



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

“ELABORACIÓN DE UNA PROPUESTA PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS EN LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”

Trabajo de titulación:

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

AUTOR: ALEXANDER FABIÁN GUEVARA SANCHEZ

DIRECTORA: DRA. RAFAELA VITERI UZCÁTEGUI

Riobamba – Ecuador

2020

© 2020, Alexander Fabián Guevara Sánchez

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, **Alexander Fabián Guevara Sánchez**, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos y originales.

Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación. El patrimonio intelectual del Trabajo de titulación, pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 5 de octubre de 2020

Alexander Fabián Guevara Sánchez
180380740-1

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto Técnico, Elaboración de una propuesta para la gestión integral de los residuos sólidos peligrosos en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, realizado por el señor Alexander Fabián Guevara Sánchez, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. María Soledad Núñez Moreno PRESIDENTA DEL TRIBUNAL	_____	2020-10-05
Dra. María Rafaela Viteri Uzcátegui DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	_____	2020-10-05
Dra. Lourdes Janneth Jara Samaniego MIEMBRO DEL TRIBUNAL	_____	2020-10-05

DEDICATORIA

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy, muchos de mis logros se los debo a ustedes. Me formaron con reglas y algunas libertades, pero al final de cuentas me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

Alexander

AGRADECIMIENTO

A mi institución, por brindarme la oportunidad de formarme como un profesional; a mis maestros por transmitirme todo su conocimiento; a mi amada esposa por su apoyo incondicional; a mi hijo por su amor infinito; y a todas aquellas personas y familiares que han sido parte de este logro.

Alexander

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO.....	4
1.1. Residuos.....	4
1.1.2. Clasificación de los residuos.....	4
1.1.2.1. Según su estado físico.....	4
1.1.2.2. Según la actividad.....	5
1.1.2.3. Según su composición.....	5
1.1.2.4. Según el Marco Legal.....	5
1.1.3. Residuos sólidos peligrosos.....	6
1.1.3.1. Impacto de forma local.....	7
1.1.3.2. Impacto de forma global.....	7
1.1.4. Peligrosidad de los residuos.....	7
1.1.4.1. Corrosivo.....	8
1.1.4.2. Reactivo.....	8
1.1.4.3. Tóxico.....	8
1.1.4.4. Inflamable.....	9
1.1.4.5. Biológico infeccioso.....	9
1.1.4.6. Explosividad.....	9
1.1.4.7. Radioactividad.....	10
1.2. Gestión de Manejo Integral de Residuos.....	10
1.2.1. Figuras Básica en la Gestión de Residuos.....	10
1.2.2. Jerarquización de la Gestión de residuos.....	11
1.2.2.1. Prevención y minimización.....	11
1.2.2.2. Estudios de minimización.....	12
1.2.2.3. Reutilización.....	12
1.2.2.4. Reciclaje.....	12
1.2.2.5. Aprovechamiento.....	12

1.2.2.6.	<i>Disposición final</i>	13
1.2.3.	<i>Proceso para la gestión de residuos</i>	13
1.2.3.1.	<i>Identificación</i>	13
1.2.3.2.	<i>Clasificación</i>	14
1.2.3.3	<i>Separación y Manipulación</i>	15
1.2.3.4.	<i>Recogida</i>	15
1.2.3.5.	<i>Almacenamiento</i>	16
1.2.3.6.	<i>Tratamiento</i>	16
1.2.3.7.	<i>Transferencia y transporte</i>	16
1.2.3.8.	<i>Disposición final</i>	16
1.2.4.	<i>Consecuencias de un manejo inadecuado de los residuos sólidos peligroso</i>	17
1.3.	<i>Producción Más Limpia (PML)</i>	18
1.3.1.	<i>Conceptos básicos de PML</i>	18
1.4.	<i>Marco Legal</i>	20
1.4.1.	<i>Constitución de la República del Ecuador</i>	20
1.4.2.	<i>Tratados y Convenios Internacionales</i>	20
1.4.2.1.	<i>Convenio de Basilea</i>	20
1.4.3.	<i>Decretos y Reglamentos</i>	21

CAPÍTULO II

2.	<i>METODOLOGÍA</i>	22
2.1.	<i>Zona de estudio</i>	22
2.1.1.	<i>Lugar de la investigación</i>	22
2.1.1.1.	<i>Objeto de estudio</i>	22
2.1.1.2.	<i>Área de influencia directa</i>	22
2.1.1.3.	<i>Área de influencia indirecta</i>	23
2.2.	<i>Tipo de investigación</i>	23
2.2.1.	<i>Esquema del proceso</i>	24
2.2.2.	<i>Marco metodológico</i>	24
2.2.2.1.	<i>Identificación de los puntos de generación de residuos sólidos peligrosos</i>	25
2.2.2.2.	<i>Caracterización de los residuos sólidos peligrosos</i>	26
2.2.2.3.	<i>Cuantificación de los residuos sólidos peligrosos</i>	28
2.2.2.4.	<i>Elaboración de un plan de gestión integral para de recolección, almacenamiento y disposición final de residuos sólidos peligrosos</i>	29

CAPÍTULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
3.1.	Puntos de generación de residuos sólidos peligrosos.	32
3.1.1.	<i>Facultad de Salud Pública</i>	33
3.1.2.	<i>Facultad de Ciencias</i>	34
3.1.3.	<i>Facultad de Mecánica</i>	37
3.1.4.	<i>Facultad de Informática y Electrónica</i>	38
3.1.5.	<i>Facultad de Recursos Naturales</i>	39
3.1.6.	<i>Facultad de Ciencias Pecuarias</i>	39
3.1.7.	<i>Bodega central ESPOCH</i>	41
3.1.8.	<i>Taller Mecánico ESPOCH</i>	41
3.1.9.	<i>Centro de Atención en Salud Integral ESPOCH</i>	42
3.2.	Caracterización de los residuos sólidos peligrosos	42
3.2.1.	<i>Facultad de Salud Pública</i>	43
3.2.2.	<i>Facultad de Ciencias</i>	44
3.2.3.	<i>Facultad de Mecánica</i>	46
3.2.4.	<i>Facultad de Informática y Electrónica</i>	46
3.2.5.	<i>Facultad de Recursos Naturales</i>	47
3.2.6.	<i>Facultad de Ciencias Pecuarias</i>	48
3.2.7.	<i>Bodega central ESPOCH</i>	49
3.2.8.	<i>Taller Mecánico ESPOCH</i>	49
3.2.9.	<i>Centro de Atención en Salud Integral ESPOCH</i>	50
3.3.	Cuantificación de los Residuos Sólidos Peligrosos	50
3.3.1.	<i>Salud Pública</i>	51
3.3.2.	<i>Ciencias</i>	52
3.3.3.	<i>Mecánica</i>	53
3.3.4.	<i>Facultad de Informática y Electrónica</i>	54
3.3.5.	<i>Recursos Naturales</i>	55
3.3.6.	<i>Ciencias Pecuarias</i>	56
3.3.7.	<i>Bodega Central</i>	57
3.4.	Plan de manejo integral para los residuos sólidos peligrosos en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.	61
	CONCLUSIONES	78
	RECOMENDACIONES	79
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Clasificación para el almacenamiento de los residuos sólidos	15
Tabla 1-2: Matriz de identificación de los puntos de generación de residuos sólidos peligrosos .	25
Tabla 2-2: Matriz de caracterización de los residuos sólidos peligrosos	26
Tabla 3-2: Laboratorios y dependencias que forman parte de las facultades de la ESPOCH....	28
Tabla 4-2: Direcciones que forman parte de la ESPOCH.....	29
Tabla 5-2: Matriz de cuantificación de los residuos sólidos peligrosos.....	29
Tabla 1-3: Facultades y Direcciones Administrativas que forman parte de la ESPOCH	32
Tabla 2-3: Puntos de generación de RESPEL - Facultad de Salud Pública.....	34
Tabla 3-3: Puntos de generación de RESPEL - Facultad de Ciencias	35
Tabla 4-3: Puntos de generación de RESPEL - Facultad de Mecánica	37
Tabla 5-3: Puntos de generación de RESPEL – Informática y Electrónica	38
Tabla 6-3: Puntos de generación de RESPEL – Recursos Naturales.....	39
Tabla 7-3: Puntos de generación de RESPEL – Ciencias Pecuarias.....	40
Tabla 8-3: Puntos de generación de RESPEL – Bodega Central ESPOCH.....	41
Tabla 9-3: Puntos de generación de RESPEL – Taller mecánico ESPOCH.....	41
Tabla 10-3: Puntos generación de RESPEL–Centro de Atención en Salud Integral ESPOCH.	42
Tabla 11-3: Riesgo de RESPEL – Facultad de Salud Pública	44
Tabla 12-3: Riesgo de RESPEL - Facultad de Ciencias	45
Tabla 13-3: Riesgo de RESPEL - Facultad de Mecánica	46
Tabla 14-3: Riesgo de RESPEL - Facultad de Informática y Electrónica	47
Tabla 15-3: Riesgo de RESPEL - Facultad de Recursos Naturales	47
Tabla 16-3: Riesgo de RESPEL - Facultad de Ciencias Pecuarias	48
Tabla 17-3: Riesgo de RESPEL - Bodega central ESPOCH	49
Tabla 18-3: Riesgo de RESPEL - Taller mecánico ESPOCH	49
Tabla 19-3: Riesgo de RESPEL - Centro de Atención en Salud Integral ESPOCH.....	50
Tabla 20-3: Matriz de registro de residuos sólidos peligrosos generados.....	72
Tabla 21-3: Matriz de registro de almacenamiento de residuos peligrosos	75
Tabla 22-3: Matriz de Almacenamiento institucional temporal para los RESPEL.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Jerarquización de la gestión de residuos	11
Figura 2-1: Implementación de la Producción Más Limpia..	20
Figura 1-2: Ubicación geográfica del área de estudio	23
Figura 2-2: Esquema del proceso.....	24
Figura 1-3: Esquema del proceso - Gestión de Residuos Peligroso	63
Figura 2-3: Etiqueta para residuos sólidos peligrosos	69
Figura 3-3: Grado de peligrosidad de una sustancia.....	70
Figura 4-3: Anexo K - Matriz de incompatibilidades químicas.....	71
Figura 5-3: Área de almacenamiento para residuos peligrosos	73
Figura 6-3: Recorrido de recolección de residuos sólidos peligrosos.....	76

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3: Cuantificación de residuos peligrosos - Salud Pública.....	52
Gráfico 2-3: Cuantificación de residuos peligrosos - Ciencias	53
Gráfico 3-3: Cuantificación de residuos peligrosos - Mecánica	54
Gráfico 4-3: Cuantificación de residuos peligrosos - Informática y Electrónica.....	55
Gráfico 5-3: Cuantificación de residuos peligrosos - Recursos Naturales.....	56
Gráfico 6-3: Cuantificación de residuos peligrosos - Ciencias Pecuarias.....	57
Gráfico 7-3: Cuantificación de residuos peligrosos - Bodega Central.....	58
Gráfico 8-3: Cuantificación de residuos peligrosos - Taller Mecánico	59
Gráfico 9-3: Cuantificación de residuos sólidos peligrosos - Centro de Atención en	60
Gráfico 10-3: Cuantificación de los Residuos Sólidos Peligrosos.....	61

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A Memoria fotográfica de la identificación de lugares, paisaje y caracterización

ANEXO B Cuantificación de residuos sólidos peligrosos ESPOCH

RESUMEN

En el presente trabajo investigativo se elaboró una propuesta de gestión integral de residuos sólidos peligrosos para la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Para esto se identificó los puntos de generación de residuos sólidos peligrosos en las 6 facultades y 3 direcciones de la institución, se caracterizaron los residuos sólidos peligrosos de acuerdo con el código CRITB, establecido en la legislación actual vigente y finalmente se cuantificaron los residuos sólidos peligrosos correspondientes al período académico octubre 2017 – marzo 2018. En función a información recolectada se elaboró una propuesta adecuada para la Gestión Integral de dichos residuos. Se identificó que la facultad de Ciencias es la que más residuos sólidos peligrosos produce con 1152,94 kg, seguida de las facultades de Informática y Electrónica con 862 kg, Ciencias Pecuarias y Salud Pública con 477.712 kg y 424.73 kg respectivamente. En un segundo grupo se encuentra la facultad de Recursos Naturales – 248,6 kg, el taller mecánico - 216 kg y el Centro de Atención en Salud Integral – 116,9 kg. Los residuos sólidos peligrosos generados por la facultad de Ciencias son, en su mayoría recipientes de vidrio y plástico contaminados con agentes químicos y biológicos. En el caso de la facultad de Ciencias Pecuarias estos son objetos cortopunzantes y recipientes que están contaminados con residuos de cadáveres de animales enfermos retirados de camales, veterinarias y granjas. Mientras que en Salud Pública la contaminación proviene de fluidos corporales como la sangre y sus derivados. Los residuos sólidos peligrosos identificados en las distintas facultades y dependencias institucionales presentan al menos una característica de peligrosidad CRITB. El plan de manejo de residuos sólidos peligrosos implica la implementación de actividades enfocadas a la minimización de la generación de residuos previo al manejo propiamente dicho de éstos. Las actividades de manejo planteadas se enfocaron en dar un seguimiento adecuado a los residuos desde que estos se generan hasta su almacenamiento temporal previo a su disposición final.

Palabras clave: <INGENIERÍA AMBIENTAL>, <RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS>, <CÓDIGO CRITB> <MANEJO DE RESIDUOS>, <GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS>.

LUIS
ALBERTO
CAMINOS
VARGAS

Firmado digitalmente por
LUIS ALBERTO CAMINOS
VARGAS
Nombre de
reconocimiento (DN):
c=EC, l=RIOBAMBA,
serialNumber=060276697
4, cn=LUIS ALBERTO
CAMINOS VARGAS
Fecha: 2020.09.22
09:24:09 -05'00'



0311-DBRAI-UPT-2020

ABSTRACT

The purpose of the current research work was to implement an integral management proposal for hazardous solid waste at Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. For this, it was necessary to identify the generation of hazardous solid waste in the 6 faculties and 3 directive offices of the institution. The hazardous solid waste was characterized according to CRITB code which is established in the current legislation in force, then the hazardous solid waste corresponding to the academic period October 2017 – March 2018 was quantified. Based on information collected, an appropriate proposal for the Integral Management of such waste was implemented. It was identified that the Faculty of Science is the one that produces more hazardous solid waste with 1152,94 Kg, followed by the Faculties of Informatics and Electronics with 862 Kg, Animal Science with 477,712 Kg and Public Health with 424.73 Kg. In the second group is the Faculty of Natural Resources – 248,6 Kg, the mechanic workshop – 216 Kg and the Integral Health Care Center – 116.9 kg. The hazardous solid waste generated by the Faculty of Science is mostly glass and plastic containers which are contaminated with chemical and biological agents. Regarding to the Animal Science Faculty there are sharp-edged objects and containers which are contaminated with remnants of ill animal carcasses found in slaughterhouses, veterinary clinics and farms. While in the Public Health Faculty, the contamination comes from body fluids such as blood and its derivatives. The hazardous solid waste identified in the different faculties and institutional facilities reflects, at least, a characteristic of dangerousness (CRITB). The plan for handling hazardous solid waste implies the implementation of activities focused on minimizing the generation of waste prior its handling. The handling activities proposed were focused on the adequate monitoring of waste from the time it is generated until its temporal storage, prior to its final disposal.

Key words: <Environmental Engineering>, <Hazardous solid waste>, <CRITB code>, <Waste Handling>, <Integral management of waste>

INTRODUCCIÓN

El desconocimiento existente con respecto a la contaminación ambiental y sus consecuencias en la salud humana debido a la generación y mal manejo de residuos peligrosos ha ocasionado la preocupación de los líderes mundiales. Siendo las actividades industriales una de las principales responsables de contaminar el ambiente, esto ha derivado en una problemática que impacienta a toda la población. Debido a que se afecta de forma directa a todas las formas de vida que habitan el planeta, ya que se altera el equilibrio ecológico por la ingente cantidad de residuos contaminantes que se producen día tras día (Castillo & Romero, 2012).

En el caso de los residuos peligrosos estos se generan a partir de una gran variedad de actividades industriales, agrícolas, de investigación, producción energética, minería, hospitalarias entre otras. Los procesos que se realizan en dichas actividades generan un sin número de residuos de naturaleza sólida, pastosa, líquida o gaseosa, los cuales se caracterizan por ser de tipo corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico o infeccioso. Estas características ocasionan riesgos para la salud humana y el ambiente (Espinosa et al., 2001).

Dentro de las actividades de investigación que se realizan en instituciones públicas, privadas y educativas se tiene la presencia de residuos sólidos peligrosos que requieren de un manejo adecuado que proteja la salud de las personas que allí laboran y el ambiente circundante. En el caso de las instituciones educativas los principales generadores de residuos peligrosos son los laboratorios, residuos que presentan características tóxicas y de alta peligrosidad. Por lo que una incorrecta identificación o almacenamiento representa un riesgo para las personas que realizan sus distintas actividades (Gadea, 2005).

Dichos residuos son variados y representan un gran problema, producto de la matriz compleja que los constituye. Por tal razón, se tiene una mayor dificultad al momento de darles un tratamiento adecuado, al compararlos con otro tipo de residuos como los industriales o domésticos, ya que se tiene una mayor dificultad al momento de determinar sus constituyentes (Lou & Chang, 2007). Esta limitación que se presenta se debe a los altos costos de los métodos de análisis que se requieren implementar, por su complejidad y diversidad (Li et al., 1999).

Un correcto control, tratamiento y eliminación de los residuos peligrosos generados ayuda a tener unas condiciones idóneas de estudio, investigación y trabajo, por lo que una adecuada gestión es un factor importante a ser considerado por las instituciones educativas. El tipo de tratamiento y gestión de los residuos peligrosos dependerá de varios factores entre los más importantes se tiene sus características y peligrosidad, así como la posibilidad de ser recuperados, reutilizados o reciclados, que para algunos productos puede ser recomendable (Berrio et al., 2012).

A pesar de existir opciones de manejo para este tipo de residuos, como ya se indicó estos pueden tener características muy variables y generarse en distintas cantidades, características que inciden de forma directa al momento de elegir los procedimientos adecuados para ser eliminados. De la

misma manera, se debe considerar cuan fácil es su neutralización, la inversión requerida para su tratamiento, la disponibilidad de las instalaciones adecuadas para su ejecución y alternativas opcionales (Gadea & Guardino, 2004).

La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Campus Riobamba en la actualidad presenta un aumento en la generación de residuos peligrosos debido a la integración de nuevas carreras y el mejoramiento de las existentes. Por tal razón se requiere generar un Plan de Gestión, mismo que brinde las directrices necesarias para un adecuado manejo, optimización, almacenamiento y disposición final de los residuos. Con este fin se procura realizar un instrumento que promueva y ayude a la implementación de la normatividad legal vigente “Acuerdo Ministerial No. 061 publicado en el Registro Oficial No 316 el 04 de mayo de 2015 – REFORMA DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA”. Fundamentándose en un conciencia y responsabilidad tanto social como ambiental. Fomentando el uso y aplicación de metodologías de manejo verdes y limpias para todo el proceso hasta alcanzar una la disposición final controlada.

De tal manera que se tenga un ambiente de responsabilidad ante dicha problemática, ocasionada por una inadecuada disposición de estos residuos por parte de las fuentes generadoras. Además de lo mencionado anteriormente, como parte del presente plan se determinará de forma cuantitativa cual es el estado actual de los residuos peligrosos existentes en laboratorios, centros de investigación y bodegas de las diferentes dependencias institucionales. Siendo identificados en función al “Acuerdo Ministerial N°142 - Listados Nacionales de Desechos Peligrosos del Ministerio del Ambiente, considerando el código CRITB (Corrosivas, Reactivas, Inflamable, Toxicas y Biológicas). Así el plan propuesto será una herramienta que le permitirá a la institución estar al día con todas sus obligaciones como generador de residuos peligrosos ante las autoridades reguladoras y de control.

Justificación de la investigación

Las actividades académicas, docentes y de investigación que se realizan en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo utilizan una variada cantidad de productos como reactivos y soluciones para realizar diversas operaciones. Mismas que genera una inmensa variedad de residuos, los cuales en gran parte de los casos son de tipo peligrosos tanto para la salud de las personas como para el ambiente donde son desechados. Por tal razón es necesario incluir en la institución, un programa o plan de gestión de residuos peligrosos mediante el cual se dé una adecuada protección de la salud y del ambiente. De esta manera se podrá tener unas condiciones idóneas de estudio, investigación y trabajo en los laboratorios, talleres, y demás dependencias de

la institución. Además de estar en la capacidad de dar cumplimiento con la normativa ambiental vigente enmarcándose en los principios básicos de protección y sustentabilidad,

Las autoridades que conforman la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo deben estar conscientes de que en las distintas dependencias institucionales se ejecutan un sin número de actividades que utilizan y operan una enorme cantidad de materiales peligrosos y no peligrosos. Por lo que es necesario el estudio y adopción de modelos de manejo y gestión que consideren la variable ambiental. Con el presente escenario, en el que son participes tanto estudiantes, docentes y personal administrativo, la institución debe tener un papel preponderante, puesto que en sus instalaciones se forman empresarios, políticos, técnicos, en general los profesionales del futuro.

Por tal razón resulta imperativo que en dicha formación sin importar cual sea la carrera se incluya entre sus objetivos el respeto por al ambiente. Esto se puede alcanzar principalmente con el ejemplo, donde los estudiantes se han testigos del correcto manejo de los residuos, sobre todo los peligrosos. Con la presente propuesta de gestión integral de los residuos sólidos peligrosos se busca encontrar una solución al problema que aqueja a la institución, reduciendo al mínimo la generación de los agentes causantes del deterioro ambiental y su adecuado control cuando no sea posible su eliminación.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

General

Elaborar una propuesta de gestión integral de residuos sólidos peligrosos en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Específicos:

- Identificar los puntos de generación de residuos sólidos peligrosos.
- Caracterizar los residuos sólidos peligrosos generados.
- Elaborar un plan de manejo para recolección, almacenamiento y disposición final de residuos sólidos peligrosos.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Residuos

El concepto de residuos ha evolucionado a lo largo de los años, debido a que es un término que está relacionado con el nivel de vida y la actividad económica, por lo que la percepción del emisor puede variar siendo desde cualquier desecho inservible refiriéndose a todo material no deseado y del que se tiene intención de deshacer, o también, se puede definir como todo material que no tiene un valor directo y que es desechado por su generador, donde estas valoraciones siguen el lineamiento de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE): “Los residuos son aquellas materias generadas en las actividades de producción y consumo que no han alcanzado un valor económico en el contexto que son producidas” (FACC, 2008).

Sin embargo, estas definiciones no toman en cuenta el potencial de reciclaje, ya que los residuos al mismo tiempo pueden ser materia prima en otros procesos. (Benavides, 1993).

1.1.2. Clasificación de los residuos

El desarrollo industrial y la tecnología se relacionan directamente con los diversos residuos generados, muchos de estos elementos pueden tener valor económico. La composición de los residuos puede variar de acuerdo con las condiciones de tiempo y lugar, por lo cual no hay una única clasificación sino según el propósito de clasificación (Pontón & Salazar, 2017).

1.1.2.1. Según su estado físico

De acuerdo a Pontón y Salazar (2017) según su estado físico los residuos tienen la siguiente clasificación:

Sólido. Independiente de su origen generalmente son factibles de reutilizar, recuperar, o reciclar.

Líquido. No se consideran las descargas al alcantarillado o al cauce.

Gaseoso. No se consideran cuando son emitidos a la atmósfera.

1.1.2.2. Según la actividad

De acuerdo con lo establecido por Bonilla & Núñez (2012), según la actividad los residuos tienen la siguiente clasificación.

Urbanos o municipales. Son los residuos provenientes de los hogares y/o comunidades.

Industriales. Se trata de los residuos provenientes de un proceso de manufactura o transformación de materia prima y que no tiene valor como producto final; en la mayoría de los casos se requiere de tecnologías de costos elevados para su aprovechamiento.

Agrícolas y ganaderos. Son los que provienen de la agricultura, ganadería y pesca, pero pueden tener características diversas dependiendo de la actividad realizada.

Forestales. Se originan en la limpieza de bosques, parques, durante las actividades de poda, tala, etc.

Sanitarios. Son los relacionados con el área de salud, tanto de hospitales clínicas, laboratorios médicos incluso las veterinarias; compuesto por todos residuos que se generan como resultado del diagnóstico, tratamiento o inmunización del paciente.

Mineros. Todos aquellos que se originan durante la actividad minera, los cuales pueden proceder de cualquier etapa del proceso.

Radiactivos. Es todo material que fue utilizado o está contaminado con nucleídos radiactivos en concentraciones elevadas.

Construcción y demolición. Todo residuo básicamente inerte que proviene de obras constructivas y demolición.

1.1.2.3. Según su composición

Por su composición, Pontón & Salazar (2017) detallan la siguiente clasificación.

Orgánicos. Se considera a todo desecho de origen biológico.

Inorgánicos. Aquellos desechos sin origen biológico, de carácter industrial o un proceso forzado.

Mezclas. Se considera a todo residuo proveniente de la mezcla de otros.

1.1.2.4. Según el Marco Legal

Según el (MAE, 2015) clasifica a los residuos de la siguiente manera.

No peligroso. Son aquellos residuos generados en cualquier punto de la actividad y que no presenten riesgo para la salud y/o el ambiente; generalmente no tienen valor para el generador, pero puede ser aprovechado o transformado adquiriendo un valor agregado. Y estos pueden clasificarse como: Biodegradables, reciclables, inertes, ordinarios y comunes.

Peligroso. Son aquellos residuos que puede tener características: corrosivas, reactivas explosivas, tóxicas, inflamables, biológicas, las cuales puede ocasionar daños a la vida, también se consideran los envases empaque embalaje que hayan tenido contacto.

Especiales. son aquellos residuos que sin ser necesariamente peligrosos, por su naturaleza, pueden causar un impacto a la salud y/o ambiente. Estos se encuentran en el Listado Nacional de Desechos Especiales.

1.1.3. Residuos sólidos peligrosos

Los residuos sólidos son un contribuyente más al deterioro ambiental tanto en aspectos edafológicos, hídricos, atmosféricos y su interrelación con la biodiversidad, peor aún si es un desecho contaminado industrialmente ya que este será o contendrá sustancias potencialmente peligrosas e incompatibles con la naturaleza produciendo impactos de forma local y global (García, 2015).

Los residuos sólidos que satisfacen cualquiera de los siguientes criterios son considerados peligrosos y están sujetos a reglamentación por parte de la EPA:

- Poseen una o más de las siguientes características de peligrosidad: inflamabilidad, corrosividad, reactividad y toxicidad.
- Están incluidos en una de las listas de residuos peligrosos de la EPA.
- Son una mezcla de residuos peligrosos y no peligrosos listados sólo por una característica (por ejemplo: agua sucia mezclada con solventes orgánicos).
- Proviene del tratamiento, almacenaje, o desecho de un residuo peligroso (por ejemplo: ceniza de incineración o polvo de control de emisiones).
- Son tierra, agua subterránea, o sedimento (elementos ambientales) contaminados con residuo peligroso.
- Son objetos manufacturados, material vegetal o animal, o material geológico natural (ruinas) destinados a desecharse que contienen residuo peligroso (por ejemplo: concreto, ladrillos, equipo industrial, rocas y pasto) (Peñuela & Pedraza, 2016).

1.1.3.1. Impacto de forma local

De forma local y muy importante para este estudio es el impacto puntual e inmediato por contaminación del suelo y agua al acumular, botar y manejar indebidamente los residuos peligrosos y no peligrosos sobre la naturaleza, produciéndose posteriormente la alteración del micro y macro ecosistemas existente en el medio (García, 2015).

