

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO



## FACULTAD DE INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Ambiental.

### TRABAJO DE TITULACIÓN

“PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, PELIGROSOS Y NO  
PELIGROSOS DEL LABORATORIO DE CIENCIAS QUÍMICAS DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA”

#### **Autor**

NICOLAS PAREDES VÁSQUEZ

#### **Tutora**

Dra. Julia Calahorrano

Riobamba - Ecuador

Año 2020

## CERTIFICADO DEL TRIBUNAL

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: “PLAN DE GESTION DE RESIDUOS SOLIDOS, PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS DEL LABORATORIO DE CIENCIAS QUIMICAS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA”

**Presentado por:** NICOLAS PAREDES VÁSQUEZ

**Dirigido por:** Dra. Julia Calahorrano

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Para constancia de lo expuesto firman:

**Msc. Daniel Luna**

---

**Presidente del Tribunal**



---

**Firma**

**Dra. Julia Calahorrano**

---

**Director del Proyecto**



---

**Firma**

**Dra. Mery Manzano**

---

**Miembro del Tribunal**



---

**Firma**

**Msc. María Fernanda Rivera**

---

**Miembro del Tribunal**



---

**Firma**

## DECLARACIÓN EXPRESA DE TUTORÍA

Por la presente, certifico que el actual trabajo de investigación previo la obtención del título de INGENIERO AMBIENTAL, elaborado por: NICOLAS PAREDES VÁSQUEZ con el tema PLAN DE GESTION DE RESIDUOS SOLIDOS, PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS DEL LABORATORIO DE CIENCIAS QUIMICAS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA, el mismo que fue analizado y supervisado bajo mi asesoramiento en calidad de tutor y guía, por lo que se encuentra apto para ser presentado y defendido.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad.



Dra. Julia Calahorrano.

CI. 0602151581

**Tutora de proyecto**

## **AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

Yo, NICOLAS PAREDES VÁSQUEZ con cédula de identidad N.º 0605176775, soy responsable de las ideas, doctrinas, resultados y propuesta realizada en la presente investigación y patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo

A rectangular image showing a handwritten signature in dark ink on a light-colored background. The signature is cursive and appears to read 'Nicolás Paredes Vásquez'.

Nicolás Paredes Vásquez

CI. 0605176775

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer de todo corazón, en primer lugar, a Dios, luego a mi madre que ha sido parte fundamental en mi formación, a mi tía Zoila a mi hermana Marcela q también han formado parte de este largo camino, luego a mi familia, amigos y compañeros de clase que han colaborado con este trajín para llegar a esta meta tan anhelada de formar parte de la vida profesional y servir de manera correcta a nuestra sociedad.

## **DEDICATORIA**

Dedico todo este esfuerzo a Dios, a mi madre Noemí Vásquez y a mi familia que me han apoyado para conseguir llegar a este lugar, también dedico todo este conocimiento a los profesores que han hecho parte de mi formación como Ingeniero Ambiental, a mi tutora Dra. Julia Calahorrano que fue un apoyo fundamental para poder generar todo este nuevo conocimiento que va a servir de guía y formación para poder preservar el medio que nos rodea.

## **RESUMEN**

La presente investigación se realizó con el objetivo de elaborar una propuesta de gestión para los residuos sólidos generados en el laboratorio de Ciencias Químicas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo, conforme a los lineamientos establecidos en la normativa ambiental vigente, así aportar efectivamente a la disminución de la carga contaminante que ocasiona en la actualidad un problema ambiental grave. Para ello se realizó una caracterización de los residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, mediante su pesaje y previa clasificación en diferentes clases, además se evaluó el manejo actual de los residuos, mediante las técnicas de observación, encuesta y entrevista a los actores encargados de la gestión de residuos en el laboratorio, determinándose un manejo no adecuado y la inexistencia de un control de desechos generados, de esta manera se propusieron medidas adecuadas para el manejo de un promedio de 834,6 kg/semestre de residuos no peligrosos y de alrededor 2 kg/semestre de residuos peligrosos, los cuales presentan características heterogéneas, y en el caso de los residuos peligrosos el volumen generado semestralmente es bajo.

### **Palabras clave**

GESTIÓN, RESIDUOS PELIGROSOS, RESIDUOS NO PELIGROSOS, LABORATORIO, PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.

## **SUMMARY**

This research had objective to realize a management proposal for solid waste generated in Chemical Sciences laboratory of the Engineering Faculty in the National University of Chimborazo, in accordance with the guidelines established in the current environmental regulations, thus providing effectively to the reduction of the pollutant load that is currently causing a serious environmental problem. For this, a characterization of hazardous and non-hazardous solid wastes was carried out, by weighing them and after classifying them into different classes. In addition, the current handling of the wastes was evaluated, using observation, survey and interview techniques with the actors in charge of the waste management in the laboratory, determining inadequate management and the lack of control of waste generated, in this way appropriate measures were proposed for the management of an average of 834.6 kg / semester of non-hazardous waste and around 2 kg / semester of non-hazardous waste, which have heterogeneous characteristics, and in the case of hazardous waste, the volume generated every six months is low.

### **Keywords**

MANAGEMENT, HAZARDOUS WASTE, NON-HAZARDOUS WASTE, LABORATORY, ENVIRONMENTAL MANAGEMENT PLAN.

## ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO DEL TRIBUNAL .....	ii
DECLARACIÓN EXPRESA DE TUTORÍA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
RESUMEN.....	vii
SUMMARY .....	viii
INTROUCCION.....	1
<b>CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>1</b>
1.1 Problema .....	1
1.2 Justificación .....	1
1.3 Objetivos .....	2
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>3</b>
2.1 Residuos sólidos.....	3
2.1.1 <i>Clasificación</i> .....	3
2.2 Gestión de residuos sólidos.....	6
2.2.1 <i>Jerarquización en la gestión de residuos</i> .....	6
2.2.2 <i>Políticas de gestión integral de residuos</i> .....	7
2.3 Residuos en un laboratorio universitario .....	8
2.3.1 Origen de los residuos sólidos en el laboratorio.....	8
2.3.2 Gestión de los residuos sólidos en el laboratorio.....	8
2.3.3 Plan de gestión de residuos sólidos en el laboratorio .....	9
<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>11</b>
3.1 Metodología.....	11
3.2 Tipo y diseño de investigación .....	12

3.3 Unidad de análisis .....	12
3.4 Población de estudio .....	12
3.5 Tamaño de muestra .....	12
3.6 Técnicas de recolección de datos .....	12
3.7 Técnicas de análisis e interpretación de la información .....	13
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>14</b>
4.1 Identificación y caracterización de los residuos sólidos .....	14
4.2 Manejo actual de los residuos sólidos .....	19
4.3 Propuesta de Plan de Gestión de Residuos Sólidos para el Laboratorio de Química de la Universidad Nacional de Chimborazo .....	25
4.3.1 Introducción .....	25
4.3.2 Objetivos del Plan.....	25
4.3.3 Marco Jurídico de la Gestión de los Desechos Sólidos en Ecuador .....	26
4.3.4 Programas de Gestión .....	28
4.3.4.1 Programa 1: Manejo de los Desechos Sólidos.....	28
4.3.4.2 Programa 2: Capacitación y Comunicación .....	46
CONCLUSIONES .....	50
RECOMENDACIONES .....	51
BIBLIOGRAFÍA .....	52
ANEXOS: .....	55

## LISTA DE CUADROS

<b>Tabla 1</b> Cuantificación de residuos sólidos no peligrosos .....	14
<b>Tabla 2</b> Cuantificación de residuos sólidos peligrosos.....	15
<b>Tabla 3</b> Consumo de sustancias químicas año 2016 .....	16
<b>Tabla 4</b> Consumo de sustancias químicas año 2017 .....	17
<b>Tabla 5</b> Consumo de sustancias químicas año 2018 .....	18
<b>Tabla 6</b> Sustancias químicas con mayor consumo año 2016.....	19
<b>Tabla 7</b> Consumo de sustancias químicas con mayor consumo año 2017 .....	19
<b>Tabla 8</b> Consumo de sustancias químicas con mayor consumo año 2018 .....	19
<b>Tabla 9</b> Programa de manejo de desechos sólidos .....	29
<b>Tabla 10</b> Clasificación de los residuos .....	32
<b>Tabla 11</b> Manejo residuos de sustancia químicas .....	33
<b>Tabla 12</b> Manejo de vidrios o cristales.....	33
<b>Tabla 13</b> Manejo de plásticos .....	34
<b>Tabla 14</b> Manejo de tela .....	35
<b>Tabla 15</b> Manejo de muestras de suelo o residuos pétreos .....	36
<b>Tabla 16</b> Manejo de papel y cartón .....	37
<b>Tabla 17</b> Manejo de residuos orgánicos .....	38
<b>Tabla 18</b> Manejo residuos de sustancia químicas .....	39
<b>Tabla 19</b> Manejo de sustancias químicas peligrosas o agentes patógenos .....	40
<b>Tabla 20</b> Manejo de sustancias químicas peligrosas o agentes patógenos .....	41
<b>Tabla 21</b> Manejo de desechos biológicos infecciosos no desactivados.....	42
<b>Tabla 22</b> Manejo de desechos corto punzantes.....	43
<b>Tabla 23</b> Manejo de recipientes plástico o vidrios contaminados o fisurados .....	44
<b>Tabla 24</b> Manejo del contenido de desechos .....	45
<b>Tabla 25</b> Programa de manejo de desechos sólidos .....	47

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Clasificación de los residuos según su tipo .....	4
<b>Figura 2</b> Clasificación de los residuos según su origen .....	4
<b>Figura 3</b> Clasificación de los residuos según su manejo .....	5
<b>Figura 4</b> Jerarquización de manejo de residuos .....	7
<b>Figura 5</b> Modelo de gestión para el manejo de residuos en laboratorio .....	9
<b>Figura 6</b> Diagrama de flujo del proceso de prácticas de laboratorio.....	20
<b>Figura 7</b> Diagrama de flujo del proceso de prácticas de investigación .....	22
<b>Figura 8</b> Modelo de contenedores de residuos .....	32
<b>Figura 9</b> Temáticas de la capacitación de manejo de desechos sólidos, peligrosos y no peligrosos	48
<b>Figura 10</b> Temáticas de la capacitación de seguridad y salud ocupacional.....	48
<b>Figura 11</b> Temáticas de la capacitación en contingencia .....	49
<b>Figura 12</b> Temáticas de la capacitación en educación y concientización ambiental.....	49
<b>Figura 13</b> Temáticas de los protocolos de limpieza y almacenamiento temporal .....	49

## **INTROUCCION**

Las universidades para poder afrontar el reto de educación superior utilizan laboratorios que favorecen en el proceso de enseñanza-aprendizaje. (Maldonado, Beltrán Flandoli, Ortiz León, & Velásquez Benavides, 2019). En este sentido, realizan prácticas o ensayos de laboratorio en los que utilizan un sinnúmero de sustancias químicas y materiales, que generan residuos heterogéneos, generalmente en cantidades no elevadas pero variables en el transcurso del tiempo; sin embargo la mayoría suelen ser peligrosos y con toxicidad alta para el ambiente, lo que hace que su gestión se dificulte. (Universidad de Valencia, 2020)

En comparación con el sector industrial los residuos que se generan en los laboratorios son inferiores en volumen, pero por sus características de peligrosidad no deben infravalorarse. (Gadea Carrera & Guardino Solá, 2014); Por esta razón, la gestión en los laboratorios involucra el control, tratamiento y eliminación de los residuos generados, la designación de personas responsables, y una completa información a todo el personal del laboratorio. (Gadea Carrera & Guardino Solá, 2014); Todo esto implica la participación y compromiso tanto de autoridades como docentes, investigadores y estudiantes, y en general todos quienes estén inmersos en la producción de residuos en los laboratorios (Universidad de Valencia, 2020)

El Laboratorio de Ciencias Químicas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo, genera residuos, derivados de las actividades académicas e investigativas de siete carreras ingenieriles, residuos que requieren ser gestionados adecuadamente; además es necesario identificar opciones para una menor producción de estos residuos, o encontrar forma de reutilizarlos, reciclarlos o recuperar el agente activo de dicho compuesto químico y en su parte final buscar la forma correcta de disponer finalmente los residuos.

La disposición correcta de los residuos del laboratorio es indispensable con el fin de garantizar la seguridad de la población circundante y de la población de los alrededores del establecimiento, es responsabilidad tanto técnico encargado como de los estudiantes ya que cualquier mala disposición puede causar una afectación ambiental e incluso daños a la salud pública. (Escalona Guerra, 2014)

Para conseguir una correcta gestión de los residuos es necesario una serie de pasos que se deben cumplir estrictamente con un único objetivo de evitar cualquier peligro en las instalaciones, entre los principales se tiene; clasificación inicial, clasificación secundaria, almacenamiento temporal,

almacenamiento final, disposición o tratamiento, este proceso nos facilitara la disposición adecuada de estos residuos peligrosos. ( Organización Mundial de la Salud, 2011)

En las instalaciones del laboratorio se debe conocer cualitativa y cuantitativamente los desechos generados, además la periodicidad con que estos se producen, la regularidad con la que el encargado dispone los residuos, la frecuencia con la que es necesario disponer los residuos, la gestión de residuos además debe tener en cuenta la normativa vigente, las ordenanzas municipales, los códigos orgánicos y otras normas a seguir para una adecuada gestión

Entre los desechos que se generan se tienen residuos de las prácticas de laboratorio, solventes, sales, plásticos contaminados, envases de productos químicos, reactivos sobrantes, reactivos caducados, materiales contaminados, materiales de vidrio dañados por los productos químicos, guantes, mascarillas y otros residuos que si no se disponen de forma correcta suponen un peligro para el ambiente. (Universidad de Córdoba, 2020)

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la gestión de los residuos sólidos peligrosos y no peligrosos en el laboratorio de Ciencias Químicas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo, con el objeto de realizar propuestas de mejora que permitan contribuir a la mejora del ambiente.

