPEL debe:

- Contar con señalización que indique que es almacén de REPEL la cual debe ser visible y legible por cualquier persona.
- Contar con una señalización que diga prohibida la entrada a toda persona no autorizada.
- Contar con medios de extinción de incendios los más necesarios posible y estar accesibles.

##### **4.6.1 Almacenamiento In situ**

Todos los REPEL se deben acumular en los puntos de generación o cerca de los mismos y deben estar al cuidado del generador. La actividad de recogida de residuos en el punto de generación se conoce como “almacenamiento in situ”.

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés) recomienda que en cada punto de acumulación in situ se almacene un máximo de 55 galones (209.7 L) de REPEL y para el caso de residuos peligrosos que representen una toxicidad aguda sólo un cuarto de galón (1 L). [5]

Cualquier exceso en la cantidad de residuos debe ser removido del punto de almacenamiento in situ.



Todos los residuos se deben almacenar en contenedores fabricados de materiales resistentes a los residuos. Estos deben estar en buen estado y deben permanecer cerrados en todo momento, excepto durante el llenado o vaciado de residuos.

Los contenedores deben ser etiquetados con la leyenda “REPEL” y la descripción del material contenido en él.

Los contenedores primarios deberán colocarse en contenedores secundarios (cajas con material adsorbente, charolas, etc.), los cuales deberán tener una capacidad mínima del 10% del contenido total de los materiales almacenados en los contenedores primarios, o en su caso, el contenido del contenedor primario de mayor capacidad.

Finalmente, se deberán coordinar las actividades de traslado al almacén temporal de REPEL en colaboración con el responsable y/o supervisor del almacén.

En un lugar visible se debe contar con información sobre la persona a la que se debe contactar en caso de un evento no previsto, indicando claramente su nombre completo, número de teléfono, número de oficina y de casa, etc.

Recipientes metálicos para contención de disolventes orgánicos

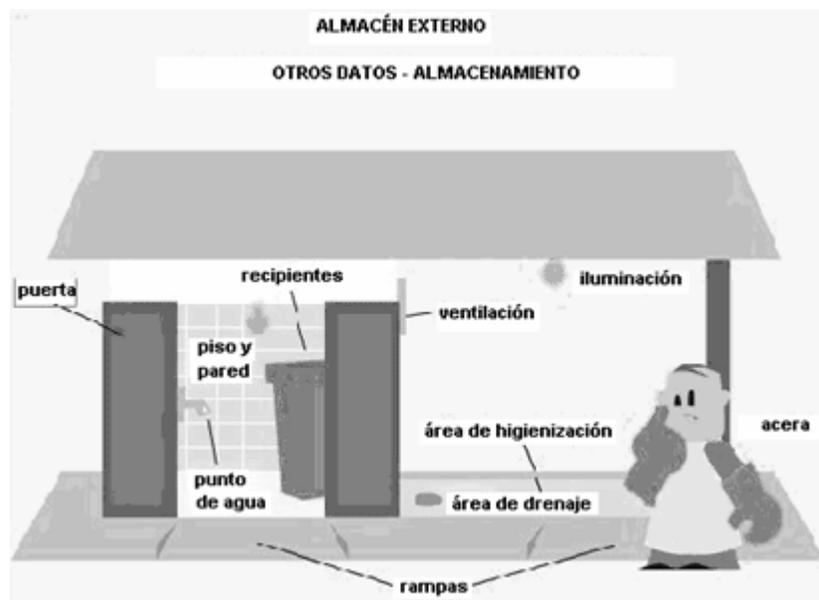


#### **4.6.2 Almacenamiento temporal**

El reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), artículo 82, establecen de forma detallada los requerimientos para las áreas de almacenamiento temporal de residuos peligrosos químicos, las cuales deberán cumplir con las siguientes condiciones:

- Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados.

- Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones.
- Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, perfiles de contención o fosas de retención y contenedores secundarios para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados.
- Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte, como mínimo, de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño.



El sistema T. J. Baker para almacenamiento de productos químicos clasifica los materiales en diferentes categorías según el riesgo principal que presenta. De este modo se establecen las diferentes áreas de almacenaje:

Naranja: Almacenamiento general, el producto no implica riesgos.

Azul: El producto implica riesgos para la salud. Se debe manipular con protección personal.

Rojo: Indica que el producto tiene riesgos de inflamabilidad. Se debe almacenar en lugar protegido de fluctuaciones de temperatura.



Amarillo: El producto tiene riesgo de producir reacciones espontáneas y debe almacenarse de forma que se evite caídas.

Blanco Cebra: Indica que el producto es incompatible aún con los demás de su misma clasificación. Debe almacenarse separadamente.

Blanco: Indica que el producto es extremadamente corrosivo y puede reaccionar violentamente en contacto con el agua.

#### **4.6.3 Traslado de REPEL del almacén in situ al almacén temporal.**

Cuando se tenga programado el traslado de REPEL de un sitio de almacenamiento in situ hacia el almacén temporal, se debe tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Se debe hacer la solicitud formal al coordinador especialista en REPEL y se debe recibir confirmación por escrito del día y hora de la recolecta.
- El generador debe informar de la cantidad y tipo de material a ser removido.
- El generador debe asegurarse de que sus contenedores estén en buenas condiciones y que no presenten fugas.
- El traslado de los residuos deberá realizarse siguiendo buenas prácticas y de preferencia siguiendo rutas de transporte de residuos previamente definidas de acuerdo a las características de la instalación.
- El coordinador deberá enviar al generador, por escrito, la confirmación de recepción de sus REPEL en el almacén temporal de y deberá mantener actualizada la bitácora del mismo con la información requerida en el Anexo.

#### **4.6.4 Incompatibilidad**

Con el fin de evitar posibles reacciones químicas peligrosas, debe restarse una especial atención a las incompatibilidades entre sustancias, evitando su mezcla y depositándolas en envases separados, si se diera el caso.

Estas incompatibilidades son:

- Ácidos fuertes con bases fuertes.
- Ácidos fuertes con ácidos débiles que desprendan gases tóxicos.



- Oxidantes con reductores.
- Agua con compuestos varios (amidas, boranos, anhídridos, carburos, triclorosilanos, haluros, haluros de ácido, hidruros, isocianatos, metales alcalinos, peróxido de fósforo y reactivos de Grignard).

En las tablas adjunta se indican algunos ejemplos de incompatibilidades a considerar en el envasado y almacenamiento de REPEL.

#### Cuadro de incompatibilidades de almacenamiento de REPEL

						
	+	-	-	-	-	+
	-	+	-	-	-	-
	-	-	+	-	-	+
	-	-	-	+	-	-
	-	-	-	-	+	O
	+	-	+	-	O	+

+ Se pueden almacenar conjuntamente.

O Solamente podrán almacenarse juntas, si se adoptan ciertas medidas específicas de prevención.

- No deben almacenarse juntas.

**Incompatibilidad Química.**

Sustancias	Incompatibilidad con:
Ácidos	alcohol bencílico, hidruro de litio y aluminio, nitrito de níquel, ozonato de sodio, tri-iso-butil aluminio
alcoholes	Acetaldehído, perclorato de bario, cloro, óxido de etileno, ácido sulfúrico, peróxido de hidrogeno, ácido hipocloroso, isocianatos, ácido perclórico.
Aminas	Hipoclorito de calcio, hipoclorito de sodio, anhídrido maleico.
Bromatos	ácidos y metales, aluminio, arsénico, cobre, fósforo y azufre
Cromatos	Hidracina
Cianuros	cloratos, flúor, nitritos, nitratos, ácido nitrito, magnesio
Esteres	Nitratos
Halógenos	Metales de tierras raras (hafnio, holmio, ytrio, europio, etc.)
hipocloritos	Urea
hipofosfitos	ácido perclórico
Cetonas	acetaldehído, ácido nítrico, ácido perclórico
Metales	nitrate de amonio, cloratos, penta fluoruro de bromo, ácido perfórmico
Nitratos	aluminio, cianuros, esterres, fósforo, cloruro estannoso, tiocianatos
percloratos	benceno, hidruro de calcio, alcohol etílico, metales, ácido sulfúrico
Peróxido	materia orgánica, tiocianatos
Fenoles	Acetaldehído
Fosfatos	Magnesio



#### **4.7 Transporte de REPEL.**

El transporte corresponde a una etapa intermedia entre el almacenamiento en el lugar de generación y el tratamiento o disposición final, pudiendo existir una etapa intermedia de almacenamiento transitorio o temporal.

Con el objetivo de lograr que el transporte de REPEL se realice con riesgos mínimos tanto para los operadores como para el resto de la población y el medio ambiente, se muestran a continuación los requerimientos para el transporte de los residuos peligrosos de la unidad generadora a la de disposición final.

