

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas

**“Estructuración y Puesta en Marcha del Plan de Manejo de Desechos Peligrosos
Generados por los Laboratorios de la Facultad de Ciencias Naturales y
Matemáticas de la ESPOL”**

PROYECTO INTEGRADOR

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO QUÍMICO

Presentado por:

**Liz Pamela Ampuero Arias
Katherine Estefanie Ramírez Campozano**

Año: 2016

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a las autoridades de la Escuela Superior
Politécnica del Litoral por la apertura para
la realización de nuestro trabajo, a nuestro tutor
por ser nuestra guía durante el desarrollo
del proyecto, a los responsables de los laboratorios
quienes colaboraron atentamente con nuestro
proyecto, y finalmente a nuestras familias
quienes nos acompañaron y apoyaron a lo largo
de nuestra formación académica.

Katherine Estefanie Ramírez Campozano

Liz Pamela Ampuero Arias

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de la materia integradora corresponde exclusivamente al equipo conformado por:

Liz Pamela Ampuero Arias

Katherine Estefanie Ramírez Campozano

Guillermo Francisco Torres Andrade

Y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas (FCNM) de la Escuela Superior Politécnica del Litoral”.

Liz Pamela Ampuero Arias

Katherine Estefanie Ramírez Campozano

Ing. Guillermo Francisco Torres Andrade

RESUMEN

Hoy en día la calidad del medio se ve afectada por la actividad humana y el impacto sobre los componentes ambientales que compromete la salud de los seres humanos. Una de las causas de este deterioro es la generación de los residuos, especialmente los peligrosos a los cuales es necesario darles un adecuado manejo para no comprometer al medio durante su gestión.

En el presente trabajo se expone la situación de los residuos peligrosos a nivel mundial, nivel nacional y de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, en este último se evidencia la carencia de una gestión controlada de los residuos peligrosos generados en los laboratorios de docencia, servicios e investigación.

Es por este motivo que se propone como una alternativa de solución para la problemática en la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, la implementación de un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos, que sirva de punto de partida para gestionar adecuadamente los residuos peligrosos, generando un compromiso de responsabilidad y conciencia ambiental.

Palabras Clave:

Residuos Peligrosos, Gestión, Ambiente.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	4
ABREVIATURAS.....	6
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	7
INDICE DE TABLAS.....	8
INDICE DE GRÁFICOS	9
CAPÍTULO 1.....	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Descripción del Problema	1
1.2. Objetivos.....	4
1.2.1. Objetivo General	4
1.2.2. Objetivos Específicos	4
1.3. Marco de Referencia	4
1.3.1. Marco Teórico – Conceptual	4
1.3.2. Marco legal.....	12
CAPÍTULO 2.....	16
2. METODOLOGÍA	16
CAPÍTULO 3.....	27
3. RESULTADOS.....	27
3.1. Resultados obtenidos durante la Estructuración del Plan.....	27
3.1.2. Matriz del Acuerdo Ministerial 061	28
3.1.3. Matriz de Riesgos	36
3.2. Resultados obtenidos durante la Puesta en Marcha del Plan	38
3.2.1. Prácticas y/o Ensayos Peligrosos.....	38
3.2.2. Estimación por año académico de los Residuos Peligrosos generados en kilogramos por año académico.....	39
3.2.3. Estimación del valor de tratamiento de los residuos peligrosos estimados anualmente si no se realiza el plan y con la ejecución del plan.	42
3.3. Resultado obtenido del proyecto.....	42
3.3.1. Plan de Manejo de Residuos Peligrosos	42
CAPÍTULO 4.....	43
4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	43
4.1. Discusión	43
4.2. Análisis de Resultados	45
4.2.1. Inventario de Residuos Peligrosos (kilogramos) de acuerdo a la instalación del Laboratorio que los posee y valor del tratamiento de los Residuos Peligrosos del Inventario.	45
4.2.2. Análisis de la Matriz del Acuerdo Ministerial 061	46
4.2.3. Prácticas y/o Ensayos Peligrosos y Residuos Peligrosos.....	46
4.2.4. Matriz de Riesgos	48
4.2.5. Plan de Manejo de Residuos Peligrosos	49
4.3. Conclusiones:	50
4.4. Recomendaciones	54
BIBLIOGRAFÍA	60
ANEXOS.....	61

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FCNM	Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
MAE	Ministerio del Ambiente del Ecuador
ONU	Organización de las Naciones Unidas
RESPEL	Residuos Peligrosos
SGA	Sistema Global Armonizado
SUIA	Sistema Único de Información Ambiental
UNEP	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Pirámide de jerarquía de la gestión responsable de los residuos.	6
Ilustración 2 Metodología usada para el uso de proyecto.....	17
Ilustración 3 Relación de entre las normas y leyes aplicables para el manejo de los residuos peligrosos con el Acuerdo Ministerial 061.....	18
Ilustración 4 Proceso de clasificación de los residuos.....	23
Ilustración 5 Criterio utilizado para la legislación del Nivel de Riesgo.	25

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Criterio utilizado para la asignación de valores.....	25
Tabla 2 Consolidación de las cantidades de residuos peligrosos medidos que se almacenaron dentro de los laboratorios hasta fines de Julio del 2016.....	28
Tabla 3 Matriz de cumplimiento de requisitos basado en el Acuerdo Ministerial 061..	28
Tabla 4 Resultados de la matriz de cumplimiento.....	35
Tabla 5 Asignación de valores para frecuencia y severidad.....	36
Tabla 6 Matriz de Riesgos basada en las actividades realizadas en los laboratorios.....	37
Tabla 7 Cantidades por año académico de los grupos de residuos peligrosos.....	40
Tabla 8 Estimación de valores a pagar por desechos generados en un año académico.	42

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfica 1 Procedimientos Escritos de Manejo de Residuos Peligrosos en ESPOL.	2
Gráfica 2 Capacitaciones que ha recibido todo el personal de los laboratorios de ESPOL referente a Manejo de Residuos Químicos Peligrosos.	2
Gráfica 3 Distribución de los riesgos basado en la matriz de riesgos.	38
Gráfica 4 Prácticas peligrosas basados en las prácticas de laboratorios.	39
Gráfica 5 Representación de los principales grupos de desechos.	39
Gráfica 6 Representación de la distribución de los pesos de los grupos de residuos por su composición.	40
Gráfica 7 Representación del porcentaje de residuos peligrosos de acuerdo a su estado.	41

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción del Problema

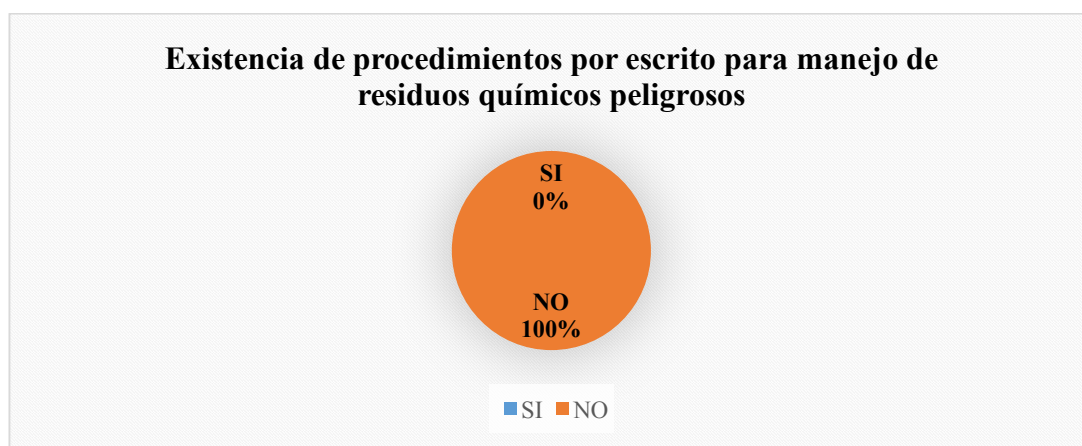
La generación de residuos hoy en día es una de las mayores problemáticas que tiene cada gobierno, puesto que con el crecimiento de la población y sus demandas, ésta generación aumenta. Si se refiere a la ciudad de Guayaquil, ésta es una de las áreas con mayor población dentro del país y el crecimiento de su población junto con las actividades industriales y educativas inciden en la problemática mediante la generación de residuos peligrosos (RESPEL) producidos en hogares, industrias y otras instituciones. Estos últimos ocasionan daños a la salud humana así como problemas ambientales si no se realiza una gestión adecuada de los mismos.

Lo que resalta en esta situación es que los residuos peligrosos constituyen alrededor de 2,5% de los residuos que se producen anualmente en el Ecuador (World Bank, 2016) y aunque no parezca un porcentaje representativo, en cantidades se estima alrededor de 0,1 millones de toneladas al año de RESPEL en el país (Ministerio del Ambiente), sin contar que aún existen entidades que no se han registrado en el Sistema Único de Información Ambiental (SUIA) actividad que es necesaria para poder gestionar los desechos y no incumplir la ley.

Cuando no se realiza la gestión de los RESPEL ocurre una serie de inconvenientes dependiendo de la actividad que los genere. Para nuestro proyecto, la situación será analizada en la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) donde el principal problema es la generación descontrolada de los residuos, con esto se refiere a que no se utilizan las medidas de seguridad necesarias, no se los cuantifica, no se les da tratamiento,

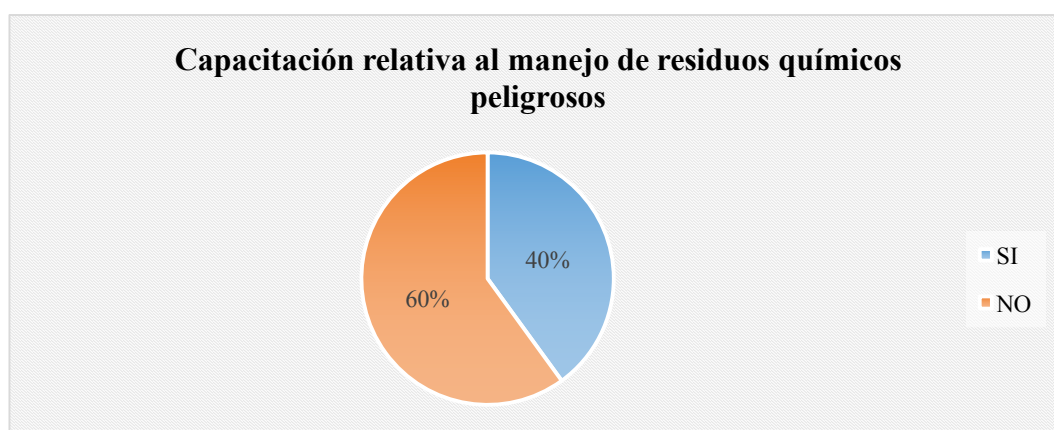
ni son eliminados como se establece en la legislación ecuatoriana. Producto de este problema ocurre que los residuos se acumulan dentro de las instalaciones y provocan riesgos a la salud y al ambiente durante la generación, recolección, envasado, almacenamiento y eliminación, lo cual incumple no sólo las normativas internas de ESPOL sino también las gubernamentales.

En un estudio realizado en la ESPOL en febrero del 2016, se encuestó a los principales entes generadores de RESPEL que son los laboratorios, donde parte de los resultados se pueden observar en los siguientes gráficos:



Gráfica 1 Procedimientos Escritos de Manejo de Residuos Peligrosos en ESPOL.