1.1.3.2. Impacto de forma global

De forma global, el impacto ocasionado por la acumulación de los residuos y desechos sólidos a la emisión de gases de efecto invernadero sobre el ambiente formados por la degradación de los desechos acumulados como disposición final en rellenos sanitarios o vertederos (García, 2015).

1.1.3.2.1. Gases de efecto invernadero

De acuerdo con García (2015) los gases de efecto invernadero que afectan más al ambiente son: **Metano CH₄**. Gas perteneciente al grupo de los Gases de Efecto Invernadero formados por la descomposición y biodegradación de la basura común acumulada en rellenos sanitarios o vertederos.

Monóxido de Carbono (CO). Gas formado por la quema de basura y del gas metano emitido en rellenos sanitarios con el fin de reducir el potencial de calentamiento global.

1.1.4. Peligrosidad de los residuos

Sustancias químicas peligrosas sujetas a control. Son aquellas que se encuentran en los listados nacionales de sustancias químicas peligrosas aprobados por la Autoridad Ambiental Nacional. Estarán incluidas las sustancias químicas prohibidas, peligrosas y de uso severamente restringido que se utilicen en el Ecuador, priorizando las que por magnitud de su uso o por sus características de peligrosidad, representen alto riesgo potencial o comprobado para la salud y el ambiente (MAE, 2015).

Desechos peligrosos. Se considerarán como desechos peligrosos, los siguientes:

a) Los desechos sólidos, pastosos, líquidos o gaseosos resultantes de un proceso de producción, extracción, transformación, reciclaje, utilización o consumo y 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 de acuerdo con las disposiciones legales aplicables; y,

b) Aquellos que se encuentran listados en el Acuerdo Ministerial N°142 “Listados Nacionales de Desechos Peligrosos” del Ministerio del Ambiente, considerando el código CRITB (Corrosivas, Reactivas, Inflamable, Tóxicas y Biológicas) (MAE, 2015).

1.1.4.1. Corrosivo

Cuando un desecho por acción química pueda causar daños graves en los tejidos vivos o dañar gravemente otros materiales, es decir una sustancia muy ácida o básica (MAE, 2015).

Este tipo de residuos presentan las siguientes propiedades: en estado sólido o líquido generan un PH igual o menor a 2,0, o mayor o igual a 12,5 (Santana & Velásquez, 2010).

1.1.4.2. Reactivo.

Cuando un residuo al mezclarse o ponerse en contacto con otros elementos, compuestos, sustancias o residuos genera gases, vapores y humos tóxicos en cantidades suficientes para provocar daños a la salud humana o al ambiente. Son capaces de producir una reacción explosiva o detonante bajo la acción de un fuerte estímulo inicial o de calor en ambientes, confinados, produce una reacción endotérmica o exotérmica al ponerse en contacto con el aire, el agua o cualquier elemento o sustancia (MAE, 2015).

Por la gran capacidad de reacción este tipo de residuos deben ser manejados de acuerdo a una norma técnica, siendo su principal uso en la industria, centros de enseñanza, laboratorios, e inclusive podrían ser generados en nuestros hogares a partir de sustancias químicas de uso en común (Gutiérrez, 2007).

1.1.4.3. Tóxico

Cuando un residuo por su capacidad de provocar efectos biológicos indeseables o adversos, puede causar daño a la salud humana y/o al ambiente. Para este efecto se consideran los efectos agudos, retardados o crónicos y eco tóxicos que pueden provocar estos residuos y, según sea necesario, las autoridades competentes establecerán los límites de control correspondiente:

- a. Dosis letal media oral (DL 50) para ratas menor o igual a 200 mg/kg para sólidos y menor o igual a 500 mg/kg para líquidos, de peso corporal.
- b. Dosis letal media dérmica (DL 50) para ratas menor o igual de 1000 mg/kg de peso corporal.
- c. Concentración letal media inhalatoria (CL 50) para ratas menor o igual a 0,01 mg/cm³.

- d. Alto potencial de irritación ocular, respiratoria y cutánea, capacidad corrosiva sobre tejidos vivos.
- e. Susceptibilidad de bioacumulación y biomagnificación en los seres vivos y en las cadenas tróficas.
- f. Cancerogenicidad, mutagenicidad y teratogenicidad.
- g. Neurotoxicidad, inmunotoxicidad u otros efectos retardados (MAE, 2015).

Cierto tipo de sustancias y componentes residuales naturales o sintéticos en variación de su concentración o dosis pueden convertirse tóxicos, pudiendo afectar de manera directa o indirecta la salud y el ambiente (Matos, 2015).

1.1.4.4. Inflamable.

Cuando un residuo (gas, líquido o sólido) en presencia de una fuente de ignición, puede arder bajo ciertas condiciones de presión y temperatura, o si el residuo es un oxidante que puede liberar oxígeno y, como resultado, estimular la combustión y aumentar la intensidad del fuego en otro material (MAE, 2015).

Las condiciones de almacenamiento de este tipo de residuos peligrosos y su compatibilidad resulta de gran importancia en el momento de una gestión adecuada, teniendo en cuenta criterios y normativa vigente (Gutiérrez, 2007).

1.1.4.5. Biológico infeccioso.

Es peligroso cuando contiene agentes patógenos que son microorganismos (tales como bacterias, parásitos, virus, rickettsias y hongos) y otros agentes tales como priones, con suficiente virulencia y concentración como para causar enfermedades en los seres humanos o en los animales (MAE, 2015).

Este tipo de residuos se generan en actividades de asistencias médicas tanto de animales y humanos en dependencias como laboratorios, centros de salud, centros de investigación y enseñanza siendo un riesgo para la salud y el ambiente (Ramírez, 2018).

1.1.4.6. Explosividad.

Se considera que un residuo (o mezcla de residuos) es explosivo cuando en estado sólido o líquido de manera espontánea, por reacción química, puede desprender gases a una temperatura, presión y velocidad tales que puedan ocasionar daño a la salud humana y/o al ambiente (MAE, 2015).

1.1.4.7. Radioactividad.

Se entiende por residuo radiactivo, cualquier material que contenga compuestos, elementos o isótopos, con una actividad radiactiva por unidad de masa superior a 70 KBq/Kg (setenta kilos becquerelios por kilogramo) o 2nCi/g (dos nano curíes por gramo), capaces de emitir, de forma directa o indirecta, radiaciones ionizantes de naturaleza corpuscular o electromagnética que en su interacción con la materia produce ionización en niveles superiores a las radiaciones naturales de fondo (MAE, 2015).

Estos tipos de compuestos generalmente los encontramos formando parte de residuos peligrosos hospitalarios, industrias y centros de investigación y son de media y baja actividad (Ramírez, 2018).

1.2. Gestión de Manejo Integral de Residuos

Un plan de manejo integral de residuos está enmarcado a toda acción y/o actividad que se ejerce para una correcta gestión, desde la generación hasta su disposición final (Pontón & Salazar, 2017).

Es el conjunto articulado e interrelacionado de acciones de política, normativa, planeación, administración, sociales, educativas, evaluativas, seguimiento y monitoreo, desde la prevención de la generación hasta la disposición final de los residuos (Gutiérrez, 2007).

La Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) se define también como la selección y aplicación de técnicas, tecnologías y programas idóneos para lograr metas y objetivos específicos de gestión de residuos. La GIRS también se desarrolla de acuerdo con las leyes y normativa implantadas en una determinada localidad (Acosta, 2005).

A diferencia de la gestión integral el manejo de los residuos es la adopción de medidas en las actividades de prevención, reducción y separación en la fuente, acopio, almacenamiento, aprovechamiento, tratamiento y disposición final.

1.2.1. Figuras Básica en la Gestión de Residuos

Cada involucrado cumple una determinada función dentro del proceso de gestión de residuos:

Productor. También conocido como generador, son aquellas personas naturales o jurídicas ya sea pública o privada, que como resultado de sus actividades generan residuos.

Gestor. Persona natural o jurídica, pública o privada, que se encuentra registrada para la gestión total o parcial de los residuos no peligrosos, especiales o peligrosos.

Poseedor. Se considera al productor del residuo o la persona natural o jurídica que los tenga en su poder y que no tenga la condición de gestor de residuos (Pontón & Salazar, 2017).

1.2.2. Jerarquización de la Gestión de residuos.

Al hablar de desarrollo sostenible también relacionamos que tecnologías están implicadas, debido a que estas están relacionadas directamente con las actividades productivas. Actualmente lo que se busca al optimizar un proceso es producir más con menos recursos y amigable con el ambiente. Por lo cual, a la jerarquización se la considera como estrategias de gestión para reducir impactos, en lugar de compromiso ecológico (Figura 1-1) (Barradas, 2009).

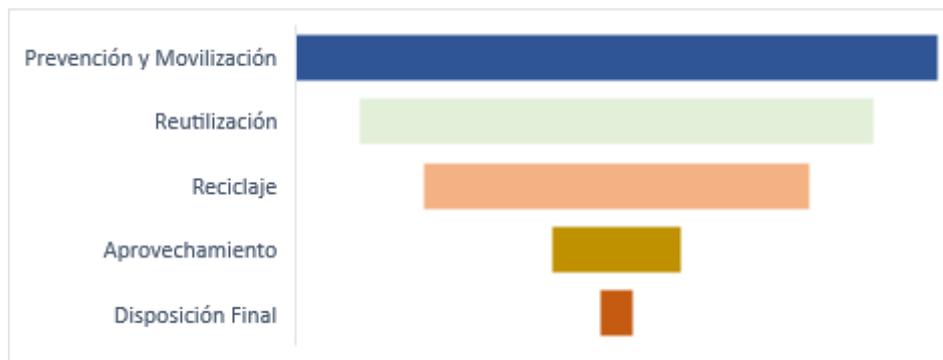


Figura 1-1. Jerarquización de la gestión de residuos
Fuente: Barradas (2009)

1.2.2.1. Prevención y minimización.

Como primera escala en el orden jerárquico se encuentra la prevención y la minimización. Promover la minimización en la generación de residuos y prevenir los riesgos inherentes a su manejo involucra establecer una política de producción más limpia. Esta etapa de gestión está orientada a la autogestión y dependerá en gran parte del cambio de conducta del generador. Dentro de este concepto también se incorpora el concepto de consumo sustentable, donde el consumidor final es clave para minimizar la generación de residuos peligrosos generados como resultado del final de la vida útil de un bien de consumo. La aplicación de campañas de educación y sensibilización tendientes a modificar hábitos de consumo es esencial para atender este aspecto (CONAMA, 2001).

Sin perjuicio de ello es necesario también incorporar una política de producción de bienes que apunte a disminuir, entre otras cosas, la cantidad de materiales peligrosos presentes en los mismos (CONAMA, 2001).

1.2.2.2. Estudios de minimización

Un estudio de minimización tiene como objeto establecer el conjunto de medidas destinadas a evitar la generación de residuos, a conseguir su reducción, o la cantidad de sustancias peligrosas o contaminantes presentes en ellos. Para lograr el objetivo de minimizar los residuos peligrosos generados por nuestra actividad, se proponen acciones de diversos tipos:

- Acciones encaminadas a evitar la producción o en su caso, reducir en cantidad o toxicidad los residuos peligrosos que se generan actualmente.
- Actuaciones que permitan la reutilización (sin transformación) o reciclado (con transformación) interno de los residuos peligrosos que se generan.
- Acciones que fomenten la valorización interna (con transformación) de los residuos peligrosos ya generados (Fúnquene, 2007).

1.2.2.3. Reutilización

Es cuando un desecho generado se lo utiliza para el mismo u otro fin que fue diseñado. se debe fomentar la recuperación de materiales en un contexto de eficiencia económica y ambiental, involucrando tanto el reciclaje como cualquier valorización de residuos, incluyendo la valorización térmica. Para su efectiva implementación es necesario que se desarrollen los mercados de materiales reciclados (CONAMA, 2001).

1.2.2.4. Reciclaje.

Es el proceso de transformación de un residuo para ser utilizado como un nuevo material cumpla el mismo u otro propósito. En este nivel se busca que el material se aproveche tomando en cuenta el contexto costo-beneficio lo que implica el aspecto económico y ambiental (Alfaro, 2015).

1.2.2.5. Aprovechamiento

Implica la separación selectiva de los residuos desde el origen para la reutilización, reproceso o transformación procurando darle un valor en un nuevo ciclo productivo. En realidad es un factor primordial para contribuir en la conservación y reducción de ciertos recursos, también repercute en un factor económico ya que el aprovechamiento permite que los materiales recuperados puedan ser comercializados (Jaramillo & Zapata, 2008).

1.2.2.6. Disposición final

Es la última etapa de la jerarquización de la gestión de residuos, la cual consiste en confinar y/o aislar los residuos que ya no pueden ser aprovechados por ningún proceso de tratamiento (INEN, 2014).

Última opción en la escala jerárquica, la disposición final involucra la práctica de disponer residuos en el terreno mediante la modalidad de relleno de seguridad, diseñado y operado para minimizar los riesgos de contaminación ambiental. Dada las características de los residuos peligrosos, esta modalidad involucra el almacenamiento de largo plazo de los residuos dispuestos. Es por esta razón que se debe lograr un sistema donde se asegure que los residuos que ingresan a disposición final sean el mínimo imprescindible, teniendo en cuenta aspectos tecnológicos y económicos (CONAMA, 2001).

1.2.3. Proceso para la gestión de residuos

La gestión integral de residuos inicia en la etapa de producción, ya que en esta fase se conoce que desechos se generaran, siendo la etapa donde se podría reducir la cantidad de residuos (Pontón & Salazar, 2017). Para que los residuos sólidos, en cualquier parte que se generen e independientemente de su clasificación; se debe tener presente que se necesita realizar unas acciones especial, que buscan no causar más impactos al ambiente. Esta serie de acciones se conoce con el nombre de Manejo Integrado de los Residuos Sólidos; que de acuerdo con Tchobanoglous et al. (1996), el sistema de manejo de los residuos se compone de varias fases (López, 2009).

1.2.3.1. Identificación

Lo primero que se debe realizar para alcanzar una gestión de residuos correcta es la identificación de estos. Para lo que se requiere realizar una revisión y análisis de los procesos que conllevan las actividades productivas de las empresa o instituciones. El objetivo de esto es la determinación del origen de los residuos generados. Con esto se busca dar respuesta a las siguientes interrogantes:

- ¿Qué tipo de residuos se generan?
- ¿Cuáles son las actividades y/o procesos que generan los residuos?
- ¿Por qué se producen los residuos?
- ¿Cuál es la cantidad de residuos que se producen?

Para que el plan de gestión resulte ser eficiente se requiere considerar todos los residuos producidos, sin importar que estos se generen de manera continua o discontinua en cualquiera de las etapas del proceso sean estos industriales o de investigación (Pontón & Salazar, 2017).

1.2.3.2. Clasificación

Una vez finalizada la identificación de los residuos, el siguiente paso consiste en la determinación de qué tipo de residuos se están produciendo y cuáles son las propiedades y/o características que presentan estos, para dar una correcta gestión y disposición. En esta fase se requiere de los siguientes complementos:

- Una lista actualizada acorde a la legislación vigente de los residuos peligrosos y especiales en el país.
- Hojas de seguridad con las materias primas de donde provienen los residuos.
- Una caracterización analítica otorgada por un laboratorio acreditado.

Por lo general, se utilizan las dos primeras alternativas por la facilidad de acceso que se puede tener además, de que no implica un costo adicional. En el caso de tratarse de un desecho que proviene de una única materia prima, lo más simple es usar las fichas de seguridad. Como recurso final está la tercera opción, este es un último recurso que se puede utilizar, ya que el mismo es costoso y es necesario recurrir a este en el momento que se desconoce de los parámetros y/o características de los residuos que se están generando (FACC, 2008).

1.2.3.2.1. Clasificación para el almacenamiento de los residuos sólidos

Los residuos sólidos que se generan en los laboratorios deben tener una clasificación bien diferenciada, de esta manera se podrá identificar cual es el tipo de residuo generado a través sus características fisicoquímicas. Además, tienen que ser separados en el instante de su producción para luego almacenarlos en recipientes con sus respectivos colores, de esta forma se podrá identificar que método se tiene que aplicar en su posterior tratamiento. De forma complementaria se tiene que colocar su respectiva rotulación para identificar, segregar y manejar de forma correcta los residuos sólidos (INEN, 2014).

En la tabla 1-1 se describen los colores de los envases en función al tipo de residuo que tiene que contener. Esto con la finalidad de mantener separadas las fuentes de generación y la recolección adecuada de los desechos sólidos para su destino final.

Tabla 1-1: Clasificación para el almacenamiento de los residuos sólidos

Desechos no aprovechables		Materiales no aprovechables: pañales, toallas sanitarias, Servilletas usadas, papel adhesivo, papel higiénico, Papel carbón desechos con aceite, etc. Envases plásticos de aceites comestibles, envases con restos de comida.
Plásticos, envases multicapa		Plástico susceptible de aprovechamiento, envases multicapa, PET. Botellas vacías y limpias de plástico de: agua, yogurt, jugos, gaseosas, etc. Fundas Plásticas, fundas de leche, limpias. Recipientes de champú o productos de limpieza vacíos y limpios.
Papel y cartón		Papel limpio en buenas condiciones: revistas, folletos publicitarios, cajas y envases de cartón y papel. De preferencia que no tengan grapas, Papel periódico, propaganda, bolsas de papel, hojas de papel, cajas, empaques de huevo, envolturas.
Especiales		Residuos no peligrosos con características de volumen, cantidad y peso que ameritan un manejo especial
Peligrosos		Envases de residuos con una o varias características de tipo corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable y biológico-infeccioso.

Fuente: INEN (2014)

1.2.3.3 Separación y Manipulación

Para que la separación de residuos sea la adecuada, esta se debe realizar en el momento de la generación, a esto también se lo conoce como el proceso de separación en la fuente. Esta es la forma más eficiente de poder recuperar o reutilizar algunos materiales (Sánchez, 2007).

En lo que respecta a una correcta manipulación, la misma está relacionada con la separación de los residuos e involucra a todas las actividades relacionadas con el proceso de gestión de residuos hasta que estos son puestos en los contenedores para ser almacenados y posteriormente recolectados. En lo que concierne a la manipulación también se incluye los movimientos de los contenedores hasta la zona de recolección final. Una correcta separación de los elementos que conforman los residuos sólidos peligrosos es un proceso relevante en lo que respecta a la manipulación y el almacenamiento (López, 2009).

1.2.3.4. Recogida

Es el proceso mediante el cual se debe recoger los residuos sólidos peligrosos y no peligrosos en conjunto con los materiales reciclables que han sido clasificados con anterioridad. Dentro de dicho proceso se incluye el transporte posterior a la recolección, al sitio donde será el destino final

o temporal de los residuos. Dicho sitio puede ser un área de procesamiento de materiales, una zona de transferencia o un vertedero (López, 2009).

1.2.3.5. Almacenamiento.

Se entiende como un lugar de tipo temporal que se ubica dentro de un establecimiento. En este lugar los residuos se almacenarán por un periodo de tiempo limitado hasta que se ejecute una recolección planificada a la zona de tratamiento o disposición final (FOCAM, 2002).

1.2.3.6. Tratamiento

Es un conjunto de procedimientos, métodos químicos o biológicos que se implementan para modificar y aprovechar las características de los residuos (FOCAM, 2002). Los métodos de transformación se implementan principalmente en la reducción del volumen y el peso de los residuos antes de su evacuación. Dentro de los procesos de transformación de tipo químico se tiene la incineración, en el caso de procesos biológicos el más utilizado es el compostaje de tipo aerobio (Mejía & Patarón, 2014).

1.2.3.7. Transferencia y transporte

a) Se considera transferencia de residuos cuando esta se realiza desde un automotor de recolección pequeño hasta un transporte de mayor tamaño. La transferencia normalmente se realiza a estaciones de acopio temporal, a un incinerador, un relleno sanitario o una combinación de las antes mencionadas.

b) Se considera transporte de residuos cuando se movilizan estos por grandes distancias a un sitio de procesamiento o evacuación (López, 2009).

1.2.3.8. Disposición final.

Se considera la disposición final de los residuos en el momento en que estos ya no pueden ser tratados, reciclados o aprovechados por ningún tipo de tratamiento, esta es una actividad que tiene que ser controlada (Pontón & Salazar, 2017). La disposición final de residuos sólidos se lo puede realizar a partir de vertederos controlados. Este tipo de vertederos se los considera de última generación donde se utiliza una instalación de ingeniería para la evacuación controlada de residuos sólidos al suelo o en el interior del manto de la tierra. Con este método se procura evitar

incomodidades o peligros en lo que respecta a la seguridad y a la salud pública de las zonas de influencia. Estos peligros se pueden ver reflejados con la reproducción de ratas, insectos y con la contaminación de aguas subterráneas (López, 2009).

El tipo de sistema de disposición final más implementado es el relleno sanitario. Este es un tipo de manejo integrado para residuos sólidos, cuya competencia la tienen generalmente los gobiernos autónomos municipales. Para este manejo se involucra a varios elementos técnicos que deben estar en concordancia con la situación política, cultural, económica y financiera del GAD Municipal. De esta manera se puede alcanzar un proyecto en el cual se garantiza que exista la menor cantidad de impactos negativos de los residuos, en lo que respecta a la salud pública y ambiental de una manera política y financieramente accesible. Además, necesariamente tiene que ser sostenible en la parte técnica y encontrarse dentro de la normativa legal vigente (Mejía & Patarón, 2014).

Si se implementa un mal manejo a los residuos sólidos en cualquiera de los lugares donde estos se generan, como por ejemplo en los mercados municipales u hospitales. Esto puede producir una gran variedad de impactos ambientales que afectan de forma directa a los ecosistemas naturales o artificiales, incluyendo a las personas. En función a lo antes mencionado se define como impactos ambientales a cualquier alteración producida en las propiedades fisicoquímicas y biológicas del ambiente, ocasionado por cualquier tipo de materia o energía producto de las actividades del ser humano que afectan directa o indirectamente al aire, agua superficial y subterránea, suelo, flora, fauna, paisaje y a la sociedad tanto en su salud y en su bienestar (Mejía & Patarón, 2014).

1.2.4. Consecuencias de un manejo inadecuado de los residuos sólidos peligroso

De acuerdo con lo descrito por Sans & Ribas (1989) en el caso del manejo inapropiado de residuos, solamente se pueden describir impactos de tipo negativo en el ambiente y las personas, como:

Enfermedades ocasionadas por vectores sanitarios. Existen una gran variedad de vectores sanitarios cuya importancia epidemiológica es de consideración. La aparición y permanencia de estos se relaciona de forma directa con la implementación incorrecta de una de las etapas de la gestión de los residuos sólidos.

Contaminación de aguas superficiales y subterráneas. El manejo no adecuado de los residuos puede incidir en la contaminación de los cursos superficiales y subterráneos de agua. Además, dentro de los principales riesgos que se tiene con este tipo de contaminación esta que muchos de estos recursos hídricos sirven de abastecimiento para comunidades y la población en general.

Contaminación atmosférica. Los distintos tipos de material particulado, el ruido, el mal olor y los gases de efecto invernadero son las causas más relevantes de la contaminación atmosférica.

Contaminación de suelos. A nivel del suelo, estos se pueden alterar a nivel estructural debido a la introducción de líquidos percolados, lo que ocasiona que esos suelos no puedan ser utilizados por largos periodos de tiempo

Problemas paisajísticos y riesgo. La acumulación de los residuos en áreas no idóneas produce un impacto visual negativo en el paisaje. Además, el hecho de tener una acumulación de residuos que afecte al paisaje es un indicativo que puede existir algún riesgo ambiental importante, a lo que se suma el riesgo de que pudiera existir algún tipo de accidente, como puede ser una explosión o derrumbe (Pontón & Salazar, 2017).

1.3. Producción Más Limpia (PML)

En los últimos tiempos se ha debatido acerca del hecho de que una industria pueda ser o no sostenible en el tiempo. A pesar de esta controversia lo que si se ha establecido es que la contribución individual de las industrias ayuda a que exista una sociedad sostenible, idea que con el tiempo ha ganado una gran relevancia (CEPL, 2005).

Los principios del desarrollo sostenible invitan a tener una nueva forma de pensar, ver y analizar cómo está evolucionando el desarrollo actual de las sociedades, a partir de los problemas ambientales, sociales y económicos que se han registrado. Los cuales han afectado de forma directa las políticas de gobierno, los patrones de consumo y el ambiente competitivo de las industrias, dando una mayor relevancia aquellos elementos que los modelos de desarrollo tradicionales aun no consideran (Granda, 2016).

Alcanzar un modelo de producción sustentable en el ámbito específico de las actividades industriales está relacionado de manera directa con lo que suele denominarse Producción Más Limpia (PML). A pesar de que esto se entiende como un término algo contradictorio, debido a que es imposible producir sin que se generen residuos, lo que sí está claro es que se puede producir sin contaminación es decir, sin que los residuos estén en lugares donde no deberían estar. Y de forma más específica sin residuos peligrosos cualquiera sea el tipo (Granda, 2016).

1.3.1. Conceptos básicos de PML

Las industrias o cual fuese la institución responsable de la generación de residuos sólidos, efluentes y emisiones sobre todo peligrosas debe dirigir su atención en solucionar los problemas existentes al final de los procesos productivos, sobre todo lo que tiene que ver con el tratamiento de los residuos y las emisiones. Este enfoque considera los cambios al final de los procesos o

también denominado tecnología de “fin de tubo” y se enfoca en la optimización de los gastos adicionales de dinero que representa la solución de los problemas. Cualquier industria está en la capacidad de reducir los costos productivos a partir de un análisis sistemático de las fuentes de generación. A partir de este principio se puede enunciar que el principal objetivo de una industria es transformar la materia prima en un producto de manera eficiente. De esta forma se considera al exceso de generación de residuos y emisiones en el proceso de industrialización como una mala optimización de la materia prima implementada. Es decir representa un costo adicional en el proceso productivo (Granada , 2007).

La llamada Producción Más Limpia se enuncio en uno de los documentos principales de la Cumbre de Río a cerca del ambiente, la sostenibilidad y los objetivos de desarrollo del milenio, 2015. Estos contienen un conglomerado de metas y programas orientados a crear una guía para alcanzar un desarrollo sostenible, una estrategia para optimizar el desempeño ambiental, sin dejar de lado los beneficios económicos y sociales. Siempre que se optimice y mejore la “disminución de residuos” y la “prevención de la contaminación” (Granada , 2007).

Dentro del contexto antes mencionado la PML se constituye como una “continua implementación de un plan ambiental integrado y preventivo a los procesos y productos, con el único objetivo de disminuir los riesgos en la salud humana y el ambiente” y es, además, impulsada con conceptos que “ofrecen una aproximación más sistemática y holística que la ecoeficiencia” (Bermejo, 2005). De manera general la PML se considera como una continua implementación de una táctica ambiental preventiva, integrando los procesos, productos y servicios, con la finalidad de optimizar la ecoeficiencia y disminuir los riesgos para el ser humano y el ambiente (Figura 2-1). Una correcta implementación de la PML no requiere sólo de un esfuerzo tecnológico, ya que se requiere impulsar en la conciencia de las personas sobre sus problemas ambientales y su relación con ellos (Granada , 2007).