El generador, el transportista y el destinatario de los residuos deberán coordinar las acciones para asegurarse que los REPEL se transporten en tiempo y forma hacia su destino.

##### **Previo al transporte de los residuos el generador es responsable de:**

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

El transportista debe entregar los residuos en el destino indicado, cumpliendo los requerimientos que le hubiera impuesto la autoridad que lo autorizó a realizar el transporte.



**Entre las responsabilidades del transportista tenemos:**

1. Contar con la autorización para el transporte del tipo específico de residuos de que se trate.
2. Contar con unidades adecuadas a las características de los residuos peligrosos que transportan.
3. Identificar la unidad de transporte con los datos de la empresa (razón social, dirección y teléfono).
4. Colocar señalizaciones de peligro, de acuerdo a las características de los residuos transportados.
5. Transportar sólo los residuos correctamente acondicionados, etiquetados y documentados.
6. Utilizar rutas de bajo riesgo, previamente establecidas.
7. Proteger la carga durante el transporte de minimizar riesgos.
8. Capacitar a los choferes
9. Someter a los vehículos a inspecciones técnicas periódicas.
10. Gestionar adecuadamente los documentos de la carga, de acuerdo a las exigencias correspondientes.
11. La unidad debe contar con equipo de comunicaciones.
12. Garantizar que las maniobras de carga y descarga se realicen por personal capacitado, con el equipo de protección personal adecuado y de manera de minimizar los riesgos, siguiendo protocolos establecidos.
13. Conocer los planes a seguir en caso de emergencias y contar con los elementos necesarios para su implementación.
14. Mantener estadísticas de accidentes e incidentes tanto de las unidades como del personal e implementar medidas de mejora continua.



#### **4.8 DISPOSICIÓN FINAL DE REPEL**

La disposición final de los residuos es el confinamiento de los mismos, minimizando las liberaciones de contaminantes. En el caso de REPEL lo más común es el confinamiento en rellenos de seguridad. Esta tecnología consiste en la disposición en el suelo utilizando obras civiles especialmente diseñadas.

Las unidades de tratamiento pueden ser individuales o colectivas, diseñadas para un solo tipo de residuos o multipropósito en las que es posible el tratamiento de una variedad de residuos. Estas últimas son las de mayor complejidad ya que se requiere de una completa y versátil infraestructura capaz de tratar en forma eficiente residuos de muy diversas características.

Las unidades de tratamiento deben ser diseñadas contemplando las posibilidades de disposición final para los residuos resultantes del tratamiento, ya que se trata de procesos de transformación, en los cuales se generan nuevos residuos para los cuales debe existir un sistema de gestión que garantice una disposición ambientalmente adecuada.

#### **4.9 Registro**

El productor de residuos está obligado a llevar un registro en las etapas de almacenamiento, traslado, y disposición final de los REPEL generados.[\[24\]](#)

En este registro deberán constar concretamente los datos que a continuación se indican:

- Origen de los residuos: Proyecto o Experimentación.
- Cantidad, naturaleza e identificación de los residuos.
- Fecha y descripción del pre tratamientos realizados en su caso.
- Fecha de inicio y finalización del almacenamiento temporal.
- Fecha y descripción de las operaciones de tratamiento (operaciones de gestión "in situ".)
- Frecuencia de recogida.



**CAPITULO V: METODOLOGIA**



El universo o población será la Facultad de Ciencias y Tecnología y la muestra serán los laboratorios de docencia del Departamento de Química.

Para la realizar este trabajo se tendrá que realizar una investigación tipo explorativa, debido a que en el departamento de química no existen antecedentes de este tipo de trabajo

Los pasos serán los siguientes:

1. Recopilación bibliográfica

Se recopilara toda la información necesaria del Departamento de Química de la Facultad de Ciencias y Tecnologías de la UNAN- León.

De la gran cantidad de información que existe referente a la organización y manejo de los REPEL se va a seleccionar aquella que sea valiosa y confiable para que sirva de base en la elaboración de la guía.

2. Elaboración de la guía.

Con toda la información que se ha seleccionado se elabora guía técnica de acción para el manejo de REPEL generados en los laboratorios del departamento de química que debe contener los lineamientos necesarios para el manejo adecuado del mismo con el fin de disminuir el impacto que estos provocan en la salud y el medio ambiente.

La redacción del mismo deberá implicar el uso de las hojas de seguridad de las sustancia químicas para el manejo del residuo que género dicha sustancia.



**CAPITULO VI: RESULTADOS**



La Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua – León, consciente de la problemática que representan los Residuos Peligrosos (REPEL) que se generan en los laboratorios de docencia del departamento de química para la salud y el medio ambiente, promueve en la comunidad universitaria el interés por incorporar estrategias dirigidas a un manejo adecuado de los mismos.

Atendiendo dicha problemática se recopiló la información necesaria en materia de estudio con el objetivo de elaborar una guía que sirva de base para el manejo de REPEL en el departamento de química.

Como resultado de toda la bibliografía recopilada se elaboró una guía que describe el manejo de los residuos peligrosos generados en los laboratorios de Química General, Química Analítica y Química Orgánica de la carrera de Licenciatura en Química de la Facultad de Ciencia y Tecnología, UNAN-León.

Esta guía técnica se enfoca en los criterios para la identificación, segregación, tratamiento in situ, envasado, etiquetado, almacenamiento, transporte y disposición final de los REPEL generados en los laboratorios de Química General, Analítica, Orgánica del Departamento de Química Facultad de Ciencias y Tecnología UNAN- León. La guía se apega a los criterios definidos para los residuos peligrosos químicos establecidos en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005.

Cabe destacar que este podría ser un primer paso hacia la integración de un Sistema de Gestión de REPEL en toda la universidad, siguiendo estándares de prevención de riesgos laborales y medio ambientales.



**GUIA TECNICA PARA EL MANEJO DE REPEL GENERADOS EN LOS LABORATORIOS DE  
DOCENCIA DEL DEPARTAMENTO DE QUIMICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS Y  
TECNOLOGIA UNAN- LEÓN.**

**DEFINICIONES**

Para los efectos de esta guía se consideran las definiciones contenidas en la NTON 05 015 02, la NOM 052- SEMARNAT.

- **Ambiente:** El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.
- **Contaminante:** Toda materia o energía en cuales quiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural.
- **Equilibrio ecológico:** La relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hace posible la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.
- **Material peligroso:** Elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, represente un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico infecciosas.
- **Residuo:** Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.
- **Residuos peligrosos (REPEL):** Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.
- **Desequilibrio ecológico:** La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.
- **Prevención:** El conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro del ambiente y riesgos laborales.



- **Riesgo laboral:** La posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado de la exposición a agentes químicos, físicos y/o biológicos.
- **Accidente de Trabajo:** Toda lesión orgánica o perturbación funcional, o bien la muerte, producidas repentinamente en ejercicio, o con motivo del trabajo, cualesquiera que sean el lugar y el tiempo en que se preste.
- **Enfermedad Profesional:** Deterioro lento y paulatino de la salud del trabajador, producido por una exposición crónica a situaciones adversas, sean estas producidas por el ambiente en que se desarrolla el trabajo o por la forma en que este está organizado.
- **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.
- **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.
- **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 periodo 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 etc.
- **Equipo de Protección individual (EPI):** Se entenderá por «equipo de protección individual (EPI) » cualquier equipo destinado a ser individual» para ser llevado o sujetado por el trabajador de modo que pueda prevenir las enfermedades y accidentes.



---

**INDICE**

<b>DEFINICIONES</b>	<b>81</b>
<b>1. MARCO LEGAL</b>	<b>85</b>
<b>2. RESPONSABILIDADES.</b>	<b>85</b>
2.1 Dirección Superior.	86
2.2 Unidad de seguridad y gestión ambiental (USGA).	86
2.3 Facultad.	87
2.4 Departamento.	87
2.5 Docentes	88
2.6 Personal de apoyo en el laboratorio.	88
2.7 Alumnos.	89
<b>3. IMPORTANCIA DE LA HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE SUSTANCIAS QUIMICAS EN EL MANEJO DE REPEL</b>	<b>89</b>
<b>4. MANEJO DE REPEL</b>	<b>91</b>
4.1. IDENTIFICACIÓN DE REPEL	92
4.2. SEGREGACIÓN DE REPEL	93
4.3. TRATAMIENTO IN SITU DE REPEL	93
4.4. ENVASADO DE REPEL	94
4.5. ETIQUETADO	97
4.6. ALMACENAMIENTO.	98
4.7. TRASLADO DE REPEL	99
4.8. DISPOSICION FINAL DE REPEL.	99
<b>5. REGISTRO DE REPEL</b>	<b>99</b>



## **INTRODUCCIÓN.**

Las últimas décadas se han caracterizado por la preocupación que el hombre ha demostrado hacia el medio ambiente y su propia integridad. Algunos inconvenientes como la producción y acumulación desmedida de residuos han sido motivo de tomar medidas que contrarresten el problema.