Fuente: (Matamoros & Mosquera , 2016)



Gráfica 2 Capacitaciones que ha recibido todo el personal de los laboratorios de ESPOL referente a Manejo de Residuos Químicos Peligrosos.

Fuente: (Matamoros & Mosquera , 2016)

Claramente esta encuesta refleja la inexistencia de un plan de manejo de residuos peligrosos dentro de la ESPOL y a la vez la falta de atención a esta situación.

Uno de los focos importantes dentro de la ESPOL en la generación de residuos peligrosos son los laboratorios de docencia, investigación y servicios de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas (FCNM) donde existe la mayor variedad de generación de RESPEL y actualmente no son gestionados en su totalidad, en especial los de docencia e investigación que representan la mayor cantidad de RESPEL generados por la facultad.

Hay que mencionar que, para lograr una gestión de los RESPEL es necesario la existencia de procedimientos que indiquen la forma adecuada de llevar esta actividad obligatoria, puesto que si no se establecen directrices claras y pasos a seguir, sucede que la gestión no se realiza a pesar de que es obligatoria por las leyes ecuatorianas. Sumado a esto, es necesaria la creación de una conciencia ambiental que permita no sólo que se posean los conocimientos relativos al manejo de los RESPEL sino que se adquiera el compromiso de realizar la gestión de los RESPEL.

Con esto se puede destacar la importancia de la existencia sistemas de gestión de residuos peligrosos que abarque el cumplimiento de las leyes, existencia de responsables y los pasos a seguir durante la gestión de los mismos.

Con lo expuesto anteriormente, **¿Es posible controlar los residuos peligrosos de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, mediante la elaboración de un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos?**

1.2. Objetivos

1.2.1. *Objetivo General*

Generar un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos para los Laboratorios de Docencia, Investigación y Servicios de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas de la Escuela Superior Politécnica del Litoral

1.2.2. *Objetivos Específicos*

- Describir las actividades que se desarrollan dentro de los laboratorios y su flujo de materiales.
- Identificar desechos generados por los laboratorios.
- Clasificar los desechos e identificar características de peligrosidad.
- Detallar los procedimientos internos para recoger, embalar, etiquetar y almacenar los residuos peligrosos.
- Identificar los procesos de eliminación de los residuos peligrosos y procesos de reciclaje y reuso.

1.3. Marco de Referencia

1.3.1. *Marco Teórico – Conceptual*

Situación actual: Generación de Desechos Peligrosos

En todos los países alrededor del mundo se generan residuos peligrosos independientemente del nivel de desarrollo o estado de la economía de los mismos. Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, se generan más de 400 millones de toneladas de residuos peligrosos al año en todo el mundo (Naciones Unidas, 2000), las cantidades de generación dependen en gran medida del nivel de industrialización del país, ciertamente un país menos industrializado producirá mayores

residuos por falta de tecnologías en optimización de procesos y sistemas de tratamiento a diferencia de los países desarrollados.

Por otra parte ya a nivel nacional, en el Ecuador se producen aproximadamente 4,06 millones de toneladas de residuos al año (Ministerio del Ambiente) de los cuales 100,9 mil toneladas corresponden a los residuos peligrosos (World Bank, 2016). La eliminación de estos residuos varía para cada institución que los genera puesto que se puede realizar mediante tratamiento o disposición final. La eliminación de los residuos peligrosos es un tema que es reglamentado por el gobierno y vigilado de forma muy general por el Ministerio del Ambiente sin embargo no es una regulación estricta puesto que no se desarrolla de la misma manera dentro del país como ocurre en otros países en los que existen programas nacionales sobre la Gestión Integral de Residuos Peligrosos, esto se refleja claramente con la existencia Norma Técnica de Desechos Peligrosos y Especiales del Distrito Metropolitano de Quito (Concejo Metropolitano de Quito , 2012) mientras que en Guayaquil no existe una norma específica. A pesar de esta variación, la única forma de eliminación y disposición final legal de un residuo es mediante un gestor autorizado, los cuales siguen la jerarquía del manejo responsable de los residuos peligrosos que se detalla a continuación:

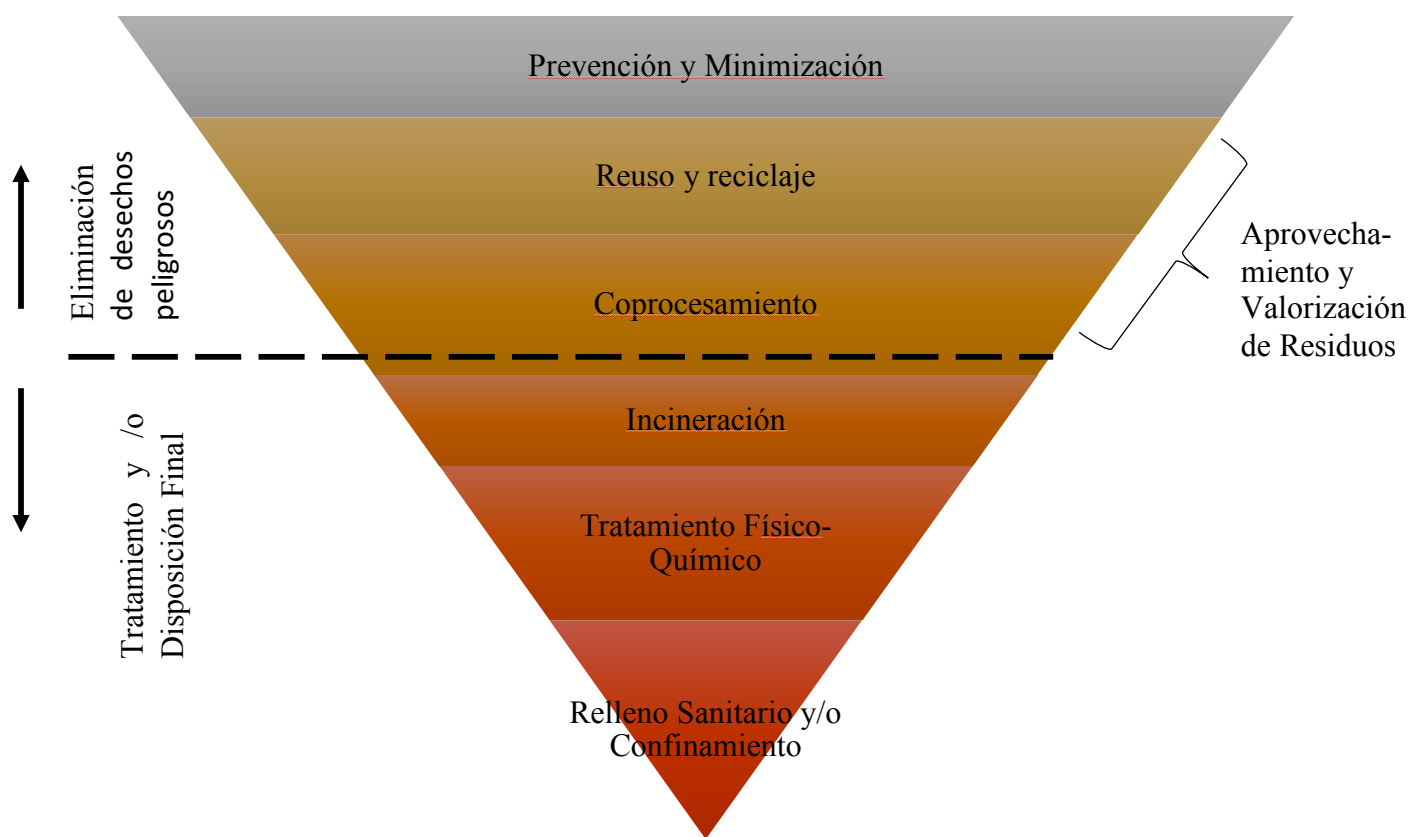


Ilustración 1 Pirámide de jerarquía de la gestión responsable de los residuos.

Fuente: Elaboración propia

Eliminación de desechos peligrosos y/o especiales: Abarcan tanto las operaciones que dan como resultado la eliminación final del desecho peligroso y/o especial, como las que dan lugar a la recuperación, el reciclaje, la regeneración y la reutilización. (Ministerio del Ambiente, 2015)

Disposición final: Es la última de las fases de manejo de los desechos y/o residuos sólidos, en la cual son dispuestos en forma definitiva y sanitaria mediante procesos de aislamiento y confinación de manera definitiva los desechos y/o residuos sólidos no aprovechables o desechos peligrosos y especiales con tratamiento previo, en lugares especialmente seleccionados y diseñados para evitar la contaminación, daños o riesgos a la salud humana

o al ambiente. La disposición final, se la realiza cuando técnicamente se ha descartado todo tipo de tratamiento, tanto dentro como fuera del territorio ecuatoriano. (Ministerio del Ambiente, 2015)

Prevención: Se debe prevenir la generación de los residuos en la fuente, tanto en cantidad como en su potencial de causar contaminación, involucrando en consecuencia sistemas productivos más eficientes, sustitución de materias primas por otras de menos peligrosas o cambios tecnológicos. En este principio se incluye la modificación en el diseño de los productos, tanto para minimizar la cantidad de materiales peligrosos presentes en los mismos, como para viabilizar el reciclaje de los materiales al final de la vida útil. (Martinez, 2005)

Minimización: Consiste en reducir el volumen y la peligrosidad de residuos generados, basándose en dos aspectos fundamentales: la reducción en la fuente y el reciclaje. (Ministerio del Ambiente, 2015)

Reuso: Utilización de desechos peligrosos y/o especiales o de materiales presentes en ellos, en su forma original o previa preparación, como materia prima en un proceso de producción. (Ministerio del Ambiente, 2015)

Reciclaje: Proceso mediante el cual, previa una separación y clasificación selectiva de los residuos sólidos, desechos peligrosos y especiales, se los aprovecha, transforma y se devuelve a los materiales su potencialidad de reincorporación como energía o materia prima para la fabricación de nuevos productos. El reciclaje puede constar de varias etapas tales como procesos de tecnologías limpias, reconversión industrial, separación, recolección selectiva, acopio, reutilización, transformación y comercialización.

(Ministerio del Ambiente, 2015)

Coprocesamiento: El coprocesamiento es el uso de combustibles y materias primas alternativos con el objetivo de recuperar energía y recursos. (Martinez, 2005)

Incineración: Es un proceso termoquímico de oxidación de la materia orgánica por medio de oxígeno el cual está en exceso. La combustión total genera residuos de fallas de la combustión produciendo elementos nocivos las dioxinas y furanos. También se generan óxidos de azufre y nitrógeno. (Ministerio del Ambiente, 2015)

Tratamiento Físico – Químico: Tratamiento que involucra procesos de transformación ambientalmente aceptables, que tienen como objetivo reducir el volumen y la peligrosidad de los residuos. (Martinez, 2005)

Relleno Sanitario: Es una técnica de ingeniería para el adecuado confinamiento de los desechos y/o residuos sólidos; consiste en disponerlos en celdas debidamente acondicionadas para ello y en un área del menor tamaño posible, sin causar perjuicio al ambiente, especialmente por contaminación a cuerpos de agua, suelos, atmósfera y sin causar molestia o peligro a la salud y seguridad pública. (Ministerio del Ambiente, 2015)

Confinamiento: los confinamientos controlados de residuos peligrosos son lugares construidos por debajo de la superficie con el propósito de salvaguardar residuos peligrosos por muchas décadas. Estos confinamientos tienen capas especiales (conocidas como “forros”) que previene la fuga de los materiales peligrosos al subsuelo. Los confinamientos controlados también contienen celdas separadas (compartimentos) donde se pueden segregar diferentes tipos de materiales residuales. (Moreno, 2016).