## **CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Problema**

La generación de residuos constituye uno de los principales problemas que involucran un reto para la política pública de los países, por la velocidad de generación, inadecuada disposición y sobre todo la carencia de gestión de los mismos, ya que la acumulación de residuos por su volumen y peligrosidad dificulta su reintroducción en los ciclos naturales lo que provoca a su vez inestabilidad en los ecosistemas. (Hernández Flechas & Corredor González, 2016, pág. 2)

En Ecuador se producen alrededor de 61.117 toneladas de residuos sólidos a la semana y un habitante genera 0,81 kilogramos al día; de los cuales el 53% se dirigen inadecuadamente a los botaderos a cielo abierto, el 23% a vertederos controlados, únicamente el 20% a rellenos sanitarios y el 4% a ríos o incineradoras. (INEC, 2018)

En Riobamba los desechos sólidos son un grave problema, las fuentes de generación son domicilios, comercios, universidades, instituciones educativas, establecimientos de salud, etc. alcanzando una producción per cápita de 0.60 kg/hab/día (Espinoza Lema & Llenez Iñiguez, 2018, pág. 1)

La Universidad Nacional de Chimborazo actualmente no posee un sistema de gestión de residuos, y en los últimos años, la población estudiantil en las diferentes carreras de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo, se ha incrementado notablemente lo que ha generado un mayor uso de los laboratorios y en particular el laboratorio de Ciencias Químicas, donde se realizan diariamente prácticas de laboratorio para las asignaturas de las ciencias básicas. En consecuencia, la generación de residuos peligrosos y no peligrosos puede ser un problema, lo que demanda la aplicación de diversas medidas técnicas y administrativas que permitan la gestión adecuada de estas sustancias, desde su generación hasta la disposición final, cumpliendo con las normativas vigentes en el Ecuador.

### **1.2 Justificación**

La gestión integral de los residuos y desechos es una actividad regulada por políticas públicas de carácter obligatorio para las instituciones del Estado, en sus distintos niveles y formas de gobierno, regímenes especiales, y para las personas naturales o jurídicas. (Ministerio de Ambiente de Ecuador, 2017)

A nivel nacional la competencia de la Gestión de Residuos Sólidos recae en los gobiernos autónomos descentralizados (GADS) y la instancia rectora es el Ministerio del Ambiente (MAE) la cual genera políticas públicas que se enmarcan en el principio “De la cuna a la tumba”, que define la responsabilidad de los Sujetos de Control abarcando de manera integral, compartida, y diferenciada, todas las fases de gestión integral de las sustancias químicas peligrosas y la gestión adecuada de los residuos, desechos peligrosos y/o especiales desde su generación hasta su disposición final. (Solíz Torres, 2015)

La Universidad Nacional de Chimborazo, en el Art 169, literal q del estatuto institucional, dispone el manejo adecuado de los desechos sólidos, líquidos desechos bio-peligrosos generados en los procesos de los laboratorios. (UNACH, 2013).

Siendo la carrera de Ingeniería Ambiental, una carrera de educación superior, cuya misión es proteger y cuidar el Ambiente en todos sus niveles, es importante que como principio básico se aplique la gestión adecuada de los desechos que se generan en su propia institución y que así contribuya a la mejora en la calidad ambiental de la ciudad. Por lo que se ha planteado esta investigación para determinar cómo se realiza actualmente la gestión de los residuos generados en el laboratorio de Ciencias Químicas de la Facultad de Ingeniería, y elaborar medidas apropiadas para mejorar dicha gestión.

### **1.3 Objetivos**

#### **General**

Elaborar una propuesta de gestión para los residuos sólidos generados en el laboratorio de Ciencias Químicas de la Facultad de Ingeniería.

#### **Específicos**

- Identificar y caracterizar los residuos sólidos procedentes del laboratorio de Ciencias Químicas.
- Diagnosticar el manejo actual de los residuos sólidos generados en el laboratorio de Ciencias Químicas.
- Proponer medidas adecuadas que mejoren el manejo de los residuos sólidos en el laboratorio.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Residuos sólidos**

Los residuos son materiales, sustancias o compuestos resultantes de procesos productivos, de utilización, transformación, reciclaje cuya disposición final se procede conforme a lo dispuesto en la normativa ambiental nacional e internacional aplicable, los desechos pueden ser sólidos, semi-sólidos, líquidos, o gaseosos). (Ministerio de Ambiente de Ecuador, 2018, pág. 3)

Son residuos sólidos aquellos productos o subproductos, sustancias, elementos, objetos o materiales en estado sólido o semisólido resultante del uso o ejecución de actividades antrópicas como domésticas, institucionales, comerciales, de servicios, que el generador rechaza para ser transformados en un nuevo bien o entregado a disposición final, tienen la característica de presentarse en estado sólido, particularidad que los diferencia de los desechos líquidos y gaseosos. (González González, 2018)

#### ***2.1.1 Clasificación***

La gran cantidad de actividades humanas generadoras de residuos sólidos supone la existencia de gran diversidad de éstos, por lo que su clasificación puede resultar complicada y atender a diversos criterios como tipo, origen y manejo.

- **Clasificación según su tipo:**

Se puede clasificar a los residuos sólidos en dos grupos, los peligrosos y los no peligrosos. Los residuos sólidos son considerados peligrosos cuando representan un potencial riesgo o peligro al ser humano o al medio ambiente. (Lindao Caizaguano & Quisnancela Cabay, 2014, pág. 7)



**Figura 1** Clasificación de los residuos según su tipo

Elaborado por: Paredes, 2020

- **Clasificación según su origen:**

Los residuos se pueden clasificar según las actividades antrópicas de las que se derivan como se observa en la Figura 2.



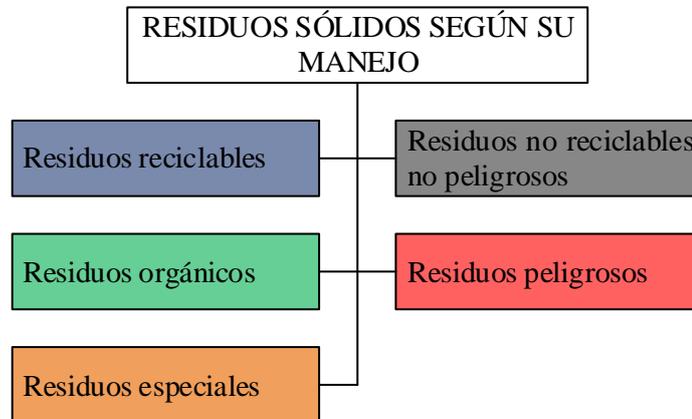
**Figura 2** Clasificación de los residuos según su origen

Fuente: (ONU, 2019)

Elaborado por: Paredes, 2020

- **Clasificación según su manejo**

Según el tipo de manejo para los residuos se tiene una clasificación general, como se indica en la Figura 3.



**Figura 3** Clasificación de los residuos según su manejo  
**Fuente:** (NTE INEN 2841, 2014)  
**Elaborado por:** Paredes, 2020

**Reciclables:** Son residuos inorgánicos que se almacenan temporalmente en recipientes o contenedores color azul, se refiere a todo material susceptible a ser reciclado, reutilizado como vidrio, plástico, papel, cartón, entre otros. (NTE INEN 2841, 2014)

**No reciclables:** Son residuos inorgánicos que se almacenan temporalmente en recipientes o contenedores color negro se refiere a todo residuo no reciclable pero que no tiene características peligrosas. (NTE INEN 2841, 2014)

**Orgánicos:** Son residuos que tienen origen biológico y se almacenan temporalmente en recipientes o contenedores color verde por ejemplo restos de comida, cáscaras de fruta, verduras, hojas, pasto, entre otros. Susceptible de ser aprovechado y no tiene características peligrosas. (NTE INEN 2841, 2014)

**Peligrosos:** Son residuos orgánicos e inorgánicos, que se almacenan temporalmente en recipientes o contenedores color rojo puesto que tiene potencial peligroso. Son aquellos que tienen una o varias características citadas en el código C.R.E.T.I.B (corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable y biológico-infeccioso). (NTE INEN 2841, 2014)

También son residuos peligrosos aquellos que consten en los listados nacionales de residuos peligrosos. (Ministerio de Ambiente, 2015)

**Especiales:** Son residuos que necesitan medidas especiales de prevención durante la recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final, y sin considerarse residuos peligrosos,

pueden presentar un riesgo para la salud por sus características de volumen, cantidad y peso, se almacenan temporalmente en recipientes o contenedores color anaranjado. (NTE INEN 2841, 2014)

También son residuos especiales aquellos que consten en los listados nacionales de residuos especiales. (Ministerio de Ambiente, 2015)

## **2.2 Gestión de residuos sólidos**

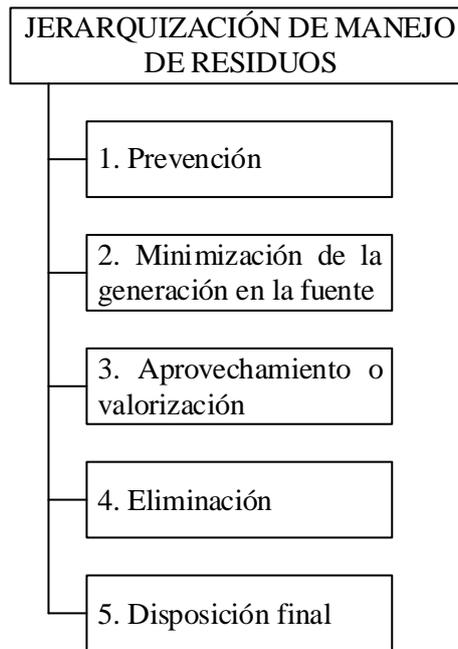
La gestión de residuos sólidos es la disciplina dedicada al manejo en los procesos de generación, almacenamiento, recolección, transporte, y disposición final de desechos acorde a los principios legales, de salud pública, y consideraciones ambientales (Tchobanogloous, Thiesen, & Vijil A, 1998)

La gestión adecuada de residuos considera aspectos ingenieriles, administrativos, financieros, legales para la prevención o reducción de problemas generados por los desechos. (Tchobanogloous, Thiesen, & Vijil A, 1998)

En Ecuador, la gestión integral de los desechos sólidos no peligrosos, peligrosos y/o especiales es una prioridad nacional, implica una responsabilidad extendida y compartida por toda la sociedad. (Ministerio de Ambiente, 2015, pág. 15)

### ***2.2.1 Jerarquización en la gestión de residuos***

El manejo de los residuos sólidos, implica la aplicación de una estrategia de jerarquización como se observa en la Figura 4, se señala el orden, empezando por la prevención ya que desde el punto de vista ambiental lo primero que se debe hacer es evitar generar residuos, si esto no es posible se procura minimizar su producción, posteriormente lo que se genere se debe aprovechar para reducir cantidad, por último se elimina y se le da una disposición final.



**Figura 4** Jerarquización de manejo de residuos  
**Fuente:** (ONU, 2019)  
**Elaborado por:** Paredes, 2020

La disposición final se limitará a aquellos desechos que no se puedan aprovechar, tratar, valorizar o eliminar en condiciones ambientalmente adecuadas y tecnológicamente factibles.

### ***2.2.2 Políticas de gestión integral de residuos***

El Código Orgánico del Ambiente de Ecuador, dispone el cumplimiento de las siguientes políticas para la gestión integral de residuos:

- Disposición final más próxima a la fuente.
- Responsabilidad extendida del productor.
- Minimización de riesgos sanitarios y ambientales.
- Fortalecimiento de la educación y cultura ambiental.
- Aprovechamiento y valorización de los residuos.
- Fomento de la investigación.
- Estímulo a las buenas prácticas ambientales.
- Principio de responsabilidad compartida.
- Fomento al establecimiento de estándares para el manejo de residuos.
- Difusión del conocimiento e información.
- Jerarquización en la gestión de residuos. (Ministerio de Ambiente de Ecuador, 2017, pág. 61)

## **2.3 Residuos en un laboratorio universitario**

Un laboratorio químico, es un sitio donde se ubican diferentes instrumentos, sustancias químicas que se denominan en conjunto material de laboratorio, para realizar ensayos de carácter científico, generalmente estos ensayos se suelen conocer como prácticas de laboratorio, guiados por un docente o encargado de laboratorio. (Chen, Del Valle, & Valdebenito, 2015)

### **2.3.1 Origen de los residuos sólidos en el laboratorio**

El origen de los residuos sólidos en el laboratorio es diverso y se procede a describir las actividades más comunes que los generan. (Loayza Pérez, 2005, pág. 2)

- Almacenamiento de reactivos caducados o sustancias cuya composición no es conocida: Cuando el personal realiza la compra de sustancias en exceso, lo que ocasiona que caduquen y no puedan ser utilizados. (Loayza Pérez, 2005)
- Almacenamiento de reactivos químicos sin especificaciones o de origen desconocido: Se ha observado en bodegas de laboratorios, sustancias cambiadas de envases sin etiqueta lo que hace imposible verificar su contenido o fecha de caducidad. (Loayza Pérez, 2005)
- Mal uso de reactivos químicos en la práctica o preparaciones inadecuadas: Es muy común en instituciones de educación, donde la manipulación de sustancias se realiza por estudiantes quienes están en proceso de aprendizaje y pueden cometer errores; tampoco están exentos de errar los técnicos especializados. (Loayza Pérez, 2005)
- Uso de materiales para contención de derrames: En caso de derrames se utilizan materiales absorbentes los cuales constituyen un residuo sólido. (Loayza Pérez, 2005)
- Las prácticas de laboratorio, proyectos de investigación, controles de calidad, calibración de equipos, operaciones de limpieza del material de laboratorio, envases al culminar las sustancias. (Loayza Pérez, 2005)