Los residuos peligrosos son todos aquellos con los cuales todas las personas se encuentran expuestas en sus quehaceres diarios, en calles, hogares, escuelas, colegios, universidades, empresas que por sus características de peligrosidad Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable y Biológico Infeccioso (CRETIB) ponen en riesgo al ser humano, al medio ambiente y al equilibrio ecológico. Éstos pueden encontrarse en cualquiera de los estados de la materia (líquido, sólido y gaseoso).

A la premisa de que todos somos generadores de residuos contaminantes, se suma la falta de una cultura ecológica para realizar un manejo adecuado y evitar que se altere la calidad de vida en nuestros ríos, mares y suelo convirtiendo el planeta en un lugar árido y estéril.

Dentro de los residuos, uno de los tipos que más atención requiere, no por su cantidad sí no por los potenciales riesgos que encierran, son los residuos peligrosos producidos en los laboratorios. Un residuo de laboratorio es una sustancia o mezcla de sustancias que casi siempre presentan características de toxicidad y peligrosidad, cuya identificación o almacenamiento inadecuados constituye un riesgo añadido a los propios de la actividad del laboratorio.

La implementación de un sistema de gestión de residuos peligrosos en el Departamento de Química de la Facultad de Ciencias y Tecnología contribuiría significativamente a la disminución del impacto que éstos provocan en la salud y el medio ambiente. Es muy importante, por lo tanto disponer de una guía técnica para el manejo adecuado de REPEL generados en los Laboratorios de docencia de la carrera de Química.



## 1. MARCO LEGAL

En Nicaragua, la legislación de carácter obligatorio que regula en materia de REPEL es:

- ❖ NORMA TÉCNICA AMBIENTAL PARA EL MANEJO Y ELIMINACION DE RESIDUOS SOLIDOS PELIGROSOS. NTON 05 015 - 02. Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos técnicos ambientales para el almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos peligrosos que se generen en actividades industriales establecimientos que presten atención médica, tales como clínicas y hospitales, laboratorios clínicos, laboratorios de producción de agentes biológicos, de enseñanza y de investigación, tanto humanos como veterinarios y centros antirrábicos. Esta norma hace énfasis principalmente en los residuos biológicos infecciosos (residuos generados en los hospitales clínicas y hospitales, laboratorios clínicos etc.). Para el manejo de los residuos peligrosos generados en los laboratorios químicos para la enseñanza y la investigación, es necesario disponer de normativas específicas para este tipo de residuos. [\[2\]](#)

Para la elaboración de la presente guía se toma de referencia la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-052-SEMARNAT-2005 publicada el 23 de junio del 2006 que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. [\[1\]](#)

Es importante señalar que el uso de normas internacionales solo está justificado cuando no se cuenta con normatividad específica de carácter nacional.

## 2. RESPONSABILIDADES.

La UNAN-León como institución educadora que forma integralmente a los profesionales responsables de futuro del país, y coherente con sus principios, debe primeramente reconocerse como generadora de residuos peligrosos provenientes de las actividades desarrolladas en los laboratorios de docencia e investigación. Además debe estar consciente de la deficiencia de la legislación nacional en materia de residuos peligrosos para la protección de la salud de las personas y el medio ambiente. El compromiso adquirido estará entonces más en función de su responsabilidad social que por el cumplimiento de una normativa.

La responsabilidad de la universidad ante esta problemática debe impulsar a la búsqueda de conocimiento y experiencias de otras universidades y al compromiso del cumplimiento de normativas internacionales elaboradas para la protección de la salud y del medio ambiente.



El éxito en el manejo de REPEL requiere de la intervención de los distintos niveles de dirección y operación, así como de toda la estructura organizacional de la universidad.

Un manejo adecuado de los REPEL demanda la responsabilidad y acción de todos los niveles, desde la Dirección Superior hasta profesores, estudiantes y trabajadores en general.

La disminución del riesgo que estos ocasionan al medio ambiente y a la salud, depende del nivel del dominio que todos los involucrados tengan acerca de este tema y de la responsabilidad de los mismos para lograr un cumplimiento cabal de la normativa considerada en la gestión de los residuos.

Las funciones y responsabilidades en materia de manejo de materiales y residuos peligrosos químicos son:

### **2.1 Dirección Superior.**

La Dirección Superior de la universidad como máxima autoridad es el principal responsable de los residuos que se generan dentro de la universidad que puedan alterar el equilibrio ecológico, dañar el medio ambiente y perjudicar la salud del ser humano.

- Es necesario elaborar una política para el manejo de los REPEL en la universidad.
- Crear unidades que coordinen un Sistema de gestión de REPEL en toda la universidad.
- Asignar responsabilidades específicas.
- Garantizar los recursos y condiciones necesarias para el cumplimiento de los planes y programas.
- Velar por el cumplimiento de los planes y programas de gestión.

### **2.2 Unidad de seguridad y gestión ambiental (USGA).**

El coordinador de esta unidad debe de ser una persona con el conocimiento pleno del peligro que ocasiona el manejo inadecuado de los REPEL.

La USGA debe:



Estar en continuo contacto con todos los involucrados en el manejo y generación de REPEL para asesorar sobre la normativa en materia de residuos y, apoyando en las tareas de supervisión de fallas.

- De identificar los residuos que se generan en la universidad.
- Elaborar un sistema de gestión para el manejo adecuado de REPEL.
- Asesorar sobre la gestión de residuos en la Universidad.
- Implementar el sistema de gestión en las instalaciones generadoras de REPEL.
- Coordinar la gestión de residuos de la Universidad.
- Elaborar un manual para la gestión de REPEL y actualizar o modificar, si fuera preciso el manual.
- Velar por el cumplimiento del Manual de REPEL y la normativa vigente en Revisar periódicamente el estado de los almacenes temporales.
- Mantener el registro de residuos de la Universidad según los registros recibidos de los distintos centros productores.
- Informar de la normativa interna sobre gestión de residuos al Rector o Director del Centro y Departamentos de laboratorios.

### **2.3 Facultad.**

La Decanatura debe Informar de la normativa interna sobre gestión de residuos al Director a los coordinadores de los Departamentos.

Velar por el cumplimiento del procedimiento establecido en el Manual de REPEL.

Mantener el registro de residuos del centro productor.

### **2.4 Departamento.**

Los Jefes de departamento son los responsables de implementar una guía para la gestión de residuos en el Departamento y velar por el cumplimiento del mismo



- Vigilar las áreas generadoras de REPEL. Esto incluye la operación adecuada de los sitios de almacenamiento in situ y que todo el personal ocupacionalmente expuesto reciba capacitación adecuada.
- Actuar como nexo de información entre el Departamento y el Coordinador del Centro y, si fuera preciso, entre el Departamento y la USGA.
- Mantener el registro de residuos del Departamento

### **2.5 Docentes**

Cada profesor o instructor de laboratorio será responsable del manejo adecuado de los REPEL que se generen en las actividades que se le asignen. Entre estas responsabilidades está:

Informar a los alumnos y colaboradores a su cargo sobre los riesgos que ocasionan los REPEL en la salud y el medio ambiente.

EL cumplimiento de los lineamientos plasmados en esta guía, y es el encargado de dirigir al personal a su cargo debiendo asignar funciones en cada puesto de trabajo, y supervisar todas las tareas del manejo de materiales y residuos peligrosos químicos.

Mantener una correcta ubicación de los residuos dentro de los laboratorios.

Completar correctamente todos los datos exigidos en el registro del laboratorio, que a su vez remitirá al director del Departamento.

Almacenar correctamente los residuos generados.

Trasladar los residuos al almacén in situ al almacén temporal con la correspondiente ficha de registro.

### **2.6 Personal de apoyo en el laboratorio.**

De acuerdo con las atribuciones de su cargo debe adoptar las medidas necesarias para hacer operativos los lineamientos presentes en esta guía, así como proporcionar la información necesaria a los alumnos y materiales necesarios para el funcionamiento de los planes y programas de manejo de REPEL.