Por otra parte, se puede destacar también la falta de atención sobre armonizar este tema por el hecho de que el registro de generador de desechos peligrosos queda a la potestad de la institución que los genere. Esto deja la puerta abierta a que la gestión de los desechos peligrosos ocurra de manera facultativa y no obligatoria.

En el ámbito de nuestro proyecto, un estudio realizado en la Escuela Superior Politécnica del Litoral en el mes de febrero del 2016 reportó que la cantidad de residuos peligrosos generada por la institución es de aproximadamente 1,25 toneladas por semana (Matamoros & Mosquera , 2016). A estos residuos peligrosos generados no se les realiza una gestión puesto que para que se pueda llevar a cabo es necesario tener una licencia o contactarse con un gestor autorizado, sin embargo para poder realizar cualquiera de las dos acciones es necesario estar registrado y no es el caso de la ESPOL. Por lo tanto se puede inferir que esta cantidad de residuos peligrosos es vertida y desechada al medio ambiente sin tratamiento.

Previo a la toma de una decisión respecto a los RESPEL es necesario que se evalúe detalladamente la generación de estos, los tipos de RESPEL que se generan de acuerdo a las actividades y todos los aspectos legales que se deben cumplir, dado que estos tres aspectos inciden en las medidas que se adopten para la gestión. De acuerdo al Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe es necesario realizar también un inventario para tener un conocimiento de la situación actual. Para empezar la gestión en primera instancia es necesario proponer un plan que sea el punto de partida, de esta forma poder llegar a tener un Programa de Manejo de Residuos Peligrosos como el que lo posee el Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán (Instituto Tecnológico Superior Teziutlán, 2013), un instituto dedicado de igual manera que la ESPOL a la docencia e investigación.

Al mismo tiempo, para el entendimiento del proyecto es necesario definir los siguientes términos:

- Residuos o desecho (RESPEL): Se entiende por desecho o residuo a las sustancias o materiales compuestos, resultantes de un proceso de producción, transformación, reciclaje, utilización o consumo, cuya eliminación o disposición final procede conforme a lo dispuesto en la legislación ambiental nacional e internacional. (Ministerio del Ambiente, 2015)
- Clasificación de los Residuos: La clasificación de los residuos según su composición es: Reciclables, No reciclables, No peligrosos , Orgánicos , Peligrosos y Especiales
- Residuo reciclable: residuo sólido susceptible a ser aprovechado, transformado mediante procesos que devuelven a los materiales su potencialidad de reincorporación como energía o materia prima para la fabricación de nuevos productos.
- Residuos No Reciclables: residuo sólido no susceptible a ser aprovechado, transformado mediante procesos que devuelven a los materiales su potencialidad de reincorporación como energía o materia prima para la fabricación de nuevos productos cuyo material no puede ser sometido a procesos de transformación para la elaboración de nuevos productos.
- Residuo Peligroso (RESPEL): los desechos sólidos, pastosos, líquidos o gaseosos resultantes de un proceso de producción, transformación, reciclaje, utilización o consumo y que contenga alguna sustancia que tenga las características corrosivas, reactivas, tóxicas, inflamables, biológico-infecciosas, explosivas y/o radioactivas (C.R.E.T.I.B), que representen un riesgo para la salud y el ambiente de acuerdo a las disposiciones legales aplicables.

- Residuo Orgánico: son residuos biodegradables (se caracterizan porque pueden descomponerse naturalmente y tienen la característica de poder transformarse o degradarse rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica. Ejemplo: los restos de comida, frutas y verduras, sus cascaras, carne, huevos, etc.
- Residuos especiales: aquellos residuos que no son peligrosos necesariamente, por su naturaleza, pueden impactar el entorno ambiental o la salud, debido al volumen de generación y/o difícil degradación y para los cuales se debe implementar un sistema de recuperación, reutilización y/o reciclaje con el fin de reducir la cantidad de residuos generados.
- Residuo no peligroso: cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido, que no presenta características de peligrosidad con base en características corrosivas, reactivas, tóxicas, inflamables, biológico-infecciosas, explosivas y/o radioactivas (C.R.E.T.I.B), resultantes del consumo o uso de un bien tanto en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que no tiene valor para quien lo genera, pero que es susceptible de aprovechamiento y transformación en un nuevo bien con un valor económico agregado. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)
- Generador de Residuos Peligrosos: Toda persona, natural o jurídica, pública o privada, que como resultado de sus actividades, puede crear o generar residuos. (Ministerio del Ambiente, 2015)
- Gestor de Residuos Peligrosos: Persona natural o jurídica, pública o privada, que se encuentra registrada para la gestión total o parcial de los residuos sólidos no peligrosos o desechos especiales y peligrosos, sin causar daños a la salud humana o al medio ambiente. (Ministerio del Ambiente, 2015)

- Manejo de Residuos peligrosos: Se refiere a las actividades de recolección, etiquetado, envasado, transporte, almacenamiento y disposición final de los residuos peligrosos que se generen en la institución. (Ministerio del Ambiente, 2015)
- Plan de Manejo de Residuos peligrosos: Plan que tiene por objetivo establecer las herramientas de gestión que permitan a los generadores conocer y evaluar sus residuos peligrosos (tipos y cantidades) y las alternativas de minimización de dichos residuos. (GOBIERNO DE CHILE, 2005).

1.3.2. Marco legal

El proyecto está enmarcado principalmente dentro del ámbito de la Gestión Ambiental y va de la mano con la Salud y Seguridad en el Trabajo. Existen aspectos legales que deben ser considerados para no infringir las leyes nacionales y convenios internacionales. En base a esto, se realiza una referencia de todas las leyes que tienen aplicación al tema de los residuos peligrosos.

Además para poder ampliar este tema, es necesario nombrar la jerarquía de aplicación de las normas de acuerdo al Art. 425 de la Constitución de la República del Ecuador que nos dice: “El orden jerárquico de aplicación de las normas será el siguiente: La Constitución; los tratados y convenios internacionales; las leyes orgánicas; las leyes ordinarias; las normas regionales y las ordenanzas distritales; los decretos y reglamentos; las ordenanzas; los acuerdos y las resoluciones; y los demás actos y decisiones de los poderes públicos.”

1.3.2.1. Instituciones y organismos que reglamentan la Gestión Ambiental y Salud y Seguridad Ocupacional.

Existen instituciones y organismos internacionales que regulan y vigilan las actividades referidas a la interacción del ser humano y el medio ambiente, dentro de ellas

se encuentra las Naciones Unidas quienes se encargan de desarrollar programas y sistemas para protección del Medio Ambiente en persecución de lograr un desarrollo sostenible que promueva el buen vivir de los seres humanos. Para lograr esta meta se establecen convenios internacionales, como el Convenio de Basilea, en donde se acuerdan y armonizan las medidas, políticas y estrategias apropiadas a adoptar para el manejo de residuos peligrosos con el fin de proteger, mediante un estricto control, la salud humana y el medio ambiente.

Igualmente existen a nivel nacional instituciones encargadas de vigilar y normar estas actividades relacionadas al manejo de los residuos peligrosos como lo son:

- Ministerio del Ambiente
- Dirección de Seguridad y Salud en el Trabajo
- Servicio Ecuatoriano de Normalización

Estas instituciones controlan, normalizan y reglamentan el manejo de los desechos peligrosos con el propósito de preservar el medio y cuidar de la salud y seguridad de los ecuatorianos y su territorio.

[1.3.2.2. Leyes, Reglamentos y Normas Aplicables a los Residuos Peligrosos de acuerdo a su jerarquía en el Ecuador.](#)

En primer lugar dentro de la Constitución Ecuatoriana tenemos el Art. 395 numeral 2 que establece que el Estado se compromete a: “Regular la producción, importación, distribución, uso y disposición final de materiales tóxicos y peligrosos para las personas o el ambiente.” Con lo cual queda claro que es estrictamente obligatorio realizar un manejo de los residuos peligrosos. En segunda instancia se tiene el Convenio de Basilea cuyo fin fue explicado en el punto anterior. Seguidamente, se encuentra en el Art. 43 de la Ley para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, la

definición de quienes serán los regulados y responsables dentro de este ámbito y nos dice que: “Son personas naturales o jurídicas, de derecho público o privado, nacionales o extranjeras u organizaciones que a cuenta propia o a través, de terceros realizan en el territorio nacional y de forma regular o accidental, cualquier actividad que tenga el potencial de afectar la calidad de los recursos agua, aire o suelo como resultado de sus acciones u omisiones.” Así mismo, el art. 84 de esta ley establece que la responsabilidad de vertidos, derrames y descargas es solidaria e irrenunciable.

Prosiguiendo la jerarquía de las normas aplicables, se encuentra el Reglamento a la Ley Orgánica de Salud en donde se establece que los residuos peligrosos deben tener un tratamiento específico previo a su eliminación y que el depósito final de los mismos se realizará en sitios designados por los municipios. De esta forma respalda el manejo de RESPEL no sólo como una preocupación medio ambiental sino como una necesidad en el ámbito de la salud. También se encuentra el Reglamento de Salud y Seguridad en el Trabajo, en el cual el Art. 67 expone y reglamenta la misma idea que la Ley Orgánica de la Salud pero ya aplicado al ámbito laboral, lo expresa como un deber de la organización el velar que se cumplan las disposiciones expuestas en esta sección.

El Acuerdo Ministerial 061 establece la reforma del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio Ambiente, en donde se encuentran las directrices de la gestión de los RESPEL desde el momento de la generación hasta su disposición final. Hay que mencionar, que junto con estas directrices se encuentra el acuerdo 142 en donde se establecen los listados nacionales de residuos peligrosos. Una vez entendida esta información y la categoría de los listados en la que entra la actividad de ESPOL, se recurre a la Norma INEN 2266:2013 para el Transporte, Almacenamiento y Manipulación de Materiales Peligrosos en donde se detalla el manejo e identificación de materiales peligrosos y es aplicable de igual manera para los RESPEL.

Finalmente, se tiene el Reglamento de Higiene y Seguridad de la Escuela Superior Politécnica del Litoral en el que se detallan dos secciones: para la gestión ambiental y para los riesgos ambientales. Ambas secciones consideran de forma generalizada el manejo de residuos peligrosos.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

La metodología usada para la realización del proyecto se detalla a continuación con una ilustración.