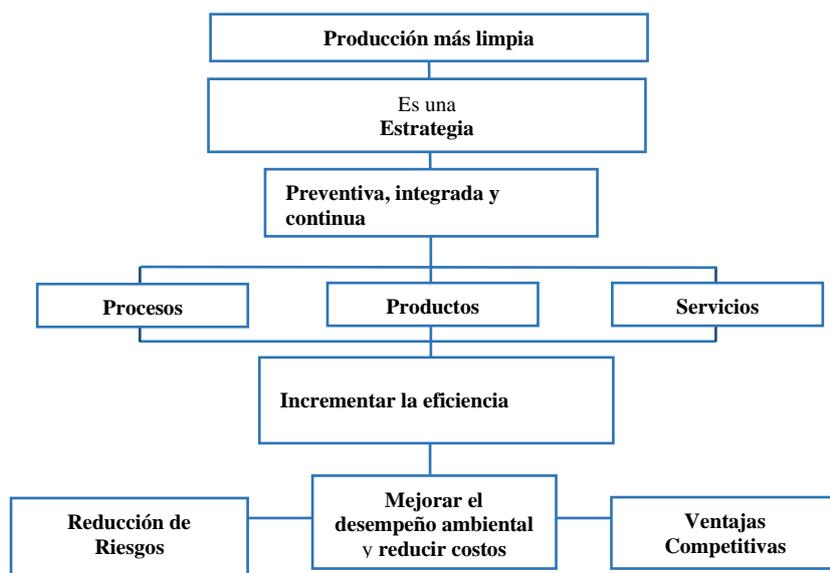


Figura 2-1. Implementación de la Producción Más Limpia

Fuente: Granada (2007)

1.4. Marco Legal

1.4.1. Constitución de la República del Ecuador

En el artículo 14, artículo 66 numeral 27 y artículo 395 numeral 1 y 2. Se determinan los derechos que tiene la población para vivir en un ambiente sano, evitando los posibles daños ambientales y la contaminación.

En el artículo 83 numeral 6. Se indica el deber y responsabilidad que tienen los ciudadanos en post de tener un ambiente sano y sin de contaminación.

En el artículo 395 numeral 1. Se indica que el Estado debe garantizar un sistema sostenible de desarrollo y ser ambientalmente equilibrado.

1.4.2. Tratados y Convenios Internacionales

1.4.2.1. Convenio de Basilea

Este acuerdo se ratificó en Ecuador en el mes de febrero de 1993, por tal razón su implementación en el país es de tipo obligatorio. Con dicho convenio se busca la disminución de los desechos peligrosos en el momento que inicia la producción, además indica que el Estado tiene la responsabilidad de constatar que el generador aplique sus planes de gestión en lo que se refiere al transporte y eliminación de los residuos peligrosos considerando la protección de la salud y el ambiente (MAE, 2015).

1.4.3. Decretos y Reglamentos

“El Texto Unificado de Legislación Secundaria Ambiental, Título V del Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Residuos Peligrosos”. En este se indica las definiciones generales para la gestión de esta clase de residuos e indica las infracciones a ser aplicadas por contaminación ambiental con residuos peligrosos.

“La Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, De La Calidad Ambiental”. Acuerdo Ministerial 061, publicado en el Registro Oficial No. 316 el 4 de mayo del 2015. En este acuerdo se indican los principios que deben ser aplicados de manera obligatoria y son la base de las definiciones implícitas en la gestión de los residuos peligrosos. Esta base conceptual debe ser aplicada en las obras públicas con respecto al manejo de la gestión en la calidad ambiental y responsabilidad por daños que se pueden causar.

“Listados Nacionales de Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales”. Acuerdo Ministerial 142, publicado en el Registro Oficial No. 852 el 21 de diciembre del 2012. Este acuerdo contiene una lista por fuente específica de la generación de desechos peligrosos donde se indica el sector productivo o de servicio del que forman parte. Y la característica y código que tiene el residuo en función a sus propiedades: corrosivo, reactivo, inflamable, tóxico y biológico

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA

2.1. Zona de estudio

El presente trabajo de investigación se realizó en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo (Figura 1-2).

2.1.1. Lugar de la investigación

La identificación de las fuentes generadoras de residuos sólidos peligrosos se realizó en cada una de las dependencias, bodegas, laboratorios y áreas experimentales que forman parte de las carreras de cada una de las facultades de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

2.1.1.1. Objeto de estudio

Corresponde las fuentes generadoras de residuos sólidos peligrosos de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

2.1.1.2. Área de influencia directa

En vista que los residuos peligrosos son sustancias residuales que se generan en pocas cantidades y lugares puntuales, y al ser almacenados una vez que finalicen las actividades, y basándose en criterios explícitamente geográficos su área no requiere ser extensa, pero si tomar en cuenta la situación socio ambiental y cultural que genera con las actividades relaciones alrededor de la institución (Ariza & Henao, 2010).

El área de influencia directa corresponde al perímetro del campus institucional, viviendas y sectores aledaños. Esta se define como una zona de amortiguamiento cuya distancia es de 25 m desde el perímetro institucional hacia la periferia. En función a lo antes mencionado se tiene un área de influencia directa de 17.02 ha.

2.1.1.3. Área de influencia indirecta

A partir del perímetro del área de influencia directa se estableció como área de influencia indirecta 125.23 ha, basados en criterios de seguridad relacionada con una posible fuga de residuos o una inadecuada disposición final que podría afectar como máximo esta área referencial, teniendo en cuenta que todos los residuos generados se almacenan en cada laboratorio o dependencia.

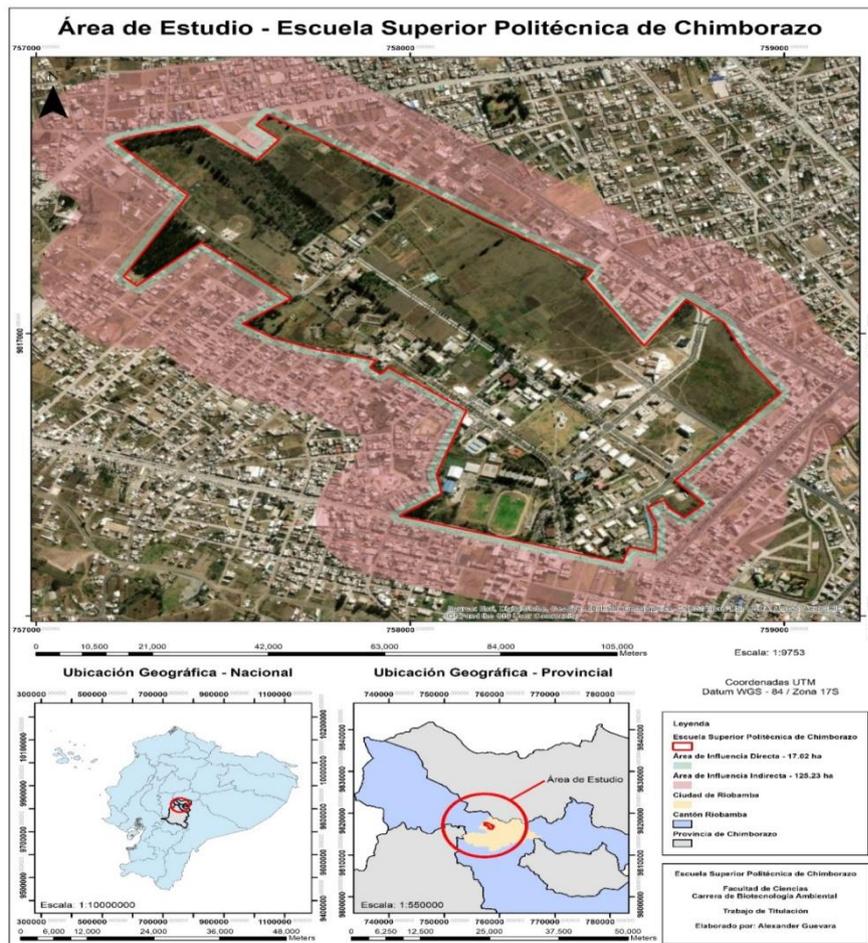


Figura 1-2. Ubicación geográfica del área de estudio
Elaborado por: Guevara, A. (2019)

2.2. Tipo de investigación

El presente trabajo investigativo es de tipo técnico-descriptivo. Técnico ya que se utiliza metodologías analíticas y de campo para la validación y actualización de los residuos sólido peligroso. Descriptivo ya que a partir de la información generada se elaborará un plan de manejo de residuos sólidos peligrosos para la recolección, almacenamiento temporal, transporte y disposición final de estos.

2.2.1. Esquema del proceso

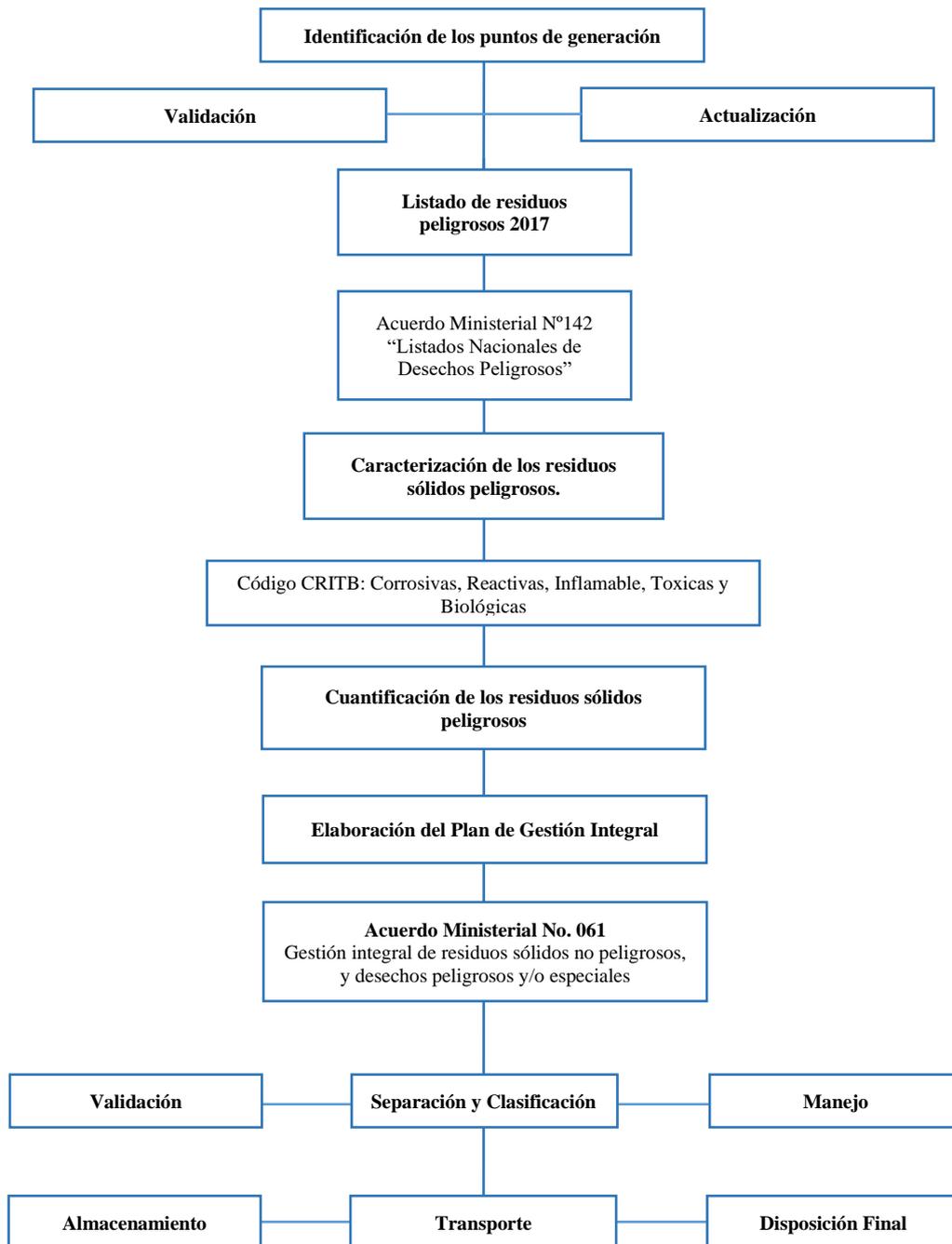


Figura 2-2. Esquema del proceso
Elaborado por: Guevara, A. (2019)

2.2.2. Marco metodológico

Para el desarrollo del presente trabajo se empleó una metodología desarrollada por Vergara (2012) en la cual prevalece los procesos para levantar toda la información y poder generar una propuesta para la gestión integral de los RESPEL, la cual fue adaptada a las necesidades específicas de la

ESPOCH. A partir de esta se identificó, caracterizó y cuantificó los residuos sólidos peligrosos que se generan en la institución.

2.2.2.1. Identificación de los puntos de generación de residuos sólidos peligrosos.

Se realizó una validación y actualización del listado de residuos peligrosos 2017, el cual fue suministrado por la Unidad de Gestión Ambiental de la Dirección de Mantenimiento y Desarrollo Físico de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Mediante un oficio se solicitó a cada una de las facultades la información referente al número de laboratorios, bodegas y dependencias que las conforman. Además, se adjuntó una solicitud en la cual se indicó lo siguiente: “Se brinde las facilidades necesarias para ingresar a cada una de las instalaciones de la facultad, para realizar la validación y actualización del listado de residuos peligrosos 2017”.

En primera instancia y con la información suministrada se realizó un primer acercamiento con los responsables de cada una de las dependencias de las facultades. Se comunicó que el objetivo del presente trabajo y se coordinó la fecha y hora en la cual se podría realizar la validación y actualización de los residuos sólidos peligrosos generados. Con esta información se elaboró un cronograma de trabajo.

En base al cronograma de trabajo establecido se recorrió de forma integral todas las instalaciones, laboratorios y dependencias de cada una de las facultades donde se generan y almacenan los residuos sólidos peligrosos. De acuerdo con Benítez et al. (2012), el análisis de la situación actual de los residuos peligrosos generados es indispensable para un correcto planteamiento de un plan de gestión de residuos. Por lo tanto la información generada se organizó en la siguiente matriz (Tabla 1-2), en la cual se describió los residuos que se generan en cada una de las facultades.

Tabla 1-2: Matriz de identificación de los puntos de generación de residuos sólidos peligrosos

Facultad	Laboratorio	Nombre del residuo	Código

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

La identificación y validación se realizó de acuerdo con lo señalado en el del Acuerdo Ministerial N°142 “Listados Nacionales de Desechos Peligrosos” del Ministerio del Ambiente” (MAE, 2012). Del acuerdo antes mencionado se consideró lo siguiente:

Art. 1.- Serán consideradas sustancias químicas peligrosas, las establecidas en el Anexo A del presente acuerdo.

Art. 2.- Serán considerados desechos peligrosos, los establecidos en el Anexo B del presente acuerdo.

Art. 3.- Serán considerados desechos especiales los establecidos en los Anexo C del presente acuerdo.

La implementación del presente articulado se realizó sin perjuicio de las demás disposiciones generadas de acuerdo con las definiciones establecidas para las sustancias químicas peligrosas, desechos peligrosos y especiales, especificados en el Acuerdo Ministerial No. 161 publicado en el Registro Oficial No. 631 del 01 de febrero de 2012, sobre el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales (MAE, 2012).

En lo que respecta a la gestión de residuos peligrosos que contengan material de tipo radiactivo sea este de origen natural o artificial su regularización y control se realizará en función a los dispuesto la normativa específica establecida por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, a través de la Subsecretaría de Control, Investigación y Aplicaciones Nucleares o la que al momento la suplante. Lo antes mencionado no suprime la responsabilidad del generador de informar de estos desechos a la Autoridad Ambiental Nacional.

2.2.2.2. Caracterización de los residuos sólidos peligrosos.

Las características de peligrosidad se determinaron conforme a lo establecido en el Acuerdo Ministerial N°142 “Listados Nacionales de Desechos Peligrosos” (MAE, 2012), considerando el código CRITB (Corrosivas, Reactivas, Inflamable, Tóxicas y Biológicas) residuos o desechos. Para la caracterización se implementó la siguiente matriz (Tabla 2-2):

Tabla 2-2: Matriz de caracterización de los residuos sólidos peligrosos

Nombre del residuo	Código	C	R	E	T	I	B

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

A continuación, se detalla cada una de las características CRITB para los residuos peligrosos:

Corrosivas

Se identificó dos características principales: tiene que ser acuoso y que el compuesto en análisis tenga la capacidad de corroer (o disolver) a otro. Esto dependerá de la variación del pH que tenga (Matos, 2015).

Reactivas

Se consideró como reactivo a un residuo si presenta uno de estos rasgos característicos: inestable, reacciona violentamente, aunque sin explotar, produce gases y/o vapores tóxicos y reacciona al contacto con el agua. De la misma forma, se puede establecer que de manera general son residuos conformados por cianuro y sulfuro que, al momento de entrar en contacto con otro tipo de materiales, son un peligro potencial para las personas (Matos, 2015).

Inflamable

Son residuos sólidos, líquidos o gaseosos que tiene la característica de encenderse de forma rápida y de diseminarse de manera acelerada en llamas. Debido a los gases que conforman este tipo de residuos. Además, otra característica que fue necesaria identificar es que la combustión en el residuo se pueda generar por fricción (Matos, 2015).

Tóxicas

Se consideró tóxico todo residuo que afecte, ocasione una lesión o genere enfermedades graves incluida la muerte, a cualquier ser vivo que lo respire o que tenga contacto con este. Existen diferentes tipos de toxicidad.

- **Toxicidad ambiental (Te)**

El residuo puede ocasionar un desequilibrio en el ambiente.

- **Toxicidad aguda (Th)**

En un lapso de tiempo, el residuo tiene la capacidad de ocasionar diferentes daños o incluso la muerte a los seres vivos que están en su alrededor.

- **Toxicidad crónica (Tt)**

Con una exposición al corto, mediano y largo plazo, los seres vivos tienen el riesgo de padecer varios efectos potencialmente mortales, entre estos se incluyen los cancerígenos, teratogénicos y mutagénicos (Matos, 2015).

Biológicas

Se consideró un riesgo biológico a los residuos que contengan microorganismos, bacterias o virus que puedan ocasionar enfermedades, incluida la muerte. Estos se hallan en la sangre, envases con cultivos, restos de cadáveres de animales o individuos, fluidos corporales y secreciones en objetos cortopunzantes (Matos, 2015).

2.2.2.3. Cuantificación de los residuos sólidos peligrosos

La cuantificación de los residuos se realizó en dos partes. En la primera se pesó los residuos peligrosos que se encontraban almacenados en las 6 facultades (26 laboratorios y 4 dependencias) (Tabla 3-2) y 3 direcciones de la institución (Tabla 4-2). De esta forma se validó los pesos registrados en el listado de residuos peligrosos 2017 elaborado por la Unidad de Gestión Ambiental de la Dirección de Mantenimiento y Desarrollo Físico de ESPOCH.

Tabla 3-2: Laboratorios y dependencias que forman parte de las facultades de la ESPOCH

Facultad	Laboratorio	Total	Dependencia	Total
Salud Pública	<ul style="list-style-type: none"> Bioquímica Microbiología 	2	<ul style="list-style-type: none"> Banco de Huesos 	1
Ciencias	<ul style="list-style-type: none"> Química orgánica Físicoquímica – termodinámica y corrosión Tecnología farmacéutica Química general Bromatología Análisis bioquímico y bacteriológico Operaciones unitarias Investigación Ingeniería en petróleos Biología molecular genética y microbiología Biotechnología Química analítica Química instrumental 	13	<ul style="list-style-type: none"> Bodega de materiales y reactivos químicos Bioterio Productos Naturales 	3
Mecánica	<ul style="list-style-type: none"> Fundición Resistencia de materiales Laboratorio de física Cad cam / turbo maquinaria 			
Informática y Electrónica	<ul style="list-style-type: none"> Laboratorios de computo 	1	-	-
Recursos Naturales	<ul style="list-style-type: none"> Laboratorio de biotechnología 	1	-	-
Ciencias Pecuarias	<ul style="list-style-type: none"> Biología y genética U. A. I. Avicultura U. A. I. Porcinos U. A. I. Especies Menores Reproducción animal Biotechnología y microbiología animal Anatomía animal Bromatología y nutrición animal Laboratorio de pastos y forrajes 	9	-	-

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

Tabla 4-2: Direcciones que forman parte de la ESPOCH

Dirección	Unidad
Dirección Administrativa	• Control de bienes y bodega
Mecánica	• Taller mecánico
Bienestar Estudiantil	• Centro de Atención en Salud Integral

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

La Unidad de Gestión Ambiental realizó el pesaje de los residuos sólidos peligrosos para los siguientes periodos académicos:

- Periodo 1 - 4 de abril / 31 de agosto, 2016
- Periodo 2 - 3 de octubre, 2016 / 15 de marzo, 2017
- Periodo 3 - 4 de abril / 31 de agosto, 2017

Para la segunda parte se pesó los residuos que se generaron a partir del último pesaje realizado por la unidad de gestión ambiental, que corresponde al semestre del periodo académico que transcurre del 10 de octubre, 2017 al 15 de marzo, 2018. Para el pesaje se utilizó una balanza de muelle digital, esta se caracteriza por ser un dispositivo que transforma el peso de un objeto en una señal electrónica. Se conforma generalmente de cuatro resistencias y un calibrador de tensión (Pce-iberica, 2015). Con dicha herramienta se pesó cada uno de los residuos registrados en el listado y los nuevos residuos que se generaron.

Se determinó la cantidad de residuos sólidos peligrosos que se produjo en cada una de las fuentes de generación con el fin de obtener una base del peso de cada residuo (Tabla 5-2). De esta forma se pudo dar un manejo adecuado y disposición final, así como también cumplir con la normativa ambiental vigente.

Tabla 5-2: Matriz de cuantificación de los residuos sólidos peligrosos

Fuente de generación	Código	C	R	E	T	I	B	Cantidad	Unidad

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

2.2.2.4. *Elaboración de un plan de gestión integral para de recolección, almacenamiento y disposición final de residuos sólidos peligrosos.*

Para la elaboración del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Peligrosos se consideró la identificación, caracterización y cuantificación realizada en post de plantear las mejores alternativas de manejo de los residuos dentro de la institución. Cada una de estas alternativas están

enmarcadas en la normativa ambiental vigente: Acuerdo Ministerial No. 061 publicado en el Registro Oficial No 316 el 04 de mayo de 2015. Reforma del libro VI del texto unificado de legislación secundaria - Gestión integral de residuos sólidos no peligrosos, y desechos peligrosos y/o especiales.

Para la institución se manejó lo establecido en el Art. 49 Políticas generales de la gestión integral de los residuos sólidos no peligrosos, desechos peligrosos y/o especiales. En el cual se indica lo siguiente (MAE, 2015):

Se establecen como políticas generales para la gestión integral de los residuos y/o desechos peligrosos y son de obligatorio cumplimiento tanto para las instituciones del Estado, en sus distintos niveles de gobierno, como para las personas naturales o jurídicas públicas o privadas, comunitarias o mixtas, nacionales o extranjeras, las siguientes:

- a) Manejo integral de residuos y/o desechos.
- b) Responsabilidad extendida del productor y/o importador
- c) Minimización de generación de residuos y/o desechos.
- d) Minimización de riesgos sanitarios y ambientales.
- e) Fortalecimiento de la educación ambiental, la participación ciudadana y una mayor conciencia en relación con el manejo de los residuos y/o desechos.
- f) Fomento al desarrollo del aprovechamiento y valorización de los residuos y/o desechos, considerándolos un bien económico, mediante el establecimiento de herramientas de aplicación como el principio de jerarquización:
 1. Prevención
 2. Minimización de la generación en la fuente
 3. Clasificación
 4. Aprovechamiento y/o valorización, incluye el reúso y reciclaje
 5. Tratamiento
 6. Disposición Final.
- g) Fomento a la investigación y uso de tecnologías que minimicen los impactos al ambiente y la salud.

- h) Aplicación del principio de prevención, precautorio, responsabilidad compartida, internalización de costos, derecho a la información, participación ciudadana e inclusión económica y social, con reconocimientos a través de incentivos, en los casos que aplique.
- i) Fomento al establecimiento de estándares mínimos para el manejo de residuos y/o desechos en las etapas de generación, almacenamiento temporal, recolección, transporte, aprovechamiento, tratamiento y disposición final.
- j) Sistematización y difusión del conocimiento e información, relacionados con los residuos y/o desechos entre todos los sectores.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Puntos de generación de residuos sólidos peligrosos.

El Campus Riobamba de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo cuenta con diferentes puntos de generación de residuos dentro de la institución, resultado de las distintas prácticas y actividades que se realizan en cada una de las 6 facultades y 3 direcciones institucionales. En la tabla 1-3 se detallan los 26 laboratorios y 4 dependencias donde se generan residuos sólidos peligrosos, en función a las facultades y direcciones a las que pertenecen. Se debe recalcar que esta agrupación no se la realizó por carreras ya que estas comparten los laboratorios, dependencias e instalaciones existentes para cada facultad.

Tabla 1-3: Facultades y Direcciones Administrativas que forman parte de la ESPOCH

Facultad	Laboratorio	Total	Dependencia	Total
Salud Pública	<ul style="list-style-type: none"> • Bioquímica • Microbiología 	2	<ul style="list-style-type: none"> • Banco de Huesos 	1
Ciencias	<ul style="list-style-type: none"> • Química orgánica • Físicoquímica termodinámica y corrosión • Tecnología farmacéutica • Química general • Bromatología • Análisis bioquímico y bacteriológico • Operaciones unitarias • Investigación • Ingeniería en petróleos • Biología molecular genética y microbiología • Biotecnología • Química analítica • Química instrumental 	13	<ul style="list-style-type: none"> • Bodega de materiales y reactivos químicos • Bioterio • Productos Naturales 	3
Mecánica	<ul style="list-style-type: none"> • Fundición • Resistencia de materiales • Laboratorio de física • Cad cam / turbo maquinaria 	4	-	-
Informática y Electrónica	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorios de computo 	1	-	-
Recursos Naturales	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorio de biotecnología 	1	-	-
Ciencias Pecuarias	<ul style="list-style-type: none"> • Biología y genética • U. A. I. Avicultura • U. A. I. Porcinos • U. A. I. Especies Menores 	9	-	-

	<ul style="list-style-type: none"> • Reproducción animal • Biotecnología y microbiología animal • Anatomía animal • Bromatología y nutrición animal • Laboratorio de pastos y forrajes 			
Dirección	Unidad	Total	Dependencia	Total
Dirección Administrativa	Control de bienes y bodega	1	-	-
Mecánica	Taller mecánico	1	-	-
Bienestar Estudiantil	Centro de Atención en Salud Integral	1	-	-

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

La Facultad de Ciencias con 13 laboratorios y 3 dependencias posee más puntos generadores de residuos sólidos peligrosos. Le sigue la Facultad de Ciencias Pecuarias con 9 laboratorios; la Facultad de Mecánica con 4 laboratorios y Salud Pública con 2 laboratorios. En el caso de las facultades de Recursos Naturales e Informática y Electrónica cuentan solo con un laboratorio. Con lo que respecta a las direcciones institucionales: Dirección Administrativa Mecánica y Bienestar Estudiantil en estas se registraron un solo punto generador de residuos sólidos. A continuación, se describe de cada una de las facultades y dependencias cuales son las instalaciones que generan residuos sólidos peligrosos.

3.1.1. Facultad de Salud Pública

La Facultad de Salud Pública está conformada por las siguientes carreras:

- Carrera de Promoción de la Salud
- Carrera de Nutrición y Dietética
- Carrera de Medicina
- Carrera de Gastronomía.

De estas, es la Carrera de Medicina la que genera la totalidad de los residuos sólidos peligrosos de la facultad. Dentro de las prácticas de laboratorio en asignaturas básicas y clínicas que se realizan en la carrera se tienen las siguientes: determinación de grupo sanguíneo y factor Rh, ciclo celular, evaluación de enfermedades infecciosas, anatomía humana, cirugía, entre otras.