### **2.7 Alumnos.**

Los alumnos deben de cumplir con todas las normativas vigentes para el manejo de REPEL y los lineamientos plasmados en esta guía

- Deben de estar comprometidos en atender y promover las diversas recomendaciones orientadas a favorecer nuestra seguridad y la conservación del ambiente.
- Deben de dar o plantear alternativas de tratamientos a los residuos que genera en las actividades de laboratorio. Siendo también su responsabilidad tener los conocimientos necesarios en esta materia.

### **3. IMPORTANCIA DE LA HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE SUSTANCIAS QUIMICAS EN EL MANEJO DE REPEL**

Para poder realizar un manejo adecuado de REPEL es necesario conocer Hojas de seguridad del reactivo que nos da el proveedor del mismo.

El objetivo de las Hojas de Seguridad es brindar la mayor información posible respecto a los reactivos para que su manejo se haga en forma más segura.

Una hoja de seguridad es un documento que nos da información detallada sobre la naturaleza de la sustancia química tal como sus propiedades físicas y químicas, información sobre la salud, seguridad, fuego, y riesgos de medio ambiente que la sustancia química puede causar.

Aparte de brindar información sobre su naturaleza, una hoja de seguridad también provee información de cómo trabajar con una sustancia química de manera segura, y qué hacer cuando ocurre un derrame accidental.

Los fabricantes y distribuidores de productos químicos están obligados a preparar y suministrar la hoja de seguridad de cada sustancia específica, cada vez que se realice la gestión de adquisición de cualquier sustancia química. El empleador es responsable de poner estas hojas al alcance de todos los que manipulan dichas sustancias.

Las hojas de datos de seguridad de sustancias peligrosas deben contener información básica similar tal como:

- **Identificación química:** Nombre del Producto

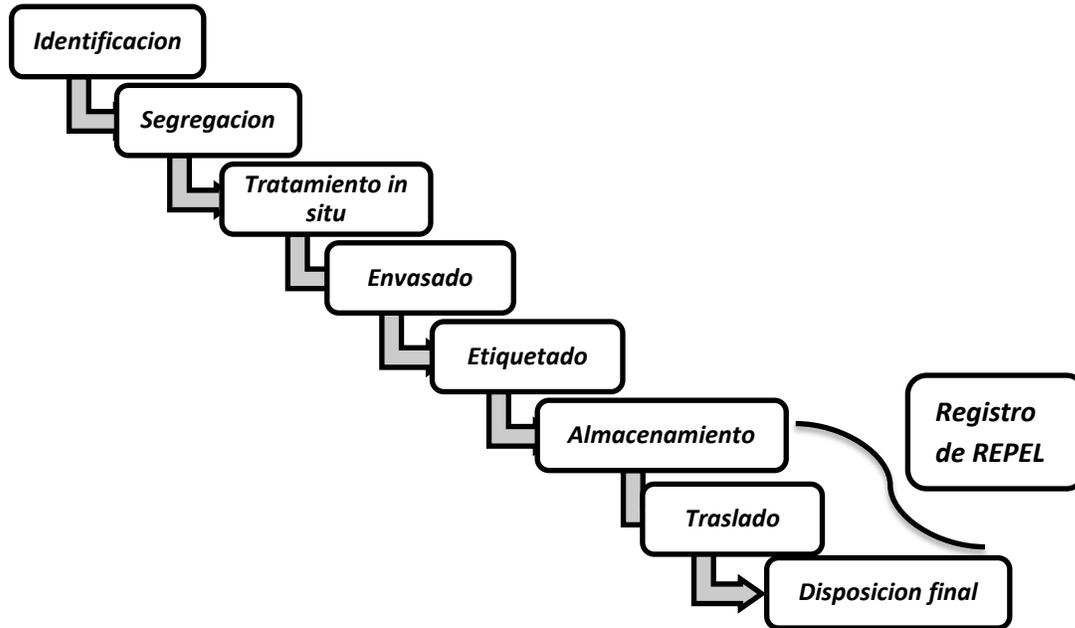


- **Información sobre el Productor:** Nombre, Dirección, Número de teléfono y teléfono de emergencia del fabricante.
- **Ingredientes peligrosos/ información de identificación:** Lista de sustancias químicas peligrosas, puede contener todos los componentes químicos incluso aquellos que no son peligrosos. Ya que los productos químicos son usualmente conocidos por nombres diferentes, todos los nombres comunes deben ser anotados, asimismo el límite legal de exposición permitido para cada sustancia debe ser anotado.
- **Características física/químicas:** punto de combustión, presión y densidad de vapor, punto de ebullición, tasa de evaporación, etc.
- **Información sobre riesgos de fuego y explosión:** punto de combustión, límites de combustión, métodos de extinción, procedimientos especiales contra el fuego, peligros especiales de exposición o fuego.
- **Información sobre reactividad:** cómo reaccionan ciertos materiales cuando se mezclan o se almacenan juntos.
- **Información sobre riesgos para la salud:** efectos que las sustancias químicas pueden causar (agudos, inmediatos, crónicos, a largo plazo) al entrar al cuerpo (pulmones, piel, boca), síntomas, procedimientos de emergencia y primeros auxilios.
- **Precauciones para un manejo y uso seguro:** que hacer en caso de que el material químico se derrame o fugue, como deshacerse de los desperdicios del material de una manera segura, como manipular y almacenar de forma segura.
- **Medidas de control:** ventilación, tipo de respirador/filtro que debe usarse, guantes protectores ropa y equipo adecuados, etc.



#### 4. MANEJO DE REPEL

El conjunto de acciones encaminadas a dar a los residuos el destino final más adecuado, dentro de un sistema de gestión adecuada de REPEL, pueden ser representadas mediante el siguiente esquema:



Las hojas de seguridad de sustancias químicas deben ser una herramienta fundamental para el manejo de REPEL que se generan en los laboratorios de docencia de la carrera de Química. Para poder realizar un manejo adecuado de REPEL es necesario conocer Hojas de seguridad del reactivo que se utilizan en las prácticas de laboratorio, ya que ésta nos brinda información detallada sobre su naturaleza, propiedades, riesgos a la salud y el medio ambiente. Debe asegurarse que todas las personas que manipulan sustancias químicas hagan correcto uso de la misma, para trabajar en condiciones de seguridad y minimizar el impacto que tengan los residuos en el ambiente.

Para que se pueda entender mejor el uso de las hojas de seguridad en el manejo de REPEL a continuación se muestra un ejemplo.



#### 4.1. IDENTIFICACIÓN DE REPEL

Los residuos generados en los laboratorios de docencia se pueden identificar de acuerdo a una regla muy fácil como es el criterio de CRETIB.

CRETIB: Es un acrónimo que se utiliza para identificar la peligrosidad de los REPEL que significa: Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable, Biológico Infeccioso. Basta con que el residuo posea alguna de estas características, para que se considere peligroso.

La identificación de un residuo como peligroso se puede hacer consultando la hoja de seguridad del reactivo utilizado en el laboratorio y que se considera fue el causante de la generación del mismo.

En la hoja de seguridad aparece un pictograma que identifica a la sustancia según sus características de peligrosidad; por ejemplo, en el caso de la hoja de seguridad del Ácido Sulfúrico aparece el siguiente pictograma que lo identifica como una sustancia Corrosiva:



Por lo tanto los residuos de ácido sulfúrico se consideran peligrosos de acuerdo al criterio CRETIB por ser corrosivos. [\[25\]](#)



## **4.2. SEGREGACIÓN DE REPEL**

La segregación es una herramienta necesaria para la gestión de REPEL debido a que si los residuos están debidamente agrupados, estos podrán ser tratados adecuadamente.

Para lograr una correcta agrupación de REPEL es necesario conocer las propiedades Físicoquímica y Toxicológicas, mínimo de los reactivos que los generan.

En este sentido, la siguiente lista servirá de guía para incluir un residuo específico en cualquiera de los grupos:

1. Ácidos y disoluciones ácidas.
2. Bases y disoluciones básicas.
3. Residuos orgánicos no disolventes.
4. Sales y disoluciones de sales.
5. Aceites minerales.
6. Metales y disoluciones de metales.
7. Disolventes orgánicos halogenados.
8. Disolventes orgánicos no halogenados
9. Mercurio y sus derivados.
10. Otros compuestos no clasificados en los grupos anteriores.

## **4.3. TRATAMIENTO IN SITU DE REPEL**

Es difícil definir un tratamiento ya que depende de la composición química del residuo y de la mezcla en la que se encuentra.

En las hojas de seguridad de las sustancias químicas aparece información acerca de la disposición de esta sustancia y el tipo de tratamiento in situ que puede dársele ante de disponerlo. Por ejemplo en el caso del ácido sulfúrico, la sección 13 de la hoja de seguridad orienta aplicar un tratamiento que puede realizarse en el mismo laboratorio, el cual consiste en una neutralización con bicarbonato de sodio.