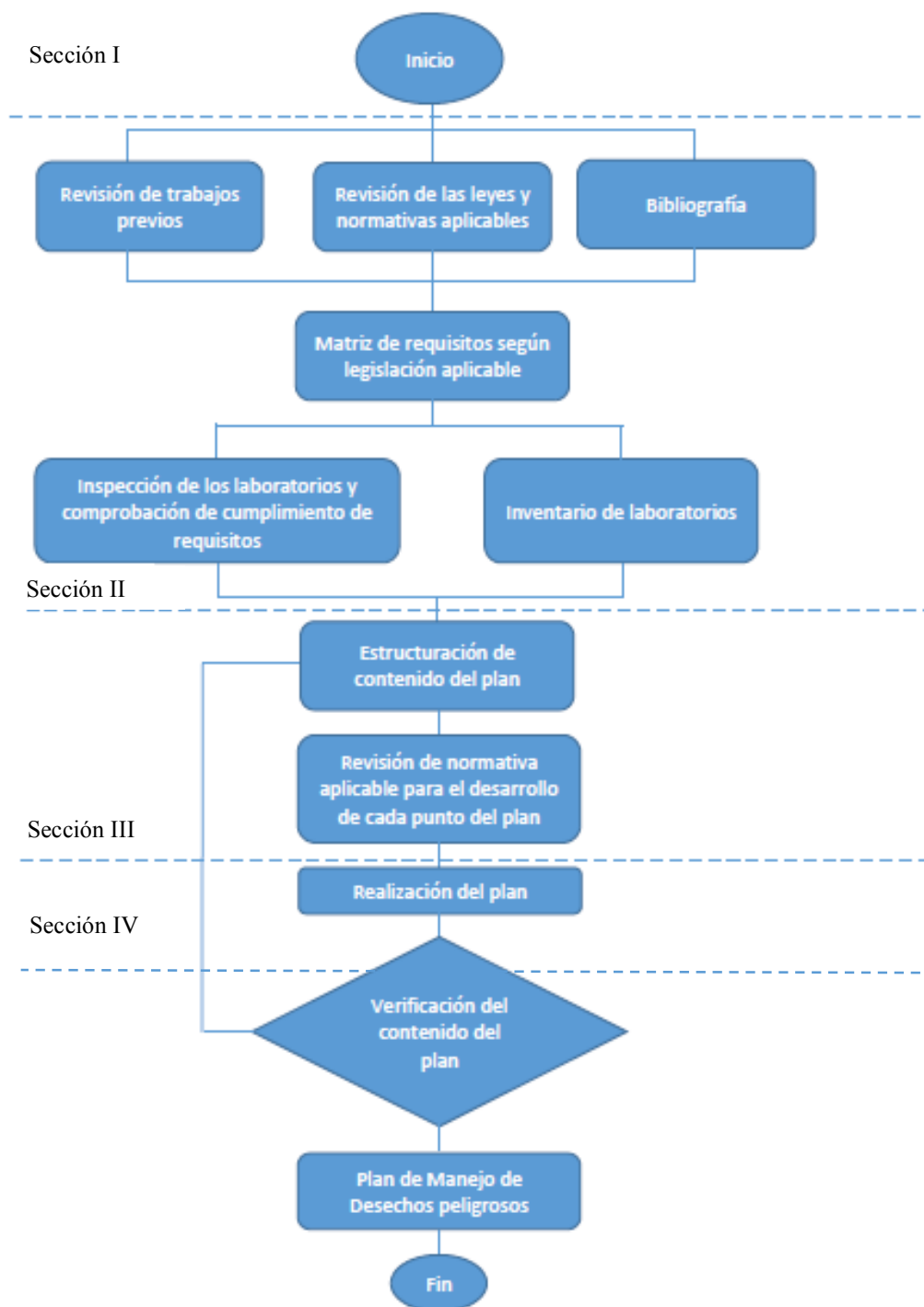


Ilustración 2 Metodología usada para el uso de proyecto.

Fuente: Elaboración propia

Sección I: Investigación previa y situación actual.

Esta sección comprendió 5 etapas:

- Revisión de los trabajos previos
- Revisión de las leyes y normativas aplicables
- Generación de una matriz de cumplimiento de requisitos
- Inspección de los laboratorios
- Inventario de los laboratorios

Revisión de las leyes y normativas aplicables

Las leyes y normativas aplicables fueron explicadas de manera detallada en el capítulo 1, pero fue necesario tomar en cuenta que para el manejo de desechos peligrosos cada una de las normativas aplicables convergen en el Acuerdo Ministerial 061(2015), el cual contempla de manera explícita cada una de las etapas de la gestión de un desecho desde la generación hasta la disposición final, además de los requisitos que se deben cumplir en cada una de estas etapas.

A continuación, una ilustración de la relación (sin perjudicar la jerarquía) de las diferentes normativas con el Acuerdo Ministerial 061 (2015) para el Manejo de los Residuos peligrosos.

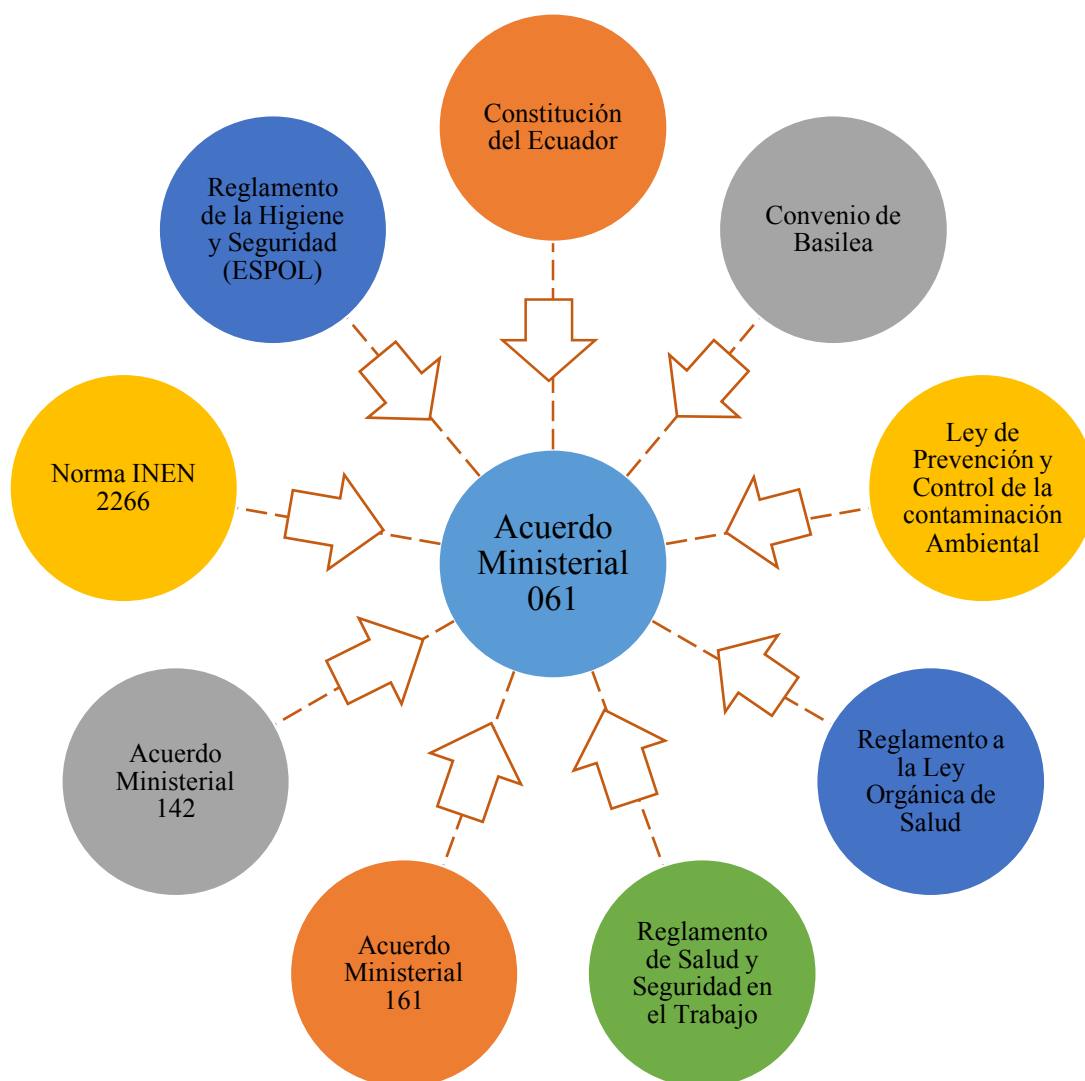


Ilustración 3 Relación de entre las normas y leyes aplicables para el manejo de los residuos peligrosos con el Acuerdo Ministerial 061.

Fuente: Elaboración propia

Generación de una matriz de cumplimiento de los requisitos

Debido a la relación de convergencia de las diferentes normativas con el Acuerdo Ministerial 061 (2015), se utilizó este último para la realización de una matriz en la que se especifican los requisitos que la institución debe cumplir en cada una de las etapas de la gestión de un residuo.

La matriz fue elaborada tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Cumplimiento
- Evidencias o hallazgos
- Observaciones
- Medidas a tomar

El estado de cumplimiento del requisito puede ser cumple, no cumple o no aplica basándose en las evidencias encontradas. En caso de que no exista evidencia suficiente o no haya evidencia, el requisito no aplica.

Las evidencias o hallazgos pueden ser: fotos, videos, documentos oficiales y reglamentos.

En las observaciones se coloca todo tipo de anotación que explique o que contribuya con información sobre la situación actual del cumplimiento del requisito.

En las medidas a tomar se detalla las medidas correctivas sugeridas para cualquiera de los estados del cumplimiento del requisito.

Inspección de los laboratorios

Una vez determinada la matriz será necesario de la inspección de los laboratorios y verificar el estado de cumplimiento del Acuerdo Ministerial 061(2015).

Inventario de los laboratorios

Se determinó la cantidad de desechos y reactivos caducados almacenados en cada uno de los laboratorios se podrá tener una visión de la situación actual de la Facultad, con lo que nos podremos dar una idea del tipo de desecho que se generan además del tipo de reactivos que se utilizan.

Sección II: Generación y Estructuración de un plan base de manejo de residuos peligrosos

Estructuración del contenido del plan base de manejo de desechos peligrosos

Teniendo una visión de situación actual de la Facultad, conociendo las normativas aplicables y con la revisión información relacionada con el proyecto, es posible determinar los puntos que se deben considerar dentro de la estructura de un plan de manejo de desechos peligrosos.

Revisión de la normativa aplicable para el desarrollo de cada punto del plan base

Para el desarrollo de cada punto contenido en la estructura del plan de manejo de desechos peligrosos, se revisó de la norma INEN 2266:2013 para el Transporte, Almacenamiento y Manipulación de Materiales Peligrosos en la cual se hace referencia también a otras dos normas, como lo son el Libro Naranja y el Sistema Global Armonizado en los cuales se contemplan temas relacionados al transporte de materiales peligrosos y la clasificación de los mismos según su peligrosidad, respectivamente. Así como también el Acuerdo Ministerial 142 (2012) en donde se encuentran los listados de desechos peligrosos.

Sección III: Puesta en marcha del plan de manejo de desechos peligrosos

Para la puesta en marcha del plan de manejo de desechos peligrosos, se desarrolló cada uno de los puntos del contenido del plan para los laboratorios de docencia, investigación y servicios.

El primer punto fue la descripción de Actividades que se desarrollan en el proceso productivo, sus flujos de materiales e identificación de los puntos en que se generan residuos. Para este punto se recopiló la siguiente información: en el caso de los laboratorios de docencia, las guías de las prácticas realizadas en los laboratorios por cada materia y en el caso de los laboratorios de investigación y servicios, los análisis realizados con frecuencia. En conjunto con esto se investigó acerca de los métodos de eliminación de los desechos producidos con el fin de conocer si poseían alguna forma de minimización.