Este tipo de prácticas generan una gran variedad de residuos como objetos cortopunzantes que han sido utilizados en la atención a seres humanos, fármacos, materiales e insumos empleados para procedimientos médicos y que han estado en contacto con fluidos corporales, cultivos de agentes infecciosos y desechos de producción biológica, vacunas vencidas o inutilizadas, cajas de Petri o placas de frotis. El laboratorio donde se produce una mayor variedad de residuos es el laboratorio de bioquímica, este se utiliza principalmente para prácticas de tipo clínicas. En el caso

del laboratorio de microbiología, se imparten prácticas requeridas por las asignaturas básicas. En la tabla 2-3 se detalla los residuos que se producen en la Facultad de Salud Pública.

Tabla 2-3: Puntos de generación de RESPEL - Facultad de Salud Pública

Facultad/dirección	Laboratorio	Nombre del Residuo	Código
Salud Pública	Bioquímica	Sangre sus derivados e insumos	Q.86.03
		Fluidos corporales	Q.86.04
		Objetos cortopunzantes que han sido utilizados en la atención a seres humanos o animales, en la investigación, en laboratorios y administración de fármacos	Q.86.05
		Material e insumos que han sido utilizados para procedimientos médicos y que han estado en contacto con fluidos corporales	Q.86.07
		Desechos químicos de laboratorio, químicos caducados o fuera de especificaciones	Q.86.09
	Microbiología	Cultivos de agentes infecciosos y desechos de producción biológica, vacunas vencidas o inutilizadas, cajas de petri, placas de frotis	Q.86.01
	Banco de Huesos	Desechos anatomopatológicos	Q.86.02

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

3.1.2. Facultad de Ciencias

La Facultad de Ciencias posee el mayor número de laboratorios generadores de residuos sólidos peligrosos (Tabla 3-3). Las carreras que la conforman son las siguientes:

- Carrera de Ciencias Químicas
- Carrera de Ingeniería Ambiental
- Carrera de Bioquímica y Farmacia
- Carrera de Física y matemática
- Carrera de Biofísica
- Carrera de Estadística
- Carrera de Física
- Carrera de Matemática

De las carreras antes mencionadas, son las de Bioquímica y Farmacia, Ciencias Químicas e Ingeniería Ambiental las generan la mayor cantidad de residuos sólidos peligrosos, debido a las actividades que realizan en los distintos laboratorios. Se debe recalcar que todas las carreras de esta facultad comparten los laboratorios en función a sus necesidades.

En la carrera de Ingeniería Ambiental se realizan prácticas de laboratorio donde se implementan una gran variedad de análisis como: análisis de DBO y DQO en agua, identificación y asilamiento de microorganismos de agua y suelo, tinción Gram positiva y negativa, análisis de suelos

contaminados con hidrocarburos o plaguicidas. Por su parte en la carrera de Ciencias Químicas se realiza extracción de metabolitos secundarios como terpenos, alcaloides y compuestos fenólicos, determinación de metales pesados, determinación de actividad enzimática, etc. En el caso de la Carrera de Bioquímica y Farmacia se realiza determinación de glucosa, colesterol y triglicéridos, análisis de fluidos como orina, extracción de sangre o conteo de células sanguíneas, además de análisis coprológicos, coproparasitarios para la determinación de protozoarios y helmintos

Todas las prácticas antes mencionadas se efectúan en los laboratorios de biotecnología, química analítica, química orgánica o tecnología farmacéutica, producto de esto se genera una gran variedad de residuos. En el caso de la Carrera de Ciencias Químicas se destacan las sustancias químicas de desechos no identificados, obtenidas como resultado de la investigación científica. Cuyos efectos en el ser humano o el ambiente se desconocen.

En la carrera de Bioquímica y Farmacia se tienen envases y contenedores vacíos de materiales tóxicos sin previo tratamiento, cultivos de agentes infecciosos y desechos de producción biológica, vacunas vencidas o inutilizadas, cajas de Petri, placas de frotis y todos los instrumentos usados para manipular, mezclar o inocular microorganismos. Por su parte los análisis realizados en la Carrera de Ingeniería Ambiental pueden generar desechos sólidos o lodos/sedimentos de sistemas de tratamiento de aguas residuales industriales que contengan materiales peligrosos como: Cr (VI), As, Cd, Se, Sb, Te, Hg, Tl, Pb, cianuros, fenoles o metales pesados.

Tabla 3-3: Puntos de generación de RESPEL - Facultad de Ciencias

Facultad/dirección	Laboratorio	Nombre del residuo	Código
Ciencias	Bodega de materiales y reactivos químicos	Productos químicos caducados o fuera de especificaciones	M.71.02
		Envases y contenedores vacíos de materiales tóxicos sin previo tratamiento	NE-29
	Química orgánica	Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación o el desarrollo o las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el ambiente no se conozcan como la mezcla de sustancias altamente corrosivas, inflamables y reactivas	NE-54
	Físico química - termodinámica y corrosión	Envases contaminados con materiales peligrosos	NE-27
		Desechos químicos de laboratorio y control de calidad	NE-23
	Bioterio	Objetos cortopunzantes que han sido utilizados en la atención de seres humanos o animales; en la investigación, en laboratorios y administración de fármacos. Tamo en mezcla con excretas de ratas y ratones.	Q.86.05
	Tecnología farmacéutica		
Química general	Productos químicos caducados o fuera de especificaciones	M.71.02	

		Aceites minerales usados o gastados	NE-03
Bromatología		Desechos químicos de laboratorio y control de calidad	NE-23
		Envases y contenedores vacíos de materiales tóxicos sin previo tratamiento	NE-29
Análisis bioquímico y bacteriológico		Muestras residuales que contienen sustancias químicas peligrosas o agentes patógeno	M.71.04
Productos naturales		Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas resultantes de la investigación y el desarrollo, cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan	M.72.05
Operaciones unitarias		Envases y contenedores vacíos de materiales tóxicos sin previo tratamiento	NE-29
		Desechos resultantes de la producción, preparación de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas lacas y barnices	C.20.07
Investigación		Productos químicos caducados o fuera de especificaciones	M.71.02
		Envases con desechos contaminados con peróxidos	NE-11
		Envases y contenedores vacíos de materiales tóxicos sin previo tratamiento	NE-29
Ingeniería de petróleos		Material adsorbente contaminado con hidrocarburo	NE-42
		Envases y contenedores vacíos de materiales tóxicos sin previo tratamiento	NE-29
Biología molecular genética y microbiología		Muestras residuales que contienen sustancias químicas peligrosas o agentes patógenos	M.71.04
Biotecnología		Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas resultantes de la investigación y el desarrollo, cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan	M.72.05
		Productos químicos caducados o fuera de especificaciones	M.71.02
		Desechos que contienen mercurio	NE-21
		Cultivos de agentes infecciosos y desechos de producción biológica, vacunas vencidas o inutilizadas, cajas de Petri, placas de frotis y todos los instrumentos usados para manipular, mezclar o inocular microorganismos.	Q.86.01
		Desechos químicos de laboratorio de análisis y control de calidad	NE-23
		Desechos sólidos o lodos/sedimentos de sistemas de tratamiento de las aguas residuales industriales que contengan materiales peligrosos: Cr (VI), As, Cd, Se, Sb, Te, Hg, Tl, Pb, cianuros, fenoles o metales pesados	NE-24
		Desechos de las reacciones químicas y conchos de destilación	C.20.04
Química instrumental		Desechos de las reacciones químicas y conchos de destilación	C.20.04

		Carbón activado o material filtrante que contiene metales pesados u otras sustancias peligrosas	E.36.02
		Productos químicos caducados o fuera de especificaciones	M.71.02
		Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas resultantes de la investigación y el desarrollo, cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan	M.72.05

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

3.1.3. Facultad de Mecánica

La Facultad de Mecánica está conformada por las siguientes carreras:

- Carrera de Mecánica
- Carrera de Ingeniería Industrial
- Carrera de Mantenimiento Industrial
- Carrera de Ingeniería Automotriz

Las carreras de Mecánica e Ingeniería Automotriz son las principales generadoras de residuos sólidos peligrosos, a diferencia de las otras facultades los residuos que se generan no son variados (Tabla 4-3). El principal residuo que se identificó es el aceite usado, el cuál al no tener un manejo adecuado termina contaminando a otros residuos con los que se mezcla, lo cual agrava el impacto ambiental. Entre los residuos generados se tiene: material absorbente contaminado con hidrocarburo como waipes, paños o trapos. Además de envases y contenedores vacíos contaminados sin un tratamiento previo.

Tabla 4-3: Puntos de generación de RESPEL - Facultad de Mecánica

Facultad/dirección	Laboratorio	Nombre del residuo	Código
Mecánica	Fundición	Productos químicos caducados o fuera de especificaciones	M.71.02
	Fundición	Chatarra contaminada con sustancias peligrosas	H.50.05
	Resistencia de materiales	Polipropileno	C.16.05
	Laboratorio de física	Pilas o baterías usadas o desechadas que contienen metales pesados	NE-07
	Cad cam/ turbo maquinaria	Material absorbente contaminado con hidrocarburo, waipes, paños, trapos	NE-42
	CAD CAM	Envases y contenedores vacíos de materiales tóxicos sin previo tratamiento	NE-29

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

3.1.4. Facultad de Informática y Electrónica

La Facultad de Informática y Electrónica está conformada por las siguientes carreras:

- Carrera de Diseño Gráfico
- Carrera de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales
- Carrera de Ingeniería Electrónica en Telecomunicaciones y Redes
- Carrera de Ingeniería en Sistemas

El caso de esta facultad difiere del resto debido a que sus residuos son los equipos que conforman los laboratorios de la facultad, que en este caso son eléctricos o electrónicos (Tabla 5-3). Estos son desechados solamente cuando han cumplido su vida útil o ya no se puedan reparar. Se considera un residuo peligroso debido a la constitución de sus componentes internos: tarjetas de video, procesadores o placas madre. Para su fabricación se usa elementos químicos como:

- Plomo en tubos de rayo catódico y soldadura.
- Trióxido de antimonio como retardante de fuego.
- Retardantes de flama polibromados en las cubiertas, cables y tableros de circuitos.
- Selenio en los tableros de circuitos como rectificador de suministro de energía.
- Cromo en el acero como anticorrosivo.
- Cobalto en el acero para estructura y magnetividad.
- Mercurio en interruptores y cubiertas.

Este tipo de residuos son considerados peligrosos debido a que no es posible su reciclaje y los componentes contaminantes deben ser enviados a empresas para ser colocados en incineradores o rellenos sanitarios especiales.

Tabla 5-3: Puntos de generación de RESPEL – Informática y Electrónica

Facultad/dirección	Laboratorio	Nombre del residuo	Código
Informática y Electrónica	Laboratorios de computo	Baterías de equipos	J.61.03
		Partes de equipos eléctricos y electrónicos que contienen montajes eléctricos y electrónicos, componentes o elementos constitutivos como acumuladores y otras baterías, interruptores de mercurio, vidrios de tubos de rayos catódicos, capacitores de PCB o contaminados con Cd, Hg, Pb, PCB, organoclorados entre otros.	NE-46
		Cartuchos de impresión de tinta o tóner usados	NE-53

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

3.1.5. Facultad de Recursos Naturales

La Facultad de Recursos Naturales está conformada por las siguientes carreras:

- Carrera de Agronomía
- Carrera de Ingeniería Forestal
- Carrera de Turismo
- Carrera de Ingeniería Recursos Naturales Renovables

Las carreras de Agronomía y Forestal son las principales generadoras de residuos peligrosos. Cuentan con un solo laboratorio (Tabla 6-3), dentro de las actividades que se realizan en estas carreras se encuentra el manejo de materiales contaminados con plaguicidas, aislamiento e identificación de microorganismos, extracción de metabolitos secundarios o determinación de actividad enzimática. Los residuos se caracterizan por estar contaminados por elementos químicos y agentes infecciosos, desechos de producción biológica, vacunas vencidas o inutilizadas, cajas de Petri, placas de frotis y todos los instrumentos usados para manipular, mezclar o inocular microorganismos.

Tabla 6-3: Puntos de generación de RESPEL – Recursos Naturales

Facultad/dirección	Laboratorio	Nombre del residuo	Código
Recursos Naturales	Laboratorio de biotecnología	Cultivos de agentes infecciosos y desechos de producción biológica, vacunas vencidas o inutilizadas, cajas de Petri, placas de frotis y todos los instrumentos usados para manipular, mezclar o inocular microorganismos	Q. 86.01
		Muestras residuales que contienen sustancias químicas peligrosas o agentes patógenos	M.71.04

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

3.1.6. Facultad de Ciencias Pecuarias

La Facultad de Ciencias Pecuarias está conformada por las siguientes carreras:

- Carrera de Ingeniería Zootécnica
- Carrera de Agroindustrias

A pesar de contar con dos carreras, esta facultad es una de las que más residuos genera. Esto se debe a todos los procesos que se ejecutan en cada una de las carreras. En el caso de la Carrera de Ingeniería Zootécnica los residuos son resultado del trabajo que realizan en el manejo de especies animales como ganado vacuno, porcino, ovino y caprino. Además, de especies menores y

avícolas. Mientras que en la Carrera de Agroindustrias son debido a las prácticas realizadas en la producción de alimentos, principalmente en la elaboración de embutidos.

Los residuos se caracterizan por estar contaminados con agentes biológicos, infeccioso y elementos químicos. Entre los cuales se destacan cadáveres de animales enfermos retirados de camales, veterinarias y granjas, desechos biológicos infecciosos no desactivados como gasas, apósitos o guantes y objetos cortopunzantes contaminados con sustancias peligrosas o secreciones. El laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal es el que más variedad de residuos produce dentro de la facultad, debido a que ambas carreras realizan sus prácticas en este laboratorio (Tabla 7-3).

Tabla 7-3: Puntos de generación de RESPEL – Ciencias Pecuarias

Facultad/dirección	Laboratorio	Nombre del residuo	Código	
	Biología y genética	Objetos cortopunzantes contaminados con sustancias peligrosas o secreciones	M.75.03	
	U. A. I. Avicultura	Cadáveres de animales enfermos retirados de camales, veterinarias, granjas	A.01.09	
	U. A. I. Porcinos	Desechos biológicos infecciosos no desactivados: gasas, apósitos, guantes, etc.	M.75.02	
	U. A. I. Especies Menores	Objetos cortopunzantes contaminados con sustancias peligrosas o secreciones	M.75.03	
	Reproducción animal	Fármacos veterinarios caducados o fuera de especificaciones	M.75.04	
	Biotecnología y microbiología animal	Envases vacíos de plaguicidas sin triple lavado	A.01.06	
	Anatomía animal	Desecho de investigaciones biológicas que contiene agentes patógenos activados	M 72.04	
	Bromatología y Nutrición Animal	Desechos de Fibra de Vidrio		C.30.06
		Desechos del cuero en forma de polvo esmerilado, cenizas y harinas que contengan compuestos de cromo (VI) o biocidas		C.15.01
		Desechos del proceso de encalado		C.15.02
		Lodos generados en el proceso de curtiembre que tengan características de peligrosidad		C.15.03
		Residuos de desengrasado que contienen solventes orgánicos		C.15.05
		Desechos de pintura, barnices, lacas, solventes, conservantes contaminados		C.31.01
Envases vacíos de plaguicidas sin triple lavado			A.01.06	
Laboratorio de pastos y forrajes	Agroquímicos caducados, obsoletos fuera de las especificaciones	A.01.04		

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

3.1.7. Bodega central ESPOCH

Los residuos peligrosos de esta dependencia están conformados por los equipos eléctricos y electrónicos que han cumplido con su vida útil o ya no se pueden reparar (Tabla 8-3). Esta bodega almacena los residuos provenientes de las distintas dependencias de la institución como Direcciones de Escuela, Decanatos y Vicedecanatos. Además, de la Facultad de Administración de Empresas y el Centro de Idiomas. Se debe recalcar que la Bodega Central de la ESPOCH no recibe los residuos de la Facultad de Informática y Electrónica, ya que por la gran cantidad de equipos electrónicos y eléctricos que manejan, muchos de ellos son reutilizados en las prácticas de laboratorio que realizan los estudiantes.

Tabla 8-3: Puntos de generación de RESPEL – Bodega Central ESPOCH

Facultad/dirección	Unidad	Nombre del residuo	Código
Dirección Administrativa	Control de Bienes y Bodega	Partes de equipos eléctricos y electrónicos que contienen montajes eléctricos y electrónicos, componentes o elementos constitutivos como acumuladores y otras baterías, interruptores de mercurio, vidrios de tubos de rayos catódicos, capacitores de PCB o contaminados con Cd, Hg, Pb, PCB, organoclorados entre otros.	NE-46
		Cartuchos de impresión de tinta o tóner usados	NE-53

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

3.1.8. Taller Mecánico ESPOCH

Los residuos del taller mecánico al igual que los laboratorios de la Facultad de Mecánica se caracterizan por estar contaminados por derivados de hidrocarburos y elementos químicos (Tabla 9-3). Entre estos tenemos waipes, trapos, filtros, contenedores y envases que han sido contaminados por estar en contacto con aceites usados o aditivos.

Tabla 9-3: Puntos de generación de RESPEL – Taller mecánico ESPOCH

Facultad/dirección	Unidad	Nombre del residuo	Código
Mecánica	Taller Mecánico	Baterías usadas plomo-ácido	NE-07
		Chatarra contaminada con materiales peligrosos	NE-09
		Filtros usados en aceite mineral	NE-32
		Envases contaminados con materiales peligrosos	NE-27
		Envases y contenedores vacíos de materiales tóxicos sin previo tratamiento	NE-29
		Lodos de aceite	NE-36
		Material adsorbente contaminado con hidrocarburos: waipes, paños, trapos, aserrín, barreras adsorbentes y otros materiales solidos adsorbentes.	NE-42

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

3.1.9. Centro de Atención en Salud Integral ESPOCH

Los residuos generados por el Centro de Atención en Salud Integral son de tipo hospitalarios y se caracterizan por estar contaminados por agentes químicos, biológico e infecciosos (Tabla 10-3). El riesgo biológico e infeccioso es el más importante, debido a la manipulación o exposición a agentes patógenos que se tiene en el ambiente de trabajo. Este es mayor a nivel de hospitales o clínicas privadas, sin embargo se debe tomar todas las consideraciones necesarias con lo que respecta al manejo de residuos en el Centro de Atención en Salud Integral ESPOCH. Ya que los agentes infecciosos se pueden transmitir de manera directa o indirectamente de un paciente a otro o hacia los trabajadores sanitarios.

Los residuos son por lo general elementos o instrumentos que se utilizan durante la implementación de los procedimientos asistenciales, donde tienen contacto con materia orgánica, sangre o fluidos corporales de los pacientes. Dentro de estos residuos se tiene cultivos de agentes infecciosos y desechos de producción biológica, vacunas vencidas o inutilizadas, cajas de Petri, placas de frotis y objetos cortopunzantes que han sido utilizados en la atención a seres humanos .

Tabla 10-3: Puntos de generación de RESPEL – Centro de Atención en Salud Integral ESPOCH

Facultad/dirección	Unidad	Nombre del residuo	Código
Bienestar Estudiantil	Centro de Atención en Salud Integral	Cultivos de agentes infecciosos y desechos de producción biológica, vacunas vencidas o inutilizadas, cajas de Petri, placas de frotis	Q.86.01
		Objetos cortopunzantes que han sido utilizados en la atención a seres humanos o animales, en la investigación, en laboratorios y administración de fármacos	Q.85.05
		Fármacos caducados o fuera de especificaciones	Q.85.08

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

3.2. Caracterización de los residuos sólidos peligrosos.

La variedad de carreras que conforman la institución conlleva a que se generen distintos tipos de residuos, que van desde los cortopunzantes, químicos, tóxicos hasta los inflamables. La cantidad de residuos generados está directamente relacionada con el número de estudiantes. Este número influye de manera directa con la cantidad y tipo de residuo que se genera. Ya que a medida que aumenten los estudiantes, la institución deberá construir y adecuar más laboratorios para el correcto aprendizaje de estos.

En este contexto, la caracterización de los residuos peligrosos generados en los laboratorios y dependencias de la institución constituye un paso importante para conocer las propiedades que

configuran su problemática y peligrosidad. Puesto que de esta forma se tiene una idea clara del manejo que se debe implementar al momento de manipularlos, almacenarlos o transportarlos conforme lo establece la normativa ambiental vigente.

3.2.1. Facultad de Salud Pública

- Los residuos generados en la Facultad de Salud Pública tienen las siguientes características: corrosivo, tóxico y biológico (Tabla 11-3) al igual que la Facultad de ciencias. Entre los principales contaminantes que se identificaron en esta facultad están los siguientes:
- **Hexano.** Inflamable, efectos sobre el sistema nervioso, pérdida de conocimiento.
- **Ácido clorhídrico.** Ocasiona daño grave e inmediato como quemaduras.
- **Hidróxido de Sodio.** Irritante y corrosivo al contacto con piel y ojos.
- **Amonio.** Puede causar sed, vomito, cefalea, hiperventilación.
- **Cloroformo.** Puede causar mareo, fatigas, dolores de cabeza.
- **Alcohol etílico.** Es inflamable, causa daño al sistema nervioso central.
- **Cloruro de sodio.** Es tóxico, causa resequedad en la piel. En altas concentraciones causa daño a la vegetación.
- **Benceno.** Es inflamable, una exposición prolongada causa cáncer en la piel.
- **Óxido Cúprico.** Es corrosivo, causa daño al sistema endocrino e irrita los ojos.
- **Verde de bromocresol.** Es inflamable y tóxico, causa vómitos e irritación en la piel. Contamina suelos y agua
- **Hidrógeno sulfito de sodio.** Es corrosivo, causa reacciones alérgicas. Contamina el agua y el suelo (Santana & Velásquez, 2010).

Tabla 11-3: Riesgo de RESPEL – Facultad de Salud Pública

Nombre del residuo	Código	Riesgo				
		C	R	I	T	B
Sangre sus derivados e insumos	Q.86.03	X			X	X
Fluidos corporales	Q.86.04	X			X	X
Objetos cortopunzantes que han sido utilizados en la atención a seres humanos o animales, en la investigación, en laboratorios y administración de fármacos	Q.86.05	X			X	X
Material e insumos que han sido utilizados para procedimientos médicos y que han estado en contacto con fluidos corporales	Q.86.07	X			X	X
Desechos químicos de laboratorio, químicos caducados o fuera de especificaciones	Q.86.09	X			X	X
Cultivos de agentes infecciosos y desechos de producción biológica, vacunas vencidas o inutilizadas, cajas de Petri, placas de frotis	Q.86.01					X
Desechos anatomopatológicos	Q.86.02					X

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

3.2.2. Facultad de Ciencias

Los residuos generados en la Facultad de Ciencias tienen las siguientes características: corrosivo, reactivo, inflamable y tóxico (Tabla 12-3). Entre los principales contaminantes que se identificaron en esta facultad están los siguientes:

- **Hexano.** Inflamable, efectos sobre el sistema nervioso, pérdida de conocimiento.
- **Ácido clorhídrico.** Ocasiona daño grave e inmediato como quemaduras.
- **Hidróxido de Sodio.** Irritante y corrosivo al contacto con piel y ojos.
- **Amonio.** Puede causar sed, vomito, cefalea, hiperventilación.
- **Cloroformo.** Puede causar mareo, fatigas, dolores de cabeza.
- **Nitrato de sodio.** Produce trastornos neurológicos como leucemia, cáncer, diabetes.
- **Cloruro de bario.** Pueden causar irritación, diarrea, cólicos, convulsiones.
- **Benceno.** Es inflamable, una exposición prolongada causa cáncer en la piel.
- **Oxido cúprico.** Es corrosivo, causa daño al sistema endocrino e irrita los ojos.
- **Alcohol etílico.** Es inflamable, causa daño al sistema nervioso central.
- **Verde de bromocresol.** Es inflamable y tóxico, causa vómitos e irritación en la piel. Contamina suelos y agua.
- **Ácido nítrico.** Es corrosivo, causa quemazón, tos y dificultad para respirar.
- **Ácido acético.** Es tóxico, causa dolor de cabeza y vómito. Contamina suelos y agua.
- **Nitrato de plata.** Es radioactivo, contamina suelos y agua.

- **Hidróxido de amonio.** Es corrosivo, causa irritación en piel y ojos.
- **Cristal violeta.** Es tóxico e inflamable, irritación en el tracto respiratorio superior. Contamina suelos y agua.
- **Carbonato de sodio.** Contamina suelos y agua.

Tabla 12-3: Riesgo de RESPEL - Facultad de Ciencias

Nombre del residuo	Código	C	R	I	T	B
Envases contaminados con materiales peligrosos				X	X	
• Hidróxido de sodio	NE-23				X	
• Ácido clorhídrico	NE-23			X	X	
• Cloruro de bario	NE-23			X	X	
• Hidróxido de amonio	NE-23			X		
• Nitrato de sodio	NE-23			X	X	
• Hexano	NE-27			X	X	
• Amonio	NE-27			X		
• 2-Butanona	NE-27			X	X	
• Éter Dietílico	NE-27			X	X	
• Cloruro Metileno	NE-27			X		
• Cloroformo	NE-27			X		
• Diclorometano	NE-27			X	X	
Desechos eléctricos y electrónicos que contienen sustancias peligrosas	C.26.02	X			X	
Baterías usadas que contengan Hg, Ni, Cd u otros materiales peligrosos y que exhiban características de peligrosidad	NE-08	X		X	X	
Partes de equipos eléctricos y electrónicos que contienen montajes eléctricos y electrónicos, componentes o elementos constitutivos como acumuladores y otras baterías, interruptores de mercurio, vidrios de tubos de rayos catódicos, capacitores de PCB o contaminados con Cd, Hg, Pb, PCB, organoclorados entre otros.	NE-46	X			X	
Cartuchos de impresión de tinta o tóner usados	NE-53				X	
Desechos químicos de laboratorio y control de calidad	NE-23				X	
Equipo de protección personal contaminado con materiales peligrosos	NE-30				X	
Productos químicos caducados o fuera de especificaciones	NE-48	X	X	X	X	
Residuos de tintas, pinturas, resinas que contengan sustancias peligrosas y exhiban características de peligrosidad	NE-49			X	X	
Aceites, grasas y ceras usadas o fuera de especificaciones	NE-34				X	

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

3.2.3. Facultad de Mecánica

Los residuos generados en la Facultad de Mecánica tienen las siguientes características: corrosivo, reactivo, inflamable y tóxico (Tabla 13-3). Entre los principales contaminantes que se identificaron en esta facultad están los siguientes:

- **Polipropileno.** Es corrosivo, reactivo, inflamable y toxico, causa daños permanentes a la piel y el ambiente.
- **Aceite quemado.** Es inflamable, contamina el suelo y agua.
- **Ácido sulfúrico.** Es tóxico y corrosivo, causa quemaduras en la piel y ojos. Contamina el suelo y el agua.
- **Dióxido de plomo.** Es irritante, causa daños internos en el cuerpo humano y animales. Contamina el agua y suelo.

Tabla 13-3: Riesgo de RESPEL - Facultad de Mecánica

Nombre del residuo	Código	C	R	I	T	B
Productos químicos caducados o fuera de especificaciones	M.72.02	X				
Chatarra contaminada con sustancias peligrosas	H.50.05				X	
Polipropileno	C.16.05	X	X	X	X	
Pilas o baterías usadas o desechadas que contienen metales pesados	NE-07				X	
Material absorbente contaminado con hidrocarburo, waipes, paños, trapos	NE-42				X	
Envases y contenedores vacíos de materiales tóxicos sin previo tratamiento	NE-29			X	X	

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

3.2.4. Facultad de Informática y Electrónica

Los residuos generados en la Facultad de Informática y Electrónica tienen la siguiente característica: tóxico (Tabla 14-3). Entre los principales contaminantes que se identificaron en esta facultad están los siguientes:

Metales pesados. Los componentes eléctricos y electrónicos están conformados por materiales tóxicos como el plomo, cadmio o mercurio, este tipo de metales contaminan el agua y el suelo. Además, contienen oro y arsénico por lo que la contaminación no solo es al ambiente sino a los seres humanos que se encuentran alrededor de los lugares donde son desechados.