#### **4.4. ENVASADO DE REPEL**

Como regla básica y principal, antes de añadir cualquier tipo de residuos a un envase, asegurarse de que el envase sea el correcto y esté debidamente etiquetado.

Los REPEL deben recogerse en contenedores que sean resistentes al tipo de residuo que será almacenado. En algunos casos, los contenedores originales de sustancias químicas pueden ser reutilizados para recolectar el mismo tipo de material residual.

En el mercado existe una amplia disponibilidad de contenedores para el envasado de los diferentes tipos de residuos, tanto para sólidos como para líquidos. A la hora de seleccionar un contenedor es muy importante tener en cuenta los siguientes criterios:

- El material debe ser compatible con el residuo.
- Presentar resistencia a los golpes y durabilidad en las condiciones de manipulación a las que serán sometidos.
- Permitir contener los residuos en su interior sin que se originen pérdidas al ser manipulados.

Existen contenedores con una recubierta plástica que permite que al caer y romperse la sustancia contenida no se disperse, reteniendo el líquido por algunos minutos, dando tiempo para buscar el equipo de protección e instrumentos para la contención definitiva del residuo.

Los envases destinados a contener los residuos, están fabricados principalmente de materiales termoplásticos. Los productos más utilizados son: el polietileno, el cloruro de polivinilo (PVC) y el polipropileno, en forma de polímeros puros o con polímeros con otras resinas.

Debido al peligro que representan los REPEL para la salud y el medio ambiente se deben tomar en cuenta las recomendaciones aquí planteadas para el envasado de dichos residuos de tal manera que el responsable tenga idea del tipo de residuos que está manejando.

1. Antes de añadir cualquier tipo de residuo a un envase, asegurarse de que el envase sea el correcto y esté debidamente etiquetado.
2. Disponer de un tipo de envase para cada tipo de REPEL generado.
  - Líquidos inflamables y disolventes orgánicos. Mantener separados los residuos de disolventes halogenados de los no halogenados. Separar los disolventes orgánicos



de las disoluciones acuosas cuando sea posible. Mantener los ácidos separados de los residuos de otros disolventes y bases. Seguir precauciones de seguridad para disolventes precursores de peróxidos.

- Ácidos, bases y disoluciones acuosas. No mezclar ácidos inorgánicos fuertes u oxidantes entre sí y con compuestos orgánicos. Mantener los ácidos, bases y las disoluciones acuosas con metales pesados separados de otros residuos. Evite la mezcla de ácidos y bases fuertes en el mismo contenedor, ya que se genera una reacción fuertemente exotérmica.
  - Materiales reactivos. Las siguientes sustancias no deben ser mezcladas con otro REPEL bajo ninguna circunstancia:
    - Ácido nítrico a más de 40% de concentración.
    - Ácido perclórico.
    - Peróxido de hidrógeno a más de 52% en peso.
    - Ácido nitro-hidroclórico.
    - Cloratos y nitratos.
    - Ácido perclórico y percloratos. Mantener estos residuos en contenedores separados.
  - Residuos tóxicos. Separar los residuos tóxicos de otro tipo de residuos, en particular para el caso de residuos con mercurio.
  - Residuos tóxicos severos. Mantener estos residuos en contenedores separados.
  - Reactivos obsoletos. Las sustancias químicas no utilizadas, de ser posible, deberán ser regresadas al proveedor. En caso de no ser posible, manejarlos en contenedores de acuerdo con su compatibilidad para su correcta disposición como REPEL.
  - Cilindros de gases. Los cilindros de gases vacíos deben ser regresados al proveedor.
3. Los envases deberán permanecer siempre cerrados y sólo se abrirán el tiempo imprescindible para introducir algún residuo.



4. Si se duda en la identificación de algún residuo, así como de posibles reacciones, situarlo en un envase por separado. No mezclar.
5. El vertido de los residuos en los envases correspondientes se ha de efectuar de una forma lenta y controlada. Esta operación será interrumpida si se observa cualquier fenómeno anormal, como la producción de gases o un incremento excesivo de la temperatura. Una vez acabada la operación se cerrará el envase hasta la próxima utilización. De esta forma se reducirá la exposición a los residuos generados, así como el riesgo de posibles derrames
6. Los envases no se llenarán más del 80% aproximadamente de su capacidad, con la finalidad de evitar salpicaduras, derrames o sobrepresiones. Una vez llenados hasta el 80%, cerrar y trasladar al almacén temporal para su recogida.
7. Dentro del laboratorio, los envases se depositarán en el suelo para prevenir la caída a distinto nivel. Los envases en uso nunca se dejarán en zonas de paso o lugares que puedan dar lugar a tropiezos, y siempre se mantendrán alejados de cualquier fuente de calor.
8. Siempre debe evitarse el contacto directo con los residuos, utilizando los equipos de protección individual adecuados a sus características de peligrosidad.

Ejemplo de Contenedores REPEL que pueden ser utilizados.

Disolvente	Acero	Acero inoxidable	Polietileno	Disolvente	Acero	Acero inoxidable	Polietileno
Ácido acético	N	S	S	Aceite de combustible	S	S	S
Acetona	S	S	S	Heptano	S	S	S
Anilina	N	S	S	Hexano	S	S	S
Benceno	N	S	S	Keroseno	S	S	S
2-Butanona	S	S	S	Metanol	S	S	S
Butileno	S	S	N	Cloruro de metileno	N	S	N
CFC	N	S	N	Metil-isobutil-cetona	S	S	S
Ciclohexano	S	N	N	Pentano	S	N	S
Ciclohexanona	N	S	N	Éter de petróleo	S	S	N
Etanol	S	S	S	Tolueno	S	S	S
Acetato de etilo	N	S	S	Tricloroetileno	N	S	N
Éter etílico	S	S	N	Xileno	S	S	S



**4.5. ETIQUETADO**

La etiqueta es fundamental para que en cada etapa del manejo el responsable pueda contar con la información mínima necesaria evitando riesgos por compatibilidad con otros residuos. Es indispensable realizar una correcta identificación en el llenado y colocar todas las etiquetas, evitando falla alguna para conocer en todo momento el tipo de residuo que se tiene.

En la figura a continuación se muestra una etiqueta para los REPEL que se generan en los laboratorios de docencia de la carrera de Química.

<b>Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-LEÓN</b> <b>Facultad De Ciencias y Tecnología</b> <b>Departamento De Química</b>			
<b>CONTROL DE REPEL.</b>			
<b>Estado Físico</b> Liquido ----- Solido ----- Otro -----	<b>Característica de Peligrosidad</b> Corrosivo ----- Reactivo ----- Explosivo ----- Toxico ----- Inflamable -----		
Departamento ----- Responsable ----- Laboratorio ----- Generador ----- Firma del generador ----- Fecha -----	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 5px;"><b>Nombre y Origen del REPEL</b></td> </tr> <tr> <td style="height: 40px;"></td> </tr> </table>	<b>Nombre y Origen del REPEL</b>	
<b>Nombre y Origen del REPEL</b>			



#### **4.6. ALMACENAMIENTO.**

El objetivo principal de contar con un almacén de REPEL en el Departamento de Química de la Facultad de Ciencias y Tecnología UNAN- León es disminuir el riesgo que estos causan a la salud y al medio ambiente logrando a su vez una mejora de imagen de la universidad y del profesional que se forma en dicha institución. Actualmente el departamento de química no cuenta con espacios destinados para el almacenamiento de los REPEL siendo estos almacenados en los laboratorios de los centros generadores.

En la capítulo IV se dan a conocer los requisitos básico que un almacén de REPEL.

Desde el momento de la generación de un residuo su almacenamiento en los distintos laboratorios es responsabilidad del generador, que debe llevarlo a cabo correctamente teniendo en cuenta la información brindada por las hojas de seguridad de las sustancias químicas que generan dicho residuo.

En las hojas de seguridad de las sustancias químicas describe de forma específica como se deben de almacenar dicha sustancia. Por ejemplo en la hoja de seguridad del ácido sulfúrico, la sección 7 describe el lugar donde se debe de almacenar y las especificaciones de dicho almacén;

Con el fin de evitar posibles reacciones químicas peligrosas que puede generar gases tóxicos, calor, derrame o sobre-presión de contenedores, fuego y hasta explosiones cuando se mezclan dos o más REPEL, deberá prestarse una especial atención a las hoja de seguridad de las sustancias químicas que genero el residuo; ya que en ella se describe las incompatibilidades del mismo, evitando su mezcla y depositándolas en envases separados, si se diera el caso. En la seccion10 dela hoja de seguridad se da a conocer las incompatibilidades del ácido sulfúrico.