Seguidamente, se identificó los diferentes reactivos por práctica o análisis y se determinó si la peligrosidad del reactivo basado en la lista de sustancias peligrosas disponible en la Norma INEN 2266:2013, una vez determinado esto fue posible determinar cuáles práctica y/o ensayos son peligrosas debido al uso de sustancias peligrosas.

Luego de esto, se hizo un análisis de cada una de las prácticas o análisis mediante diagramas de flujos, identificando las diferentes etapas de proceso, los reactivos a usar así como también los puntos de generación de los residuos.

Como siguiente punto estuvo la clasificación de los residuos generados y estimación de la cantidad anual de cada uno de ellos. Teniendo la lista de los residuos generados por práctica o análisis peligroso, se analizó cada uno de estos residuos según el listado presente en la Norma INEN 2266:2013 debido a que, los residuos a pesar de ser generados por un reactivo peligroso, no implica que también posean la característica de peligrosidad.

De esta forma se determinó con más seguridad el listado de los posibles desechos peligrosos generados en cada uno de los laboratorios. Con éste, se pudo identificar que

los desechos se encontraban englobados en 14 grupos principales, dando como resultado la clasificación de los desechos peligrosos según su composición. Siendo como último punto dentro de la clasificación de los desechos, la asignación del grupo a cada uno de los desechos.

Con el fin de un mejor entendimiento de lo antes explicado se presenta a continuación a continuación una ilustración del procedimiento realizado para la determinación del listado de los posibles residuos peligrosos.

Por otra parte, la estimación de la cantidad de residuos peligrosos generados al año tanto en volumen como en peso se realizó con ayuda de los diagramas de flujo y las cantidades de reactivos utilizados.

El procedimiento utilizado para la estimación de las cantidades se encuentra detallado en el plan de manejo de residuos peligrosos (Anexo A).

Como punto 3 están las alternativas de minimización de la generación de residuos peligrosos, para lo cual se determinó cada una de las alternativas de minimización que se podían llevar a cabo dándole énfasis al tratamiento in situ con el fin de disminuir o eliminar la característica que hace peligroso a los residuos.

A continuación, en el punto 4 se detallaron los procedimientos internos para recoger, transportar, envasar, etiquetar y almacenar los residuos peligrosos. Como se explicó con anterioridad para el desarrollo de éste punto fue necesario de la revisión de normativas adicionales como el libro naranja en cual se detallan los procedimientos correctos para el transporte. Así mismo, se debe considerar para el etiquetado la clasificación que el Sistema Global Armonizado (SGA) proporciona con el fin de la asignación de los pictogramas correctos además de las incompatibilidades al momento del envasado y almacenamiento.

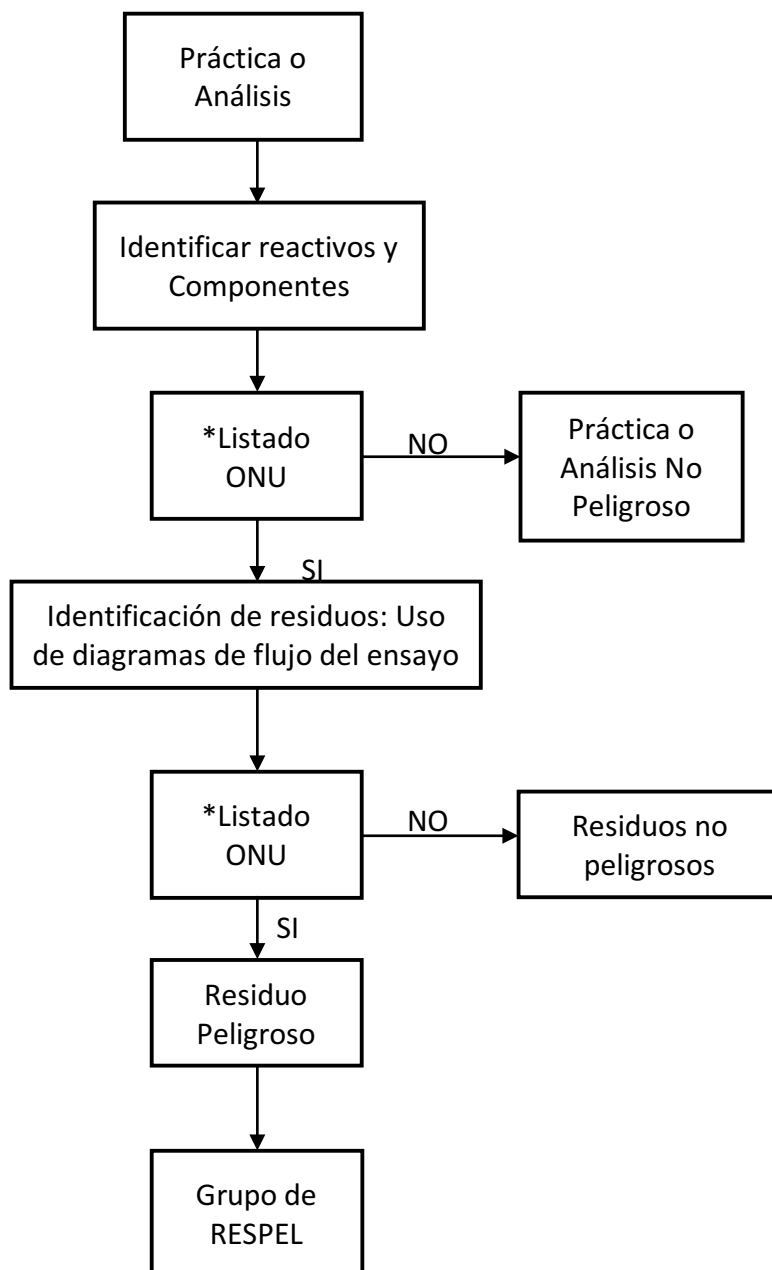


Ilustración 4 Proceso de clasificación de los residuos.

Fuente: Elaboración propia

En el punto 5 se definió el perfil profesional o técnico responsable de elaborar el plan, así como la del personal encargado de operarlo.

En el punto 6 se establecieron los equipos, rutas, y señalizaciones que deben emplearse para el manejo interno de los residuos peligrosos.

Como punto 7, se elaboró un sistema de identificación de la composición del RESPEL generado en la instalación. Para el desarrollo de este punto se elaboró un formato en el que se detallan los aspectos necesarios para una correcta identificación del desecho, así como: denominación interna, código de desechos y principalmente el detalle de los reactivos usado y en qué proporciones con el fin de finalmente poder especificar la composición másica de cada uno de los residuos.

En el punto 8 se establecieron los temas que como mínimo deben ser tratados en la capacitación que deberán recibir las personas que laboran en las instalaciones donde se manejan residuos peligrosos.

Avanzando con nuestro razonamiento, en el punto 9 se desarrolló el plan de contingencias para el cual, se hizo uso de la herramienta matriz de riesgos, que relaciona los posibles accidentes con los grupos de residuos peligrosos determinados que causan daño tanto al personal como a los alumnos que se encuentran expuestos. La relación de estos representa el riesgo y estará dado como un número, que es el resultado de la multiplicación de la frecuencia con la que sucede el accidente y la severidad que tiene cada uno de los grupos. La frecuencia y la severidad son determinados mediante la asignación de un valor que va desde 1 a 5 en ambos casos.

A continuación se presenta una tabla especificando el criterio para la asignación de valores tanto para la severidad como para la frecuencia.

Tabla 1 Criterio utilizado para la asignación de valores.

Fuente: Elaboración propia

<i>Valor</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Severidad</i>
1	Rara	Insignificante
2	Improbable	Menor
3	Posible	Moderada
4	Probable	Mayor
5	Casi segura	Máxima

La matriz de riesgo, finalmente demostró en qué nivel se presenta el riesgo determinado. Dicho lo anterior, a continuación se presenta el criterio utilizado para la determinación del nivel de riesgo.

FRECUENCIA						
5	Casi segura	ALTO	ALTO	CRÍTICO	CRÍTICO	CRÍTICO
4	Probable	MEDIO	ALTO	ALTO	CRÍTICO	CRÍTICO
3	Posible	BAJO	MEDIO	ALTO	CRÍTICO	CRÍTICO
2	Improbable	BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO	CRÍTICO
1	Rara	BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Insignificante		Menor	Moderada	Mayor	Máxima
	1		2	3	4	5
	SEVERIDAD					

Ilustración 5 Criterio utilizado para la legislación del Nivel de Riesgo.

Fuente: Grupo EPM, 2013

En síntesis, la matriz de riesgo indicó cual actividad sucede con más frecuencia y el grupo de desechos que causa más daños tanto a la salud como al medio ambiente, con lo cual se estructuró el plan de contingencia contemplando los posibles accidentes.

En el punto 10 se detalla el proceso a seguir para la eliminación de los residuos peligrosos y contacto con el gestor.

El punto 11 se desarrolló el sistema de registro de los residuos peligrosos generados por actividad, éste se planteó de acuerdo a la determinación de los puntos que se consideran críticos, debido a que la inexistencia de un control documentado de los RESPEL podría causar el fallo del sistema de control en las diferentes etapas de gestión de los desechos.

Por lo tanto, el sistema de registro nos ayudó a establecer un orden en la generación de desechos además del control de los mismos. Se adicionó al sistema de registro dos procedimientos: uno para la generación de códigos para los residuos y otro para la generación de códigos de los envases con el mismo fin antes mencionado, tener un orden y control más que todo en la etapa de envasado y almacenamiento.

Finalmente, en el punto número 12 se estableció la forma de monitorear el plan, para este punto se generaron 3 indicadores en base a los objetivos planteados con el fin de poder medir de alguna forma el cumplimiento de los mismos.

Los indicadores generados fueron: indicador 1: para evaluar la generación de residuos, un indicador 2: para determinar el número de incidentes a la semana y por último un indicador 3: del número de accidentes al semestre. Hay que tomar en cuenta que entre el indicador 2 y 3 existe una diferencia en el tiempo de monitoreo, esto se da debido a que es más probable que sucedan uno o varios incidentes en la semana pero no sucede lo mismo con un accidente, ya que un accidente menos probable que ocurra si se siguen las directrices del plan.

Se sugirió que la persona responsable de llevar a cabo el plan genere límites máximos para cada uno de los indicadores.

Sección IV: Validación del plan

En esta sección se procederá a la validación del plan antes generado, identificando las falencias y oportunidades de mejora cada vez este se ponga en marcha con el fin de que el plan generado sea mejor que el anterior y así corroborar que la gestión de desechos peligrosos se está dando de forma ordenada, controlada y segura tanto para el medio ambiente como para la salud.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS

Los resultados del proyecto se dividen en dos secciones, la primera sección Estructuración del Plan y la segunda parte se refiere a la Puesta en Marcha del Plan paso a paso.

3.1. Resultados obtenidos durante la Estructuración del Plan

Laboratorio	Kilogramos	Observación
CEMA	43,15	Muestras y reactivos caducados.
Instrumental	0,00	Los residuos se desechan al suelo o alcantarillado.
Servicios Generales	148,73	Residuos de prácticas instrumentales
Hidrocarburos	292,93	Hidrocarburos contaminados y mezclas de hidrocarburos de procedencia desconocida.
Espectrofotometría	18,34	
CADS	54,81	Desechos de Kits de Laboratorios.