### **2.3.2 Gestión de los residuos sólidos en el laboratorio**

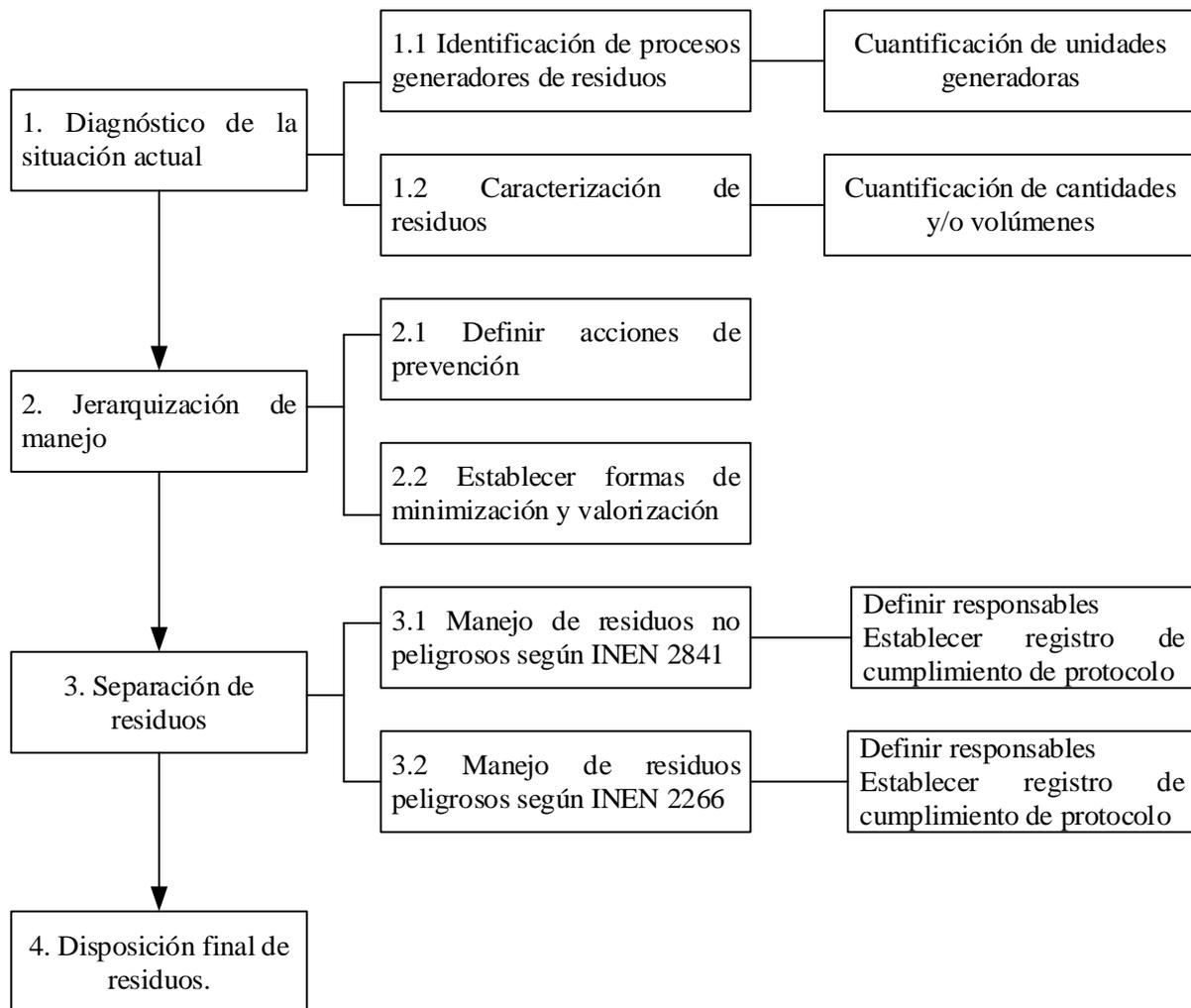
Se denomina gestión de residuos en un laboratorio como el conjunto de actividades encaminadas al cumplimiento de metas planificadas como respuesta al acatamiento de normas legales en el campo de manejo de residuos, para la reducción de riesgos ambientales en los laboratorios universitarios. (Santana Moncayo & Aguilera Peña, 2017, pág. 152)

En un laboratorio universitario, en dependencia de los procesos se generan residuos con características distintas en cantidades que también varían, lo cual es importante identificar para gestionar o eliminar de forma adecuada, entre los factores a considerar tenemos:

- Cuantificar el volumen de residuos generados.

- Determinar el ciclo de generación o periodicidad
- Facilidad de neutralización.
- Posibilidad de recuperación, reciclado o reutilización.
- Coste del tratamiento y de otras alternativas.
- Valoración del tiempo disponible. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España, 2019)

En la figura 5 se puede observar un modelo de gestión para residuos de laboratorio:



**Figura 5** Modelo de gestión para el manejo de residuos en laboratorio  
**Fuente:** (Vera Solano, 2015)  
**Elaborado por:** Paredes, 2020

### 2.3.3 Plan de gestión de residuos sólidos en el laboratorio

Un plan de gestión de residuos sólidos en el laboratorio tiene la finalidad contribuir con mejores condiciones sanitarias y ambientales, mediante la cooperación institucional.

Un plan de gestión debe considerar cada una de las etapas de manejo de residuos mismas que se describen a continuación:

- **Almacenamiento temporal**

En relación al almacenamiento de los residuos no peligrosos la normativa ambiental dispone lo siguiente:

- Colocar los residuos en recipientes o contenedores adecuadamente ubicados, cerrados, cubiertos con tapa, estar identificados, clasificados, en orden con una funda plástica en su interior si es posible (Ministerio de Ambiente, 2015, pág. 21)
- Los recipientes o contenedores deben ser adecuados acorde con el volumen generado, contruidos con materiales resistentes y tener identificación de acuerdo al tipo de residuo. (Ministerio de Ambiente, 2015, pág. 21)
- El almacenamiento temporal de los residuos no peligrosos se lo realizará según la norma técnica del INEN. (Ministerio de Ambiente, 2015, pág. 21)

En correspondencia al almacenamiento de los residuos peligrosos se debe acatar lo que dispone la norma INEN 2266.

- **Recolección:** Es la acción de recoger los residuos al mecanismo destinado para transportarlos a las instalaciones de tratamiento, almacenamiento o sitios de disposición final. (Ministerio de Ambiente, 2015, pág. 7)
- **Tratamiento:** Son procesos físicos, químicos o biológicos de transformación de residuos sólidos para cambiar sus características o aprovechar su potencial de estos procedimientos se pueden generar residuos sólidos nuevos, con diferentes características. (Ministerio de Ambiente, 2015, pág. 9)
- **Transporte:** Se denomina a cualquier movimiento de residuos, a través de cualquier medio de transporte realizado de conformidad con las disposiciones de la normativa ambiental aplicable.
- **Disposición final:** Es la última fase una vez descartados todos los procesos anteriores, es la etapa de eliminación definitiva de residuos, en zonas seleccionadas y con diseños especiales para evitar la contaminación, o riesgos para la salud humana o ambiente mediante procesos de aislamiento y confinamiento, con tratamiento previo. (Ministerio de Ambiente, 2015, pág. 5)

## **CAPÍTULO III. METODOLOGÍA**

### **3.1 Metodología**

La metodología empleada para el cumplimiento de los objetivos de la investigación es la siguiente:

#### **Identificación y caracterización los residuos sólidos procedentes del laboratorio de Ciencias Químicas.**

Separación de los diferentes residuos sólidos no peligrosos en estas categorías vidrios, plásticos, tela, papel, cartón y orgánicos.

Separación de los diferentes residuos sólidos peligrosos en estos grupos: productos químicos caducados; muestras de sustancias químicas peligrosas o agentes patógenos; desechos de investigaciones biológicas que contiene agentes patógenos activos (Papel filtro y fitros petrifilm); desechos biológicos infecciosos no desactivados; corto punzantes y recipientes plásticos o vidrios contaminado o fisurados.

Pesaje de los diferentes tipos de desechos generados en el laboratorio, con la balanza analítica con el fin de obtener mediciones reales de lo que se genera en las instalaciones del laboratorio de ciencias químicas.

#### **Diagnóstico del manejo actual de los residuos sólidos generados en el laboratorio de Ciencias Químicas.**

Identificación de los procesos generadores de residuos y manejo actual mediante la aplicación de una entrevista al técnico de laboratorio

Identificar la forma en la que se da el almacenamiento de reactivos caducados o sustancias cuya composición no es conocida, reactivos químicos sin especificaciones o de origen desconocido.

Conocer el protocolo actual de manejo de residuos generados por prácticas de laboratorio, proyectos de investigación, controles de calidad, calibración de equipos, operaciones de limpieza del material de laboratorio, envases al culminar las sustancias, entre otros.

Aplicar una entrevista a la dirección de ambiente del municipio de Riobamba para conocer la disposición final del residuo.

#### **Propuesta de medidas adecuadas que mejoren el manejo de los residuos sólidos en el laboratorio.**

Plantear medidas de prevención de residuos.

Formular medidas de minimización de residuos.

Establecer medidas para la gestión de residuos acorde la normativa ambiental vigente

### **3.2 Tipo y diseño de investigación**

El tipo de investigación es descriptiva, consignada para obtener información sobre los residuos sólidos generados en el laboratorio, con un enfoque cuantitativo basado en la medición de desechos generados y con un enfoque cualitativo basado en el análisis de los protocolos de manejo de desechos del personal y el diseño es no experimental.

### **3.3 Unidad de análisis**

El objeto de estudio son los residuos sólidos peligrosos, la unidad de estudio el Laboratorio de Química de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo.

### **3.4 Población de estudio**

Las poblaciones de estudio en esta investigación es el personal encargado del manejo y gestión de desechos y los residuos sólidos generados en el laboratorio.

- Personal encargado del manejo y gestión de desechos: 3 (técnico de laboratorio, personal de limpieza, personal del municipio de Riobamba).
- Los residuos sólidos: 2 (residuos sólidos peligrosos y no peligrosos).

### **3.5 Tamaño de muestra**

Las poblaciones analizadas son finitas y se trabajaron de la siguiente forma:

- Personal encargado del manejo y gestión de desechos: No se realizó un muestreo se trabajó con todo el personal.
- Los residuos sólidos: Se realizó un muestreo durante una semana.

### **3.6 Técnicas de recolección de datos**

Se utilizó la observación, encuesta y entrevista para conocer el manejo actual de los residuos generados

### **3.7 Técnicas de análisis e interpretación de la información**

Las técnicas de análisis fueron estadísticas, y la interpretación fue deductiva se basó en el análisis de un determinado periodo de tiempo para deducir la cantidad de desechos generados en un semestre.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Identificación y caracterización de los residuos sólidos

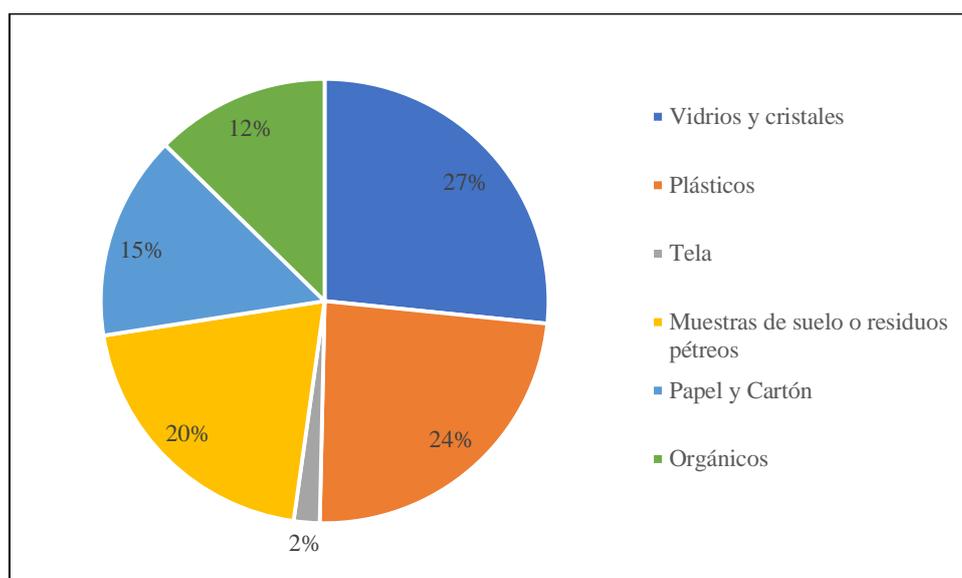
Las prácticas de laboratorio y prácticas de investigación llevadas a cabo en el laboratorio de Ciencias Químicas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo, por docentes y estudiantes generan residuos heterogéneos. El actual manejo segrega los residuos en residuos sólidos peligrosos y peligrosos; para la identificación y caracterización se clasificó de la siguiente forma:

Los residuos no peligrosos se separaron en: vidrios y cristales; plásticos; tela; muestras de suelo o residuos pétreos; papel y cartón, cuyo peso se detalla en la tabla 1 y gráfico 1, el residuo más representativo en peso fue el vidrio debido a su densidad alta aproximada de  $3 \text{ g/cm}^3$ , seguido de los plásticos con una densidad que va desde los  $0,9$  a  $2,3 \text{ g/cm}^3$ .

**Tabla 1** Cuantificación de residuos sólidos no peligrosos

Residuo	Cantidad			Peso porcentual	Tipo
	(Kg/semana)	(Kg/mes)	Kg/semestre		
Vidrios y cristales	11,11	44,44	222,2	27%	No peligroso
Plásticos	9,90	39,60	198	24%	No peligroso
Tela	0,78	3,12	15,6	2%	No peligroso
Muestras de suelo o residuos pétreos	8,47	33,88	169,4	20%	No peligroso
Papel y Cartón	6,21	24,84	124,2	15%	No peligroso
Orgánicos	5,26	21,04	105,2	13%	No peligroso
<b>Total</b>	<b>41,73</b>	<b>166,92</b>	<b>834,6</b>	<b>100%</b>	

Elaborado por: Paredes, 2020



**Gráfico 1** Peso porcentual de residuos no peligrosos.  
**Elaborado por:** Paredes, 2020

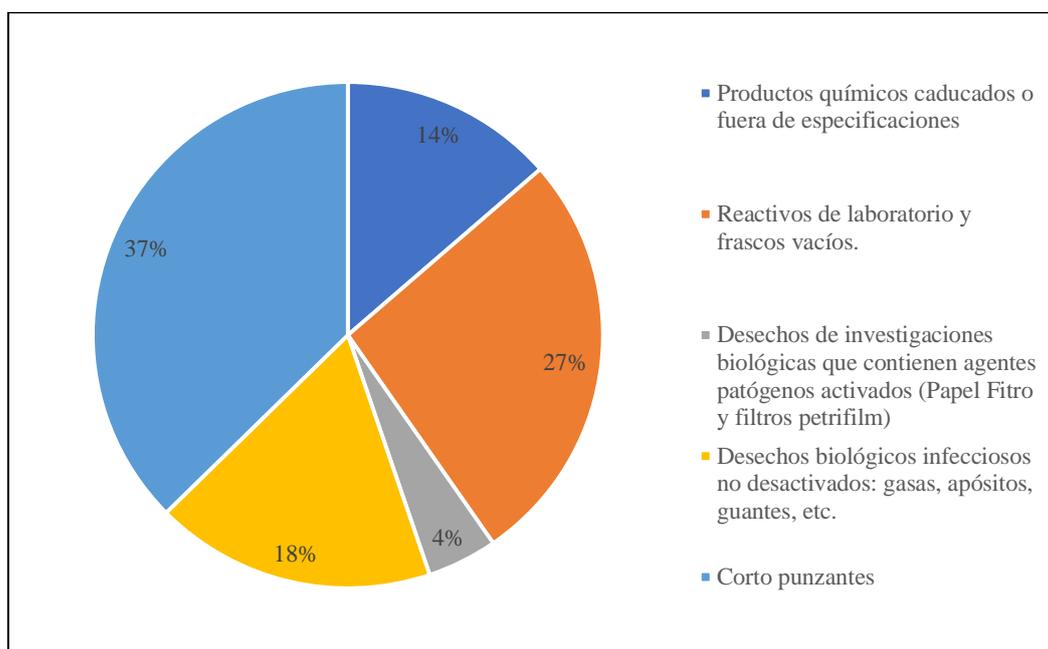
Respecto a los residuos peligrosos se agruparon en 5 grupos, conforme las categorías detalladas en el Anexo B Listados Nacionales de Desechos Peligrosos del Acuerdo Ministerial 142 del Ministerio de Ambiente del Ecuador, en la tabla 2 se observa el peso y características de peligrosidad (CRETIB) y respectivos códigos de identificación, siendo los residuos corto punzantes los más representativos en peso.