Es sumamente importante enviar un informe semestral de REPEL a las autoridades que están encargo de la ordenanza de la universidad. Estos formatos deben ser archivados cuidadosamente, y presentados en cualquier requerimiento de auditoria o inspección ambiental.



#### **4.7. TRASLADO DE REPEL**

Con el objetivo de lograr que el transporte de REPEL se realice con riesgos mínimos tanto para los operadores como para el resto de la población y el medio ambiente, es sumamente importante consultar antes la hoja de seguridad de la sustancia química que genere el residuo ya que en ella describe los requerimientos necesarios para el transporte del mismo. Por ejemplo en la sección 14 de la hoja de seguridad del ácido sulfúrico indica cómo se debe transportar dicha sustancia.

#### **4.8. DISPOSICION FINAL DE REPEL.**

Debido a que en Nicaragua no se cuenta con una unidad que brinde el servicio para la disposición final de REPEL estos deben de ser almacenados a la espera de una alternativa para disponer de dichos residuos.

### **5. REGISTRO DE REPEL**

La Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, así como cada uno de los Centros de docencia donde se genera REPEL llevarán un registro interno de todos los residuos producidos en los laboratorios. Para ello, cada Coordinador de los laboratorios/almacenes deberá remitir periódicamente (cada seis meses) el registro al responsable de la unidad de la unidad de seguridad y gestión ambiental. (USGA).

El registro de REPEL se realizara en cualquiera de las etapas de almacenamiento, traslado y disposición final de dichos residuos.

En Nicaragua como no se cuenta con una entidad que se encargue de la disposición final de los REPEL, por lo tanto los residuos generados en las actividades de docencia del departamento de química se deben registrar al momento de ser almacenados cumpliendo con todos los requisitos descritos en el capítulo IV para el registro de REPEL.

En el anexo se muestra la hoja de seguridad del Ácido Sulfúrico.



## **CONCLUSIÓN**

En el presente trabajo monográfico se recopiló toda la información necesaria para la gestión de residuos peligrosos.

De la información recopilada y a partir de la experiencia de universidades se elaboró una Guía técnica para el manejo de los REPEL generados en los laboratorios del Departamento de Química de la Facultad de Ciencias y Tecnología, UNAN-León A tendiendo esta problemática y con el propósito de contribuir a la solución del mismo, en este trabajo.

Además se puede concluir que las hojas de seguridad son una herramienta útil en el manejo de REPEL.



**RECOMENDACIONES.**

1. Implementar la guía técnica de REPEL en todas actividades experimentales que genere residuos de carácter peligrosos.
2. Las actividades educativas deben ir encaminadas al buen desarrollo de la guía para el manejo de REPEL, a la creación de una conciencia ambiental y al buen uso de las hojas de seguridad de las sustancias químicas.
3. Hacer uso de la hoja de seguridad de las sustancias químicas.
4. Tratar in situ los REPEL que se puedan con el fin de minimizar la cantidad de residuos a almacenar.
5. Destinar un lugar específico para el almacenamiento de los REPEL.
6. La dirección debe llevar un registro de la cantidad, el tipo de residuo que se genera en las prácticas de laboratorio.

**BIBLIOGRAFIA.**

[1] Norma oficial mexicana NOM 052 SEMARNA T2005  
[http://www.inb.unam.mx/stecnica/nom052\\_semarnat.pdf](http://www.inb.unam.mx/stecnica/nom052_semarnat.pdf)

[2] Norma técnica obligatoria Nicaragüense NTON 05 015 02  
[http://www.ine.gob.ni/DCA/leyes/normaTecnica/Norma\\_Tecnica05\\_015-02\\_ManejoResiduosSolidos.pdf](http://www.ine.gob.ni/DCA/leyes/normaTecnica/Norma_Tecnica05_015-02_ManejoResiduosSolidos.pdf)

[3] Reseña histórica de la UNAN- León.  
[www.unanleon.edu.ni/resenahistorica.html](http://www.unanleon.edu.ni/resenahistorica.html)

[4] Reseña histórica de la facultad de ciencias y tecnología.  
[http://www.unanleon.edu.ni/facultades/ciencia\\_tecnologia/historia\\_facultad.html](http://www.unanleon.edu.ni/facultades/ciencia_tecnologia/historia_facultad.html)

[5] Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-León  
Macro Programación de Química Plan 2011. Comisión Curricular. Agosto 2012

[6] Definición de residuo  
<http://www.rae.es/drae/srv/search?id=MNIJXovKBDXX2pARFxx9>

<http://www.google.com.ni/url?sa=t&rct=j&q=definicion%20de%20residuo%20no%20peligroso&source=web&cd=7&cad=rja&sqi=2&ved=0CE0QFjAG&url=http%3A%2F%2Ftramites.semarnat.gob.mx%2FDoctos%2FDGGIMAR%2FGuia%2F07-017%2Fdefinicion-residuos.doc&ei=b8r1UYrELMXd4AOUtIGQAw&usq=AFQjCNEDphINxkl7Bk4q3xm2HLS15u4VwA>

[7] Programa de las naciones unidas para el medio ambiente PNUMA.  
<https://www.google.com.ni/search?q=programa+de+las+naciones+unidas+para+el+medio+ambiente+pdf&og=programa+de+las+naciones+unidas+para+el+me&aqs=chrome.2.69i57j0l3.15236j0&sourceid=chrome&ie=UTF-8>

[8] Agencia de protección al Ambiente EPA.  
<http://www.epa.gov/osw/inforesources/pubs/espanol/k97004s.pdf>

[9] Directivas de la comunidad Europea

[10] NTP 635 Clasificación, Envasado, y etiquetado de las sustancias peligrosas.  
[http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp\\_635.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_635.pdf)

[11] Equipos de protección personal.  
<http://www.ibermutuamur.es/IMG/pdf/coleccionable08.pdf>

[12] Gaceta Diario Oficial. Constitución Política de la Republica de Nicaragua  
<http://www.ineter.gob.ni/Constitucion%20Politica%20de%20Nicarqua.pdf>

[13] Decreto de política nacional para la gestión integral de sustancias y residuos peligrosos.  
[http://www.bvsde.org.ni/Web\\_textos/MARENA/MARENA0297/BasesPolitica\\_NacionalGestion\\_Integral\\_de\\_los\\_Residuos\\_Solidos.pdf](http://www.bvsde.org.ni/Web_textos/MARENA/MARENA0297/BasesPolitica_NacionalGestion_Integral_de_los_Residuos_Solidos.pdf)



- [14] Decreto 1609- 2002 Republica Colombiana.  
<http://www.vertic.org/media/National%20Legislation/Colombia/CO Decreto 1609 de 2002.pdf>
- [15] Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos. LGPGR  
<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263.pdf>
- [16] Guía para la gestión integral de residuos peligrosos fundamentos tomo I.  
[http://www.ccbasilea-crestocolmo.org.uy/wp-content/uploads/2010/11/gestion\\_r01\\_fundamentos.pdf](http://www.ccbasilea-crestocolmo.org.uy/wp-content/uploads/2010/11/gestion_r01_fundamentos.pdf)
- [17] Guía de Buenas prácticas medio ambientales “Hacia un compromiso verde”  
<http://medioambiente.ugtaragon.es/Publicaciones/GuiaBPMA.PDF>
- [18] La química Verde en la Gestión ambiental Universitario.  
[http://www.izt.uam.mx/cosmosecm/QUIMICA\\_VERDE.html](http://www.izt.uam.mx/cosmosecm/QUIMICA_VERDE.html)
- [19] Química Verde y Microescala por un futuro mejor.  
[http://depa.fquim.unam.mx/sie/Documentos/Quimica\\_verde\\_y\\_microescla.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/sie/Documentos/Quimica_verde_y_microescla.pdf)
- [20] Gestión de Residuos peligrosos en los laboratorios universitarios.  
[http://catedraprl.us.es/doc/archivo\\_adjunto\\_pfc\\_4.pdf](http://catedraprl.us.es/doc/archivo_adjunto_pfc_4.pdf)
- [21] Comunidad Europea: Catálogo Europeo de residuos.  
[http://www.uam.es/servicios/ecocampus/especifica/descargas/legislacion/catalogo\\_residuos\\_europeo\\_2002.pdf](http://www.uam.es/servicios/ecocampus/especifica/descargas/legislacion/catalogo_residuos_europeo_2002.pdf)
- [22] Manejo de desechos peligrosos II FASE.  
[http://www.tec-digital.itcr.ac.cr/servicios/ojs/index.php/tec\\_marcha/article/download/36/35](http://www.tec-digital.itcr.ac.cr/servicios/ojs/index.php/tec_marcha/article/download/36/35)
- [23] Guía Técnica de Acción Para Residuos Químicos.  
<http://www.fciencias.unam.mx/nosotros/comision/Gu%C3%ADa%20t%C3%A9cnica%20de%20acci%C3%B3n%20para%20residuos%20qu%C3%ADmicos.pdf>
- [24] Manual de Seguridad Química.  
[http://editorial.unsa.edu.ar/tesis/avila\\_graciela/Manual%20de%20Seguridad-%20publicacion.pdf](http://editorial.unsa.edu.ar/tesis/avila_graciela/Manual%20de%20Seguridad-%20publicacion.pdf)
- [25] Hoja de Seguridad del Ácido Sulfúrico.  
[http://www.cisproquim.org.co/HOJAS\\_SEGURIDAD/Acido\\_sulfurico.pdf](http://www.cisproquim.org.co/HOJAS_SEGURIDAD/Acido_sulfurico.pdf)