3.1.1. Inventario de	Operaciones Unitarias	29,15	
Residuos	Bromatología	0	
Peligrosos	Total	587,30	-

(kilogramos) de acuerdo a la instalación del Laboratorio que los posee.

Tabla 2 Consolidación de las cantidades de residuos peligrosos medidos que se almacenaron dentro de los laboratorios hasta fines de Julio del 2016.

Cabe recalcar que los valores de la tabla 2, pueden variar porque no se considera el almacenamiento de residuos realizado en el mes de agosto del 2016.

Los valores tabulados proceden del listado del inventario, el cual se encuentra en el Anexo

B.

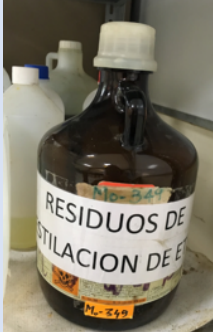
3.1.2. Matriz del Acuerdo Ministerial 061



Tabla 3 Matriz de cumplimiento de requisitos basado en el Acuerdo Ministerial 061.


Fuente: Elaboración propia.



Actividad	C	N C	N A	Artículo	Evidencia o Hallazgos	Observaciones	Medidas a implementar
CAPÍTULO IV Generalidades							
Se realiza la gestión integral de los residuos sólidos no peligrosos y desechos peligrosos y/o especiales.		x		47	No existe un sistema de gestión de desechos peligrosos.	Está presente el Reglamento de Higiene y Seguridad, sin embargo no existe la estructura del sistema en sí para la ESPOL.	Plan de Gestión Ambiental




Existen procedimientos para la minimización de la generación de residuos y/o desechos.	x		49	Reglamento de Higiene y Seguridad de ESPOL, Capítulo X art. 57	No existen procedimientos documentados y oficiales para la minimización de residuos	Plan de Manejo de Desechos :Capacitar al personal docente y proponer métodos de minimización de residuos peligrosos.
Existen de forma documentada procedimientos para el manejo de residuos y/o desechos en la etapa de generación de residuos.	x		49	Reglamento de Higiene y Seguridad de ESPOL, Capítulo X art. 56		Plan de Manejo de Desechos
Se dispone de los residuos y/o desechos peligrosos con la autorización administrativa ambiental correspondiente.		x	54	No hay evidencia suficiente.		Plan de Manejo de Desechos
No se dispone de los residuos y/o desechos peligrosos al dominio	x		54	Reglamento de Higiene y Seguridad de ESPOL. Capítulo X art. 57	No existen fuentes del dominio hídrico público contiguas a las	Plan de Manejo de Desechos

hídrico público.					instalaciones de los laboratorios.	
SECCIÓN II						
Parágrafo I : Generación						
Existe una correcta identificación de los desechos peligrosos	x		79		La identificación de los desechos no es correcta según norma aplicable	Plan de Manejo de Desechos
El personal encargado del manejo de desechos peligrosos poseen una capacitación con respecto al tema		x	81	No hay evidencia suficiente.		Plan de Manejo de Desechos
El personal encargado del manejo de desechos peligrosos cuenta con equipo de protección apropiado		x	81	No hay evidencia suficiente.		Plan de Manejo de Desechos
Espol califica como generador según las actividades realizadas dentro del campus	x		86	Por la definición de generado según el artículo 86, que dice: "Corresponde a cualquier persona natural o jurídica, pública o privada que genere desechos peligrosos y/o especiales derivados de sus actividades productivas o aquella persona que esté en posesión o control de esos desechos."		

<p>La facultad cuenta con un estricto control sobre el almacenamiento temporal, transporte y destino de desechos peligrosos</p>	x	87		No existe una cadena de custodia	Plan de Manejo de Desechos para iniciar, seguido de un Plan de Gestión Ambiental
<p>La institución posee el registro de generador de desechos peligrosos</p>	x	88,a	Documento Oficial Publicado por el SUIA en el que consta el listado de los generadores registrados.		Registro en el Sistema Único de Información Ambiental
<p>La facultad posee un plan de minimización de desechos peligrosos</p>	x	88,c	Reglamento de Higiene y Seguridad de ESPOL, Capítulo X art. 57	No existen procedimientos documentados y oficiales para la minimización de residuos	Plan de Manejo de Desechos
<p>El lugar actual de almacenamiento cumple con las normas aplicables</p>		x 88,d	No existe un centro de acopio disponible		Diseño y Construcción De un centro de acopio
<p>El lugar actual de almacenamiento posee acceso vehicular</p>	x	88,e			Diseño y Construcción De un centro de acopio

						
Los desechos peligrosos están siendo entregados a personas con permiso ambiental para su disposición final		x	88,g	No hay evidencia suficiente.	En este punto es importante destacar de que la ESPOL no se encuentra registrado como generador de residuos peligrosos ante el MAE al momento de la realización del Proyecto	Realizar el registro en la plataforma a Sistema Único de Información Ambiental.
La generación de desechos está regulada.	x		88,j	Reglamento de Higiene y Seguridad de ESPOL, Capítulo X art. 56	Si, pero no es la adecuada.	Plan de Gestión Ambiental
La facultad declara cada año ante la autoridad ambiental la generación de residuos		x		No hay evidencia suficiente.		Realizar el registro en la plataforma a Sistema Único de Información Ambiental.
Existe un registro de entrada y salida de los		x	88,l	No hay evidencia suficiente		Plan de Manejo de Desechos

desechos peligrosos en su área de almacenamiento						
La facultad informa a la autoridad ambiental en caso de producirse accidentes durante la generación y manejo de los desechos		x		No hay evidencia suficiente.		Plan de Gestión Ambiental
Parágrafo II: Almacenamiento						
Los desechos peligrosos permanecen envasados, almacenados y etiquetados.	X		91			Envasar, etiquetar y almacenar de acuerdo a Norma Inen 2266
Los envases almacenados se encuentran dispuestos de acuerdo a la incompatibilidad de los desechos peligrosos con ciertos materiales.	x		91			Plan de Manejo de Desechos

Se almacena de manera independiente las sustancias químicas peligrosas con los desechos peligrosos.	x	93		Reactivos junto con desechos en la misma área.	Plan de Manejo de Desechos
Las etiquetas de los envases van de acuerdo a la norma de la Autoridad Nacional de Normalización	x	95		No cumple con los criterios dispuestos por la NTE INEN 2266	Plan de Manejo de Desechos
Los desechos peligrosos son almacenados considerando los criterios de compatibilidad de acuerdo a lo establecido por las Normas Técnicas emitidas.	x	96			Plan de Manejo de Desechos
Parágrafo III : Recolección					
Los desechos peligrosos son recolectados sin afectar la salud de trabajadores y el ambiente.		x 101	No existe evidencia suficiente.		Plan de Manejo de Desechos


Se realiza la devolución de los envases vacíos de productos caducados o fuera de especificación	x		102		Art.56, f) Se debe entregar al proveedor que proporcionó el producto químico, los envases vacíos para su disposición final.	Plan de Manejo de Desechos
Parágrafo VI : Disposición final						
Al momento de desechar el residuo y/o desecho peligroso, no se diluye o disminuye la concentración.		x	126	No hay evidencia suficiente.		Plan de Manejo de Desechos

Tabla 4 Resultados de la matriz de cumplimiento.

Fuente: Elaboración Propia

Cumplimiento de actividades basado en los artículos aplicables del Acuerdo Ministerial 061		
Cumple (C)	7	26%
No Cumple (NC)	9	33%
No Aplica (NA)	11	41%
Suma	27	100%

3.1.3. Matriz de Riesgos

$$\text{Nivel de Riesgo} = \text{Frecuencia} * \text{Severidad}$$

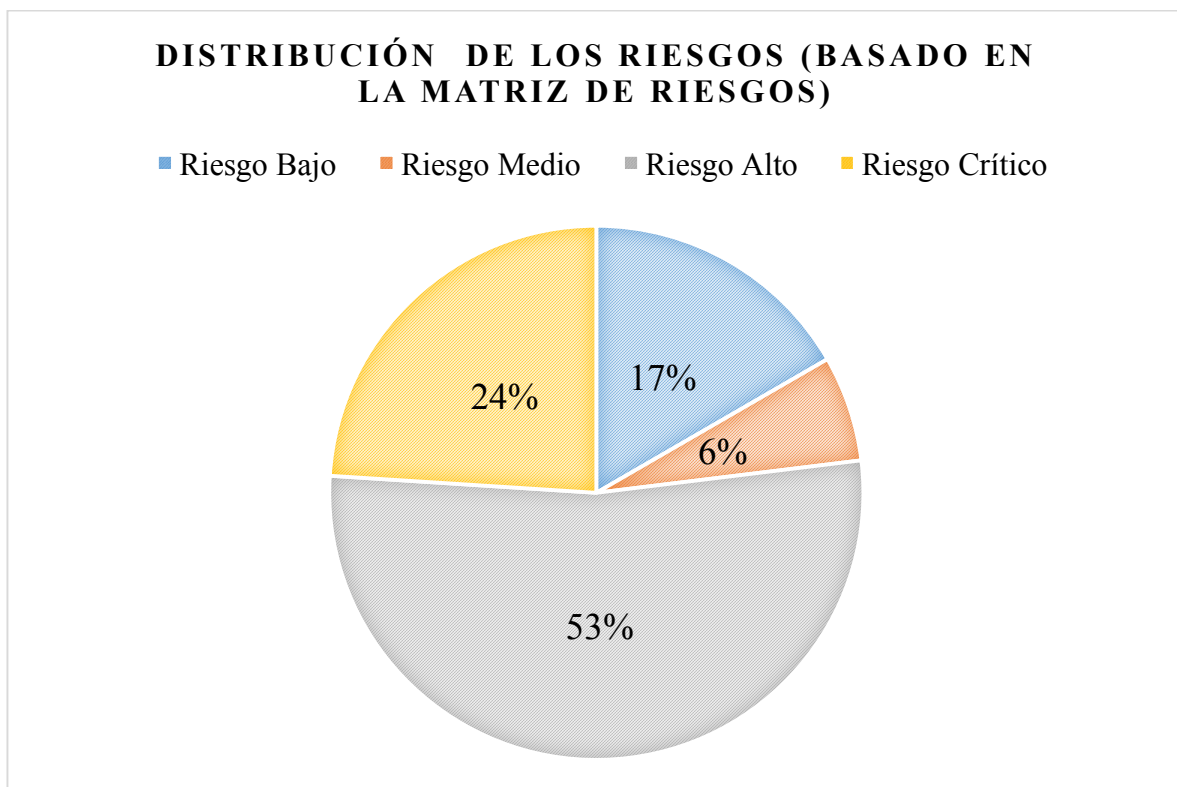
Tabla 5 Asignación de valores para frecuencia y severidad

	Derrame de reactivos	Inhalación de gases generados	Ingesta Accidental	Contacto con ojos, piel o ropa	Incen	Liberación al medio ambiente
	F R E C U E N C I A					
Grupo 1: Disoluciones Ácidas	3 / 4	2 / 5	4 / 1	3 / 5	1 / 1	3 / 3
Grupo 2: Disoluciones Básicas	3 / 4	2 / 5	4 / 1	3 / 5	1 / 1	3 / 3
Grupo 3: Disoluciones de metales pesados	3 / 4	2 / 5	4 / 1	2 / 5	1 / 1	3 / 3
Grupo 4: Solventes orgánicos no halogenados	4 / 3	4 / 5	4 / 1	4 / 5	4 / 2	3 / 1
Grupo 5: Solventes orgánicos halogenados	4 / 3	4 / 5	4 / 1	4 / 5	4 / 2	3 / 1
Grupo 6: Soluciones acuosas inorgánicas	4 / 4	3 / 3	3 / 1	1 / 5	3 / 5	3 / 3
Grupo 7: Soluciones acuosas orgánicas	4 / 4	3 / 3	3 / 1	1 / 5	3 / 5	3 / 3
Grupo 8: Aceites	4 / 4	4 / 2	4 / 1	2 / 4	3 / 3	2 / 4
Grupo 10: Sólidos orgánicos	3 / 4	3 / 4	4 / 1	2 / 4	2 / 1	3 / 3
Grupo 11: Sólidos inorgánicos	3 / 4	4 / 1	4 / 2	2 / 4	1 / 1	3 / 4
Grupo 12: Metales	2 / 2	1 / 1	4 / 1	1 / 4	1 / 1	1 / 1
Grupo 13: Hidrocarburos	4 / 5	3 / 5	4 / 1	3 / 5	4 / 3	4 / 5
Grupo 14: Otros Residuos	1 / 1	1 / 1	1 / 1	3 / 3	2 / 2	4 / 3

Tabla 6 Matriz de Riesgos basada en las actividades realizadas en los laboratorios.