Tabla 14-3: Riesgo de RESPEL - Facultad de Informática y Electrónica

Nombre del residuo	Código	C	R	I	T	B
Baterías de celulares que contienen o materiales peligrosos, metales pesados o elementos del grupo de tierras raras	J.61.03				X	
Partes de equipos eléctricos y electrónicos que contienen montajes eléctricos y electrónicos, componentes o elementos constitutivos como acumuladores y otras baterías, interruptores de mercurio, vidrios de tubos de rayos catódicos, capacitores de PCB o contaminados con Cd, Hg, Pb, PCB, organoclorados entre otros.	NE-46				X	
Cartuchos de impresión de tinta o tóner usados	NE-53				X	

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

3.2.5. Facultad de Recursos Naturales

Los residuos generados en la Facultad de Recursos Naturales tienen las siguientes características: corrosivo, tóxico y biológico (Tabla 15-3). Entre los principales contaminantes que se identificaron en esta facultad están los siguientes:

- **Hidróxido de sodio.** Es corrosivo e irritante, causa irritaciones hasta úlceras en la piel.
- **Ácido clorhídrico.** Es corrosivo e irritante, causa irritación de garganta y puede formar atmósferas explosivas en el ambiente al entrar en contacto con ciertos metales al desprender hidrógeno.
- **Ácido acético.** Es tóxico, causa dolor de cabeza, vómito y dolor de garganta.
- **Amoniaco.** Es tóxico, causa daños permanentes en los ojos, incluso en cantidades pequeñas.
- **Cloruro de sodio.** Es tóxico, causa resequedad en la piel. En altas concentraciones causa daño a la vegetación.
- **Hidrógeno sulfito de sodio.** Es corrosivo, causa reacciones alérgicas. Contamina el agua y el suelo.

Tabla 15-3: Riesgo de RESPEL - Facultad de Recursos Naturales

Nombre del residuo	Código	C	R	I	T	B
Cultivos de agentes infecciosos y desechos de producción biológica, vacunas vencidas o inutilizadas, cajas de Petri, placas de frotis y todos los instrumentos usados para manipular, mezclar o inocular microorganismos	Q. 86.01	X			X	X
Muestras residuales que contienen sustancias químicas peligrosas o agentes patógenos	M.71.04				X	X
Agroquímicos caducados, obsoletos fuera de las especificaciones	A.01.04				X	

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

3.2.6. Facultad de Ciencias Pecuarias

Los residuos generados en la Facultad de Ciencias Pecuarias tienen las siguientes características: corrosivo, reactivo, inflamable, tóxico y biológico (Tabla 16-3). Entre los principales contaminantes que se identificaron en esta facultad están los siguientes:

- **Sulfuro de sodio.** Es tóxico, causa irritación en la piel y vómito si es ingerido
- **Ácido sulfúrico.** Es tóxico y corrosivo, causa irritaciones en la piel y ojos.
- **Sales de cromo.** Es tóxico y corrosivo, causa vómito y dolor de cabeza.
- **Fenol.** Es tóxico, causa reacciones alérgicas. Contamina el suelo y agua.
- **Heces.** Es biológico, contaminan el suelo y agua.
- **Sangre.** Es biológico, contamina el suelo y agua.

Tabla 16-3: Riesgo de RESPEL - Facultad de Ciencias Pecuarias

Nombre del residuo	Código	C	R	I	T	B
Objetos cortopunzantes contaminados con sustancias peligrosas o secreciones	M.75.03					X
Desechos biológicos infecciosos no desactivados: gasas, apósitos, guantes, etc.	M.75.02			X	X	
Objetos cortopunzantes contaminados con sustancias peligrosas o secreciones	M.75.03			X	X	
Fármacos veterinarios caducados o fuera de especificaciones.	M.75.04			X	X	
Envases vacíos de plaguicidas sin triple lavado	A.01.06				X	
Desecho de investigaciones biológicas que contiene agentes patógenos activados	M 72.04			X	X	
Desechos de Fibra de Vidrio	C.30.06			X	X	
Desechos del cuero en forma de polvo esmerilado, cenizas y harinas que contengan compuestos de cromo (VI) o biocidas	C.15.01				X	
Desechos del proceso de encalado.	C.15.02				X	
Lodos generados en el proceso de curtiembre que tengan características de peligrosidad.	C.15.03	X	X		X	X
Residuos de desengrasado que contienen solventes orgánicos.	C.15.05		X			
Desechos de pintura, barnices, lacas, solventes, conservantes contaminados.	C.31.01	X		X		
Envases vacíos de plaguicidas sin triple lavado	A.01.06				X	
Agroquímicos caducados, obsoletos fuera de las especificaciones	A.01.04				X	

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

3.2.7. Bodega central ESPOCH

Los residuos almacenados en la Bodega Central ESPOCH tiene la siguiente característica: tóxico (Tabla 17-3). Al igual que en la Facultad de Informática y Electrónica en la bodega central de la ESPOCH los principales contaminantes que conforman los residuos son metales pesados provenientes de los procesadores, placas base, memorias RAM y tarjetas gráficas.

Tabla 17-3: Riesgo de RESPEL - Bodega central ESPOCH

Nombre del residuo	Código	C	R	I	T	B
Partes de equipos eléctricos y electrónicos que contienen montajes eléctricos y electrónicos, componentes o elementos constitutivos como acumuladores y otras baterías, interruptores de mercurio, vidrios de tubos de rayos catódicos, capacitores de PCB o contaminados con Cd, Hg, Pb, PCB, organoclorados entre otros.	NE-46				X	
Cartuchos de impresión de tinta o tóner usados	NE-53				X	

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

3.2.8. Taller Mecánico ESPOCH

Los residuos generados en el Taller Mecánico ESPOCH tienen las siguientes características: corrosivo y tóxico (Tabla 18-3). Estos contaminantes son los mismos que se registraron en la Facultad de Mecánica.

Tabla 18-3: Riesgo de RESPEL - Taller mecánico ESPOCH

Nombre del residuo	Código	C	R	I	T	B
Baterías usadas plomo-ácido	NE-07	X				
Chatarra contaminada con materiales peligrosos	NE-09				X	
Filtros usados en aceite mineral	NE-32				X	
Envases contaminados con materiales peligrosos	NE-27				X	
Envases y contenedores vacíos de materiales tóxicos sin previo tratamiento	NE-29				X	
Lodos de aceite	NE-36				X	
Material adsorbente contaminado con hidrocarburos: waipes, paños, trapos, aserrín, barreras adsorbentes y otros materiales solidos adsorbentes.	NE-42				X	

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

3.2.9. Centro de Atención en Salud Integral ESPOCH

Los residuos generados en el Centro de Atención en Salud Integral ESPOCH tienen las siguientes características: tóxico y biológico (Tabla 19-3). En este caso se consideran las posibles enfermedades infecciosas que se pueden transmitir por un mal manejo de materiales e instrumentos que se utilizan en la atención de los pacientes, entre las cuales se tienen las siguientes:

Objetos punzocortantes como jeringas, agujas, bisturís y cuchillas desechables, además equipos utilizados como equipo conexo (por ejemplo, hisopos, vendajes, gasas, apósitos e instrumental médico desechable).

Tabla 19-3: Riesgo de RESPEL - Centro de Atención en Salud Integral ESPOCH

Nombre del residuo	Código	C	R	I	T	B
Desechos de producción biológica, vacunas vencidas o inutilizadas, cajas de Petri, placas de frotis	Q.86.01					X
Objetos cortopunzantes que han sido utilizados en la atención a seres humanos o animales, en la investigación, en laboratorios y administración de fármacos	Q.85.05					X
Fármacos caducados o fuera de especificaciones	Q.85.08				X	

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

3.3. Cuantificación de los Residuos Sólidos Peligrosos

Partiendo desde un punto de vista general se observó que semestre a semestre en cada una de las 6 facultades y 3 direcciones institucionales la generación de residuos fue variable. Esto concuerda con lo dicho por Ruiz (2017), quien manifiesta que los resultados obtenidos de una cuantificación de residuos en instituciones de educación superior siempre diferirán de un año al otro, debido a la variación que existe en el número de estudiantes o a las metodologías que utiliza cada profesor al impartir sus clases. Lo antes mencionado se ratificó con lo manifestado por los distintos encargados de los laboratorios, bodegas o dependencias. Quienes indicaron que la generación de residuos se encuentra directamente relacionado con la intensidad en la que se realizan las prácticas a nivel de laboratorio y al número de estudiantes.

Esta premisa resulta algo ambigua en el sentido de que cada profesor o investigador tiene sus formas de implementar los procesos metodológicos, lo que resulta en un uso intensivo o no de los materiales. Un ejemplo claro de lo antes mencionado se da cuando se conforman grupos de trabajo para la clase. Donde a medida que los grupos estén conformados por más estudiantes, el uso de materiales será reducido. Todo lo contrario, ocurre en el caso de que el profesor decida que la práctica se deba realizar de forma individual en post de alcanzar un mejor aprendizaje.

Otro de los factores a considerar en la generación de residuos está relacionado con las actividades propias de cada laboratorio o bodega de materiales. En este caso una mayor generación estará relacionada con una renovación y actualización del inventario, donde se evalúa el estado general de los materiales, siendo desechados los que estén caducados o los que simplemente hayan cumplido con su vida útil.

En los siguientes apartados se presenta la cuantificación realizada de los residuos peligrosos en cada una de las facultades por semestre. Cada uno de estos se han identificado como periodos, las fechas de cada periodo como se describe a continuación:

- Periodo 1 - 4 de abril / 31 de agosto, 2016
- Periodo 2 - 3 de octubre, 2016 / 15 de marzo, 2017
- Periodo 3 - 4 de abril / 31 de agosto, 2017
- Periodo 4 - 10 de octubre, 2017 / 15 de marzo, 2018

3.3.1. Salud Pública

La Facultad de Salud Pública generó un total de 424.73 kg en los cuatro periodos de evaluación, con una media por semestre de 106 kg residuos sólidos peligrosos. En el caso de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Pereira, generan un total de 960 kg de residuos biosanitarios y anatomopatológicos por periodo académico (Ramírez, 2018). Este valor sobrepasa de forma considerable al registrado en la institución en más de 854 Kg, esto se debe a que en la infraestructura académica de la Universidad de Pereira cuenta con un mayor número de laboratorios, 7 en contraposición a los 3 con los que cuenta la ESPOCH, y superando su generación en más de 8 veces por periodo académico.

La generación de residuos en la Facultad de Salud Pública durante los periodos evaluados es constante siendo el periodo 1 donde más residuos se ha generado con 125.83 kg. En el caso del periodo dos este registra una menor cantidad de residuos generados, el cual fue de 80.14 kg. (Figura 1-3).

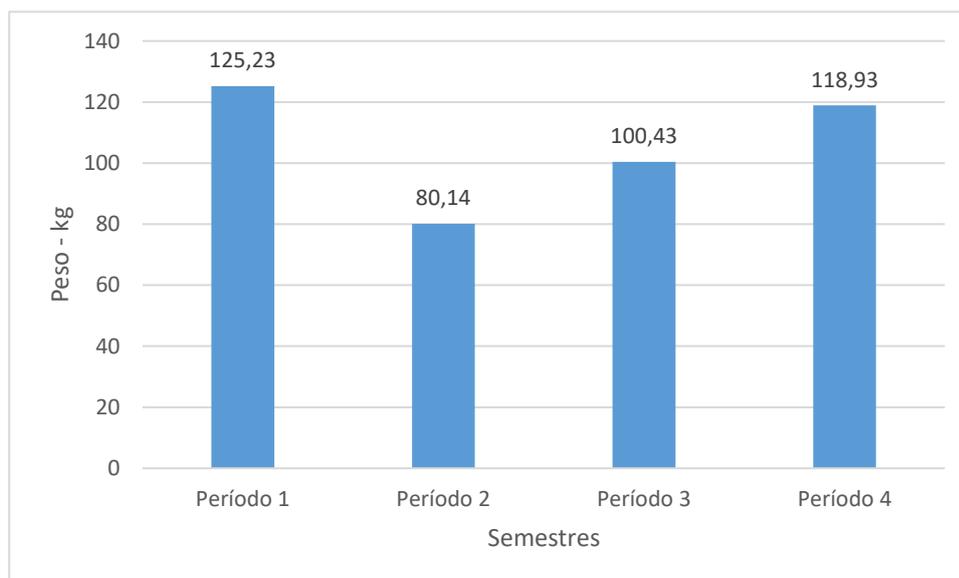


Gráfico 1-3: Cuantificación de residuos peligrosos - Salud Pública

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

Período 1 - 4 de abril / 31 de agosto, 2016, **Período 2** - 3 de octubre, 2016 / 15 de marzo, 2017, **Período 3** - 4 de abril / 31 de agosto, 2017, **Período 4** - 10 de octubre, 2017 / 15 de marzo, 2018

3.3.2. Ciencias

La Facultad de Ciencias es una de las que más residuos generó por periodo. Esto se ve reflejado en los totales registrados para cada uno, superando a la facultad de Informática y Electrónica que ocupa el segundo lugar en generación en un 241% y la Facultad de Mecánica que es la que menor genera en un 1291%, si se compara con los totales alcanzados en todas las facultades. El periodo 3, a pesar de ser el que menos residuos registró con 210.34 kg, alcanza un valor mayor al máximo registrado en el resto de las facultades, tan solo siendo superado con más del doble de peso por la Facultad de Informática y Electrónica en el mismo periodo. Por su parte es en el periodo 4 donde se registró la mayor cantidad de residuos con 349.42 kg. El total de los 4 periodos analizados es de 1152.94 kg, con una media de 288.23 kg por periodo.

El valor registrado por la institución no se compara con el registrado en la Universidad de Pereira donde en conjunto la Facultad de Ciencias Ambientales, la Escuela de Química y el Laboratorio de Análisis de Aguas y alimento generan por periodo académico 5000 kg de residuos (Ramírez, 2018). Esto se debe principalmente a la mayor infraestructura académica que posee la Universidad de Pereira.

En este caso la cantidad de residuos generados no se puede considerar como un problema, ya que esta facultad cuenta con varios laboratorios. En este tipo de instalaciones es donde se debe implementar con mayor intensidad las medidas de minimización en post de la optimización de recursos.

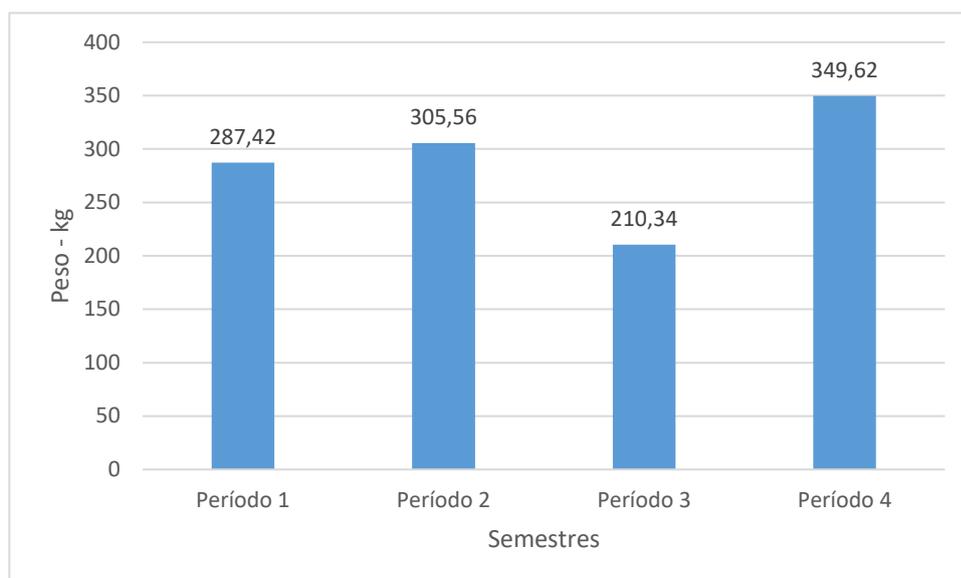


Gráfico 2-3: Cuantificación de residuos peligrosos - Ciencias

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

Período 1 - 4 de abril / 31 de agosto, 2016, **Período 2** - 3 de octubre, 2016 / 15 de marzo, 2017, **Período 3** - 4 de abril / 31 de agosto, 2017, **Período 4** - 10 de octubre, 2017 / 15 de marzo, 2018

3.3.3. Mecánica

A nivel general la Facultad de Mecánica es la que menos residuos genera por periodo. En total en los cuatro periodos se generó 14.94 kg, con una media de 3.7 kg por periodo. Se registró un máximo de 5.4 kg y un mínimo de 2.8 kg. Esto se debe a que en los laboratorios de esta facultad se realizan experimentos de precisión, como los de resistencia de materiales. Por lo que la generación de residuos es mínima.

De acuerdo con el encargado del laboratorio es en el Taller Mecánico donde se tiene más residuos, esto se detallará más adelante.

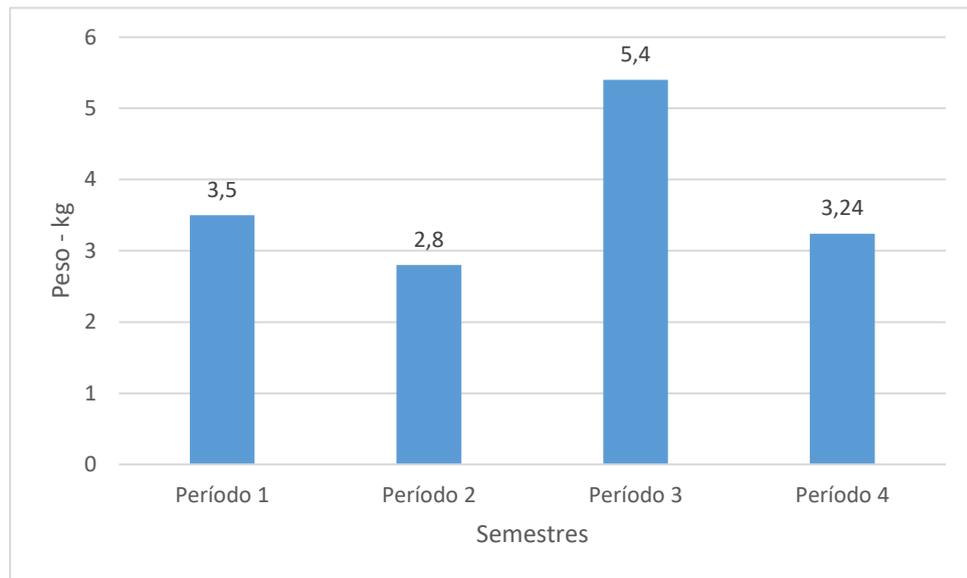


Gráfico 3-3: Cuantificación de residuos peligrosos - Mecánica

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

Periodo 1 - 4 de abril / 31 de agosto, 2016, **Periodo 2** - 3 de octubre, 2016 / 15 de marzo, 2017, **Periodo 3** - 4 de abril / 31 de agosto, 2017, **Periodo 4** - 10 de octubre, 2017 / 15 de marzo, 2018

3.3.4. Facultad de Informática y Electrónica

El tipo de residuos de esta facultad difieren del resto ya que los mismos se generan cuando estos han cumplido su vida útil. Los residuos están conformados por partes de equipos electrónicos, como placas base, resistencias, procesadores, tubos al vacío, pantallas entre otros. La peligrosidad de estos residuos reside en su constitución interna ya que estos se encuentran fabricados a partir de elementos químicos como plomo, mercurio y cobre (EcoCómputo, 2018).

Como se observa en la figura 4-3 el periodo 3 es el que más residuos se generó, cuya diferencia es notable con el resto de los periodos. Esto se debe a que en este periodo se hizo una renovación de los equipos, lo que incrementó de manera considerable los residuos generados. El resto de los periodos registraron una generación que está en el rango de los 90 a 100 kg

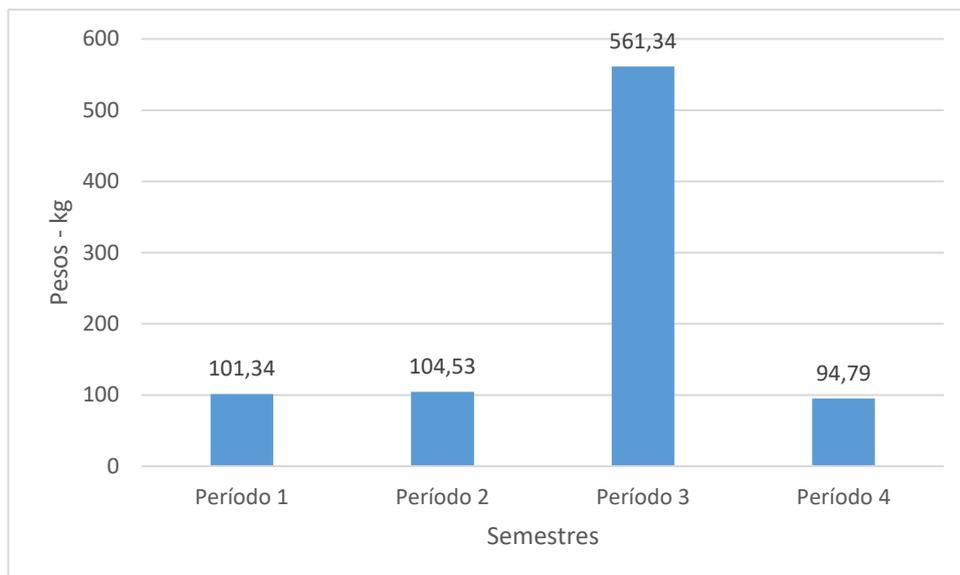


Gráfico 4-3: Cuantificación de residuos peligrosos - Informática y Electrónica

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

Periodo 1 - 4 de abril / 31 de agosto, 2016, **Periodo 2** - 3 de octubre, 2016 / 15 de marzo, 2017, **Periodo 3** - 4 de abril / 31 de agosto, 2017, **Periodo 4** - 10 de octubre, 2017 / 15 de marzo, 2018

3.3.5. Recursos Naturales

La Facultad de Recursos Naturales generó un total de 248.6 kg de residuos en los cuatro periodos de evaluación, con una media de 62.15 kg por periodo. Este valor promedio se lo puede considerar normal si lo comparamos con lo generado por la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Veracruzana, la cual en un periodo académico genera un total de 2549.89 kg. Esta diferencia se debe a que solo dicha facultad cuenta con 11 laboratorios y 5 almacenes para los equipos, materiales, insumos y reactivos (Sandoval, 2015). A diferencia de la Facultad de Recursos Naturales la cual cuenta con 2 laboratorios y no posee almacenes.

En la Facultad de Recursos Naturales es el periodo 4 donde se generó la mayor cantidad de residuos peligrosos con 97.73 kg, mientras que en el periodo 2 se registró la menor cantidad de residuos con 30.9 kg. En este caso el encargado manifestó que el mínimo registrado se debe a que en ese semestre la renovación de los laboratorios se extendió hasta el inicio del periodo académico, por lo que el uso de estos fue mínimo.

El aumento evidenciado en el período 4 se debe a que por la cantidad de nuevos estudiantes la facultad construyó dos nuevos laboratorios, lo que a la postre se vio reflejado en una mayor generación de residuos.

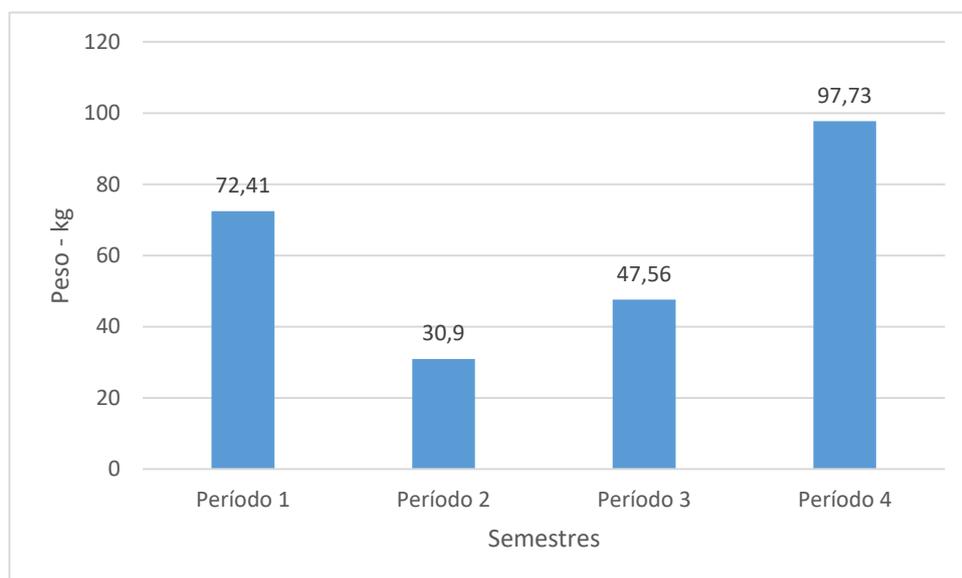


Gráfico 5-3: Cuantificación de residuos peligrosos - Recursos Naturales

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

Período 1 - 4 de abril / 31 de agosto, 2016, **Período 2** - 3 de octubre, 2016 / 15 de marzo, 2017, **Período 3** - 4 de abril / 31 de agosto, 2017, **Período 4** - 10 de octubre, 2017 / 15 de marzo, 2018

3.3.6. Ciencias Pecuarias

El peso de los residuos sólidos peligrosos que se cuantificaron en esta facultad no es real, debido a que la mayoría de prácticas son realizadas por los estudiantes en el Centro Experimental Tunshi. Por lo que no se puede hacer una comparación real con los residuos generados en otras instituciones académicas.

En la Facultad de Ciencias Pecuarias se registró un total de 477.71 kg de residuos sólidos peligrosos, con una media por periodo de 119.42 kg. No se registró una variación notable en los residuos generados durante los periodos analizados, estos variaron de 100 a 130 kg. El periodo que más residuos generó fue el 2 con 128.53 kg, mientras que el menor fue de 112.41 kg.