**Tabla 2** Cuantificación de residuos sólidos peligrosos

Residuo	Cantidad		Tipo	CRETIB	Código	Código Basilea
	Kg/mes	Kg/semestral				
Productos químicos caducados o fuera de especificaciones	0,055	0,33	Peligroso	T, I, C (2)	M.72.02	A4140
Reactivos de laboratorio y frascos vacíos.	0,108	0,65	Peligroso	T, B (2)	M.72.03	Y14
Desechos de investigaciones biológicas que contienen agentes patógenos activados (Papel Fitro y filtros petrifilm)	0,018	0,11	Peligroso	B	M.72.04	Y14
Desechos biológicos infecciosos no desactivados: gasas, apósitos, guantes, etc.	0,072	0,433	Peligroso	B	M.75.02	Y1 / A4020
Corto punzantes	0,151	0,91	Peligroso	B	Q.86.05	Y1

**T:** Tóxico      **I:** Inflamable      **C:** Corrosivo      **B:** Biológico Infeccioso

Elaborado por: Paredes, 2020



**Gráfico 2** Peso porcentual de residuos peligrosos.  
Elaborado por: Paredes, 2020

Para la caracterización de sustancias químicas se recurrió al inventario de consumo de sustancias químicas durante los años 2016, 2017 y 2018 evidenciando la heterogeneidad de las sustancias en los tres años evaluados y el peso de los compuestos no fue significativo;

En el año 2016 se utilizó 858,61(g) de sustancias químicas, distribuidas como se indica en la tabla 3, siendo los compuestos más consumidos el carbonato de calcio, cloruro de calcio (anhidro) y sulfato de cobre.

**Tabla 3** Consumo de sustancias químicas año 2016

Compuesto Químico	Fórmula Química	Peso (g)
carbonato de calcio	CaCO <sub>3</sub>	151,8
calcio cloruro anhidro	CaCl <sub>2</sub>	110,9
calcio cloruro dihidrato	CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	23,2
calcio óxido	CaO	24,5
Celulosa	-	0,2
cobre sulfato	CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	142,5
D- maltosa	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub> . H <sub>2</sub> O	3,5
ácido etilendiaminotetraacético (EDTA)	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> N <sub>2</sub> Na <sub>2</sub> O <sub>8</sub> . 2H <sub>2</sub> O	44,06
estañoso cloruro	SnCl <sub>2</sub> . 2H <sub>2</sub> O	14,5
estroncio cloruro	SrCl <sub>2</sub> . 6H <sub>2</sub> O	17
fenol cristales	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O	8,5

férrico cloruro	FeCl <sub>3</sub> 6H <sub>2</sub> O	65,5
ferroso sulfato	FeSO <sub>4</sub> 7H <sub>2</sub> O	41,5
fructuosa	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	31
hexametilen tetramina	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> N <sub>4</sub>	34
hidroxilamina hidrocloreto	NH <sub>2</sub> OH HCL	6
litio nitrato	LiNO <sub>3</sub>	27
magnesio cloruro	MgCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	43,1
magnesio óxido	MgO	53
manganeso sulfato	Mn SO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O	1
mercurio bromuro	HgBr <sub>2</sub>	5
mercurio II sulfato	HgSO <sub>4</sub>	1,7
murexide	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> N <sub>6</sub> O <sub>6</sub>	0,04
negro eriocromo	C <sub>20</sub> H <sub>12</sub> N <sub>3</sub> O <sub>7</sub> SNa	0,11
ninhidrina	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> CO CO CO H <sub>2</sub> O	0,5
níquel sulfato	NiSO <sub>4</sub> 6H <sub>2</sub> O	8,5

Elaborado por: Paredes, 2020

En el año 2017 se generó un consumo de 692,6 (g) en peso de sustancias químicas, distribuidas como se indica en la tabla 4, observando una reducción respecto al año anterior, siendo los compuestos más consumidos el ácido bórico, amonio acetato y amonio cloruro.

**Tabla 4** Consumo de sustancias químicas año 2017

Compuesto Químico	Fórmula Química	Peso (g)
ácido benzoico	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOH	77,2
ácido bórico	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	<b>175</b>
ácido salicílico	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>	2
ácido sulfanílico	C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> NO <sub>3</sub> S	1
almidón soluble	C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub>	45
aluminio nitrato	AL(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> 9H <sub>2</sub> O	16,5
aluminio oxido	AL <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,7
amonio acetato	NH <sub>4</sub> C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>6</sub>	<b>108</b>
amonio bromuro	NH <sub>4</sub> Br	5
amonio cloruro	NH <sub>4</sub> Cl	<b>105,3</b>
amonio ferroso sulfato	H <sub>8</sub> FeN <sub>2</sub> O <sub>8</sub> S <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O	30
amonio fosfato di básico	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	1,6
amonio fosfato monobásico	NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	2,3
amonio metavanadato	NH <sub>4</sub> VO <sub>3</sub>	16
azul de bromotimol	C <sub>27</sub> H <sub>28</sub> Br <sub>2</sub> OS <sub>5</sub>	0,5
azul de metileno	C <sub>16</sub> H <sub>18</sub> CIN <sub>3</sub> S. 2H <sub>2</sub> O	8
bario cloruro dihidrato	Ba Cl <sub>2</sub> . 2H <sub>2</sub> O	60
bario dióxido	BaO <sub>2</sub>	16

bario sulfato	BaSO <sub>4</sub>	17
bismuto cloruro	BiCl <sub>3</sub>	3,5

Elaborado por: Paredes, 2020

En el año 2018 se generó un consumo de 2.670,97(g) de sustancias químicas, distribuidas como se indica en la tabla 5, observando un incremento representativo respecto al año anterior, los compuestos más consumidos fueron sodio acetato, sodio cloruro, sodio hidróxido

**Tabla 5** Consumo de sustancias químicas año 2018

Compuesto Químico	Fórmula Química	Peso (g)
plata nitrato	Ag NO <sub>3</sub>	50
plata sulfato	Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,7
plomo nitrato	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	42,86
potasio bromato	KBrO <sub>3</sub>	15
potasio cianuro	KCN	25
potasio cloruro	KCL	17
potasio cromato	K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	3
potasio dicromato	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	31,61
ftalato ácido de potasio	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> COOH COOK	12,5
potasio ferricianuro	K <sub>3</sub> Fe(CN) <sub>6</sub>	2
potasio ferrocianuro	K <sub>3</sub> Fe(CN) <sub>6</sub> .3H <sub>2</sub> O	17
potasio hidróxido	KOH	55,8
potasio iodato	KIO <sub>3</sub>	2
potasio iodato ácido	KH(IO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	1
potasio ioduro	KI	52,89
potasio nitrato	KNO <sub>3</sub>	69,5
potasio permanganato	KMnO <sub>4</sub>	44,55
potasio sulfato	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2
potasio tiocianato	KSCN	15
purpura de bromocresol	C <sub>21</sub> H <sub>16</sub> Br <sub>2</sub> O <sub>5</sub> S	3
rojo neutro		0,5
sacarosa	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub>	35
sodio acetato	CH <sub>3</sub> COONO.3H <sub>2</sub> O	<b>131,5</b>
sodio bisulfito	NaHSO <sub>3</sub>	39,5
sodio carbonato	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	68,9
sodio cloruro	NaCl	<b>568,5</b>
sodio dicromato	Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> . 2H <sub>2</sub> O	11
sodio fosfato di básico	Na <sub>2</sub> H PO <sub>4</sub>	10
sodio hidróxido	NaOH	<b>1154,36</b>
sodio nitrito	NaNO <sub>2</sub>	39
sodio sulfato	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	33
sodio sulfito	Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	4
urea	NH <sub>2</sub> CO NH <sub>2</sub>	15

yodo resublimado	I <sub>2</sub>	2,4
zing cloruro	Zn Cl <sub>2</sub>	6,5
zing metálico	Zn	89,4

Elaborado por: Paredes, 2020

De acuerdo a las sustancias de mayor consumo en el laboratorio se evidenció que varían de un año respecto a otro, es decir, las sustancias no son iguales en los años evaluados; lo que conlleva determinar que las prácticas difieren considerablemente un año respecto a otro.

**Tabla 6** Sustancias químicas con mayor consumo año 2016

Número CAS	Nombre del químico	Fórmula	Cantidad Anual (g)
471-34-1	Carbonato de calcio	Ca CO <sub>3</sub>	151,8
7758-98-7	Sulfato de cobre	CuSO <sub>4</sub> 5H <sub>2</sub> O	142,5
10035-04-8.	Calcio cloruro (anhidro)	CaCl <sub>2</sub>	110,9

Elaborado por: Paredes, 2020

**Tabla 7** Consumo de sustancias químicas con mayor consumo año 2017

Número CAS	Nombre del químico	Fórmula	Cantidad Anual (g)
10043-35-3	Ácido bórico	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	175
631-61-8   101116.	Amonio Acetato	NH <sub>4</sub> C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>6</sub>	108
12125-02-9	Amonio Cloruro (anhidro)	NH <sub>4</sub> Cl	105,3

Elaborado por: Paredes, 2020

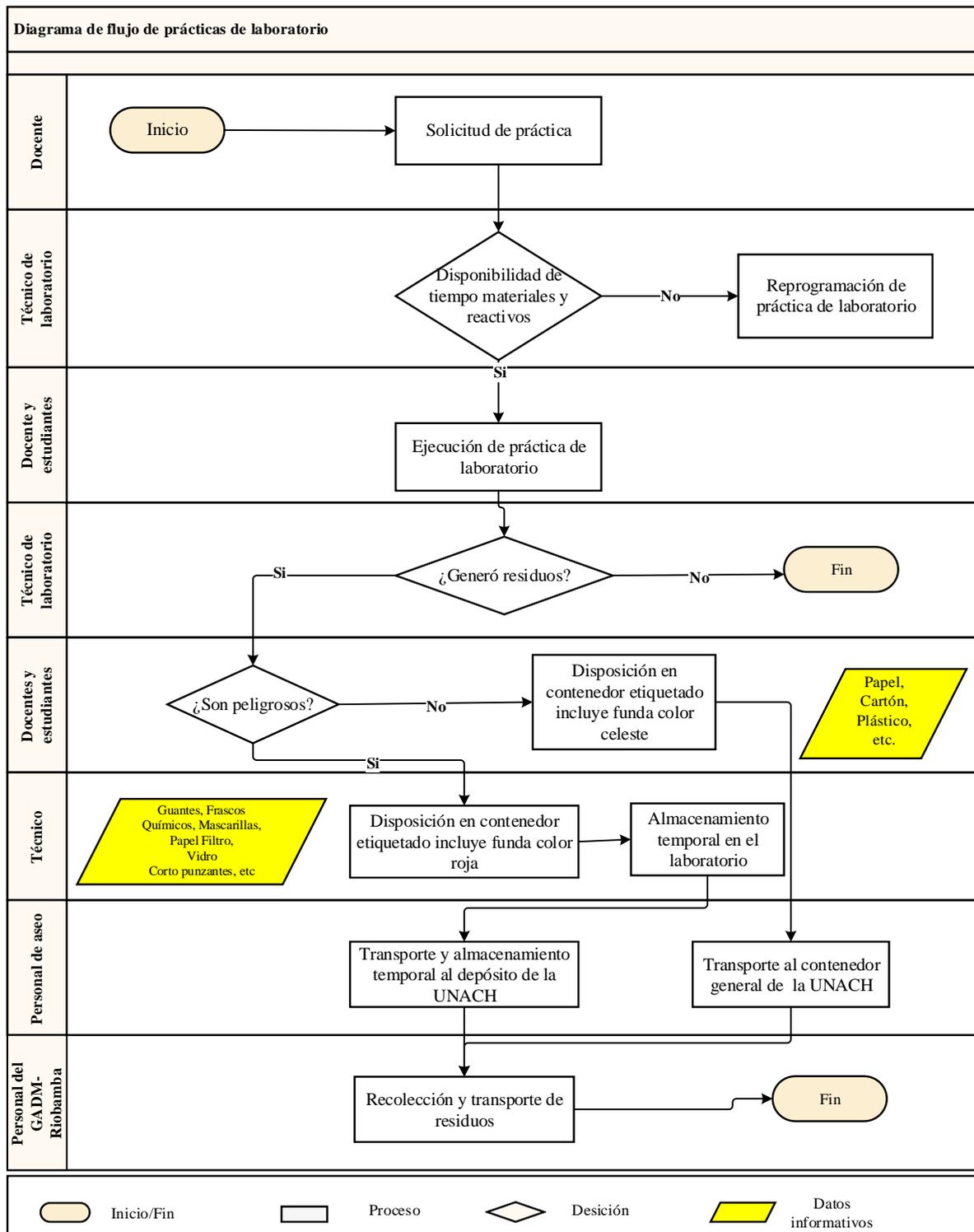
**Tabla 8** Consumo de sustancias químicas con mayor consumo año 2018

Número CAS	Nombre del químico	Fórmula	Cantidad Anual (g)
1310-73-2	Hidróxido de sodio	Na OH	1154,36
7647-14-5	Cloruro de sodio	Na Cl	568,5
127-09-3	Sodio acetato	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> NaO <sub>2</sub>	131,5

Elaborado por: Paredes, 2020

#### 4.2 Manejo actual de los residuos sólidos

Se identificaron dos procesos generadores de residuos, el primero derivados de las actividades académicas y el segundo derivado de prácticas investigativas.



**Figura 6** Diagrama de flujo del proceso de prácticas de laboratorio  
**Fuente:** Universidad Nacional de Chimborazo- Laboratorio de Química Facultad de Ingeniería  
**Elaborado por:** Paredes, 2020

**Descripción proceso de gestión en prácticas de laboratorio:**

El proceso de ejecución de prácticas de laboratorio genera residuos, la actual gestión de los mismos se identifica en el diagrama de flujo presentado en la Figura 6, donde se exponen las actividades de 4

actores que pertenecen a la UNACH, los docentes, el técnico del laboratorio, los estudiantes y el personal de aseo; y 1 actor que pertenece al GADM-Riobamba.