Fuente: Elaboración propia.

	Derrame de reactivos	Inhalación de gases generados	Ingesta Accidental	Contacto con ojos, piel o ropa	Incendio	Liberación al medio ambiente
Grupo 1: Disoluciones Ácidas	12	10	4	15	1	9
Grupo 2: Disoluciones Básicas	12	10	4	15	1	9
Grupo 3: Disoluciones de metales pesados	12	10	4	10	1	9
Grupo 4: Solventes orgánicos no halogenados	12	20	4	20	8	3
Grupo 5: Solventes orgánicos halogenados	12	20	4	20	8	3
Grupo 6: Soluciones acuosas inorgánicas	16	9	3	5	15	9
Grupo 7: Soluciones acuosas orgánicas	16	9	3	5	15	9
Grupo 8: Aceites	16	8	4	8	9	8
Grupo 10: Sólidos orgánicos	12	12	4	8	2	9
Grupo 11: Sólidos inorgánicos	12	4	8	8	1	12
Grupo 12: Metales	4	1	4	4	1	1
Grupo 13: Hidrocarburos	20	15	4	15	12	20
Grupo 14: Otros Residuos	1	1	1	9	4	12



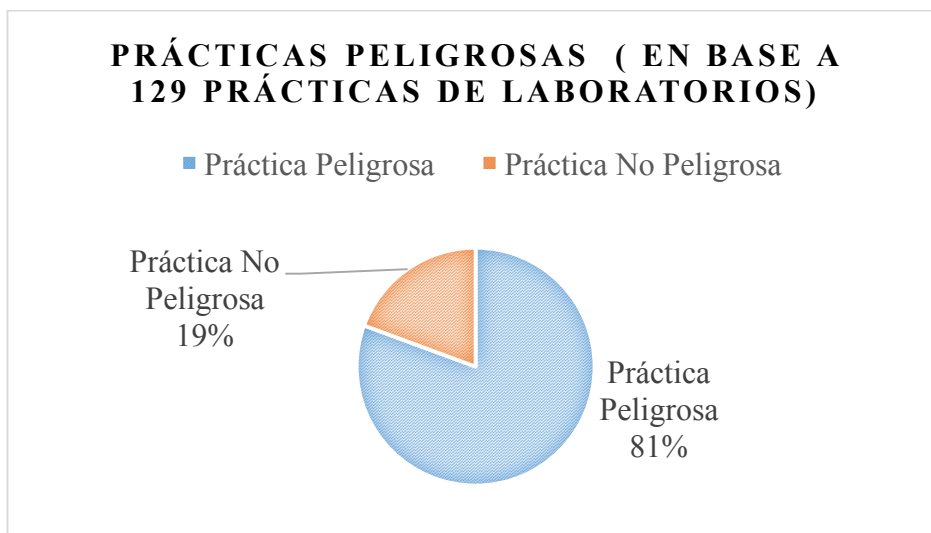
Gráfica 3 Distribución de los riesgos basado en la matriz de riesgos.

Fuente: Elaboración propia.

3.2. Resultados obtenidos durante la Puesta en Marcha del Plan

3.2.1. Prácticas y/o Ensayos Peligrosos

El plan, como parte de su desarrollo clasifica las prácticas realizadas de acuerdo a su peligrosidad, y en base al análisis realizado se obtuvo que:

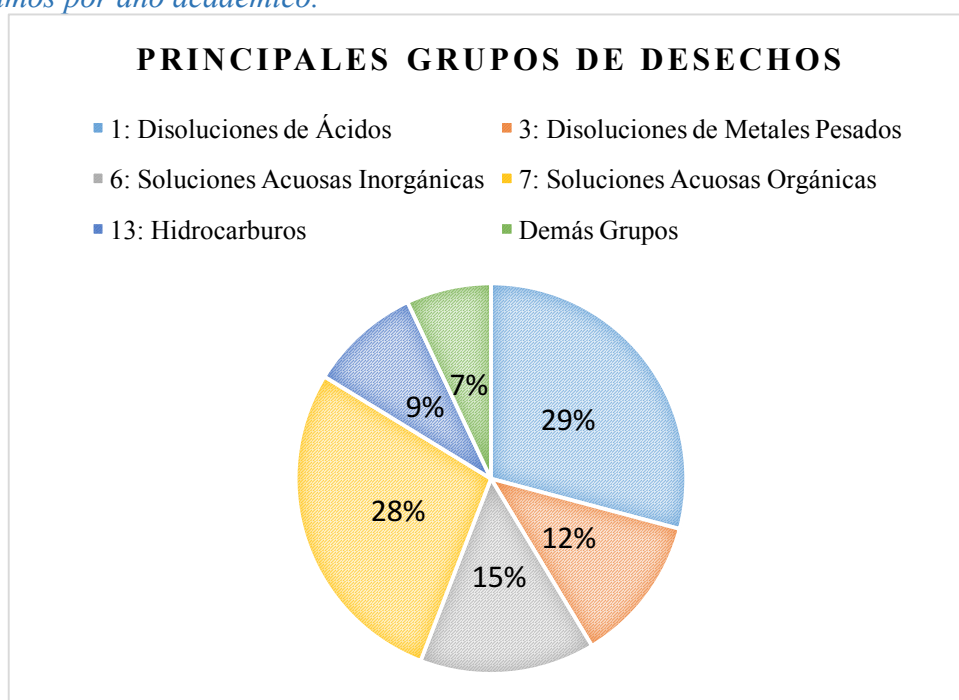


Gráfica 4 Prácticas peligrosas basados en las prácticas de laboratorios.

Fuente: Elaboración propia.

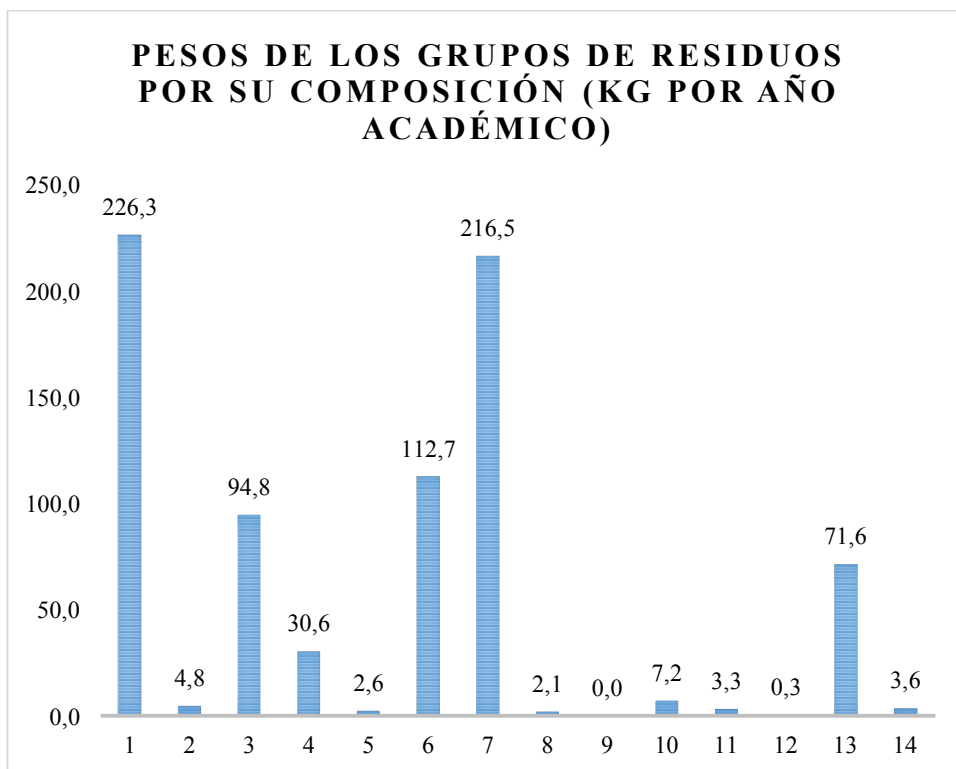
Revisar en el Anexo C el Listado de Prácticas Peligrosas

3.2.2. Estimación por año académico de los Residuos Peligrosos generados en kilogramos por año académico.



Gráfica 5 Representación de los principales grupos de desechos.

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 6 Representación de la distribución de los pesos de los grupos de residuos por su composición.

Fuente: Elaboración propia

El detalle del gráfico 6 lo encontramos en la tabla a continuación:

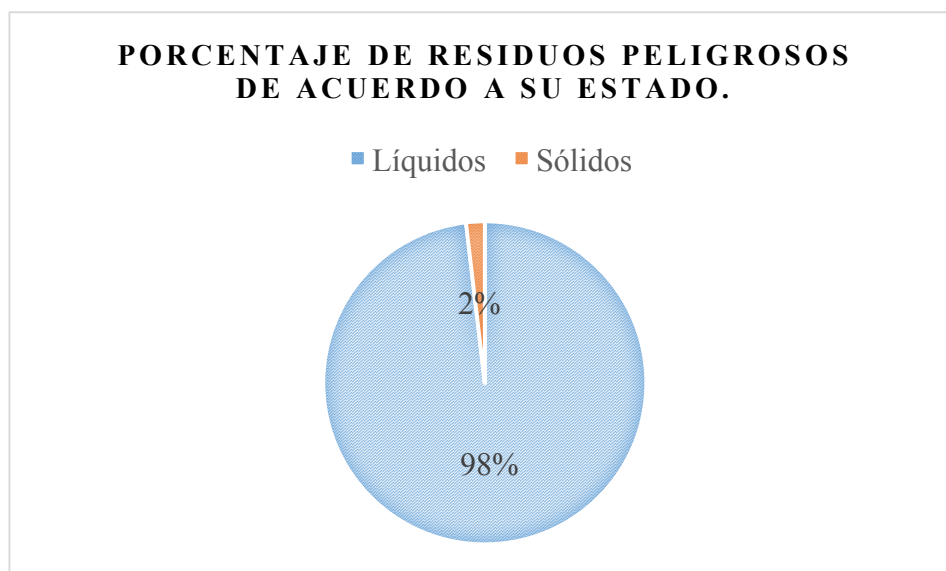
Tabla 7 Cantidades por año académico de los grupos de residuos peligrosos.