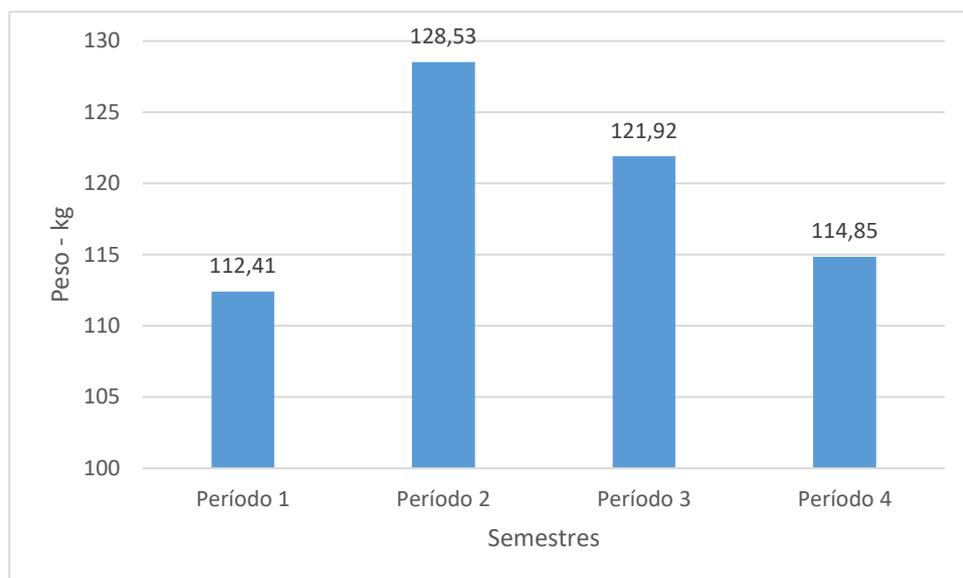


Gráfico 6-3: Cuantificación de residuos peligrosos - Ciencias Pecuarias

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

Período 1 - 4 de abril / 31 de agosto, 2016, **Período 2** - 3 de octubre, 2016 / 15 de marzo, 2017, **Período 3** - 4 de abril / 31 de agosto, 2017, **Período 4** - 10 de octubre, 2017 / 15 de marzo, 2018

3.3.7. Bodega Central

Los residuos peligrosos producidos por la Bodega Central están conformados principalmente por equipos electrónicos. Como ya se mencionó en el apartado de Informática y Electrónica su mayor o menor generación está directamente relacionada con su vida útil. En el caso de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo al igual que la ESPOCH los residuos peligrosos que generan son equipos de cómputo, cartucho de tinta, toner entre otros (Carrillo, 2010).

La Bodega Central generó un total de 89.3 kg, con una media de 22.32 kg. Como se observa en la figura 7-3 existe una variación notable por periodos, reportando una desviación estándar de 16,6kg alejados en promedio de su media. Donde en el periodo 2 se generó una mayor cantidad de residuos con 45.6 kg, mientras que la menor cantidad se dio en el periodo 1 con 10.34 kg.

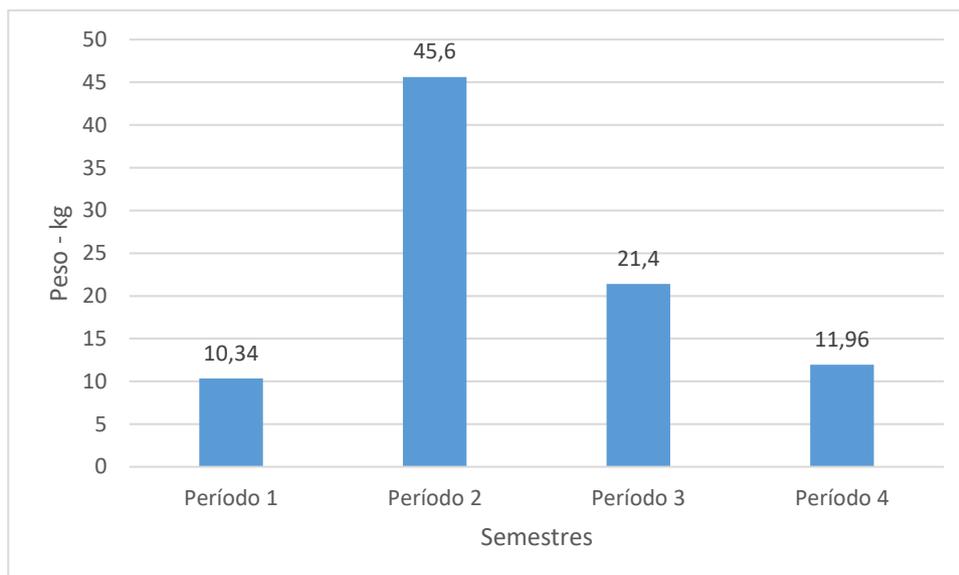


Gráfico 7-3: Cuantificación de residuos peligrosos - Bodega Central

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

Período 1 - 4 de abril / 31 de agosto, 2016, **Período 2** - 3 de octubre, 2016 / 15 de marzo, 2017, **Período 3** - 4 de abril / 31 de agosto, 2017, **Período 4** - 10 de octubre, 2017 / 15 de marzo, 2018

3.3.8. Taller Mecánico

El taller mecánico como tal forma parte de la Facultad de Mecánica, pero por logística y procesos el mismo funciona de manera independiente con la finalidad de agilizar los trabajos. La carrera de Mecánica Automotriz es la principal responsable de su manejo, ya que es aquí donde sus estudiantes realizan la mayor parte de las prácticas.

En total el Taller Mecánico generó 216 kg de residuos, con una media de 54 kg por periodo. En periodo 3 se generó una mayor cantidad de residuos con 101.6 kg mientras que en el periodo 2 y 4 se registró las menores cantidades con 10.59 kg y 33.11 kg. De acuerdo con el encargado esta diferencia se debe a que la facultad gestionó parte de la disposición final de los residuos con el GAD Municipal debido a que no tenían donde almacenar los mismos.

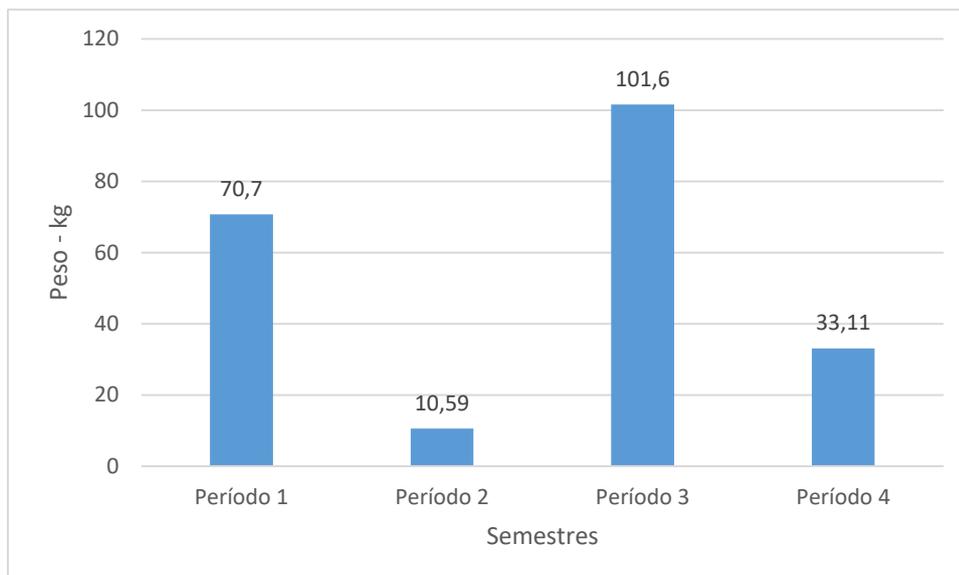


Gráfico 8-3: Cuantificación de residuos peligrosos - Taller Mecánico

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

Periodo 1 - 4 de abril / 31 de agosto, 2016, **Periodo 2** - 3 de octubre, 2016 / 15 de marzo, 2017, **Periodo 3** - 4 de abril / 31 de agosto, 2017, **Periodo 4** - 10 de octubre, 2017 / 15 de marzo, 2018

3.3.9. Centro de Atención en Salud Integral ESPOCH

De acuerdo con los encargados del centro de salud la generación de residuos está directamente relacionada con el número de personas que atienden por semestre y no por una tendencia definida. Como lo indica González (2010), además del número de persona que se pueden atender, otro factor a tener en cuenta es el nivel de atención que se le da al paciente, una consulta simple no generara la mismas cantidad de resiudos que la atención de una emergencia.

En total el centro de Atención en Salud Integral ESPOCH generó 116.9 kg de residuos, con una media de 29.22 kg por periodo. En este caso es el periodo 1 donde más residuos se ha generado con 51.91 kg mientras que el periodo dos con 10.13 kg es donde menos residuos se generó

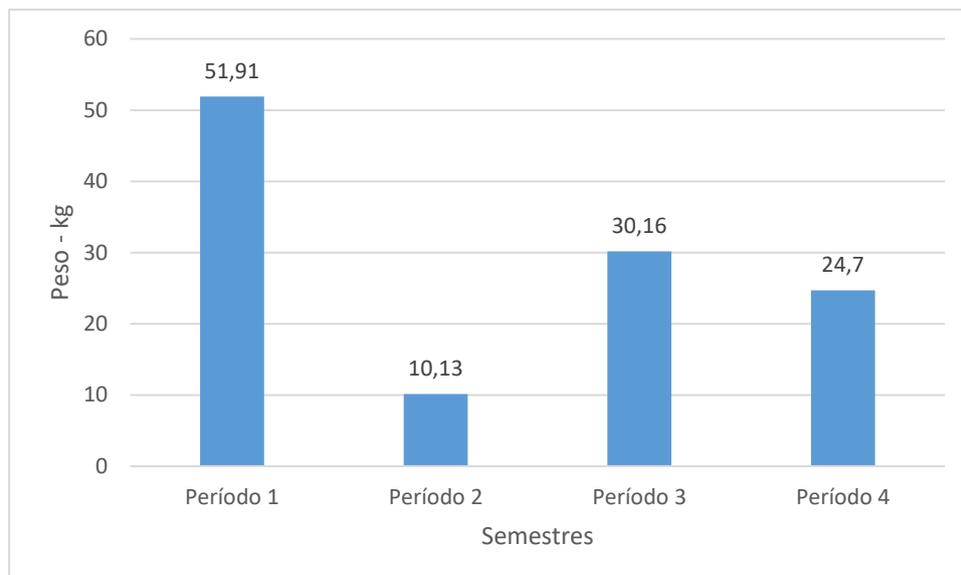


Gráfico 9-3: Cuantificación de residuos sólidos peligrosos - Centro de Atención en Salud Integral ESPOCH

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

Período 1 - 4 de abril / 31 de agosto, 2016, **Período 2** - 3 de octubre, 2016 / 15 de marzo, 2017, **Período 3** - 4 de abril / 31 de agosto, 2017, **Período 4** - 10 de octubre, 2017 / 15 de marzo, 2018

3.3.10. Residuos sólidos peligrosos totales generados por facultad

Durante los dos años que comprende el período total de estudio (2017 - 2018), como se observa en la figura 10-3 la Facultad de Ciencias es la que más residuos peligrosos produce con 1152,94 kg. Esto se debe a los múltiples laboratorios que posee y que en las distintas carreras que la conforman realizan prácticas desde los primeros semestres. Además, los principales residuos están hechos de vidrio y metal. Le sigue las facultades de Ciencias Pecuarias y Salud Pública con 477,712 kg y 424,73 kg respectivamente. La menor cantidad de residuos de estas facultades en relación con la de Ciencias se debe a que las primeras cuentan con un menor número de carreras, por ende, el número de laboratorios es menor.

En un segundo grupo se encuentra la Facultad de Recursos Naturales - 248.6 kg, el Taller Mecánico - 216 kg y el Centro de Atención en Salud - 116.9 kg. En el caso de Recursos Naturales los residuos son menores ya que cuentan con un solo laboratorio, pero altos si lo comparamos con ciencias pecuarias que tiene más instalaciones. Esto se debe a que en esta facultad las tres carreras que la conforman utilizan el mismo laboratorio para prácticas de varias materias. Con lo que respecta al taller mecánico y el centro de atención en salud la generación de residuos está directamente relacionado con el flujo de trabajo que tengan, ya sea por los vehículos a reparar o por los pacientes que atender.

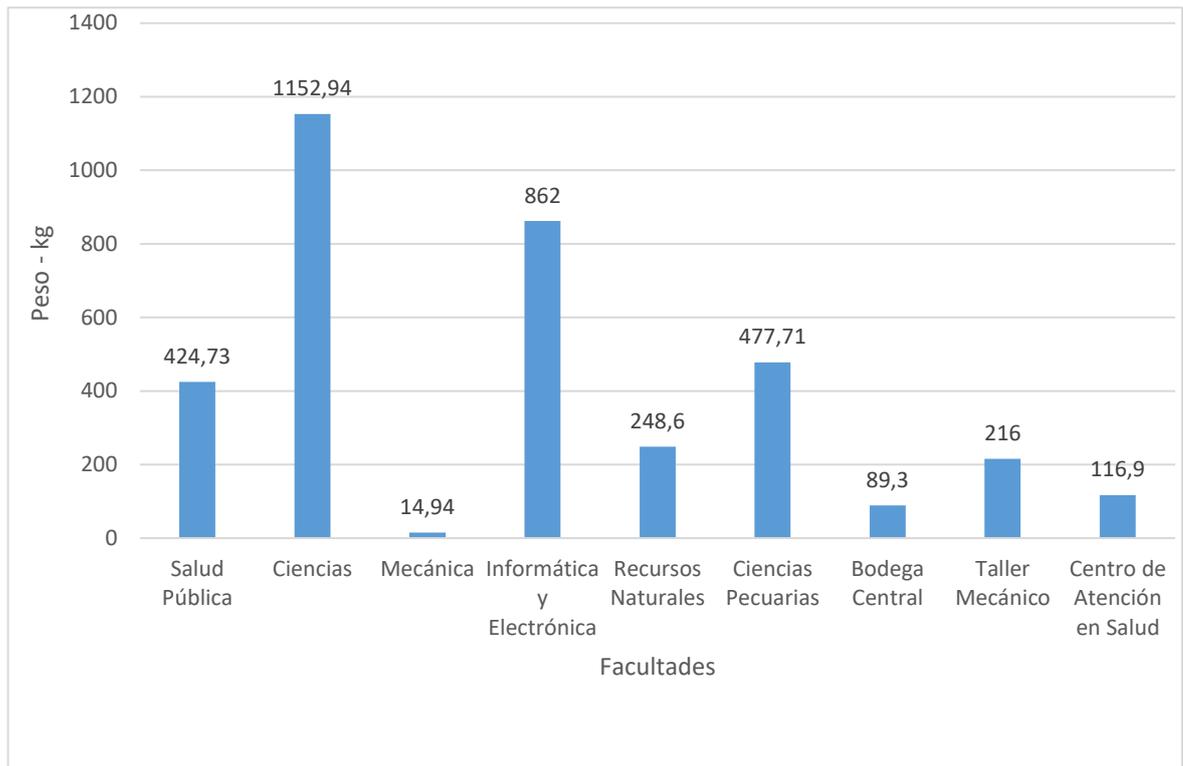


Gráfico 10-3: Cuantificación de los Residuos Sólidos Peligrosos

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

3.4. Plan de manejo integral para los residuos sólidos peligrosos en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Plan de Manejo de Residuos Sólidos Peligrosos

El manejo y disposición final de los residuos peligrosos es una de las actividades más relevantes en materia de gestión ambiental, todo esto debido al peligro que representa este tipo de residuos para la salud humana y el ambiente (Cabañas et al., 2010). La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo hasta el año 2015 no implementó un plan de gestión adecuado para este tipo de residuos siendo colocados directamente en los contenedores de basura como si se trataran de residuos comunes. A partir del año 2016 la institución tomó la decisión de almacenar estos residuos con el fin de evitar el impacto ambiental que se estaba produciendo, hasta encontrar la manera de implementar un manejo adecuado.

La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo es una institución educativa con altos estándares de calidad educativa y con un compromiso claro en el cuidado del ambiente. Consciente que en sus laboratorios y dependencias donde se preparan los estudiantes en las distintas carreras, a más

de poner en práctica los conocimientos adquiridos también se genera una gran variedad de residuos peligrosos y no peligrosos. Sin importar el tipo de residuos del que se trate, estos requieren de un manejo adecuado para alcanzar una disposición final que sea amigable con el ambiente. Enmarcado en los lineamientos institucionales, el plan de gestión de residuos sólidos peligrosos tiene como objetivo generar las acciones requeridas para el correcto manejo de estos.

En una primera instancia se busca minimizar en la medida de lo posible la generación de los RESPEL, ya que las actividades académicas no se pueden detener. Lo segundo es dar un manejo adecuado a los RESPEL que diariamente se generan y que se encuentran almacenados. Ambos planteamientos se complementarán antes, durante y después del proceso de gestión de residuos, buscando alcanzar un solo objetivo común, evitar todos los posibles daños ambientales que los residuos ocasionan al ambiente. Además, se busca que las personas que están involucradas en el manejo de estos residuos tengan las directrices adecuadas para su protección personal.

Con el fin de dar cumplimiento a los planteamientos antes mencionados y dar una solución adecuada al problema que representan los RESPEL en la figura 11-3, se indican las actividades a implementarse durante el proceso de gestión. Las cuales son lineamientos ambientales de carácter específico y flexible, de esta manera en un futuro estos se podrán modificar conforme se implementen o generen nuevas metodologías y actividades de investigación. La correcta implementación del plan permitirá tener un manejo adecuado de los residuos acorde con la normatividad legal vigente, partiendo desde la generación, almacenamiento, recolección, transporte y disposición final.

Plan de Manejo de Residuos Sólidos

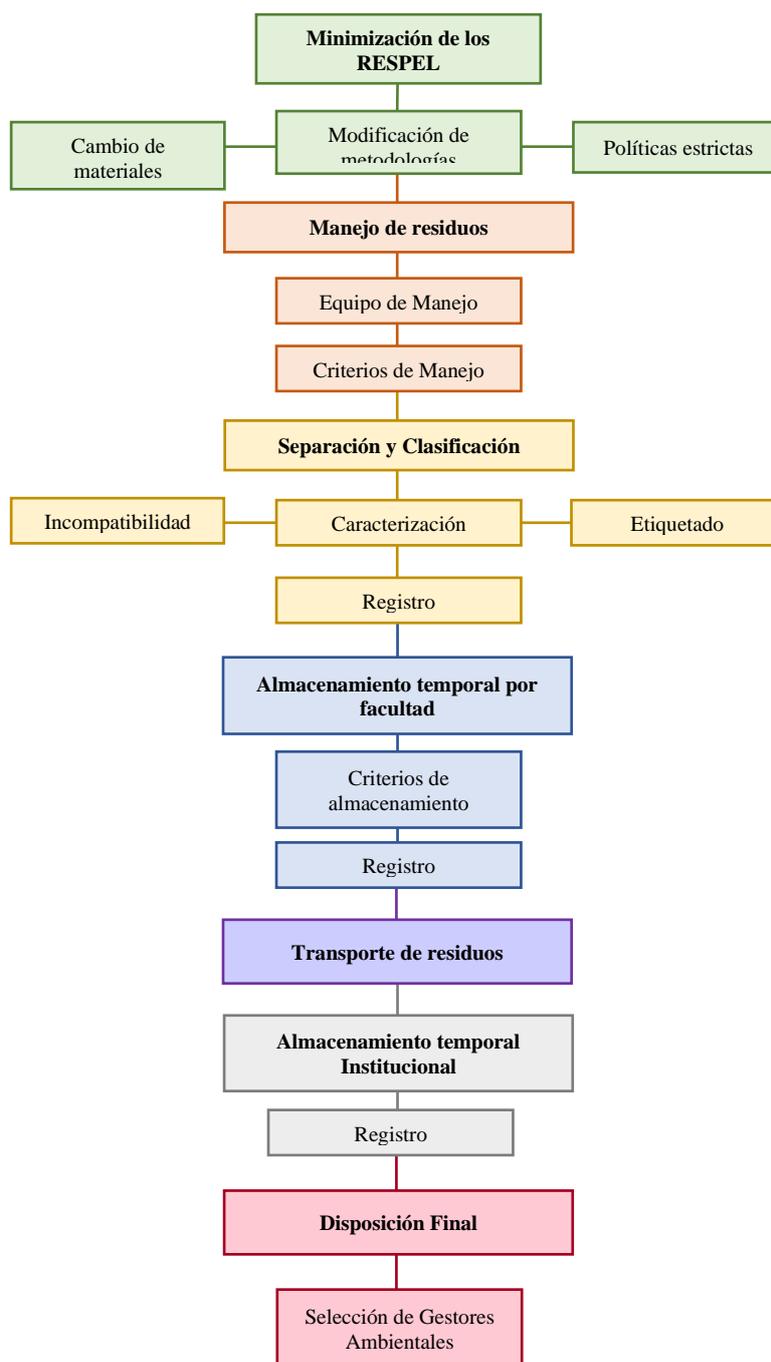


Figura 1-3: Esquema del proceso - Gestión de Residuos Peligroso

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

1. Minimización de los RESPEL

Antes de considerar cualquier lineamiento o medida para el manejo de los RESPEL es necesario y obligatorio tener en cuenta alternativas que permitan la reducción del uso de los materiales que

generan los residuos peligrosos, esto se alcanza dándoles un uso correcto (Bentítez et al., 2012). De esta forma se optimizará las cantidades que se utilicen en cada uno de los laboratorios y dependencias de la institución, consecuentemente se disminuirá la generación de residuos (Massera et al., 2015).

Con esta optimización se busca reducir la generación de residuos en un rango aproximado del 10% al 20%. Este objetivo será alcanzable siempre y cuando exista un compromiso firme de las partes involucradas, en especial estudiantes y profesores. Ya que ellos son los encargados del manejo de materiales antes, durante y después de las prácticas realizadas. Para lo cual se presentan las siguientes recomendaciones.

1.1. Cambio de reactivos

La generación de residuos sólidos peligrosos se puede reducir cambiando los reactivos o solventes por otro tipo de compuestos que tengan menos toxicidad o que a nivel ambiental ocasionen menos impactos negativos (Gil, 2010).

1.2. Modificación de metodologías y operaciones

Procedimientos bien implementados u operaciones llevadas a cabo de forma correcta pueden ser extremadamente relevantes en la minimización de residuos, sobre todo cuando se trata de peligrosos. "Optimización de las operaciones" o "Mejoras en la metodología" son términos que siempre deben tener en cuenta los estudiantes y profesores para ser aplicados en sus actividades diarias. Así se podrá fomentar dentro de ellos la iniciativa por incrementar en su conciencia social y ambiental la necesidad de minimizar la generación de residuos (Gil, 2010).

1.3. Disponer de políticas estrictas para la implementación de metodologías y operaciones

Las personas que estén a cargo de usar o controlar los distintos materiales deben generar o establecer lineamientos específicos para el funcionamiento de cada uno de los laboratorios y dependencias institucionales. De acuerdo con lo expuesto por Loayza (2005) el técnico que este encargado del laboratorio o dependencia deberá considerar los siguientes lineamientos para controlar la generación de residuos.

- **Tipo de materiales.** Comprar materiales no tóxicos o el menos tóxico de ser posible.

- **Usar productos compatibles.** Tratar de usar uno o un mínimo número de solventes para todos los laboratorios o dependencias. De esta forma se incrementará la reciclabilidad de los sobrantes.
- **Adquirir solamente lo indispensable.** Tener un stock innecesario significa tener que realizar inversiones altas y correr el riesgo de generar pérdidas producto de derrames o por la acumulación de materiales vencidos por no ser utilizados.
- **Stock necesario.** Procurar comprar materiales en las cantidades y tamaños requeridos.
- **Trabajo en equipo.** Impulsar el uso conjunto de los materiales o tratar de realizar el intercambio de estos entre personas que tengan el mismo fin.
- **Materiales con un tiempo de uso amplio.** No comprar materiales con un tiempo de uso limitado. Estos se deberán adquirir solo cuando sean requeridos, así se evitará tener un inventario obsoleto.

2. Manejo de residuos sólidos peligrosos

Sin importar que se dé una correcta implementación de las medidas de minimización en el uso de materiales para disminuir la generación de residuos, estos son inevitables. Por lo tanto, se requiere utilizar un conjunto de criterios técnicos para el manejo de los RESPEL con la finalidad de poder dar un seguimiento adecuado a estos, los cuales se detallan en los siguientes apartados.

Esto va dirigido a los profesores y estudiantes que hacen uso de los laboratorios y dependencias que generan residuos sólidos peligrosos y/o tienen contacto directo o indirecto con ellos. De esta forma se podrá garantizar la protección y conservación de la salud humana y el ambiente (Acosta, 2016).

2.1. Criterios de manejo para los residuos sólidos

A continuación, se describen algunos a considerarse en el manejo de los residuos peligrosos.

2.1.1. Recipientes de cristal rotos, deteriorados y contaminados

Los recipientes que contengan elementos químicos peligrosos que hayan sufrido algún tipo de daño o fisura, deben ser inmediatamente reemplazados por otro recipiente que se encuentre en condiciones óptimas. Este procedimiento se lo realizará siempre que se esté utilizando el equipo de protección necesaria (Depreri, 2013).

Los recipientes que presenten algún grado de deterioración y/o fragmentación no deberán ser reutilizados ni manipulados por personal no autorizado. En el caso de existir una caída o derrame de un recipiente que contenga un tipo de material químico líquido y que en condiciones ambientales tienda a solidificarse se tiene que realizar la limpieza de la zona afectada, de acuerdo con los parámetros de manejo que generalmente se encuentran establecidos en los folletos de seguridad (Depreri, 2013).

Cuando se trate de la caída de materiales químicos sólidos y que por el contacto con el medio externo ya no puedan ser usados por contaminación, se tiene que limpiar la zona afectada recogiendo el material a través de un medio absorbente si fuese el caso.

2.1.2. Instrumentos metálicos y de cristal

El tipo de instrumentación que tenga sustancias químicas en su interior como el caso del mercurio en el termómetro o a su vez sirvan para almacenar ácidos o soluciones básica fuertes, deben ser limpiados de manera inmediata del material químico derramado, para ser posteriormente neutralizados y recoger los residuos (Riascos & Tupaz, 2015).

Una medida preventiva previo a la limpieza y recogida de los residuos es la identificación de los parámetros de peligrosidad y la metodología de manejo del material, estos procedimientos se encuentran detallados en los manuales de seguridad o en las etiquetas de los recipientes (Riascos & Tupaz, 2015).

2.1.3. Recipientes con sustancias químicas

Los laboratorios y dependencias de la institución son responsables de una variedad de elementos peligrosos, recipientes y materiales caducados, por tal razón estos tienen que seguir con un adecuado tratamiento y eliminación. En una primera instancia el reciclaje tiene que ser la primera alternativa (García, 2015).

Para alcanzar un correcto y adecuado manejo de los residuos peligrosos antes mencionados, el personal a cargo de las instalaciones debe verificar la etiqueta de identificación para tener una idea previa de los parámetros fisicoquímicos peligrosos de los materiales. Con esta información y de forma segura se podrá implementar su neutralización a partir de un lavado para preferentemente reusar el envase. Siempre se debe considerar los procedimientos indicados en los manuales de seguridad de los distintos materiales (García, 2015).

2.1.4. Materiales químicos sólidos

Para los residuos sólidos como: el carbón activado, hidróxido de sodio entre otros, que generalmente son utilizados en las marchas de los análisis, se deberán recoger de manera inmediata. En el caso de una caída se debe recuperar los materiales que aún no han tenido contacto con una superficie contaminada. De ser el residuo de un análisis se recogerá el producto final y de ser requerido, aplicar una neutralización química y almacenarlo en un envase idóneo. Limpiar el área de uso con agua y detergente (Riascos & Tupaz, 2015).

2.1.5. Equipos electrónicos deteriorados

En el caso de este tipo de materiales el manejo más idóneo que se debe realizar para impedir la contaminación ambiental que ocasionan principalmente sus componentes internos al estar

formados de litio, cobre, níquel entre otros es su correcto almacenamiento en un lugar con una humedad y temperatura ambiente. Estos residuos deben ser entregados a gestores de residuos que se encuentren autorizados por el Ministerio del Ambiente para un tratamiento y aprovechamiento correcto y óptimo de los metales y compuestos peligrosos.

2.1.6. Residuos hospitalarios

Los problemas asociados al manejo de los residuos generados por los centros de atención de salud u hospitales son motivo de preocupación institucional. Debido al amplio espectro de peligrosidad, desde el potencial existente en la propagación de enfermedades infecciosas, hasta riesgos ambientales derivados de los métodos empleados para su tratamiento y disposición final (Neveu & Matus, 2007).