El proceso da inicio con la necesidad del docente para realizar la práctica de laboratorio, para ello se realiza una solicitud al técnico responsable; quien es el encargado de verificar la disponibilidad del sitio, materiales, sustancias y equipos. Si no existen los recursos se procede a reprogramar la práctica de laboratorio.

Por el contrario, si existen los medios se ejecuta la práctica, el técnico de laboratorio se encarga de la revisión de la práctica, proporciona una guía al docente y estudiantes, se provee de los recursos y equipos requeridos en el proceso de desarrollo de la actividad. Entre los materiales entregados se tienen compuestos químicos, instrumentos de vidrio, guantes, mascarillas, reactivos, elementos corto punzantes, entre otros.

Cuando se generan residuos, en el actual manejo el docente y los estudiantes deben identificar si son peligrosos o no, los residuos no peligrosos más habituales son papel, cartón, plástico; y los residuos peligrosos más frecuentes son guantes, mascarillas, papel filtro, vidrio, corto punzante y remanentes de compuestos químicos.

Los residuos no peligrosos se disponen en un contenedor con funda color celeste en el laboratorio de química, el personal de aseo los transporta al contenedor general de la UNACH; posteriormente el personal del municipio de Riobamba los recoge para llevarlos hacia su disposición final en el relleno sanitario El Porlón.

Los residuos peligrosos por sus características, el técnico los disponen en contenedores con funda color roja, de estos se separa los residuos corto punzantes y se deposita de igual forma en un contenedor de funda roja o un envase cerrado de plástico; se almacenan temporalmente en el laboratorio, el técnico del laboratorio realiza el transporte para su almacenamiento temporal en las instalaciones de la UNACH, en el siguiente paso, personal de aseo transporta hacia el almacenamiento ubicado en el ingreso lateral de la universidad, después personal del municipio de Riobamba los recoge para transportarlos hacia su disposición final en un lugar previamente adaptado en el relleno sanitario de la comunidad de Porlón.



docente investigador pues es quien más conocimiento posee sobre los procesos y posibles desechos que se generan de su investigación, los procesos se observan en el diagrama de flujo presentado en la Figura 7, también se mira la presencia del técnico del laboratorio, el personal de aseo; y personal pertenece al GADM-Riobamba.

El proceso da inicio con la necesidad del docente/investigador para utilizar las instalaciones del laboratorio, para ello se realiza una solicitud al técnico responsable; quien es el encargado de verificar la disponibilidad del sitio, materiales, sustancias y equipos. Si una sustancia química o material es inexistente, y el investigador decide llevarlos por su cuenta debe informar al técnico y en caso de químicos contar con la respectiva hoja de seguridad del compuesto.

Una vez que se cuenten con todos los recursos, se ejecuta la investigación, se informa al técnico de laboratorio sobre los procesos de desarrollo de la actividad.

Cuando se generan residuos, el investigador debe clasificarlos por su grado de peligrosidad, los residuos no peligrosos se disponen en un contenedor con funda color celeste en el laboratorio de química, el personal de aseo los transporta al contenedor general de la UNACH; posteriormente el personal de municipio de Riobamba los recoge para llevarlos hacia su disposición final en el relleno sanitario El Porlón.

Los residuos peligrosos por sus características, el técnico los disponen en contenedores con funda color roja, de estos se separa los residuos corto punzantes y se deposita de igual forma en un contenedor de funda roja o en un envase de plástico cerrado; se almacenan temporalmente en el laboratorio, el técnico del laboratorio realiza el transporte para su almacenamiento temporal en la UNACH, subsiguiente el personal de municipio de Riobamba los recoge para transportarlos hacia su disposición final en un lugar previamente adaptado en el relleno sanitario de la comunidad de Porlón.

### **Manejo actual de los residuos sólidos generados en laboratorio de Ciencias Químicas**

Para conocer cómo se realiza la gestión actual de los desechos sólidos peligrosos y no peligrosos en el laboratorio de Ciencias Químicas, se realizó una encuesta entrevista a los responsables de la gestión tanto del Laboratorio de Ciencias Químicas como al responsable en el municipio de Riobamba. (Ver Anexo 1)

En la encuesta se estableció que se mantiene únicamente un registro de las sustancias químicas utilizadas en el laboratorio, no se tiene un registro en peso de residuos peligrosos, ni residuos no peligrosos debido a que se considera que la cantidad de residuos que se genera es baja.

El manejo de residuos peligrosos consta del depósito de los mismos en una caja pequeña forrada con plástico de color rojo o funda color rojo, la rotulación con el nombre del laboratorio, peso total y fecha, una vez llena se entrega al centro de acopio de la universidad o bodega de almacenamiento temporal,

ubicada en la facultad de Ciencias de la Salud, posteriormente se traslada hacia un depósito en la puerta lateral de la universidad, donde el municipio realiza el retiro un día específico de la semana para su disposición final al relleno sanitario.

Durante la entrevista, el técnico menciona que aplica como normativa ambiental, el Código Orgánico del ambiente CODA, sin embargo, no se consideran normas y reglamentos específicos para el manejo de los desechos sólidos peligrosos y no peligrosos.

### **Análisis**

La gestión de residuos sólidos en el laboratorio de Ciencias Químicas, debería reunir un conjunto de acciones que se describen en la jerarquización del manejo residuo, lo que no sucede en la actualidad porque se limita a la simple segregación de residuos, omitiendo actividades importantes como medidas de prevención, minimización y valorización; y va directamente a la disposición final.

El concepto de la cuna a tumba, en el cual los generadores de desechos deben ser responsables del residuo con técnicas ambientales responsables no es aplicado, por lo tanto, los actores poco o nada hacen para reducir el volumen de residuos sólidos, y de hecho actividades como la cuantificación y la caracterización adecuada de los residuos sólidos en el laboratorio no se realizan.

Esto hace que se aporte negativamente al problema de la generación indiscriminada de residuos sólidos agudizando el costo ambiental, social y económico para población.

### **Manejo actual de los residuos sólidos por el Municipio de Riobamba**

Para conocer el manejo de residuos peligrosos por parte del Gobierno Autónomo Descentralizado municipal de Riobamba se aplicó una entrevista al director del departamento de Gestión Ambiental, Salubridad e Higiene (Ver Anexo 2), dónde se concluyó lo siguiente:

El municipio de Riobamba, si realiza la gestión de desechos sólidos peligrosos en los procesos de recolección, transporte, tratamiento y disposición final del residuo tanto en las instituciones de educación superior como en centros de salud, centros veterinarios y otros.

La recolección de los residuos se realiza mediante un vehículo especial que recorre la ciudad con una frecuencia diaria de lunes a viernes, posteriormente se entregan a un gestor que cuenta con la respectiva licencia ambiental, y luego del respectivo tratamiento, el residuo final va al relleno sanitario, el gestor ambiental es una empresa privada contratada por el municipio, la cual se encarga de disponer los residuos de forma correcta en el relleno ubicado en la comunidad de Porlón.

### **4.3 Propuesta de Plan de Gestión de Residuos Sólidos para el Laboratorio de Química de la Universidad Nacional de Chimborazo**

#### **4.3.1 Introducción**

Un plan de gestión de residuos sólidos es una herramienta que permite conocer, manejar y evaluar los residuos generados en referencia a su tipo, cantidad e iniciativas de prevención y minimización, que cumpliendo las exigencias de la normativa ambiental pretende asegurar que la gestión de residuos se realice con una mayor efectividad económica, social y ambiental. (Polanco & Yali, 2019)

En el caso del laboratorio se determinó una producción semestral de 834,6 kg de residuos no peligrosos y 2 kg de residuos peligrosos. El manejo actual de los desechos en el laboratorio de Ciencias Químicas, consiste únicamente en separar entre peligrosos y no peligrosos, y recolectar para que luego sean llevados a otro almacenamiento temporal mientras son recogidos por el Gestor Municipal. No se lleva registro de los residuos, ni separación, y no se conoce que pasa con estos residuos cuando son dispuestos en el relleno sanitario municipal. Tampoco se mantiene un programa de capacitación y concienciación de la importancia y riesgo de un manejo inadecuado de los residuos peligrosos y no peligrosos por parte de los actores de la gestión en el laboratorio.

En este sentido, y con el propósito de mejorar la gestión integral de los desechos sólidos generados en el laboratorio de Ciencias Químicas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo, se plantea la siguiente propuesta acorde a los lineamientos de la normativa ecuatoriana vigente, en busca aportar con el mejoramiento del proceso de gestión de residuos.

#### **4.3.2 Objetivos del Plan**

##### **Objetivo General**

Gestionar integralmente los residuos sólidos peligrosos y no peligrosos del laboratorio de Ciencias Químicas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo.

##### **Objetivos Específicos**

- Manejar técnicamente los desechos sólidos para disminuir el riesgo que pueden provocar
- Promover buenas prácticas ambientales en los docentes, estudiantes y técnico de laboratorio
- Minimizar la cantidad de residuos producidos en las prácticas de laboratorio
- Definir los actores responsables para la ejecución del plan

### **4.3.3 Marco Jurídico de la Gestión de los Desechos Sólidos en Ecuador**

#### **Constitución de la República del Ecuador**

**Art. 14.-** Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. (Constitución de la República del Ecuador, 2012, pág. 13)

**Art. 71.-** La naturaleza o *Pacha Mama*, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. (Constitución de la República del Ecuador, 2012, pág. 32)

**Art. 264.-** Los gobiernos municipales tendrán competencias exclusivas en: 4. Prestar los servicios públicos de (...), manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley. (Constitución de la República del Ecuador, 2012, pág. 105)

#### **Código Orgánico del Ambiente**

**Art. 9.-** Principios ambientales. 1 Responsabilidad integral de quien promueve una actividad que genere o pueda generar impacto sobre el ambiente, principalmente por la utilización de sustancias, residuos, desechos o materiales tóxicos o peligrosos, abarca de manera integral, responsabilidad compartida y diferenciada. (...) 4. El que contamina paga, quien realice o promueva una actividad que contamine o que lo haga en el futuro, deberá incorporar a sus costos de producción todas las medidas necesarias para prevenirla, evitarla o reducirla. (Ministerio de Ambiente, 2017, pág. 15)

**Art. 27.-** Facultades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Metropolitanos y Municipales. 7. Generar normas y procedimientos para la gestión integral de los residuos y desechos para prevenirlos, aprovecharlos o eliminarlos, según corresponda; materia ambiental. (Ministerio de Ambiente, 2017, pág. 19)

**Art. 225.-** Políticas generales de la gestión integral de los residuos y desechos: 1. El manejo integral de residuos y desechos, (...); 4. El fortalecimiento de la educación y cultura ambiental, (...) mayor conciencia en relación al manejo de los residuos y desechos; 5. El fomento al desarrollo del aprovechamiento y valorización de los residuos y desechos; 7. El estímulo a la aplicación de buenas prácticas ambientales, (...); 9. El fomento al establecimiento de estándares para el manejo de residuos y desechos en la generación, almacenamiento temporal, recolección, transporte, aprovechamiento, tratamiento y disposición final; 11. La jerarquización en la gestión de residuos y desechos. (Ministerio de Ambiente, 2017, pág. 61)

**Art. 226.-** Principio de jerarquización. La gestión de residuos y desechos deberá cumplir con la siguiente jerarquización en orden de prioridad: 1. Prevención; 2. Minimización de la generación en la fuente; 3. Aprovechamiento o valorización; 4. Eliminación; y, 5. Disposición final. La disposición final se limitará a aquellos desechos que no se puedan aprovechar, tratar, valorizar o eliminar en condiciones ambientalmente adecuadas y tecnológicamente factibles. (Ministerio de Ambiente, 2017, pág. 61)

### **Ley Orgánica de Salud**

**Art. 97.-** La autoridad sanitaria nacional y ambiental dictarán las normas para el manejo de todo tipo de desechos y residuos que afecten la salud humana; normas que serán de cumplimiento obligatorio para las personas naturales y jurídicas. (Ministerio de Salud, 2015, pág. 19)

**Art. 103.-** (...) Los desechos infecciosos, especiales, tóxicos y peligrosos para la salud, deben ser tratados técnicamente previo a su eliminación y el depósito final se realizará en los sitios especiales establecidos para el efecto por los municipios del país. (Ministerio de Salud, 2015, pág. 20)

### **Acuerdo Ministerial 061**

**Art. 6.-** Toda acción relacionada a la gestión ambiental deberá planificarse y ejecutarse sobre la base de los principios de (...) minimización de desechos, reutilización, reciclaje y aprovechamiento de residuos, (...) (Acuerdo Ministerial 061, 2015, pág. 10)

**Art. 55.-** De la gestión integral de residuos y/o desechos sólidos no peligrosos.- La gestión integral constituye el conjunto de acciones y disposiciones regulatorias, operativas, económicas, financieras, administrativas, educativas, de planificación, monitoreo y evaluación, que tienen la finalidad de dar a los residuos sólidos no peligrosos el destino más adecuado desde el punto de vista técnico, ambiental y socio-económico, de acuerdo con sus características, volumen, procedencia, costos de tratamiento, posibilidades de recuperación y aprovechamiento, comercialización o finalmente su disposición final. (Acuerdo Ministerial 061, 2015, pág. 18)

**Art. 79.-** Desechos peligrosos. Son a) Los desechos sólidos, pastosos, líquidos o gaseosos resultantes de un proceso (...) que contengan alguna sustancia que tenga características corrosivas, reactivas, tóxicas, inflamables, biológico-infecciosas y/o radioactivas, que representen un riesgo para la salud humana y el ambiente y, b) Aquellos que se encuentran determinados en los listados nacionales de desechos peligrosos. (Acuerdo Ministerial 061, 2015, pág. 24)

**Art. 80.-** Desechos especiales son a) Aquellos desechos que sin ser peligrosos, por su naturaleza, pueden impactar al ambiente o a la salud, debido al volumen de generación y/o difícil degradación (...), b) Aquellos cuyo contenido de sustancias tengan características corrosivas, reactivas, tóxicas, inflamables,

biológico-infecciosas y/o radioactivas, no superen los límites de concentración establecidos en la normativa ambiental nacional o internacional aplicable y c) Aquellos que se encuentran determinados en el listado nacional de desechos especiales. (Acuerdo Ministerial 061, 2015, pág. 24)

#### **4.3.4 Programas de Gestión**

El plan de manejo propuesto para el laboratorio de Ciencias Químicas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo, busca mejorar el manejo de los desechos sólidos, peligrosos y no peligrosos, la integración de parámetros y actividades que permitan cumplir la jerarquización de residuos, y contribuir en la disminución del impacto ambiental y la protección de la salud comunitaria universitaria.