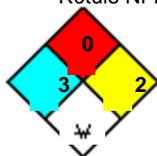


# ***ANEXOS***



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD ACIDO SULFURICO

Rótulo NFPA



Rótulos UN



Fecha Revisión: 27/12/2005

ECCIÓN 1: PRODUCTO QUÍMICO E IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

**Nombre del Producto:** ACIDO SULFURICO  
**Sinónimos:** Aceite de vitriolo, Acido para baterías, Sulfato de hidrógeno, Acido de decapado, Espíritus de Azufre, Acido electrolito, Sulfato de di hidrógeno  
**Fórmula:** H2SO4  
**Número interno:**  
**Número UN:** 1830 al 1832  
**Clase UN:** 8  
**Compañía que desarrolló** Esta hoja de datos de seguridad es el producto de la recopilación de información d **la Hoja de Seguridad:** diferentes bases de datos desarrolladas por entidades internacionales relacionadas con el tema. La alimentación de la información fue realizada por el Consejo Colombiano de Seguridad, Carrera 20 No. 39 - 62. Teléfono (571) 2886355. Fax: (571) 2884367. Bogotá, D.C. - Colombia.  
**Teléfonos de Emergencia:**

SECCIÓN 2: COMPOSICIÓN E INFORMACIÓN SOBRE INGREDIENTES

COMPONENTES

Componente	CAS	TWA	STEL	%
Ácido Sulfúrico	7664-93-9	0,2 mg/m3 como peso de la (ACGIH 2004)	N.R. (ACGIH 2004)	50-100partícula toraxica.

**Uso:** En la manufactura de fosfato y sulfato de amonío. Otros usos importantes incluye la producción de rayón y fibras textiles, pigmentos inorgánicos, explosivos, alcoholes, plásticos, tintas, drogas, detergentes sintéticos, caucho sintético y natural, pulpa, papel, celulosa y catalizadores. Es usado en la refinación del petróleo, acero y otros metales. En electro plateado y como reactivo de laboratorio.

SECCIÓN 3: IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

VISIÓN GENERAL SOBRE LAS EMERGENCIAS:

Apariencia: Líquido aceitoso incoloro. Peligro. Corrosivo. Higroscópico. Reacciona con el agua. Puede ocasionar daños en riñones y pulmones, en ocasiones ocasionando la muerte. Causa efectos fetales de acuerdo a estudios con animales de laboratorio. Peligro de cáncer. Puede ser fatal si se inhala. Ocasiona severas irritaciones en ojos, piel, tracto respiratorio y tracto digestivo con posibles quemaduras.

EFFECTOS ADVERSOS POTENCIALES PARA LA SALUD:

**Inhalación:** Irritación, quemaduras, dificultad respiratoria, tos y sofocación. Altas concentraciones del vapor pueden producir ulceración de nariz y garganta, edema pulmonar, espasmos y hasta la muerte.

**Ingestión:** Corrosivo. Quemaduras severas de boca y garganta, perforación del estómago y esófago, dificultad para comer, náuseas, sed, vómito con sangre y diarrea. En casos severos colapso y muerte. Durante la ingestión o el vómito se pueden bronco aspirar pequeñas cantidades de ácido que afecta los pulmones y ocasiona la muerte.

**Piel:** Quemaduras severas, profundas y dolorosas. Si son extensas pueden llevar a la muerte (shock circulatorio). Los daños dependen de la concentración de la solución de ácido sulfúrico y la duración de la exposición.

**Ojos:** Es corrosivo y puede causar irritación (enrojecimiento, inflamación y dolor) soluciones muy concentradas producen lesiones irreversibles, opacidad total de la córnea y perforación del globo ocular. Puede causar ceguera.

**Efectos Crónicos:** La repetida exposición a bajas concentraciones puede causar dermatitis. La exposición a altas concentraciones puede causar erosión dental y posibles trastornos respiratorios. El efecto crónico es la generación de cáncer.



**SECCIÓN 4: PROCEDIMIENTOS DE PRIMEROS AUXILIOS**

**Inhalación:** Trasladar al aire fresco. Si no respira administrar respiración artificial. Si respira con dificultad suministrar oxígeno. Evitar el método boca a boca. Mantener la víctima abrigada y en reposo. Buscar atención médica inmediatamente.

**Ingestión:** Lavar la boca con agua. Si está consciente, suministrar abundante agua para diluir el ácido.

No inducir el vómito. Si éste se presenta en forma natural, suministre más agua. Buscar

Atención médica inmediatamente.

**Piel:** Retirar la ropa y calzado contaminados. Lavar la zona afectada con abundante agua y jabón, mínimo durante 15 minutos. Si la irritación persiste repetir el lavado. Buscar atención médica inmediatamente.

**Ojos:** Lavar con abundante agua, mínimo durante 15 minutos. Levantar y separar los párpados para asegurar la remoción del químico. Si la irritación persiste repetir el lavado. Buscar atención médica.

**Nota para los médicos:** Después de proporcionar los primeros auxilios, es indispensable la comunicación directa con un médico especialista en toxicología, que brinde información para el manejo médico de la persona afectada, con base en su estado, los síntomas existentes y las características de la sustancia química con la cual se tuvo contacto.

**SECCIÓN 5: MEDIDAS EN CASO DE INCENDIO**

**Punto de inflamación (°C):** N.A.

**Temperatura de auto ignición (°C):** N.A.

**Límites de inflamabilidad (%V/V):** N.A.

**Peligros de incendio y/o explosión:** No es inflamable, ni combustible, pero diluido y al contacto con metales produce hidrógeno el cual es altamente inflamable y explosivo. Puede encender materias combustibles finamente divididas. Durante un incendio se pueden producir humos tóxicos e irritantes. Los contenedores pueden explotar durante un incendio si están expuestos al fuego o por contacto con el agua por la alta liberación de calor.

**Medios de extinción:** Usar el agente de extinción según el tipo de incendio del alrededor. No use grandes corrientes de agua a presión. Use polvo químico seco, espuma tipo alcohol, dióxido de carbono.

**Productos de la combustión:** Dióxido de azufre y trióxido de azufre los cuales son irritantes y tóxicos.

**Precauciones para evitar incendio y/o explosión:** Mantener alejado de materiales combustibles finamente divididas y de metales. Evitar el contacto con agua porque genera calor. Mantener retirado de materiales incompatibles.

**Instrucciones para combatir el fuego:** Evacuar o aislar el área de peligro. Restringir el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Ubicarse a favor del viento. Usar equipo de protección personal. Si usa agua (agua en forma de rocío) para apagar el fuego del alrededor evitar que haga contacto con el ácido. Mantenerse a favor del viento. Si es posible, retirarlo del fuego.

**SECCIÓN 6: MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL**

Evacuar o aislar el área de peligro. Restringir el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Ubicarse a favor del viento. Usar equipo de protección personal. Ventilar el área. Eliminar toda fuente de ignición. No tocar el material. Contener el derrame con diques hechos de arena, tierras diatomáceas, arcilla u otro material inerte para evitar que entre en alcantarillas, sótanos y corrientes de agua. No adicionar agua al ácido. Neutralizar lentamente, con ceniza de soda, cal u otra base. Después recoger los productos y depositar en contenedores con cierre hermético para su posterior disposición.

**SECCIÓN 7: MANEJO Y ALMACENAMIENTO**

**Manejo:** Usar siempre protección personal así sea corta la exposición o la actividad que realice con el producto. Mantener estrictas normas de higiene, no fumar, ni comer en el sitio de trabajo. Usar las menores cantidades posibles. Conocer en donde está el equipo para la atención de emergencias. Leer las instrucciones de la etiqueta antes de usar el producto. Rotular los recipientes adecuadamente. Evitar la formación de vapores o neblinas de ácido. Cuando diluya adicione el ácido al agua lentamente. Nunca realice la operación contraria porque puede reaccionar violentamente.