Este tipo de residuos están conformados por objetos cortopunzantes, gasas infectadas, inyecciones entre otros. Por su naturaleza estos no pueden ser reutilizados por el riesgo de afecciones biológicas y tóxicas. En consecuencia, una vez utilizados estos deben ser almacenados de manera inmediata en recipientes de plásticos, para posteriormente ser colocados en fundas rojas. Para su manejo el personal encargado de su manipulación ya sea enfermeras, doctores o practicantes deberán utilizar guantes de polipropileno, mascarilla y mandil, con el fin de evitar cualquier contacto con este tipo de residuos (Junco & y Rodríguez, 2000).

2.1.7. Residuos contaminados con hidrocarburos

Los residuos identificados son principalmente trapos o waipes que están contaminados con residuos de aceites o gasolina. Generalmente se los lava para volver a usarlos, lo que ocasiona un mayor impacto ambiental debido a la contaminación del agua que se produce. Por lo que es recomendable usarlos hasta que complete su vida útil y luego almacenarlos.

2.2. Equipo necesario para el manejo de residuos sólidos peligrosos

Con el fin de evitar daños o afecciones personales, las personas encargadas del manejo de los residuos deberán ocupar un equipo de protección individual. Este equipo se usará durante todos los procesos en los cuales estén involucrados los residuos peligrosos como es el caso de la separación, clasificación, almacenamiento y transporte. Cada laboratorio o dependencia deberá contar mínimo con los siguientes equipos (Baelo & Martínez, 2013).

- **Gafas.** Estas deben dar una correcta protección lateral y frontal.
- **Pantallas.** Protectores faciales que deben cubrir el rostro en su totalidad.
- **Protección respiratoria.** En el caso de trabajar con residuos que emitan algún tipo de gas o vapor es necesario que se dispongan de mascarillas con filtro, de no ser el caso se puede usar mascarillas auto filtrantes.

- **Protección corporal.** Este tipo de protección está elaborada para proteger al personal de posibles heridas ocasionadas por quemaduras, sustancias corrosivas, ácidos o bases fuertes y objetos cortantes.
 - **Cuerpo.** Mandil, overol o pechera de plástico
 - **Manos.** Guantes de neopreno y nitrilo
 - **Pies.** Botas de caucho

3. Separación y clasificación de los RESPEL

Cada uno de los laboratorios y dependencias que conforman la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo deberán separar y clasificar de forma manual cada uno de los residuos peligrosos que tengan almacenados. En el momento que el presente plan sea puesto en marcha esta actividad se realizará al finalizar cada una de las prácticas o actividades donde se haya generado residuos sólidos peligrosos, con el fin de optimizar el tiempo y evitar la acumulación de residuos no clasificados.

De esta forma se evitará cualquier tipo de riesgo de contaminación cruzada y posibles reacciones no deseadas por condiciones de compatibilidad. Un adecuado manejo de los RESPEL conlleva una rotulación concreta para cada uno de los contenedores y/o recipientes en función a la naturaleza del residuo. La compatibilidad que puede existir entre estos es un factor clave que posteriormente facilitará su recolección, evacuación y transporte.

Cada laboratorio y dependencia donde se genere los residuos sólidos peligrosos deberá designar dentro de sus instalaciones una zona de almacenamiento temporal donde serán colocados de acuerdo con compatibilidad y etiquetado.

3.1. Caracterización

Las características de peligrosidad se determinaron conforme a lo establecido en el Acuerdo Ministerial N°142 “Listados Nacionales de Desechos Peligrosos” del Ministerio del Ambiente, considerando el código CRITB (Corrosivas, Reactivas, Inflamable, Tóxicas y Biológicas).

3.2. Etiquetado

Los recipientes, envases y/o contenedores sin importar el material del que estén fabricados y que contengan residuos peligrosos, tienen que ser etiquetados de una manera clara, legible e indeleble de acuerdo con los parámetros establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN: 2288 “Productos químicos industriales peligrosos. Etiquetado de precaución. Requisitos”. Las etiquetas deberán tener los siguientes campos como se describe en la figura 12-3.

	GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS		DIRECCIÓN DE MANTENIMIENTO Y DESARROLLO FÍSICO	
	ETIQUETADO DE RESIDUOS PELIGROSOS		UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL	
ÁREA O DEPENDENCIA:	ESPOCH-Facultad de Ciencias-Laboratorio de Química			
RESPONSABLE:	Ing. Madelen Najera			
DIRECCIÓN:	Dirección: Panamericana Sur Km 1 1/2	TELEFONO	032-998-200	
NOMBRE DEL RESIDUO:	Envases contaminados con materiales peligrosos			
CLAVES	CLASE	AM 026	DECLARACIÓN DE RIESGOS	
	9	NE-27	Nocivo (Xn)	CLASE 9
EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONA				
FECHA DE ENVASADO:	23/4/2019		PESO (Kg)	24,5
FECHA DE RECOLECCIÓN:	30/6/2019		ESTADO DE LA MATERIA	Gas eoso
OBSERVACIONES				Líquido
				Sólido
DIAGRAMA DE FUEGO			ADVERTENCIA	EN CASO DE DERRAME
			En caso de contacto con piel absorber y lavar con abundante agua	Utilice el equipo de protección adecuado. Utilizar material absorbente y evitar llegada a alcantarillas

Figura 2-3: Etiqueta para residuos sólidos peligrosos

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

- 1) Nombre del área de generación del residuo.
- 2) Nombre del responsable interno del área de generación.
- 3) Nombre del residuo de acuerdo con el AM-026.
- 4) Declaración de riesgos según los lineamientos de la NTE-INEN 2266. Para indicar la naturaleza de los riesgos, deberán imprimirse en las etiquetas, los pictogramas

correspondientes, según las características de peligrosidad de los residuos, representados en negro sobre fondo amarillo-naranja.

- 5) Equipo de protección a utilizar para un adecuado manejo.
- 6) Fecha de envasado: esta fecha indica la puesta del contenedor en su ubicación correspondiente y el inicio del periodo máximo de almacenamiento que es de 6 meses.
- 7) Se diligencia con la fecha en la que se retira el recipiente al almacenamiento central.
- 8) Anotaciones pertinentes que se consideren sobre el residuo.
- 9) Peso del residuo para control de generación, esto campo se llenará en el momento que los residuos sean entregados en cada una de las áreas de almacenamiento temporal de las facultades o dependencias institucionales.
- 10) La NFPA (National Fire Protection Association) a través de un rombo seccionado establece el grado de peligrosidad de una sustancia (Figura 13-3).
- 11) Recomendaciones en caso de contacto o derrame

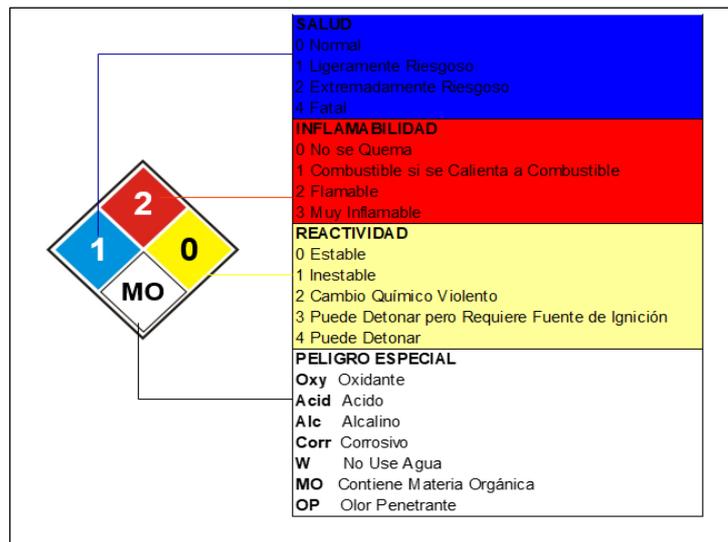


Figura 3-3: Grado de peligrosidad de una sustancia

Elaborado por: National Fire Protection Association (2019)

3.3. Incompatibilidades

El nivel de incompatibilidad de los desechos peligrosos se asignará en función a lo estipulado en el Anexo K de la Norma Técnica INEN 2266 “Requisitos para el transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos” o la que la sustituya.

Caracterizados y etiquetados los residuos, el paso final previo a su almacenamiento es la determinación de la incompatibilidad existente entre los residuos. Para esto la Norma Técnica

INEN 2266 utiliza la matriz de incompatibilidades químicas. Esta matriz utiliza la clase de riesgos para residuos peligrosos establecida por la Organización de las Naciones Unidas.

Los residuos peligrosos identificados serán ubicados en cada una de las clases establecidas por la ONU, tanto en filas como columnas. Como se muestra en la figura 14-3, el color de la zona de intersección de cada fila con su respectiva columna indicará la compatibilidad o incompatibilidad existente entre los residuos que se hayan ubicado en cada una de las clases.

Clase de Riesgo ONU	1	2.1	2.2	2.3	3.	4.1	4.2	4.3	5.1	5.2	6	7	8	9
1. Explosivo	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
2.1. Gas Inflamable	Red	Azul	Red	Red	Red	Red	Red	Red						
2.2. Gas Comprimido no inflamable, no venenoso	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul
2.3. Gas venenoso por la inhalación	Red	Azul	Azul	Azul	Red									
3. Líquidos Inflamables y Líquidos combustibles	Red	Azul	Azul	Red	Azul	Azul	Azul	Azul	Red	Red	Red	Red	Red	Red
4.1 Sólido inflamable	Red	Azul	Azul	Red	Azul	Azul	Azul	Azul	Red	Red	Red	Red	Red	Red
4.2 Sustancia espontáneamente combustible	Red	Azul	Azul	Red	Azul	Azul	Azul	Azul	Red	Red	Red	Red	Red	Red
4.3 Sustancia peligrosa cuando esta mojado	Red	Azul	Azul	Red	Azul	Azul	Azul	Azul	Red	Red	Red	Red	Red	Red
5.1 Oxidante	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
5.2 Peróxido Orgánico	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
6 Sustancias Tóxicas	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul
7 Sustancias Radiactivas	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul
8 Sustancias Corrosivas	Red	Azul												
9 Sustancias Peligrosas Varias	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul	Azul
	Pueden almacenarse juntos													
	Precaución. Revisar incompatibilidades individuales													
	Pueden requerirse almacenes separados. Son incompatibles.													

Figura 4-3: Anexo K - Matriz de incompatibilidades químicas

Fuente: NTE-INEN 2266

3.4. Registro de residuos sólidos peligrosos generados

Finalizado el proceso de separación y clasificación el encargado de cada uno de los laboratorio y dependencia deberá llenar un registro mensual de los RESPEL generados. El mismo servirá para llevar un control interno que le permita a la persona encargada tener una idea clara de las medidas de minimización que pueden ser aplicadas para optimizar el uso de los materiales en post de disminuir la generación de residuos. En la tabla 20-3 se presenta un modelo de referencia para el registro de los residuos

Tabla 20-3: Matriz de registro de residuos sólidos peligrosos generados

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo									
Facultad de Ciencias									
Carrera de Biotecnología Ambiental					Laboratorio de Biotecnología				
Responsable del Laboratorio:					Profesor Responsable:				
Materia:					Semestre:				
Fecha:					Tipo de Residuo:				
Nombre del Residuo	Código	C	R	E	T	I	B	Cantidad	Unidad

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

4. Almacenamiento temporal por facultad

Cada una de las facultades deberá designar un área específica en la cual se almacenará los RESPEL generados. Cada uno de los responsables de los laboratorios y dependencias se encargará de llevar los residuos a las áreas designadas. La periodicidad con la que los residuos sean llevados para su almacenamiento temporal estará en función a la cantidad generada, esto puede ser diario o semanal. En el caso de que no sea a diario, en cada laboratorio o dependencia se colocará un contenedor para los residuos, el cual deberá tener una etiqueta visible en la que se indique que contiene residuos peligrosos. El número de contenedores dependerá de la variedad de residuos que se genere.

De acuerdo con Ariza & Henao (2010) los sitios destinados al almacenamiento de los residuos sólidos peligrosos deben cumplir con las siguientes especificaciones para su correcto funcionamiento.

- El área de almacenamiento debe contar con el espacio suficiente, para que se pueda separar los residuos incompatibles por medio de estanterías o divisiones (Figura 15-3).
- Las paredes, pisos, techos e instalaciones que conformen las áreas de almacenamiento deben estar construidas con materiales resistentes al fuego o al menos ser materiales que no sean susceptibles al fuego como la madera.
- Tener iluminación y ventilación natural.
- Señalizar todas las áreas de almacenamiento y estanterías con la clase de riesgo correspondiente al residuo peligroso almacenado.
- Señalizar los equipos contra incendios y la ubicación del botiquín de primeros auxilios.
- Tener dotación de agua dentro o cerca del área de almacenamiento y energía eléctrica.
- Estar aislados de cualquier fuente de calor o ignición.

- Tener limpieza permanente y desinfección, para evitar olores ofensivos y condiciones que atenten contra la estética y salud de las personas.

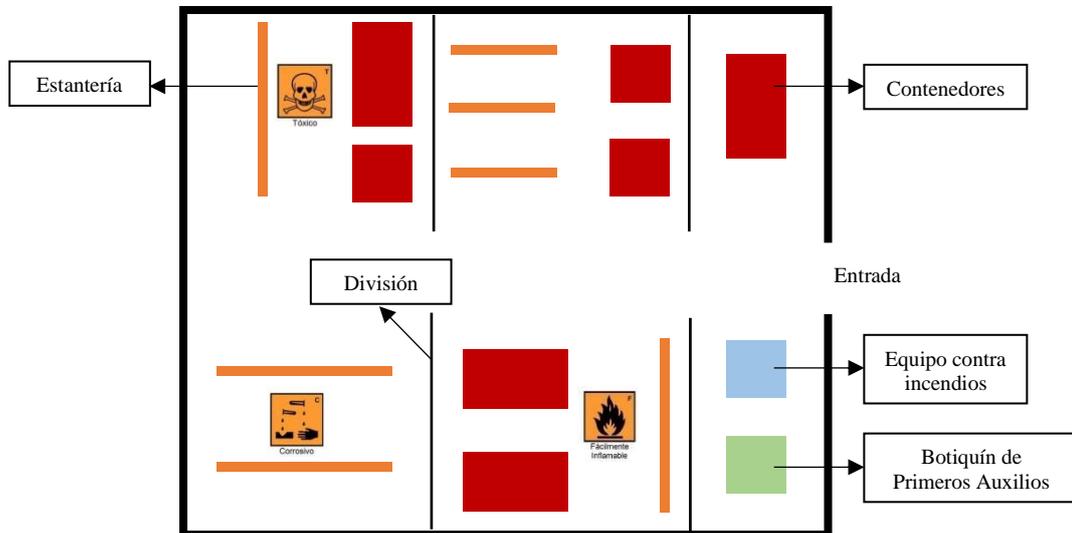


Figura 5-3: Área de almacenamiento para residuos peligrosos

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

4.1. Criterios para el almacenamiento temporal de residuos peligrosos

El personal encargado del manejo de residuos sólidos peligrosos en este caso profesores y estudiantes deberán almacenar los residuos debidamente embolsados y amarrados. Valderrama et al. (2018) recomienda seguir los siguientes criterios para el almacenamiento de los residuos ya sea para volúmenes pequeños en cada uno de los laboratorios y dependencias, o para volúmenes mayores en las áreas de almacenamiento temporal.

- No comprimir las bolsas con los residuos a fin de evitar que se rompan y se generen derrames.
- Los contenedores deben estar debidamente rotulados y permanecer tapados.
- Una vez alcanzada los $\frac{3}{4}$ partes de capacidad de los contenedores en los laboratorios, estos deben ser llevados al área de almacenamiento temporal.
- Los ambientes y contenedores deben estar sujetos a limpieza y desinfección.
- Una vez que las bolsas de residuos se encuentran llenas las $\frac{3}{4}$ partes de su capacidad, éstas deben ser amarradas torciendo el borde superior externo o borde sobrante procurando coger por la cara externa de la bolsa y haciendo un nudo con ella.
- Al cerrar la envoltura se deberá eliminar el exceso de aire teniendo cuidado de no inhalar o exponerse a ese flujo, para esto se debe usar una mascarilla protectora.

- Luego de cada retiro de residuos debe colocarse una bolsa nueva en el recipiente. En ningún caso deben vaciarse los residuos sólidos recolectados a otra bolsa o recipiente, aunque este no haya llegado a las 3/4 partes de capacidad.

A continuación, se detalla los criterios específicos para considerarse en el almacenamiento de los distintos residuos peligrosos generados.

4.1.1. Recipientes de cristal rotos, deteriorados y contaminados

Los recipientes de cristal que se encuentren impregnados o contaminados por elementos químicos peligrosos tienen que depositarse en contenedores plásticos o de metal de color rojo con la etiqueta de residuo peligroso. Se usará un contenedor de color naranja cuando no sean considerados peligroso (residuo especial).

Los materiales que se hayan ocupado en la limpieza de derrames de elementos químicos peligrosas se almacenarán en una funda roja con la etiqueta del contenido y se colocará en un contenedor de color rojo con la etiqueta de residuo peligroso.

4.1.2. Instrumentos metálicos y de cristal

Los instrumentos metálicos y de cristal que tengan un tipo de daño se recogerán en su totalidad, serán almacenados en un contenedor plástico o metálico. Este contenedor será naranja ya que, por el origen del residuo, este es especial (no peligroso) al existir riesgos de corte en la piel y se colocará su respectiva etiqueta. Si por el contrario los instrumentos se encuentran contaminados con elementos peligrosas, de ser posible estos se neutralizarán. De no ser así se almacenarán en un contenedor rojo con la etiqueta de residuo peligroso.

4.1.3. Recipientes con sustancias químicas

Los recipientes con elementos químicos caducados se colocarán en contenedores plásticos rojos con la etiqueta de residuo peligroso. En la medida de lo posible se debe buscar desocupar el contenido y neutralizar los recipientes para su posterior reutilización o reciclaje. Estos se deben colocar en contenedores azules con la etiqueta de reciclable. Los recipientes que, a pesar de ser neutralizados no puedan ser reutilizados o reciclados se colocarán en contenedores plásticos naranjas con la etiqueta de residuo especial.

4.1.4. Materiales químicos sólidos

Materiales solidos como el carbón activado contaminado por elementos químicos peligrosos se almacenarán en contenedores rojos con la etiqueta de residuo peligroso.

4.1.5. Equipos electrónicos deteriorados

Los equipos eléctricos y electrónicos que hayan cumplido con su tiempo de vida útil o porque tengan daños irreparables serán llevados directamente al área de almacenamiento temporal de las facultades o dependencias.

4.1.6. Residuos hospitalarios

Residuos como gasas, toallas o guantes que estén contaminados se almacenarán directamente en una funda plástica de color rojo con su respectiva etiqueta. En el caso de ser cortopunzantes como bisturís o inyecciones, estos se acumularán en recipientes plásticos reciclables para posteriormente ser colocados en fundas plásticas rojas con su respectiva etiqueta.

4.1.7. Residuos provenientes de los hidrocarburos

Estos residuos se almacenarán directamente en fundas plásticas de color rojo con su respectiva etiqueta.

4.2. Registro de almacenamiento de residuos peligrosos

En los almacenamientos temporales para cada una de las facultades y dependencias se designará una persona que este encargado de dicha área. Esta persona se encargará de recibir, pesar y registrar todos los residuos que se generen. Además, se encargará de mantener las condiciones adecuadas para el almacenamiento de los residuos y de despachar los mismos cuando estos sean recolectados. En la tabla 21-3 se detalla un modelo de referencia para el registro de los residuos.

Tabla 21-3: Matriz de registro de almacenamiento de residuos peligrosos

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo					
Facultad de Ciencias					
Encargado:			Fecha:		
Carrera	Laboratorio o dependencia	Nombre del Residuo	Peligrosidad	Cantidad	Código

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

5. Transporte de los RESPEL

El recorrido a realizarse se detalla en el gráfico. Inicia en la facultad de mecánica y finaliza en el área de almacenamiento temporal institucional (Figura 16-3)

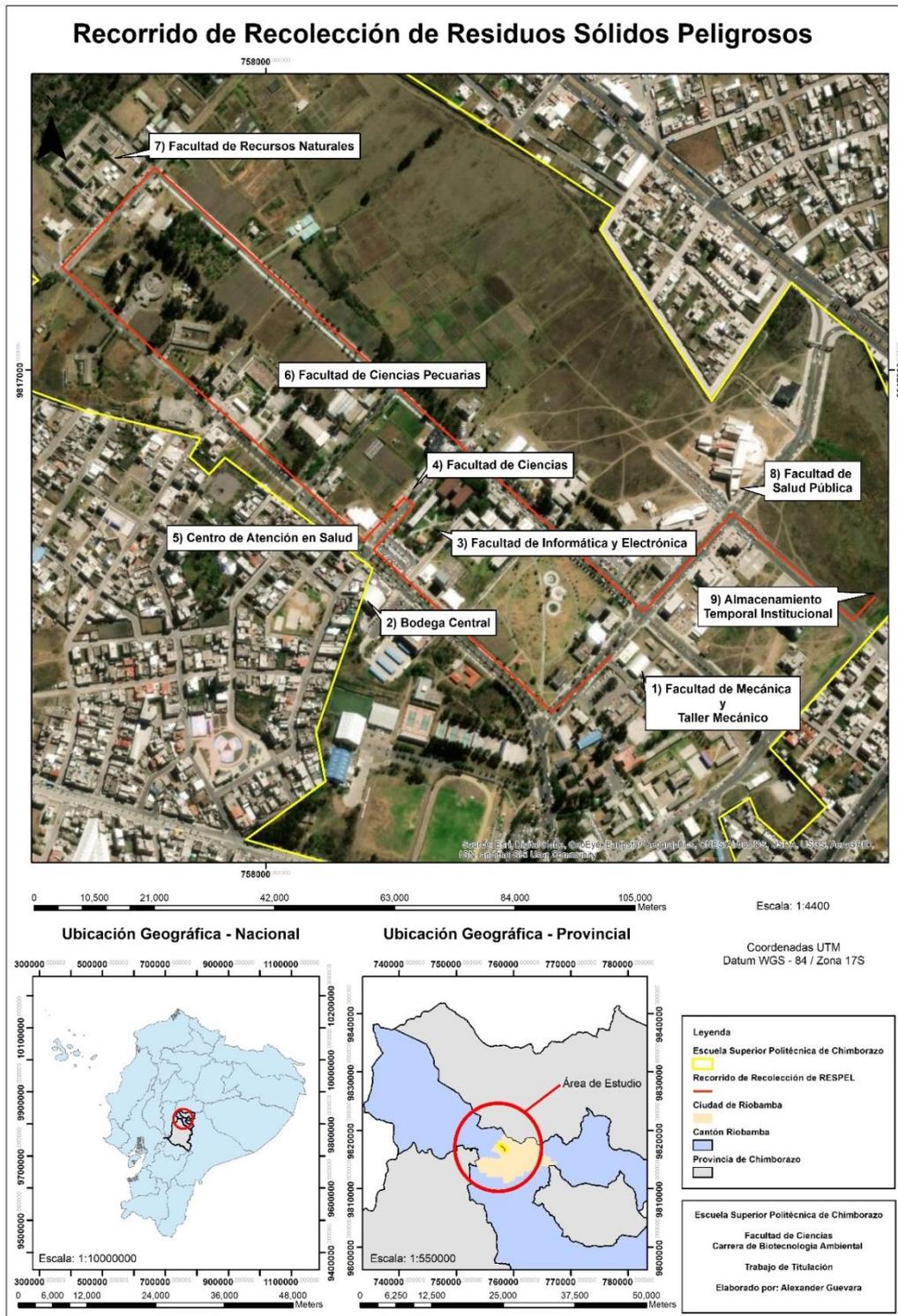


Figura 6-3: Recorrido de recolección de residuos sólidos peligrosos

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

Con el fin de evitar una acumulación innecesaria de los residuos en las facultades y dependencias se realizará una recolección mensual de estos, para ser llevados a un almacenamiento temporal final. Para esto la institución deberá asignar un vehículo para cumplir con esta actividad.

A continuación, se detallan las consideraciones para tener en cuenta en el transporte de los residuos sólidos peligrosos en la institución.

- El conductor debe portar, conocer y aplicar los manuales de procedimiento, la guía de respuesta en caso de emergencia, hojas de seguridad y tarjetas de emergencia, para cada material peligroso transportado, así como los procedimientos establecidos en el plan de contingencia del plan de manejo ambiental aprobado.
- Equipar al vehículo con los materiales y herramientas requeridos para la aplicación del plan de contingencia, de acuerdo con el tipo de desecho peligroso que se encuentre transportando, conforme a lo establecido en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2266 o la que la sustituya. En caso de ser necesario se complementará con las normas internacionales aplicables que la Autoridad Ambiental Nacional considere.
- Llevar una bitácora de las horas de viaje del conductor, así como de la limpieza de la unidad, la cual debe ser realizada en el sitio de descarga.
- Llevar el certificado de aprobación del curso de transporte terrestre de materiales peligrosos (MAE, 2015).

6. Almacenamiento institucional temporal para los RESPEL

Dentro de la institución se establecerá un área específica donde se almacenará los residuos peligrosos que se hayan generado. Esta bodega estará a cargo de dos personas, las cuales realizarán el transporte de los residuos desde las facultades o dependencias. En la tabla 22-3 se detalla un modelo de referencia para el registro de los residuos.

Tabla 22-3: Matriz de Almacenamiento institucional temporal para los RESPEL

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo					
Bodega de Almacenamiento Temporal de Residuos Peligrosos					
Encargado:			Fecha:		
Facultad	Carrera	Nombre del Residuo	Peligrosidad	Cantidad	Código

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

A continuación, se detallan las consideraciones para tener en cuenta en el área de almacenamiento temporal institucional.

- a) El área de almacenamiento debe ser lo suficientemente amplia para almacenar y manipular en forma segura los desechos peligrosos. Así como contar con pasillos lo suficientemente amplios, que permitan el tránsito de montacargas mecánicas, electrónicas o manuales, así como el movimiento de los grupos de seguridad y bomberos en casos de emergencia.
- b) Estar separados de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados.
- c) El acceso a estos locales debe ser restringido, únicamente se admitirá el ingreso a personal autorizado provisto de todos los implementos determinados en las normas de seguridad industrial y que cuente con la identificación correspondiente para su ingreso;
- d) Contar con un equipo de emergencia y personal capacitado en la aplicación de planes de contingencia.
- e) Las instalaciones deben contar con pisos cuyas superficies sean de acabado liso, continuo e impermeable o se hayan impermeabilizado, resistentes química y estructuralmente a los desechos peligrosos que se almacenen, así como contar con una cubierta (cobertores o techados) a fin de estar protegidos de condiciones ambientales como humedad, temperatura, radiación y evitar la contaminación por escorrentía.
- f) Contar con señalización apropiada con letreros alusivos a la peligrosidad de estos, en lugares y formas visibles.
- g) Contar con sistemas de extinción contra incendios.
- h) Contar con un cierre perimetral que impida el libre acceso de personas y animales (MAE, 2015).

7. Disposición final de los RESPEL

Con el fin de evitar el almacenamiento innecesario de los residuos peligros dentro de la institución, la disposición final de estos se realizará al finalizar cada periodo académico. En vista de que la institución no cuenta con los equipos e instalaciones necesarias para la actividad, esta deberá gestionar la contratación de gestores externos especializados en el manejo de este tipo de residuos.