##### **4.3.4.1 Programa 1: Manejo de los Desechos Sólidos**

**Objetivo:** Gestionar los residuos generados en las prácticas de estudiantes e investigadores.

**Lugar de aplicación:** Laboratorio de Ciencias Químicas (Facultad de Ingeniería)

**Responsable:** Técnico/a de laboratorio

**El programa de los desechos sólidos contará de lo siguiente medidas:**

**Tabla 9** Programa de manejo de desechos sólidos

<b>Medidas Propuestas</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medio de verificación</b>	<b>Responsable</b>	<b>Frecuencia Periodo</b>	<b>Plazo</b>
Disponer en el laboratorio de 5 contenedores, debidamente etiquetados, acorde a la normativa INEN 2841. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reciclables (azul)</li> <li>- No reciclable (negro)</li> <li>- Orgánico (verde)</li> <li>- Peligroso (rojo)</li> <li>- Corto punzantes (rojo)</li> </ul>	Número de contenedores etiquetados.	Registro fotográfico	Departamento de Seguridad y Ambiente de la UNACH	-	Inmediato
Clasificar, pesar los residuos y registrar datos conforme a la matriz definida en proceso PG-FI-012.	Kilogramos de desechos generados.	Registros de control de la generación de desechos	Técnico del laboratorio	Mensual	Permanente
Los residuos pertenecientes a la categoría de reciclables se entregan a recicladoras.	Kilogramos de desechos reciclados.	Registros de control de la generación de desechos	Departamento de Seguridad y Ambiente de la UNACH	Mensual	Permanente
Los residuos no reciclables se almacenan en un área de acopio temporal para su entrega a la entidad competente.	Kilogramos de desechos almacenados.	Registros de control de la generación de desechos	Personal de Servicio de la UNACH	Mensual	Permanente
Los residuos peligrosos se deben almacenar en un sitio que cumpla con las características establecidas en la Norma INEN 2266.	Kilogramos de desechos	Reportes de entrega a gestoras ambientales.	Personal de Servicio de la UNACH	Mensual	Permanente

<p>Los lugares destinados al almacenamiento deben reunir entre otras las condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Situarse en un área no expuesta a inundaciones</li> <li>-Accesible para todos los vehículos de transporte</li> <li>-Contar con un servicio básico de primeros auxilios y equipos contra incendios</li> <li>-Tener el piso impermeable</li> <li>-Contar con canales periféricos de recolección.</li> </ul>					
<p>Los productos químicos caducados deben entregarse a su proveedor y almacenados de acuerdo al grado de incompatibilidad con otros productos.</p>	<p>Número de químicos entregados al proveedor</p>	<p>Reportes de entrega</p>	<p>Técnico de laboratorio</p>	<p>Mensual</p>	<p>Permanente</p>
<p>Los envases vacíos de químicos deben ser devueltos al proveedor porque son considerados desechos peligrosos y especiales.</p>	<p>Numero de envases devueltos al proveedor</p>	<p>Reportes de entrega</p>	<p>Técnico del laboratorio</p>		
<p>Disponer de un espacio físico en el laboratorio para un almacenamiento temporal de los residuos ya clasificados.</p>	<p>Espacio físico señalizado</p>		<p>Técnico del laboratorio</p>		

Minimizar el uso de productos químicos en las prácticas de laboratorio, investigación, y diferentes actividades que se cumplen en el establecimiento.	Libro de consumo de reactivos		Técnico del laboratorio, docentes, estudiantes, investigadores	Diario	Inmediato
---	-------------------------------	--	--	--------	-----------

- **Instalación de recipientes**

En el lugar de origen o generación de los residuos, es decir en el área del laboratorio, los recipientes que contengan estos residuos contendrán una capacidad de 20 litros con los colores y señaléticas.



**Figura 8** Modelo de contenedores de residuos  
**Fuente:** (INEN, 2014)  
**Elaborado por:** Paredes, 2020

En el laboratorio donde se realiza recolección de residuos, los contenedores a utilizarse bajo el cumplimiento de la normativa técnica NTE INEN 2841 Gestión Ambiental. Estandarización de Colores para recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos.

- **Recolección y Clasificación**

Los residuos deben ser recolectados y separados inmediatamente después del periodo de trabajo considerando los equipos de protección personal antes de la manipulación, clasificación y su disposición temporal o final.

Para la separación general de residuos se deberá utilizar los colores como se explica a continuación:

**Tabla 10** Clasificación de los residuos

Tipo de residuos	Código de letras	Color de recipiente	Descripción
Reciclables	BU	Azul	Material a ser reciclado y/o reutilizado (vidrio, plástico, papel, cartón)
No reciclables, no peligrosos	BK	Negro	Residuo no reciclaje
Orgánicos	GN	Verde	Material biológico
Peligrosos	RD	Rojo	Residuos con una o varias características como lo describe el código CRETIB (Corrosivo, reactivo, explosivo, toxico, inflamable y biológico infecciosos.)
Especiales	OG	Anaranjado	Residuos no peligrosos

**Fuente:** (INEN, 2014)  
**Elaborado por:** Paredes, 2020

- **Procedimientos**

Los procedimientos establecidos para el plan de manejo de desechos que permitan gestionar y manejar los residuos sólidos, peligrosos y no peligrosos del laboratorio de ciencia estarán contemplando los siguientes protocolos.

**Tabla 11** Manejo residuos de sustancia químicas

Código	Protocolo	Tipo de residuo
PG-FI-001	Manejo de vidrios y cristales	No peligrosos
PG-FI-002	Manejo de plásticos	
PG-FI-003	Manejo de tela	
PG-FI-004	Manejo de muestras de suelo o residuos pétreos	
PG-FI-005	Manejo de papel y cartón	
PG-FI-006	Manejo de orgánicos	
PG-FI-007	Productos químicos caducados o fuera de especificaciones	Peligrosos
PG-FI-008	Muestras de contenido de sustancias químicas peligrosas o agentes patógenos	
PG-FI-009	Desechos de investigaciones biológicas que contiene agentes patógenos activos (Papel filtro y fitros petrifilm)	
PG-FI-0010	Desechos biológicos infecciosos no desactivados: gasas, apósitos, guantes, etc.	
PG-FI-011	Corto punzantes	
PG-FI-012	Manejo de recipientes plásticos o vidrios contaminado o fisurados.	
PG-FI-013	Matriz de control	Peligrosos y no peligrosos

Elaborado por: Paredes, 2020

### Protocolo de manejo de vidrios o cristales

**Tabla 12** Manejo de vidrios o cristales

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>		
<b>PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS, PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS DEL LABORATORIO DE CIENCIAS QUIMICAS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA</b>			
<b>Manejo de vidrios o cristales</b>			
Código: PG-FI-001	Ciudad: Riobamba	Fecha: 2020-04-27	Página: 1/1
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por	
<b>Objetivo</b> Establecer los procesos en el manejo de los residuos de vidrios o cristales			

<b>Responsable</b> Personal de limpieza
<b>Equipo de protección personal</b> Mandil Guantes anti-corte
<b>Residuos/Desecho</b> Envases o recipientes vidrios o cristales
<b>Manejo del residuo</b> Identificar el estado de los residuos de vidrios o cristales, si se encuentran rotos es importante envolverlo para evitar puntas cortantes.
<b>Almacenamiento temporal</b> Los residuos vidrio o cristales en buenas condiciones serán almacenados en contenidos de color azul para su posterior reciclaje o alternativa. Los residuos vidrio o cristales rotos serán almacenados en contenidos de color negro.

Elaborado por: Paredes, 2020

## Protocolo de manejo de plásticos

Tabla 13 Manejo de plásticos

		<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>			
<b>PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS, PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS DEL LABORATORIO DE CIENCIAS QUIMICAS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA</b>					
<b>Manejo de plásticos</b>					
Código: PG-FI-002		Ciudad: Riobamba		Fecha: 2020-04-27	
Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por	
<b>Objetivo</b> Establecer los procesos en el manejo de los residuos de plástico					
<b>Responsable</b> Personal de limpieza					
<b>Equipo de protección personal</b> Mandil					
<b>Residuos/Desecho</b> Envases o recipientes plástico					
<b>Manejo del residuo</b> Identificar el estado de los residuos de plástico, no son reciclables los envases plásticos multilaminados que no exhiban un símbolo de “reciclable” acompañado por un número del 1 al 6.					

**Almacenamiento temporal**

Los residuos plásticos serán almacenados en contenidos de color azul para su posterior reciclaje o alternativa.

Los residuos plásticos no reciclables se almacenan en el recipiente de color negro.

Elaborado por: Paredes, 2020

**Protocolo de manejo de tela**

Tabla 14 Manejo de tela

		<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>			
<b>PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS, PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS DEL  LABORATORIO DE CIENCIAS QUIMICAS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA</b>					
<b>Manejo de tela</b>					
Código: PG-FI-003		Ciudad: Riobamba		Fecha: 2020-04-27	
Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por	
<b>Objetivo</b> Establecer los procesos en el manejo de los residuos de tela que no haya tenido contacto con materiales peligrosos.					
<b>Responsable</b> Personal de limpieza					
<b>Equipo de protección personal</b> Mandil					
<b>Residuos/Desecho</b> Textiles/ tela					
<b>Manejo del residuo</b> Identificar el estado de los residuos de tela					
<b>Almacenamiento temporal</b> Los residuos de tela serán almacenados en contenidos de color azul para su posterior reciclaje o alternativa.					

Elaborado por: Paredes, 2020

## Manejo de muestras de suelo o residuos pétreos

Tabla 15 Manejo de muestras de suelo o residuos pétreos

		<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>			
<b>PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS, PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS DEL          LABORATORIO DE CIENCIAS QUIMICAS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA</b>					
<b>Manejo de muestras de suelo o residuos pétreos</b>					
Código: PG-FI-004		Ciudad: Riobamba		Fecha: 2020-04-27	
Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por	
<b>Objetivo</b> Establecer los procesos en el manejo de muestras de suelo o residuos pétreos.					
<b>Responsable</b> Personal de limpieza					
<b>Equipo de protección personal</b> Mandil Guantes					
<b>Residuos/Desecho</b> Muestras de suelo o residuos pétreos					
<b>Manejo del residuo</b> Identificar el estado de los residuos pétreos, si contienen humedad someterlos a secado natural o forzado					
<b>Almacenamiento temporal</b> Los residuos papel serán almacenados en contenidos de color azul para su posterior reciclaje o alternativa.					
<b>Alternativa</b> Reutilización					

Elaborado por: Paredes, 2020

## Manejo de papel y cartón

Tabla 16 Manejo de papel y cartón

 <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> </div> 			
<b>PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS, PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS DEL  LABORATORIO DE CIENCIAS QUIMICAS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA</b>			
<b>Manejo de cartón</b>			
Código: PG-FI-005	Ciudad: Riobamba	Fecha: 2020-04-27	Página: 1/1
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por	
<b>Objetivo</b> Establecer los procesos en el manejo de los residuos de papel y cartón.			
<b>Responsable</b> Personal de limpieza			
<b>Equipo de protección personal</b> Mandil			
<b>Residuos/Desecho</b> Papel y cartón			
<b>Manejo del residuo</b> Identificar el estado de los residuos de cartón			
<b>Almacenamiento temporal</b> Los residuos cartón serán almacenados en un área designada con una señalética y contener de color azul para su posterior reciclaje o alternativa.			

**Elaborado por:** Paredes, 2020

## Manejo de residuos de orgánicos

Tabla 17 Manejo de residuos orgánicos

		<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>			
<b>PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS, PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS DEL  LABORATORIO DE CIENCIAS QUIMICAS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA</b>					
<b>Manejo de residuos orgánicos</b>					
Código: PG-FI-006		Ciudad: Riobamba		Fecha: 2020-04-27	
Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por	
<b>Objetivo</b> Establecer los procesos adecuados para el manejo de residuos orgánicos					
<b>Responsable</b> Personal de limpieza					
<b>Equipo de protección personal</b> Mandil Guantes Mascarilla					
<b>Residuos/Desecho</b> Residuos orgánicos					
<b>Manejo del residuo</b> Identificar y clasificación los residuos orgánicos ante la presencia de papel o plástico. La recolección de los desechos deberá ser permanente por la presencia de patógenos que impidan el desarrollo normal de la atención en el laboratorio.					
<b>Almacenamiento temporal</b> Almacenamiento en contenedores de color verde con su etiquetado, en el caso posible para un tratamiento y reutilizar los residuos orgánicos para la obtención de abono orgánicos. Los contenedores deberán tener una tapa ante la emisión de olor y gases por el proceso de degradación de los residuos orgánicos.					

**Elaborado por:** Paredes, 2020

## Manejo de residuos de sustancias químicas

Tabla 18 Manejo residuos de sustancia químicas

 <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> </div> 			
<b>PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS, PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS DEL LABORATORIO DE CIENCIAS QUIMICAS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA</b>			
<b>Manejo de productos químicos caducados o fuera de especificaciones</b>			
Código: PG-FI-007	Ciudad: Riobamba	Fecha: 2020-04-27	Página: 1/1
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por	
<b>Objetivo</b> Establecer los procesos en el manejo de productos químicos caducados o fuera de especificaciones.			
<b>Responsable</b> Técnico del laboratorio			
<b>Equipo de protección personal</b> Gafas Mandil Guantes anti-cortadura Mascarilla N-95			
<b>Residuos/Desecho</b> Sustancias químicas peligrosos y no peligrosas			
<b>Manejo del residuo</b> Cuando las sustancias químicas en estado sólido o líquido se debe realizar un control del derrame de forma inmediata, recuperarlo y guardarlo en un recipiente adecuado. Limpiar la superficie afectada con agua y detergente.			
<b>Almacenamiento temporal</b> Los envases de sustancias químicas expiradas deberán disponerse temporalmente en un contenedor de color rojo con su debida etiquetación.			
<b>Medidas de prevención contra derrames de sustancias solidos o liquidas</b> <i>Precauciones en la manipulación sustancias</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tomar la precaución al momento de manejar o manipular los instrumentos y recipientes en el laboratorio.</li> <li>- Manejo de sustancia químicas bajo la supervisión del personal capacitado</li> </ul> <i>Precauciones frente al control de derrames</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Contar con las fichas de seguridad de todos los productos químicos</li> <li>- Contar con un kit contra derrame de químicos</li> </ul>			

Elaborado por: Paredes, 2020

## Manejo de sustancias químicas peligrosas o agentes patógenos

Tabla 19 Manejo de sustancias químicas peligrosas o agentes patógenos

		<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>			
<b>PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS, PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS DEL LABORATORIO DE CIENCIAS QUIMICAS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA</b>					
<b>Manejo de muestras de contenido de sustancias químicas peligrosas o agentes patógenos</b>					
Código: PG-FI-008		Ciudad: Riobamba		Fecha: 2020-04-27	
Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por	
<b>Objetivo</b> Establecer los procesos adecuados para las muestras de contenido de sustancias químicas peligrosas o agentes patógenos					
<b>Responsable</b> Técnico del laboratorio Personal de limpieza					
<b>Equipo de protección personal</b> Mandil Guantes anti-cortadura Mascarilla N-95 Gafas					
<b>Residuos/Desecho</b> Muestra de contenido de sustancia química peligrosa o agente patógeno					
<b>Manejo del residuo</b> Identificar el tipo de muestras. Neutralizar o confinar sin que permita algún contacto con medio ambiente o persona que realizar la manipulación. Todas las sustancias serán recogidas en un recipiente aparte y notificado					
<b>Almacenamiento temporal</b> Los residuos de cristal que contenga deberán ser depositados en un contenedor de plástico o metal, en el caso de sustancia.					
<b>Medidas preventivas</b> Prevención ante posibles derrames de las sustancias químicas o patógenas. La manipulación de contenidos de sustancias químicas o peligrosas será realizada por personal técnico calificado. Utilización de los equipos de protección de seguridad.					