**Almacenamiento:** Lugares ventilados, frescos y secos. Lejos de fuentes de calor, ignición y de la acción directa de los rayos solares. Separar de materiales incompatibles. Rotular los recipientes adecuadamente. No almacenar en contenedores metálicos. No fumar porque puede haberse acumulado hidrógeno en tanques metálicos que contengan ácido. Evitar el deterioro de los contenedores. Mantenerlos cerrados cuando no están en uso. Almacenar las menores cantidades posibles. Los contenedores vacíos deben ser separados. Inspeccionar regularmente la bodega para detectar posibles fugas o corrosión. El almacenamiento debe estar retirado de áreas de trabajo. El piso debe ser sellado para evitar la absorción. Los equipos eléctricos, de iluminación y ventilación deben ser resistentes a la corrosión. Disponer en el lugar de elementos para la atención de emergencias.



### SECCIÓN 8: CONTROLES DE EXPOSICIÓN Y PROTECCIÓN PERSONAL

**Controles de ingeniería:** Ventilación local y general, para asegurar que la concentración no exceda los límites de exposición ocupacional. Control exhaustivo de las condiciones de proceso. Debe disponerse de duchas y estaciones lavaojos.

#### EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

**Protección de los ojos y rostro:** Gafas de seguridad para químicos con protección lateral y protector facial completo si el contacto directo con el producto es posible.

**Protección de piel:** Guantes, botas de caucho, ropa protectora de cloruro de polivinilo, nitrilo, butadieno, viton, neopreno/butilo, polietileno, teflón o caucho de butilo

**Protección respiratoria:** Respirador con filtro para vapores ácidos.

**Protección en caso de emergencia:** Respirador de acuerdo al nivel de exposición. Traje de caucho, nitrilo, butadieno, cloruro de polivinilo, polietileno, teflón, caucho de butilo, o vitón. En contracción no conocida use traje encapsulado.

### SECCIÓN 9: PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

**Apariencia, olor y estado físico:** Líquido aceitoso incoloro o café. Inodoro, pero concentrado es sofocante e higroscópico.

**Gravedad específica (Agua=1):** 1.84(98%), 1.4(50%). **Punto de ebullición (°C):** 274 (100%), 280(95%)

**Punto de fusión (°C):** 3 (98%); -64(65%). **Densidad relativa del vapor (Aire=1):**3.4

**Presión de vapor (mm Hg):** Menor de 0.3 /25°C, 1.0 / 38°C **Viscosidad (cp):** 21 / 25°C.

**pH:** 0.3 (Solución acuosa 1 N). **Solubilidad:** Soluble en agua y alcohol etílico (descompone en este último).

### SECCIÓN 10: ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

**Estabilidad química:** Descompone a 340°C en trióxido de azufre y agua. El producto reacciona violentamente con el agua, salpicando y liberando calor.

**Condiciones a evitar:** Calor, humedad, incompatibles.

**Incompatibilidad con otros materiales:** Reacciona vigorosamente en contacto con el agua. Es incompatible además con Carburos, cloratos, fulminatos, metales en polvo, sodio, fósforo, acetona, ácido nítrico, nitratos, picratos, acetatos, materias orgánicas, acrilonitrilo, soluciones alcalinas, percloratos, permanganatos, acetiluros, epiclorhidrina, anilina, etilendiamina, alcoholes con peróxido de hidrógeno, ácido clorosulfónico, ácido fluorhídrico, nitrometano, 4-nitrotolueno, óxido de fósforo, potasio, etilenglicol, isopreno, estireno.

**Productos de descomposición peligrosos:** Vapores Tóxicos de óxido de azufre cuando se calienta hasta la descomposición. Reacciona con el agua o vapor produciendo vapores tóxicos y corrosivos. Reacciona con carbonatos para generar gas dióxido de carbono y con cianuros y sulfuros para formar el venenoso gas cianuro de hidrógeno y sulfuro de hidrógeno respectivamente.

**Polimerización peligrosa:** No ocurre polimerización.

### SECCIÓN 11: INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Las propiedades toxicológicas son dadas para la sustancia pura. DL50 (oral, ratas)= 2140 mg/Kg.

LC50 (inhalación, conejillo de indias) = 18 mg/m<sup>3</sup>. LC50/2H (inhalación, rata) = 510 mg/m<sup>3</sup>.

LC50/2H (inhalación, ratón) = 320 mg/m<sup>3</sup>.

El producto (forma de neblina) se ha clasificado como : cancerígeno humano categoría 1 (IARC); sospechoso como cancerígeno humano, grupo A2 ( ACGIH), carcinógeno OSHA. Se reportan efectos teratógenicos y mutagénicos en animales de laboratorio. Se considera un irritante primario. No existe información disponible sobre efectos neurotóxicos y reproductivos.

### SECCION 12: INFORMACION ECOLOGICA

Perjudicial para todo tipo de animales

Toxicidad acuática: LC50/48H(agua aireada, camarón)=80-90ppm/48h. Condiciones de bioensayo no especificada. CL50/48H

Camarón adulto, agua salada=42.5-48 ppm. Condiciones de bioensayo no especificadas. En el agua el producto se disuelve rápidamente, produciendo una disminución de la viscosidad, facilitando su difusión en cuerpos de agua. A pH 6 y pH menor a 5, aumenta la concentración de iones calcio (provenientes de rocas y suelos). El ácido sulfúrico reacciona con el calcio y magnesio presentes para producir sulfatos. Es considerado tóxico para la vida acuática.

En el suelo el producto puede disolver algunos minerales como calcio y magnesio, deteriorando las características de estos.

En la atmósfera el producto puede removerse lentamente por deposición húmeda. En el aire puede ser removido por deposición en seco.



**SECCIÓN 13: CONSIDERACIONES DE DISPOSICIÓN**

Neutralizar las sustancia con carbonato de sodio o cal apagada. Descargar los residuos de neutralización a la alcantarilla. Una alternativa de eliminación es considerar la técnica para cancerígenos, la cual consiste en hacer reaccionar dicromato de sodio con ácido sulfúrico concentrado (la reacción dura aproximadamente 1-2 días). Debe ser realizado por personal especializado. La incineración química en incinerador de doble cámara de combustión, con dispositivo para tratamiento de gases de chimenea es factible como alternativa para la eliminación del producto.

**SECCIÓN 14: INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTE**

Etiqueta negra y blanca de sustancia corrosiva. No transporte con sustancias explosivas, sustancias que en contacto con agua pueden desprender gases inflamables, sustancias comburentes, peróxidos orgánicos, materiales radiactivos, ni alimentos. Grupo de empaque: II.

**SECCIÓN 15: INFORMACIÓN REGLAMENTARIA**

1. Ley 769/2002. Código Nacional de Tránsito Terrestre. Artículo 32: La carga de un vehículo debe estar debidamente empacada, rotulada, embalada y cubierta conforme a la normatividad técnica nacional.
  2. Decreto 1609 del 31 de Julio de 2002, Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera.
  3. Ministerio de Transporte. Resolución número 3800 del 11 de diciembre de 1998. Por el cual se adopta el diseño y se establecen los mecanismos de distribución del formato único del manifiesto de carga.
  4. Los residuos de esta sustancia están considerados en: Ministerio de Salud. Resolución 2309 de 1986, por la cual se hace necesario dictar normas especiales complementarias para la cumplida ejecución de las leyes que regulan los residuos sólidos y concretamente lo referente a residuos especiales.
  5. Ministerio de Justicia. Ley 30 de 1986. Por la cual se adopta el Estatuto Nacional de Estupefacientes y se dictan otras disposiciones.
- Ministerio de Justicia. Resolución 0009 del 18 de febrero de 1987. Consejo Nacional de Estupefacientes. Resolución No 0031 de junio 13 de 1991. Consejo Nacional de Estupefacientes. Resolución No 007 de 1992. Consejo Nacional de Estupefacientes. Resolución 0001 del 30 de enero de 1995 por el cual se adiciona la resolución 09 de 1987. Mediante las cuales se establecen regulaciones para aquellas sustancias que puedan utilizarse para el procesamiento de drogas que producen dependencia.

**SECCIÓN 16: OTRAS INFORMACIONES**

La información relacionada con este producto pueden o no ser válidas si este es usado en combinación con otros materiales o en otros procesos. Es responsabilidad del usuario la interpretación y aplicación de esta información para su uso particular

Bibliografía