CONCLUSIONES

- Se identificó que la facultad de Ciencias es la que más residuos sólidos peligrosos produce con 1152.94 kg, seguida de las facultades de Informática y Electrónica y Ciencias Pecuarias con 862kg y 477.712 kg respectivamente. En un segundo grupo se encuentra la facultad de Recursos Naturales con 248.6 kg, el taller mecánico con 216 kg y el centro de atención en salud con 116.9 kg.
- Los residuos sólidos peligrosos generados por la Facultad de Ciencias en su mayoría son recipientes de vidrio y plástico contaminados con agentes químicos y biológicos. En el caso de la Facultad de Ciencias Pecuarias estos son objetos cortopunzantes y recipientes que están contaminados con residuos de cadáveres de animales enfermos retirados de camales, veterinarias y granjas. Mientras que en Salud Pública la contaminación proviene de fluidos corporales como sangre y sus derivados.
- Los residuos sólidos peligrosos identificados en las distintas facultades y dependencias institucionales de acuerdo con su procedencia tienen al menos una característica de peligrosidad CRITB: corrosivo, reactivo, inflamable, tóxico y biológico, establecido en la legislación actual vigente.
- El plan de manejo de residuos sólidos peligrosos implica la implementación de actividades enfocadas a la minimización de la generación de residuos previo al manejo propiamente dicho de estos. Las actividades de manejo planteadas se enfocaron en dar un seguimiento adecuado a los residuos desde que estos se generan hasta su almacenamiento temporal previo a su disposición final.

RECOMENDACIONES

- Elaborar propuestas de manejo para los residuos líquidos peligrosos y para los residuos no peligrosos generados en la institución, con el fin de amalgamar un solo plan de manejo integral de residuos que sea implementado en todos los niveles institucionales.
- Implementar el presente plan de manejo en la institución, debido a que los residuos sólidos peligrosos son solamente almacenados en las distintas facultades y dependencias sin recibir el manejo adecuado.

BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA, Henry. Plan de Gestión Integral de Residuos Peligrosos de la Universidad de la Salle. [en línea] 2016. [Consulta: 20 agosto 2018]. Disponible en: <https://www.lasalle.edu.co/wcm/connect/b0d2b49b-1bc9-4e23-a007-8f31f62a7e6f/PGIRESPEL-CHAPINERO-v2.pdf?MOD=AJPERES&CVID=1.aX9YU&CVID=1.aX9YU&CVID=1.aX9YU&CVID=1.aX9YU&CVID=1.aX9YU&CVID=1.aX9YU>.

ACOSTA, María. Gestión integral de residuos sólidos en la ciudad de Vinces. Escuela Politécnica del Ejército [En línea], (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Politécnica del Ejército, Vinces, Ecuador. 2005. pp. 1-150. [Consulta: 18 enero 2018]. Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/827/1/T-ESPE-025065.pdf>.

ALFARO, Ariel. Instructivo de manejo de desechos residuos químicos. Universidad de Costa Rica. [en línea] 2015. [Consulta: 2 febrero 2018]. Disponible en: https://galardonambiental.ucr.ac.cr/sites/default/files/archivos_adjuntos/manejo_de_desechos_residuos_quimicos.pdf.

ARIZA, Diana; & HENAO, Katherine. Formulación del plan de gestión para el manejo de residuos peligrosos generados en la Universidad Tecnológica de Pereira [En línea], (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia. 2010. [Consulta: 28 agosto 2018]. Disponible en: <repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/7333/628445P438.pdf?....>

BAELO, María; & MARTÍNEZ, Felipe. Manual de seguridad y buenas prácticas en el laboratorio. [en línea], Universidad de León. León, España. 2013. [Consulta: 8 abril 2018]. Disponible en: <http://servicios.unileon.es/gestion-de-residuos/wp-content/blogs.dir/34/files/2014/03/guia-de-seguridad-y-buenas-practicas-en-el-laboratorio.pdf>.

BARRADAS, Alejandro. Gestión integral de residuos sólidos municipales: estado del arte [En línea], (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España. 2009. pp.1-205. [Consulta: 3 agosto 2018]. Disponible en: <https://www.virtualpro.co/biblioteca/gestion-integral-de-residuos-solidos-municipales-estado-del-arte>.

BENÍTEZ, Griselda; et al. “La basura electrónica: computadoras, teléfonos celulares, televisiones”. *Revista de divulgación científica y tecnológica* [en línea], 2010, (México), XXIII

(1), pp. 1-3. [Consulta: 15 agosto 2018]. Disponible en: <https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol23num1/articulos/basuras/>

BENÍTEZ, Ricardo; et al. “Gestión integral de residuos químicos generados en los laboratorios de docencia en química de la Universidad del Cauca”. *Revista Ciencia en Desarrollo*, vol. 4, nº 2 (2012), (Colombia), pp. . 63-72.

BERMEJO, Roberto. *La gran transición hacia la sostenibilidad: Principios y estrategias de economía sostenible*. Madrid, España: Catarata, 2005, ISBN 978-84-8319-224-5, pp.1-360

BERRIO, Linda; et al. “Sistemas de tratamiento para residuos líquidos generados en laboratorios de análisis químico”. *Gestión y ambiente* [en línea], 2012, (Colombia), 15(3), pp. 113-124. [Consulta: 13 agosto 2018], ISSN electrónico 2357-5905. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/36285/43153>

BONILLA, Mario; & NUÑEZ, Diego. Plan de manejo ambiental de los residuos sólidos de la ciudad de Logroño. [en línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí, Ecuador. 2012. pp.1-91. [Consulta: 13 agosto 2018]. Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/6341/1/T-ESPE-031981.pdf>.

CARRILLO, Núria. Análisis de los residuos sólidos generados en áreas administrativas, académicas, bibliotecas y cómputos, de ciudad universitaria en la UMSNH, Michoacán, México [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Michoacán, México. 2010. pp. 1-120. [Consulta: 11 marzo 2018]. Disponible en: <https://www.recercat.cat/bitstream/handle/2072/5324/PFCCarrillo.pdf;sequence=5>.

CASTILLO, Angélica; & ROMERO, Sergio. Guía general para la elaboración de un plan de manejo de residuos peligrosos [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional Autónoma de México, México, México. 2012. pp. 1-148. [Consulta: 2 octubre 2018]. Disponible en: <https://www.zaragoza.unam.mx/portal/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/iq/tesis/manejo%20residuos%20peligroso.pdf>.

CENTRO ECUATORIANO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (CEPL). Guía técnica general de producción mas limpia. Centro de promoción de tecnología sostenibles. [en línea] 2005. [Consulta: 8 febrero 2018]. Disponible en: <http://latinamericacaribbean.recnnet.org/uploads/resource/4b752b07eb3d0652f72e024d1ee55b38.pdf>.

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA). Guía para el control y prevención de la contaminación industrial: Taller Metalmecánico. Academia. [en línea] 2001. [Consulta: 14 enero 2018]. Disponible en:

https://www.academia.edu/15753878/COMISION_NACIONAL_DEL_MEDIO_AMBIENTE_REGION_METROPOLITANA_GUIA_PARA_EL_CONTROL_Y_PREVENCION_DE_LA_CONTAMINACION_INDUSTRIAL.

CORTES, Maira. Actualización y unificación de los planes de gestión integral de residuos hospitalarios y peligrosos (respel) en la universidad tecnológica de pereira según la legislación vigente [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia. 2012. pp. 1-112. [Consulta: 21 enero 2018]. Disponible en: <http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/tesis/textoanexos/3637297C828.pdf>.

ESCALONA, Elieser. “Daños a la salud por mala disposición de residuales sólidos y líquidos en Dili, Timor Leste”. 2014, (Cuba). *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(2). pp. 270-277. ISSN 1561-3003. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1561-30032014000200011&lng=es&nrm=iso

DEPRERI. Manual de seguridad para laboratorios. Universidad Católica de Chile. [en línea], 2013. [Consulta: 16 octubre 2018]. Disponible en: <https://www.uc.cl/es/component/docman/.../61-manual-de-seguridad-en-laboratorios>.

JUNCO, Raquel; & RODRÍGUEZ, Doraida. “Desechos hospitalarios: aspectos metodológicos de su manejo”. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, vol. 52, nº(2000), (Cuba) pp. 1-10.

ECOCÓMPUTO. Composición y peligrosidad de los aparatos eléctricos y electrónicos. Grupo Retorna. [en línea] 2018. [Consulta: 8 abril 2018]. Disponible en: <https://ecocomputo.com/noticias/composicion-y-peligrosidad-de-los-aparatos-elctricos-y-electronicos>.

FEDERACIÓN ASTURIANA DE CONSEJOS (FACC). Guía de buenas prácticas para la gestión de residuos industriales. Virtual Pro. [en línea] 2008. [Consulta: 11 mayo 2018]. Disponible en: <https://www.virtualpro.co/biblioteca/guia-de-buenas-practicas-para-la-gestion-de-residuos-industriales>.

FONDO CONCURSABLE DE CAPACITACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA MUNICIPAL (FOCAM). Manejo de residuos sólidos y líquidos. VirtualPro. [en línea] 2002. [Consulta: 8 abril 2018]. Disponible en: <https://www.virtualpro.co/biblioteca/manejo-de-residuos-solidos-y-liquidos>.

FÚNQUENE, Carlos. *Producción limpia, contaminación y gestión ambiental*. Bogotá. Colombia: Pontificia Universidad Javeriana, 2007. 106 p.

GARCÍA, Edwin. Elaboración de un plan de gestión de residuos sólidos para el laboratorio de suelos de la facultad ciencias químicas de la Universidad de Cuenca. [en línea] 2015. [Consulta: 1 agosto 2018]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/21103/1/TESIS.pdf>.

ESPINOSA, P; et al. “Gestión Ambiental en la Universidad de Granada”. *Revista de Salud Ambiental*, [en línea], 2001, (España), 1(2), pp. 79-86. [Consulta: 14 abril 2018]. e-ISSN: 1697-279. Disponible en: <https://ojs.diffundit.com/index.php/rsa/article/view/428>

LOAYZA, Jorge. “Gestión de Residuos en los Laboratorios de Química”. *Revista de Química*, vol. 19, n° 2 (2005), (Perú), pp. 71-78.

GADEA, Enrique; & GUARDINO, Xavier. NTP 276: Eliminación de residuos en el laboratorio: procedimientos generales. 2004, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, pp. 1-4.

GADEA, Enrique. NTP 359: Seguridad en el laboratorio: gestión de residuos tóxicos y peligrosos en pequeñas cantidades. 2005, Centro nacional de condiciones de trabajo, pp. 1-5.

GIL, Lluch. Planes de minimización de residuos en empresa productoras de residuos peligrosos. Salud Pública del Ayuntamiento de Madrid. [en línea] 2010. [Consulta: 5 febrero 2018]. Disponible en: http://madridsalud.es/gestion_ambiental/pdfs/planes_minimizacion_residuos_empresas_productoras_residuos_peligrosos.pdf.

GONZÁLEZ, Eduardo. Análisis de índices de generación de residuos hospitalarios en las IPS de Bogotá para la determinación de indicadores de gestión. univeridad de la salle. [en línea] 2010. [Consulta: 13 abril 2018]. Disponible en: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/14105/00798094.pdf;jsessionid=322C8CF1EA3E8D039BB214D88FB9F025?sequence=1>.

GRANADA, Luis. *Producción más limpia: conceptos para su aplicación en la industria manufacturera*. Cali: Editorial Universidad Libre Seccional Cali, 2007.

GRANDA, Liliana del Cisne. Minimización de desechos peligrosos generados en los talleres de servicio automotriz de las agencias concesionarias de Quito [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Internacional SEK, Quito, Ecuador. 2016. pp. 1-120. [Consulta: 9 enero 2018]. Disponible en: <http://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/2512/3/Tesis%20Liliana%20201%20de%20julio%20KC%20WG%20SS%20LG.pdf>.

GUTIÉRREZ, Diana. Plan de gestión integral de residuos peligrosos y programa de educación ambiental. VirtualPro. [en línea] 2007. [Consulta: 14 marzo 2018]. Disponible en: <https://www.virtualpro.co/biblioteca/plan-de-gestion-integral-de-residuos-peligrosos-y-programa-de-educacion-ambiental>.

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN). Estandarización de colores para recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos. Norma técnica ecuatoriana. [en línea] 2014. [Consulta: 18 octubre 2018]. Disponible en: <http://saludyseguridadec.com/wp-content/uploads/2018/07/INEN-2841-COLORES-PARA-RECIPIENTES-DE-DESECHOS.pdf>.

INSTITUTO NACIONAL ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN). Normas técnicas ecuatorianas INEN 2841 - *Estandarización para recipientes de depósitos y almacenamiento temporal de residuos sólidos. Normalización.* [en línea] 2014. [Consulta: 27 agosto 2018]. Disponible en: <http://saludyseguridadec.com/wp-content/uploads/2018/07/INEN-2841-COLORES-PARA-RECIPIENTES-DE-DESECHOS.pdf>.

HIDALGO, Luis. “La basura electrónica y la contaminación ambiental”. *EnfoqueUTE*, vol. 1, n°1 (2010), (Ecuador) pp. 46-61.

INTEDYA. El Peligro de la basura electrónica. International Dynamic Advisors. [en línea] 2014. [Consulta: 5 junio 2018]. Disponible en: <http://www.intedya.com/internacional/40/noticia-el-peligro-de-la-basura-electronica.html>.

JARAMILLO, Gladys; & ZAPATA, Liliana. Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad de Antioquia., Antioquia, Colombia. 2008. pp. 1-115. [Consulta: 8 mayo 2018]. Disponible en: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/45/1/AprovechamientoRSOUenColombia.pdf>

LI, H; et al. “A basic test method for the study of explosion treatment of waste chemicals from laboratories”. *Journal of Hazardous Materials*, vol. A69 (1999), (Holanda) pp. 129-148.

LOGROÑO, Roberto. Estudio ambiental del manejo de desechos sólidos hospitalarios generados en el hospital Sangolquí y nueve subcentros del cantón Rumiñahui [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador. 2013. pp. 1-245. [Consulta: 28 agosto 2018]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1652/1/T-UCE-0012-259.pdf>.

LÓPEZ, Natalia. Propuesta de un programa para el manejo de los residuos sólidos en la plaza del mercado de Cerete - Córdoba [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad

Pontificia Javeriana, Bogotá, Colombia. 2009. pp. 1-119.[Consulta: 3 julio 2018]. Disponible en: <https://javeriana.edu.co/biblos/tesis/eambientales/tesis64.pdf>.

LOU, J; & CHANG, C. “Completely treating heavy metal laboratory waste liquid by an improved ferrite process”. *Separation and Purification Technology*, vol. 57 (2007), (Holanda) pp. 513-518.

MAE. Acuerdo Ministerial N°142 “Listados Nacionales de Desechos Peligrosos”. Sistema Unico de Información Ambiental. [en línea] 2012. [Consulta: 7 mayo 2018]. Disponible en: <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/249439/AM+142+Listado+nacional+de+sustancias+peligrosas.pdf/e53015fe7d9f>.

MAE. Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria. Sistema Unico de Información Ambiental. [en línea] 2015. [Consulta: 13 julio 2018]. Disponible en: <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/185880/ACUERDO+061+REFORMA+LIBRO+VI+TULSMA+-+R.O.316+04+DE+MAYO+2015.pdf/3c02e9cb-0074-4fb0-afbe-0626370fa108>.

MAE. Reglamento para la prevención y control de la contaminación por desechos peligrosos. Sistema Único de Información Ambiental. [en línea] 2012. [Consulta: 26 abril 2018]. Disponible en: http://www.efficacitas.com/efficacitas_es/assets/Desechos%20Peligrosos.pdf.

MASSERA, Mirian; et al. Gestión integral de residuos peligrosos en la Universidad Nacional Río Cuarto. Universidad Nacional de Río Cuarto. [en línea] 2015. [Consulta: 2 mayo 2018]. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/peru/argres002.pdf>.

MATOS, Andreina. CRETIB (Residuos): Significado y Para Qué Sirve. Liderfer. [en línea] 2015. [Consulta: 15 marzo 2018]. Disponible en: <https://www.lifeder.com/cretib-residuos/>.

MATTHEWS. Residuos Animales. Environmental Solutions. [en línea] 2014. [Consulta: 12 mayo 2018]. Disponible en: <https://matthewsenvironmentalsolutions.com/esp/incineracion/explore-by-waste-type/animal>.

MEJÍA, Patricia; & PATARÓN, Irma. Propuesta de un plan integral para el manejo de los residuos sólidos del cantón Tisaleo [En línea] (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2014. pp. 1-112. [Consulta: 11 junio 2018]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3748/1/236T0117%20UDCTFC.pdf>.

MONTOYA, Rosa. Plan de manejo de sustancias, materiales y desechos peligrosos en los laboratorios de docencia química [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad del Zulia, Zulia,

Venezuela. 2014. pp. 1-105. [Consulta: 15 mayo 2018]. Disponible en: http://tesis.luz.edu.ve/tde_arquivos/80/TDE-2013-11-21T09:34:57Z-4309/Publico/montoya_gutierrez_rosa.pdf.

NEVEU, Alejandra; & MATUS, Patricia. “Residuos hospitalarios peligrosos en un centro de alta complejidad”. *Revista Médica de Chile*, vol. 135 , n°7 (2007), (Chile) pp. 885-895.

PCE-IBERICA. Tipos de balanzas. BasculasBalanzas. [en línea] 2015. [Consulta: 23 octubre 2018]. Disponible en: <http://www.basculasbalanzas.com/tipos/>.

PEÑUELA, Tania; & PEDRAZA, Piedad. 2016. Plan de gestión integral de residuos peligrosos de la empresa disametales S.A.S. Universidad de la Salle. [en línea] 2016. [Consulta: 3 abril 2018]. Disponible en: http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/20489/41112060_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

PILATASIG, Johanna. Identificación de los contaminantes del recurso agua durante la actividad productiva de la empresa CARNIDEM CIA. LTDA y selección de alternativas de PML para reducir el impacto ambiental de las descargas líquidas generadas [En línea], (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. 2014. pp. 1-142. [Consulta: 21 agosto 2018]. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1776/1/MSc.9.pdf>.

PONTÓN, Mary; & SALAZAR, Johanna. Propuesta Plan de Manejo Integral de Residuos para empresa de Aditivos Alimenticios [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politecnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador. 2017. pp. 1-154. [Consulta: 14 julio 2018]. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/99648/D-CD102625.pdf>.

PULIDO, Beatriz. Biotecnología ambiental y tratamiento de aguas. Iagua. [en línea] 2015. [Consulta: 8 agosto 2018]. Disponible en: <https://www.iagua.es/blogs/beatriz-gil/biotecnologia-ambiental-y-tratamiento-de-aguas>.

RAMÍREZ, Diana. Plan para la gestión integral de residuos generados en la atención de salud y otras actividades de los centros médicos de la vicerrectoría de responsabilidad social y bienestar universitario de la universidad tecnológica de Pereira [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad de Pereira, Pereira, Colombia. 2018. pp. 1-191. [Consulta: 2 junio 2018]. Disponible en: <https://media.utp.edu.co/centro-gestion-ambiental/archivos/PGIRASA%20UTP%20-2018%20%281%29.pdf>.

RIASCOS, Lucila; & TUPAZ, Mabel. Propuesta para el Manejo de Residuos Químicos en los Laboratorios de Química de la Universidad de Nariño [En línea] (Trabajo de titulación).

(Maestría) Universidad de Manizales, Manizales, Colombia. 2015. pp. 1-167. [Consulta: 17 marzo 2018]. Disponible en: http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/2385/Riascos_Lucila_Tupaz_Mabel.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

RODRÍGUEZ, Martha; et al. “Riesgos biológicos en instituciones de salud”. *Medwave*. vol. 9, n°7 (2009), (Chile) pp. 7-13.

RODRÍGUEZ, Néstor. Gestión de Residuos Peligrosos en el Laboratorio de Biotecnología. Scribd. [en línea] 2014. [Consulta: 6 enero 2018]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/361797241/Gestion-de-Residuos-Peligrosos-en-El-Laboratorio-de-Biotecnologia>.

RUIZ, Mariana. “Contexto y evolución del plan de manejo integral de residuos sólidos en la universidad iberoamericana ciudad de México”. *Revista internacional de contaminación ambiental*, vol. 33, n°2 (2017), (México) pp. 337-346.

SÁNCHEZ, Gabriela. Gestión integral de residuos sólidos urbanos en los municipios de Actopan, San Salvador y El Arenal del Estado de Hidalgo [En línea] (Trabajo de titulación). (Doctorado) Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Hidalgo, México. 2007. pp. 1-187. [Consulta: 15 mayo 2018]. Disponible en: <https://www.uaeh.edu.mx/docencia/Tesis/icbi/doctorado/documentos/Gestion%20integral%20residuos.pdf>.

SANDOVAL, Elia. Propuesta para el manejo de residuos sólidos institucionales en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Campus Tuxpan [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Veracruzana, Veracruz, México. 2015. pp. 1-112. [Consulta: 14 junio 2018]. Disponible en: https://www.uv.mx/pozarica/egia/files/2017/05/Tesis_Elia-3.pdf.

SANTANA, Irving; & VELÁSQUEZ, Wilfredo. Gestión de los residuos y desechos peligrosos generados en prácticas de laboratorio de química inorgánica y química analítica de la escuela de ingeniería química [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador. 2015. pp. 1-265. [Consulta: 8 junio 2018]. Disponible en: http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2082/1/Gesti%C3%B3n_de_los_residuos_y_desechos_peligrosos_generados_en_pr%C3%A1cticas_de_laboratorio_de_qu%C3%ADmica_inorg%C3%A1nica_y_qu%C3%ADmica_anal%C3%ADtica_de_la_escuela_de_ingenier%C3%ADa_qu%C3%ADmica.pdf.

UCSG. Guía Práctica de Laboratorio. Carrera de Medicina. [en línea] 2014. [Consulta: 17 marzo 2018]. Disponible en: https://www.ucsg.edu.ec/wp-content/uploads/transparencia/BIOLOGIA_CELULAR_Y_GENETICA.pdf.

VALDERRAMA, Heiter; et al. Plan de manejo de residuos solidos no peligrosos y peligrosos de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. [en línea] 2018. [Consulta: 4 octubre 2018]. Disponible en: https://www.unapiquitos.edu.pe/gobierno/vicerrectorado_investigacion/recursos/IND%2019-Plan%20MRS%20no%20peligrosos%20y%20peligrosos-UNAP-2018-PUBLICAR.pdf.

VERGARA, Rodrigo. Cuantificación y caracterización de residuos peligrosos hospitalarios generados en trece centros de atención en salud en una ciudad latinoamericana. Universidad EAN. [en línea] 2012. [Consulta: 6 junio 2018]. Disponible en: <https://repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/3486/VergaraRodrigo2012.pdf?sequence=1>.

VIDAL, E; et al. “Residuos generados y su manejo en talleres mecánicos automotrices de la ciudad Valles”. *TECTZAPIC* vol. 5, n°2 (2015), (México) pp. 1-10.

ANEXOS

ANEXO A. Memoria fotográfica de la identificación de lugares, pesaje y caracterización

		
Bodega Central	Facultad de Salud Pública	Pesaje
		
Mecánica	Facultad de Recursos Naturales	Caracterización
		
Facultad de Ciencias	Pesaje	Facultad de Informática y Electrónica

ANEXO B: Cuantificación de RESPEL ESPOCH

Tabla 1. RESPEL en la Facultad de Salud Pública

Fuente de generación	Código	C	R	E	T	I	B	Cantidad	Unidad
Facultad de Salud Pública	Q.86.01						X	80.10	Kg
	Q.86.02						X	14.20	
	Q.86.03	X			X		X	120.30	
	Q.86.04	X			X		X	74.40	
	Q.86.05	X			X		X	35.30	
	Q.86.07	X			X		X	41.12	
	Q.86.09	X			X		X	59.31	

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

Tabla 2. RESPEL en la Facultad de Ciencias

Fuente de generación	Código	C	R	E	T	I	B	Cantidad	Unidad
Facultad de Ciencias	C.20.04				X		X	1.37	Kg
	C.20.14				X			0.25	
	C.20.07				X	X		143.3	
	E.36.02				X			1.93	
	M.71.02	X			X	X		103.26	
	M.71.04				X		X	13.00	
	M.75.02						X	8.14	
	NE-11	X						2.30	
	NE-21				X			1.76	
	NE-23				X			19.82	
	NE-24				X			1.50	
	NE-29				X			798.96	
	NE-35				X	X		5.36	
	NE-42				X	X		0.20	
	NE-54	X	X		X	X		40.31	
	Q.86.01							X	
Q.86.05							X	4.75	

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

Tabla 3. RESPEL en la Facultad de Mecánica

Fuente de generación	Código	C	R	E	T	I	B	Cantidad	Unidad
Facultad de Mecánica	C.16.05	X	X		X	X		1.00	Kg
	H.50.05				X			4.30	
	M.72.02	X						1.50	
	NE-07				X			30.40	U
	NE-29				X	X		6.54	Kg
	NE-42				X			1.60	

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

Tabla 4. RESPEL en la Informática y Electrónica

Fuente de generación	Código	C	R	E	T	I	B	Cantidad	Unidad
Facultad de Informática y Electrónica	J.61.03				X			7	U
	NE-46				X			840	
	NE-53				X			15	

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

Tabla 5. RESPEL en la Recursos Naturales

Fuente de generación	Código	C	R	E	T	I	B	Cantidad	Unidad
Facultad de Recursos Naturales	M.71.04				X		X	51.3	Kg
	Q. 86.01	X			X		X	197.3	

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

Tabla 6. RESPEL en la Facultad de Ciencias Pecuarias

Fuente de generación	Código	C	R	E	T	I	B	Cantidad	Unidad
Facultad de Ciencias Pecuarias	A.01.04					X		45.4	Kg
	A.01.06					X		32.1	
	A.01.09						X	25.5	
	C.15.01						X	16.4	
	C.15.02						X	56.2	
	C.15.03	X	X		X		X	200.1	
	C.15.05		X					40.7	
	C.30.06					X	X	0.012	
	C.31.01	X		X		X		100.9	
	M.72.04						X	12.3	
	M.75.02						X	1.6	
	M.75.03						X	8.3	
	M.75.04						X	15.7	

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

Tabla 7. RESPEL en la bodega Central ESPOCH

Fuente de generación	Código	C	R	E	T	I	B	Cantidad	Unidad
Unidad de Control de Bienes y Bodega	NE-46						X	45.2	kg
	NE-53						X	89.3	

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

Tabla 8. Cuantificación de RESPEL - Taller mecánico ESPOCH

Fuente de generación	Código	C	R	E	T	I	B	Cantidad	Unidad
Taller Mecánico	NE-07	X						10.1	Kg
	NE-09					X		23.4	
	NE-32					X		5.2	
	NE-27					X		12.4	
	NE-29					X		45.6	
	NE-36					X		32.1	
	NE-42					X		87.2	

Elaborado por: Guevara, A. (2019)

Tabla 9. RESPEL en la Centro de Atención en Salud Integral ESPOCH

Fuente de generación	Código	C	R	E	T	I	B	Cantidad	Unidad
Centro de Atención en Salud Integral	Q.86.01						X	94.1	Kg
	Q.86.05						X	13.5	
	Q.86.08				X			9.3	

Elaborado por: Guevara, A. (2019)



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

**DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS PARA EL
APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN**



**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA**

Fecha de entrega: 30 /11 /2020

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Alexander Fabián Guevara Sánchez
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Ingeniería en Biotecnología Ambiental
Título a optar: Ingeniero en Biotecnología Ambiental
f. Analista de Biblioteca responsable: Lic. Luis Caminos Vargas Mgs.



El modo más eficiente de contactar es por:
**LUIS ALBERTO
CAMINOS
VARGAS**



0311-DBRAI-UPT-2020