Elaborado por: Paredes, 2020

## Manejo de desechos de investigaciones biológicas que contiene agentes patógenos activos

Tabla 20 Manejo de sustancias químicas peligrosas o agentes patógenos

 <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> </div> 			
<b>PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS, PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS DEL LABORATORIO DE CIENCIAS QUIMICAS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA</b>			
<b>Manejo de desechos de investigaciones biológicas que contiene agentes patógenos activos</b>			
Código: PG-FI-009	Ciudad: Riobamba	Fecha: 2020-04-27	Página: 1/1
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por	
<b>Objetivo</b> Establecer los desechos de investigaciones biológicas que contiene agentes patógenos activos			
<b>Responsable</b> Técnico del laboratorio			
<b>Equipo de protección personal</b> Mandil Guantes anti-cortadura Mascarilla N-95 Gafas			
<b>Residuos/Desecho</b> Desechos de investigaciones biológicas que contiene agentes patógenos activos			
<b>Manejo del residuo</b> La clasificación de los residuos será realizada por el personal técnicas capacitado Establecer el origen del agente patógeno residual Colocar los residuos en una bolsa especial con el símbolo de riesgos biológico			
<b>Almacenamiento temporal</b> El almacenamiento será en un cuarto con las normativas técnicas establecidas por el MAE o INEN.			
<b>Medidas preventivas</b> Conocimiento previo sobre el manejo de muestras con patógenos Utilización de equipos de protección personal Ante la utilización de materiales de vidrio o derivados deberá ser descontaminado o inactivado por métodos de autoclavado, desinfección con productos químicos.			

Elaborado por: Paredes, 2020

## Manejo de desechos biológicos infecciosos no desactivados: gasas, apósitos, guantes, etc

Tabla 21 Manejo de desechos biológicos infecciosos no desactivados

		<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>			
<b>PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS, PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS DEL LABORATORIO DE CIENCIAS QUIMICAS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA</b>					
<b>Manejo de desechos biológicos infecciosos no desactivados: gasas, apósitos, guantes, etc.</b>					
Código: PG-FI-010		Ciudad: Riobamba		Fecha: 2020-04-27	
Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por	
<b>Objetivo</b> Establecer el manejo de desechos biológicos infecciosos no desactivados: gasas, apósitos, guantes, etc.					
<b>Responsable</b> Técnico del laboratorio Personal de limpieza					
<b>Equipo de protección personal</b> Mandil					
<b>Residuos/Desecho</b> Gasas, apósitos, guantes, mascarillas, etc.					
<b>Manejo de desechos</b> Separación en la fuente y acondicionando en recipientes o funda resistente con una etiquetación Los desechos se transportarán con una debida identificación en un contenedor con tapa.					
<b>Almacenamiento</b> El almacenamiento de los desechos infecciosos será con un recipiente con tapa donde permanecerá desde la recolección interna hasta la entrega al gestor encargado como la entidad municipal. (Ministerio del Ambiente y de salud pública, 2014)					

Elaborado por: Paredes, 2020

## Manejo de corto punzantes

Tabla 22 Manejo de desechos corto punzantes

 <p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b></p> 			
<b>PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS, PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS DEL LABORATORIO DE CIENCIAS QUIMICAS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA</b>			
<b>Manejo de cortopunzantes</b>			
Código: PG-FI-011	Ciudad: Riobamba	Fecha: 2020-04-27	Página:
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por	
Manejo de cortopunzante			
<b>Responsable</b> Técnico del laboratorio Personal de limpieza			
<b>Equipo de protección personal</b> Mandil Guantes anti-cortadura			
<b>Residuos/Desecho</b> Envases o recipientes rotos contaminados con sustancias peligrosos y no peligrosas.			
<b>Manejo del residuo</b> La instalación de un recipiente especial para residuos cortopunzante con su debida etiquetación Las personas generadoras de desechos cortopunzantes deberán almacenar y verificar que el contener se encuentre debidamente cerrado.			
<b>Almacenamiento temporal</b> La personal encargado de retirar y verificar a diario el nivel de contenido. Recolectar y almacenar en un sitio de almacenamiento temporal.			

**Elaborado por:** Paredes, 2020

## Manejo de recipientes plástico o vidrios contaminado o fisurados

Tabla 23 Manejo de recipientes plástico o vidrios contaminados o fisurados

		<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>			
<b>PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS, PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS DEL LABORATORIO DE CIENCIAS QUIMICAS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA</b>					
<b>Manejo de recipientes plásticos o vidrios contaminado o fisurados.</b>					
Código: PG-FI-012		Ciudad: Riobamba		Fecha: 2020-04-27	
Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por	
Manejo de recipientes plásticos o vidrios contaminados o fisurados.					
<b>Responsable</b> Técnico del laboratorio Personal de limpieza					
<b>Equipo de protección personal</b> Mandil Guantes anti-cortadura					
<b>Residuos/Desecho</b> Envases o recipientes rotos contaminados con sustancias peligrosas y no peligrosas.					
<b>Manejo del residuo</b> Identificar la sustancia que manipula en el envase de cristal. Identificar el nivel de peligrosidad para el humano y el medio según CRETIB en la hoja de seguridad de las sustancias. Los envases de cristal fisurados o que presente el mínimo riesgo quedaran prohibido su reutilización o manipulación. Utilizar los equipos de protección personal En caso de derrame de la sustancia químicas, se realizará la limpieza del área afectada.					
<b>Almacenamiento temporal</b> Los residuos de cristal que contenga deberán ser depositados en un contenedor de plástico o metal, en el caso de sustancia.					

**Elaborado por:** Paredes, 2020

## Matriz de control

Tabla 24 Manejo del contenido de desechos

		<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>																																																			
<b>PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS DEL LABORATORIO DE CIENCIAS QUÍMICAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA</b>																																																					
<b>Manejo del contenido de desechos</b>																																																					
Código: PG-FI-012		Ciudad: Riobamba		Fecha: 2020-04-27																																																	
Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por																																																	
Página:																																																					
Matriz de control de los residuos																																																					
<b>Objetivo</b> Establecer un control interno sobre la generación de los residuos sólidos, peligrosos y no peligrosos																																																					
<b>Responsable</b> Técnico del laboratorio Personal de limpieza																																																					
<b>Equipo de protección personal</b> Matriz de control Tablero																																																					
<b>Formato:</b> <div style="text-align: center;"><b>MATRIZ</b></div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Área de trabajo</th> <th style="width: 25%;"></th> <th style="width: 25%;">C.I.</th> <th style="width: 25%;">Teléfono</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Responsable</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mes</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;"><b>GENERACIÓN DE RESIDUOS</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td colspan="2" style="text-align: center;"><b>Acciones de reducción/reuso</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>Tipo</b></td> <td style="text-align: center;"><b>Procedencia</b></td> <td style="text-align: center;"><b>Cantidad Generada (kg)</b></td> <td style="text-align: center;"><b>Acción realizada</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;"><b>Cantidad (kg)</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;"><b>Reciclaje (kg)</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;"><b>Relleno sanitario (kg)</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;"><b>Nombre o empresa gestora de Residuos</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;"><b>Observaciones</b></td> </tr> <tr> <td colspan="4">                     Vidrio y cristales                      Plástico                      Tela                      Muestras de suelo o residuos pétreos                      Papel y Cartón                      Orgánicos                      Productos químicos                      Muestras con sustancias químicas o agente patógeno                      Desechos de investigación                 </td> </tr> </tbody> </table>						Área de trabajo		C.I.	Teléfono	Responsable				Mes				<b>GENERACIÓN DE RESIDUOS</b>						<b>Acciones de reducción/reuso</b>		<b>Tipo</b>	<b>Procedencia</b>	<b>Cantidad Generada (kg)</b>	<b>Acción realizada</b>				<b>Cantidad (kg)</b>				<b>Reciclaje (kg)</b>				<b>Relleno sanitario (kg)</b>				<b>Nombre o empresa gestora de Residuos</b>				<b>Observaciones</b>	Vidrio y cristales Plástico Tela Muestras de suelo o residuos pétreos Papel y Cartón Orgánicos Productos químicos Muestras con sustancias químicas o agente patógeno Desechos de investigación			
Área de trabajo		C.I.	Teléfono																																																		
Responsable																																																					
Mes																																																					
<b>GENERACIÓN DE RESIDUOS</b>																																																					
		<b>Acciones de reducción/reuso</b>																																																			
<b>Tipo</b>	<b>Procedencia</b>	<b>Cantidad Generada (kg)</b>	<b>Acción realizada</b>																																																		
			<b>Cantidad (kg)</b>																																																		
			<b>Reciclaje (kg)</b>																																																		
			<b>Relleno sanitario (kg)</b>																																																		
			<b>Nombre o empresa gestora de Residuos</b>																																																		
			<b>Observaciones</b>																																																		
Vidrio y cristales Plástico Tela Muestras de suelo o residuos pétreos Papel y Cartón Orgánicos Productos químicos Muestras con sustancias químicas o agente patógeno Desechos de investigación																																																					

Desechos biológicos infecciosos      no desactivados Corto punzante Plástico y vidrios contaminados
---

Elaborado por: Paredes, 2020

#### **4.3.4.2 Programa 2: Capacitación y Comunicación**

**Objetivo:** Capacitar a todos los actores involucrados en el proceso de gestión de residuos

**Lugar de aplicación:** Laboratorio de Ciencias Químicas (Facultad de Ingeniería)

**Responsable:** Técnico/a de laboratorio

**El programa de capacitación contará de lo siguiente medidas:**

**Tabla 25** Programa de manejo de desechos sólidos

<b>Impacto identificado</b>	<b>Medidas Propuestas</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medio de verificación</b>	<b>Responsable</b>	<b>Frecuencia Periodo</b>	<b>Plazo</b>
Contaminación del suelo	Capacitación personal técnico y de limpieza respecto: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo de los desechos sólidos, peligrosos y no peligrosos</li> <li>• Seguridad y salud ocupacional</li> <li>• Contingencia (Protocolo de prevención, primeros auxilios y manejo de extintores)</li> </ul>	Número de participantes	Registro de asistencia	Técnico del laboratorio	Semestral	Anual
	Capacitación docentes y estudiantes respecto: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo de los desechos sólidos, peligrosos y no peligrosos</li> <li>• Seguridad y salud ocupacional</li> <li>• Concientización ambiental</li> </ul>	Número de participantes	Registro de asistencia	Técnico del laboratorio	Semestral	Anual
	Capacitación personal técnico y de limpieza respecto: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inducción de los protocolos de limpieza de contenedores y almacenamiento temporales.</li> </ul>	Número de participantes	Registro de asistencia	Técnico del laboratorio	Semestral	Anual

## Actividades del programa de capacitaciones

El programa de capacitación se enfoca en el aprendizaje, concientización y construcción para el personal técnico, limpieza, docente y estudiantes en el óptimo desarrollo que desempeñan en el laboratorio para el manejo adecuado de los desechos.

### A continuación

- **Manejo de los desechos sólidos, peligrosos y no peligrosos**

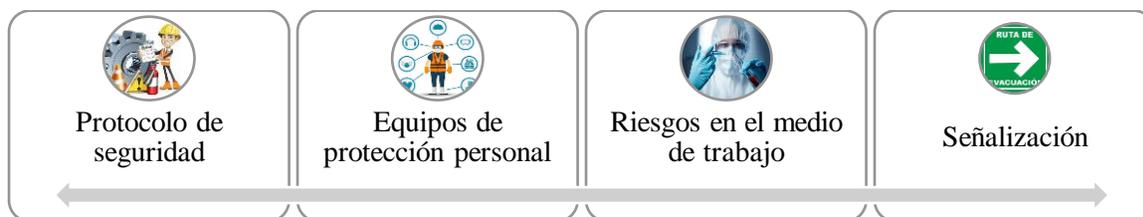
El programa de capacitación del manejo de desechos busca aportar al conocimiento y promover un conjunto de métodos y perspectivas para el mejoramiento de la calidad del ambiental, a continuación, se presentará las temáticas a presentar.



**Figura 9** Temáticas de la capacitación de manejo de desechos sólidos, peligrosos y no peligrosos  
Elaborado por: Paredes, 2020

- **Seguridad y salud ocupacional**

La actividad de seguridad y salud ocupacional promueve medidas que permitan garantizar la integridad física del personal técnico, limpieza, docente y estudiantil.



**Figura 10** Temáticas de la capacitación de seguridad y salud ocupacional  
Elaborado por: Paredes, 2020

- **Contingencia (Protocolo de prevención, primeros auxilios y manejo de extintores)**

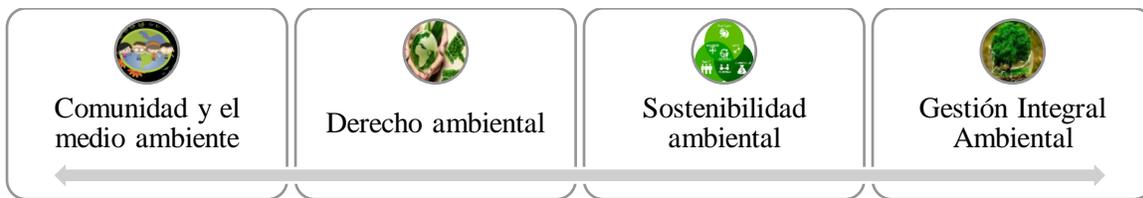
La educación sobre contingencia buscar identificar y designar responsabilidad ante eventos posibles riesgos exógenos o endógenos, por medio de capacitaciones en temáticas como:



**Figura 11** Temáticas de la capacitación en contingencia  
**Elaborado por:** Paredes, 2020

- **Educación y Concientización ambiental**

La presente capacitación se dirige a todos sectores ambientales, sociales y económicos en la búsqueda de la sostenibilidad en el mundo, desde el ámbito universitario para la valoración, respecto al medio ambiente con las siguientes temáticas:



**Figura 12** Temáticas de la capacitación en educación y concientización ambiental  
**Elaborado por:** Paredes, 2020

- **Inducción de los protocolos de limpieza de contenedores y almacenamiento temporales.**

Capacitar al personal indicado sobre los protocolos de manejo, limpieza y almacenamiento temporal de los residuos sólidos, peligrosos y no peligrosos.

Instrumentos	Codigo Organico Ambiental
	Reglamento al COA
	Acuerdo Ministerial 026 Procedimiento para registro generador de desechos peligrosos
	Manejo de manejo de residuos
	Protocolo de seguridad y salud ocupacional

**Figura 13** Temáticas de los protocolos de limpieza y almacenamiento temporal  
**Elaborado por:** Paredes, 2020

### **Minimizar el uso de productos químicos en las prácticas de laboratorio**

Se propone antes de comenzar la practica o investigación, revisar de manera estricta las guías que dispone el técnico de laboratorio, además tomar lo necesario para evitar un desperdicio de material en el procedimiento.

Dar a conocer al estudiante o investigador información que sea útil en torno a buenas prácticas ambientales en el laboratorio, además buenos hábitos de consumo lo que generara una conciencia al disponer los reactivos en cada actividad realizada.

El técnico debe sugerir utilizar las mínimas cantidades o entregar lo necesario con el fin de evitar la posterior generación de residuos y el consumo excesivo de los materiales.

### **CONCLUSIONES**

- En el laboratorio de Ciencias Químicas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo no se cuenta con un manejo integral de los residuos que aquí se producen, provenientes de las prácticas educativas que realizan los estudiantes de las diferentes carreras de Ingeniería, y las actividades de investigación
- La cantidad de residuos no peligrosos que se generan cada semestre es 834,6 kg y la cantidad de residuos peligrosos es de 2kg. Aunque las cantidades son relativamente bajas, es necesario proyectarse a futuro considerando que cada año crece la población estudiantil y de investigación y por tanto la generación de desechos peligrosos y no peligrosos.
- Los residuos que aquí se encuentran se depositan en dos contenedores la basura común y los residuos peligrosos por lo que no se hace una diferenciación entre los diferentes tipos como son los tóxicos, no tóxicos, vidrios, productos caducados entre otros.
- Se mantiene un registro de los reactivos que se consumen a lo largo del año mas no de los residuos que se producen por lo que la gestión adecuada de los mismos no se la realiza, se entrega directamente al municipio de Riobamba que actúa como gestor en la ciudad.
- Los contenedores de almacenamiento temporal de residuos no cumplen con la normativa vigente y no están dispuestos en lugares apropiados.
- Se ha determinado que existe una diversidad de sustancias químicas que se utilizan en el laboratorio de Ciencias Químicas, lo que demuestra que cada semestre las prácticas de laboratorio son distintas. Las guías de práctica de laboratorio pueden ser una herramienta útil

para estimar la cantidad de residuos que pueden producirse, lo que se facilitaría si las prácticas fueran estandarizadas.

## **RECOMENDACIONES**

- En su mayoría, las sustancias químicas utilizadas se encuentran en forma de mezclas o soluciones para las diferentes prácticas de laboratorio, por lo que se ha identificado en este estudio, que el volumen de residuos generados en el laboratorio son líquidos más que sólidos, por lo que se debería realizar una caracterización y determinar mecanismos de tratamiento pues actualmente, en los casos de ácidos, bases y sales, se recogen en botellas, y en otros se van al alcantarillado público a través de los lavabos.
- La gestión de residuos sólidos, debe tener un enfoque de mejora continua, por lo tanto, debe ser analizado de manera periódica y ajustarlo si es necesario.
- Es necesario pensar a un futuro cercano que las demandas del laboratorio deberán ser cada vez más crecientes por lo que la infraestructura requiere de espacios disponibles y adecuados para la gestión integral de residuos sólidos y líquidos, peligrosos y no peligrosos.

## BIBLIOGRAFÍA

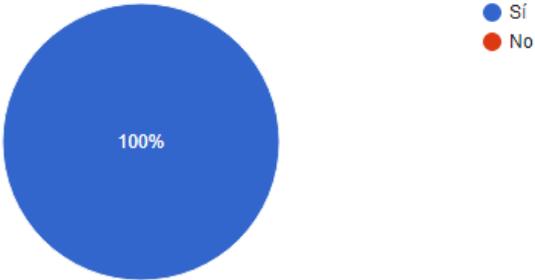
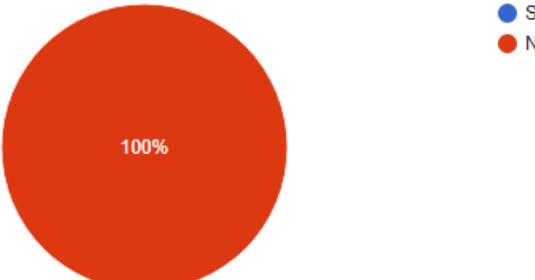
- Organización Mundial de la Salud. (2011). *Manual de procedimientos para la gestión integral de los residuos generados en los establecimientos de salud y afines*. . Asunción.
- Acuerdo Ministerial 061. (2015). Quito: Ministerio de Ambiente de Ecuador .
- Acuerdo Ministerio 5186. (2014). *Reglamento interministerial de gestión de desechos sanitario*.
- Chen, Y.-Y., Del Valle, M. A., & Valdebenito, N. (2015). *Mediciones y métodos de uso común en el laboratorio de Química*. Santiago de Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile.
- (2012). *Constitución de la República del Ecuador*. Quito: Asamblea Nacional Constituyente.
- Escalona Guerra, E. (2014). Daños a la salud por mala disposición de residuales sólidos y líquidos en Dili , Timor Leste. *Scielo*.
- Espinoza Lema, S. E., & Llanez Iñiguez, J. A. (2018). *Interacción entre la respuesta social y la aplicación técnica de un sistema de manejo de desechos sólidos* . Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo.
- Gadea Carrera, E., & Guardino Solá, X. (2014). *NTP 276: Eliminación de residuos en el laboratorio: procedimientos generales*. Córdova: Mnisiterio de Trabajo y Asuntos sociales de Córdova.
- González González, M. A. (2018). *Manejo de Desechos Sólidos en la escuela oficial urbana mixta 824 y 825, ciudad Peronia, Villa Nueva, Guatemala*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Hernández Flechas, S., & Corredor González, L. R. (2016). Reflexiones sobre la importancia económica y ambiental del manejo de residuos en el siglo XXI. *Revista de Tecnología / Journal of Technology*.
- INEC. (2018). *Documento metodológico de la Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales*. Quito: Ecuador en cifras.
- INEN. (2014). *Gestión ambiental. Estandarización de colores para recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos*. Quito.

- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España. (2019). *NTP 276: Eliminación de residuos en el laboratorio: procedimientos generales*. INSST.
- Lindao Caizaguano, D. I., & Quisnancela Cabay, E. L. (2014). *Aprovechamiento y potencial energético de los desechos sólidos urbanos generados en el cantón Guayaquil, en base a su identificación y caracterización*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Loayza Pérez, J. E. (2005). Gestión de Residuos en los Laboratorios de Química . *Revista de QUÍMICA Facultad de Química e Ingeniería Química de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos* . , 8.
- Maldonado, J. C., Beltrán Flandoli, A. M., Ortiz León, C., & Velásquez Benavides, A. V. (2019). Laboratorios universitarios: Experimentación e innovación. Caso MediaLab UTPL. *Revista Latina de Comunicación Social*.
- Ministerio de Ambiente. (2015). *Acuerdo Ministerial 061 Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente*. Quito.
- Ministerio de Ambiente. (2017). *Código Orgánico del Ambiente*. Quito.
- Ministerio de Ambiente de Ecuador. (2017). *Código Orgánico del Ambiente*. Quito: Ley 0 Registro Oficial Suplemento 983 de 12-abr.-2017.
- Ministerio de Ambiente de Ecuador. (2018). *Acuerdo Ministerial 061*. Quito.
- Ministerio de Salud. (2015). *Ley Orgánica de Salud* . Quito.
- Ministerio del Ambiente y de salud pública. (2014). *Reglamento interministerial de gestión de desechos sanitarios*. Quito.
- NTE INEN 2841. (2014). *Gestión Ambiental. Estandarización de colores para recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos. Requisitos*. Quito: Norma Técnica Ecuatoriana.
- ONU. (2019). *Taller Regional: Instrumentos para la implementación efectiva y coherente de la dimensión ambiental de la agenda de desarrollo*. San José: Coordinación Regional Químicos y Residuos, América Latina y el Caribe .
- Santana Moncayo, C. A., & Aguilera Peña, R. G. (2017). *Fundamentos de la Gestión Ambiental*. Samborondón - Ecuador: Universidad ECOTEC.

- Solíz Torres, M. F. (2015). Ecología política y geografía crítica de la basura en el Ecuador. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, 25.
- Tchobanoglous, G., Thiesen, H., & Vijil A, S. (1998). *Gestión Integral de residuos sólidos*. España: Mc Graw Hill.
- UNACH. (2013). *EL ESTATUTO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO, UNACH*. Riobamba: Resolución RPC-SO-36-No. 373-2013.
- Universidad de Córdoba. (18 de marzo de 2020). *Gestión de residuos peligrosos en la Universidad de Córdoba*. Obtenido de <http://www.uco.es/servicios/sepa/es/residuos-de-laboratorio>
- Universidad de Valencia. (18 de marzo de 2020). *Servicio de Prevención y Medio Ambiente* . Obtenido de <https://www.uv.es/uvweb/servicio-prevencion-medio-ambiente/es/medio-ambiente/area-medio-ambiente/residuos-laboratorio/sistema-recogidas-1285902695195.html>
- Vera Solano, J. A. (2015). *Formulación de una propuesta metodológica para la gestión integral de residuos químicos peligrosos en instituciones de educación superior*.

## ANEXOS:

**Anexo 1.** Resultados de la encuesta aplicada al técnico del laboratorio de ciencias químicas.

<b>Orientación:</b> La encuesta está dirigida al técnico de laboratorio y/o personal encargado del manejo de desechos en el laboratorio de Ciencias Químicas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo.							
1.- ¿Mantiene usted un registro de las sustancias químicas utilizadas en el laboratorio?	 <p>A pie chart with a single blue segment representing 100%. A legend to the right shows a blue dot for 'Si' and a red dot for 'No'.</p> <table border="1"><thead><tr><th>Respuesta</th><th>Porcentaje</th></tr></thead><tbody><tr><td>Si</td><td>100%</td></tr><tr><td>No</td><td>0%</td></tr></tbody></table>	Respuesta	Porcentaje	Si	100%	No	0%
Respuesta	Porcentaje						
Si	100%						
No	0%						
2.- ¿Mantiene usted un registro de los desechos generados en estas instalaciones?	 <p>A pie chart with a single red segment representing 100%. A legend to the right shows a blue dot for 'Si' and a red dot for 'No'.</p> <table border="1"><thead><tr><th>Respuesta</th><th>Porcentaje</th></tr></thead><tbody><tr><td>Si</td><td>0%</td></tr><tr><td>No</td><td>100%</td></tr></tbody></table>	Respuesta	Porcentaje	Si	0%	No	100%
Respuesta	Porcentaje						
Si	0%						
No	100%						
3.- ¿Qué hace usted con los desechos generados en el laboratorio?	La cantidad que se genera es baja y se deposita en una caja pequeña forrada con plástico de color rojo, se rotula con el nombre del laboratorio, peso total y fecha, cuando está llena se entrega en una bodeguita como centro de acopio de la universidad, ubicada en la facultad de Ciencias de la Salud. El carro del municipio realiza el retiro en este lugar un día específico de la semana para su disposición final.						

<p>4.- ¿Conoce usted que disposición o tratamiento de le debe dar a estos desechos?</p>	 <p>100%</p> <p>● Si ● No</p>
<p>Al ser residuos peligrosos su destino sería un relleno de seguridad o un relleno sanitario que permita disponerlos de forma segura tanto ambiental como sanitariamente.</p>	
<p>5.- ¿Conoce usted la normativa vigente para la disposición y tratamiento de estos desechos?</p>	 <p>100%</p> <p>● Sí ● No</p>
<p>El código orgánico del ambiente COA que es la ley que regula la gestión de residuos.</p>	

**Anexo 2.** Resultados de la entrevista aplicada la dirección de Gestión Ambiental, Salubridad e Higiene del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Riobamba

<p><b>Orientación:</b> La encuesta está dirigida director de Gestión Ambiental, Salubridad e Higiene del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Riobamba</p>	
<p><b>1.- ¿El GADM de la ciudad de Riobamba gestiona los residuos sólidos peligrosos?</b></p>	<p>Si, el GADM de la ciudad de Riobamba gestiona los residuos sólidos peligrosos</p>
<p><b>2.- ¿Cómo se realiza la recolección de los desechos sólidos peligrosos en las instituciones de educación superior en la ciudad de Riobamba?</b></p>	<p>Mediante un vehículo recolector especial para estos residuos</p>
<p><b>3.- ¿Con qué frecuencia se realiza la recolección?</b></p>	<p>Frecuencia diaria de lunes a viernes</p>
<p><b>4.- ¿Cómo se gestionan los desechos sólidos peligrosos?</b></p>	<p>En la actualidad mediante un Gestor con licencia ambiental</p>

<p><b>5.- ¿Cómo son los procedimientos de gestión de los residuos sólidos peligrosos?</b></p>	<p>La gestión inicia con la generación por parte de centro de salud, centros veterinarios y otros, el gestor realiza la recolección, transportación, tratamiento y disposición final del residuo.</p>
<p><b>6.- ¿Cuál es la disposición final de dichos residuos?</b></p>	<p>Luego del tratamiento o descontaminación, el residuo final va a un relleno sanitario</p>

**Anexo 3. Proceso de clasificación de residuos solidos peligrosos**



*Fotografía: Paredes 2020*

*Lugar: laboratorio de CC.QQ UNACH*

**Anexo 4. Residuos peligrosos ya clasificados**



*Fotografía: Paredes 2020*

*Lugar: laboratorio de CC.QQ UNACH*

**Anexo 5.** Pesaje de los residuos peligrosos en el laboratorio.



*Fotografía: Paredes 2020*

*Lugar: laboratorio de CC.QQ UNACH*