Fuente: Elaboración propia

Grupo	Cantidad en kg por año académico
1: Disoluciones de Ácidos	226,3
2: Disoluciones de Bases	4,8
3: Disoluciones de Metales Pesados	94,8
4: Solventes orgánicos No Halogenados	30,6

5: Solventes Orgánicos Halogenados	2,6
6: Soluciones Acuosas Inorgánicas	112,7
7: Soluciones Acuosas Orgánicas	216,5
8: Aceites	2,1
9: Mercurio y Sales de Mercurio	0,0
10: Residuos de Sólidos Orgánicos	7,2
11: Residuos de Sólidos Inorgánicos	3,3
12: Metales	0,3
13: Hidrocarburos	71,6
14: Otros Residuos	3,6
Total	776,3

Estos valores fueron obtenidos de la estimación de residuos peligrosos para un año (dos periodos académicos), el desglose de los pesos por cada grupo se encuentra en el anexo D.



Gráfica 7 Representación del porcentaje de residuos peligrosos de acuerdo a su estado.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.3. Estimación del valor de tratamiento de los residuos peligrosos estimados anualmente si no se realiza el plan y con la ejecución del plan.

Si no se ejecuta el plan, los residuos que se estimaron se confinan. En caso de ejecutar el plan, el valor de gestión disminuye.

Tabla 8 Estimación de valores a pagar por desechos generados en un año académico.

Valores a pagar de acuerdo a la eliminación y/o disposición final Valor en USD

<i>Valor a pagar por confinamiento</i>	1708
<i>Valor promedio a pagar por recuperación y valorización</i>	1289

3.3. Resultado obtenido del proyecto

3.3.1. Plan de Manejo de Residuos Peligrosos

Revisar el plan en el Anexo A.

CAPÍTULO 4

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

La importancia se identifica en base a tres aspectos importantes involucrados directamente con el desarrollo del Plan de Manejo de Residuos Peligrosos. Los aspectos son: legal, ambiental y la salud.

En el aspecto legal el plan juega un papel importante debido a que gracias a éste se podrá tener conocimiento acerca de toda la legislación ambiental aplicable a las actividades que se dan en la ESPOL y como consecuencia de esto también de los laboratorios de la FCNM.

Por otra parte es importante en el aspecto ambiental ya que el plan está diseñado de forma que en todas las etapas de la gestión de los residuos peligrosos se considere que las acciones realizadas siempre cuiden de los componentes del medio ambiente como lo son el agua y el suelo.

De manera similar para el aspecto de la salud, debido a que dentro del plan se determinan los riesgos asociados al manejo de los residuos además de las medidas a tomar para reducir o impedir afectaciones a la salud.

Además, es sustancial resaltar las fortalezas y debilidades que el proyecto presenta. Entre las principales fortalezas que el proyecto presenta podemos destacar: la funcionalidad del proyecto en el tiempo, la versatilidad que este posee y el enfoque del mismo.

Con funcionalidad del proyecto en el tiempo nos referimos a que este proyecto va a poder ser usado a lo largo del tiempo lo que va de la mano con la versatilidad que éste posee ya que el plan podrá ser adaptado a las diferentes situaciones que se presenten, es decir, este es sujeto a cambios según la ocasión lo amerite. Por ejemplo: los laboratorios de docencia añaden una práctica nueva.

El plan al poseer un enfoque, en este caso a los laboratorios presentes en la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, nos proporcionará procedimientos realizados en base a las actividades que se dan en la facultad brindándonos información más específica.

Entre las debilidades que presenta el plan la más notable es que puede diferir de los valores reales debido a que los pesos, volúmenes y características de peligrosidad de los grupos se los se lo determinó de forma teórica, es decir, por medio de cálculos en el caso de los pesos y volúmenes y por medio de la identificación del tipo de peligro predominante para la caracterización de los mismos.

A su vez, el plan representa aspectos importantes sobre otros proyectos, como la redacción del plan, el cual está redactado de forma didáctica con el fin de que sea de fácil comprensión. Así mismo, en el plan se determinó una nueva metodología para la clasificación de peligrosidad de los desechos por medio del análisis de los reactivos de prácticas y/o análisis sin usar el código C.R.E.T.I.B.

El plan de manejo de desechos peligroso implicó principalmente el uso de recursos como: autorizaciones, leyes aplicables, responsables de laboratorios y equipos de medición. En el caso del desarrollo de trabajos futuros basados en nuestro plan, los cuales podrían ser desde una reestructuración del plan hasta el desarrollo de un sistema de gestión ambiental, las implicaciones serían: recursos monetarios, recursos humanos para formar un equipo multidisciplinarios para abarcar todos los puntos de vista del manejo de RESPEL y los recursos mencionados anteriormente.

4.2. Análisis de Resultados

En esta sección se va interpretar los resultados obtenidos tanto las cifras como las matrices. Para poder realizar un mejor análisis, éste se realizará sección por sección lo que facilitará también el entendimiento del mismo.

4.2.1. Inventario de Residuos Peligrosos (kilogramos) de acuerdo a la instalación del Laboratorio que los posee y valor del tratamiento de los Residuos Peligrosos del Inventario.

El inventario de los Residuos Peligrosos de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas tuvo su foco en los laboratorios del Departamento de Ciencias Químicas, en donde existió la posibilidad de pesar uno a uno cada residuo almacenado, los demás laboratorios que no fueron considerados en el inventario descrito en esta sección no fue posible realizar las mediciones por dos motivos; el primero es que no poseían almacenados los residuos ya sea porque sus prácticas no generaban residuos (en el caso de la mayoría de los laboratorios de física) o porque estos ya fueron eliminados en la basura, alcantarillado, suelo, etc.; el segundo motivo es que a pesar de haber obtenido las autorización por el Decano de la Facultad para la realización del proyecto el acceso a los laboratorios y la predisposición de algunos encargados (puesto que no todos los laboratorios poseen un encargado) fue limitado y de esto se infiere que la apreciación del proyecto por parte del personal se encaminaba hacia fines que pudieran perjudicarlos o perjudicar a las autoridades bajo su mando.

La cantidad obtenida en este inventario fue de 578 kilogramos, este valor se refiere a desechos que han sido acumulados con el paso de los años, en algunos caso como resultados de análisis de laboratorio en donde la muestra para el análisis ha quedado dentro del laboratorio o como resultado de elaboración de proyectos de tesis de graduación en donde el material utilizado queda almacenado dentro del laboratorio de trabajo. En base a esta recopilación se observa que el el laboratorio con mayor cantidad

de residuos almacenados es el Laboratorio de Hidrocarburos mientras que los que no reportaron la existencia residuos fueron los Laboratorios de Instrumental y Bromatología.

4.2.2. Análisis de la Matriz del Acuerdo Ministerial 061

Como se explica en la metodología la matriz implica el nivel de cumplimiento de los requisitos legales en cuanto al manejo de desechos peligrosos, el cumplimiento se evalúa en base a las evidencias las cuales fueron normativas, documentos oficiales y fotografías. Para este efecto se obtuvo como resultado que sólo se cumple 26% de la norma, no cumple el 33% y no aplica el 41%. Se observa que el porcentaje que no aplica es mayor que el incumplimiento, sin embargo no esto significa que estos requisitos no apliquen a la actividad de ESPOOL sino que no se encontró evidencia que demuestre que se esté cumpliendo o no se esté cumpliendo. Claramente la falta de evidencia se encamina más al incumplimiento porque la relación de los artículos que se incumplen con los que no aplican es una cadena de actividades en donde una no puede existir sin la existencia de la anterior.

4.2.3. Prácticas y/o Ensayos Peligrosas y Residuos Peligrosos

Un breve análisis de la peligrosidad de las prácticas y/o ensayos realizados en los laboratorios podrá dar el primer vistazo acerca de la producción de residuos peligrosos, en donde se determinó de manera aproximada que el 80% de los análisis de laboratorio utilizan sustancias peligrosas y por lo tanto en la misma proporción se estima la generación de los residuos peligrosos. Además el conocimiento de que una sustancia peligrosa interviene en la práctica y/o ensayo ayudó no sólo a establecer medidas de seguridad en base a los componentes de un desecho sino también a proponer alternativas de minimización de los RESPEL.

Por otro lado, una vez se obtuvieron agrupados los residuos peligrosos se determinó las cantidades estimadas en kilogramos por año académico, teniendo de esta forma que para finales del Segundo Término de ESPOL 2016-2017 la cantidad de residuos generados para los laboratorios será aproximadamente de 776,34 kg/año académico. Los grupos más representativos se encuentran distribuidos de la siguiente manera: el 29% de esta cantidad de residuos lo conforman las soluciones de ácidos, seguidamente las soluciones acuosas orgánicas con el 28%, las soluciones acuosas inorgánicas con un 15%, y el 12% del total pertenece a las soluciones de metales con lo que se puede notar que estos cuatro grupos representan el 84% de la cantidad total generada de RESPEL mientras que los otros diez grupos representan apenas el 16%. Adicional a esto se encontró que el 98% de los RESPEL generados se encuentran en fase líquida, mientras que el porcentaje restante consiste en sólidos de los cuales no sólo son sustancias generadas en los laboratorios, sino también pueden ser envases vacíos, focos, baterías, entre otros.

Finalmente, se determinó el costo aproximado de tratamiento y/o disposición final de los residuos generados considerando dos situaciones: en caso de que se cumpla el plan y en caso de que este no se ponga en marcha. Para lo cual, si el plan no se pone en marcha la única solución que se tendría para la gestión de esos residuos para el momento en que se decida hacerlo sería confinar y este valor aproximado sería de 1708 USD, mientras que si se lleva a cabo el plan el valor sería de 1289 USD. La diferencia entre ambos valores sería de 420 USD aproximadamente, sin embargo el valor calculado para la situación en que si se ejecuta el plan es en base a un valor promedio de costo de gestión del residuo por lo que el valor real de gestión al ejecutarse el plan debería ser inferior al proyectado puesto que el plan permitirá no sólo impedir el confinamiento que es la última opción de gestión y por lo tanto la más costosa, sino que se disminuirán las cantidades de residuos

peligrosos con las estrategias de prevención, minimización y reciclaje que pueden ser realizadas en los laboratorios.

4.2.4. Matriz de Riesgos

La Matriz de Riesgos nos da una visión clara del nivel de los riesgos que se presentan en el día a día en base a la frecuencia de los posibles accidentes que se pueden dar y la severidad de la característica peligrosa del grupo de RESPEL que se manejan en la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas.

En la matriz realizada se observa que el 53% de las actividades representa el nivel de riesgo alto. Esto se da debido a que la matriz está desarrollada tomando en cuenta únicamente los compuestos peligrosos. Lo que justifica a su vez que el porcentaje de riesgo bajo y medio sean los más pequeños, siendo estos 17% y 6% respectivamente.

Así mismo, en la matriz de riesgo se observa que de todas las situaciones analizadas el 24% representan un nivel de riesgo crítico, sin embargo a pesar de no ser el mayor porcentaje, la mayor parte de este se concentra en el derrame, convirtiéndola en la actividad más peligrosa.

Adicional a esto, según el nivel de incidencia la segunda actividad peligrosa es la del contacto con la piel a diferencia del incendio que es la de menos incidencia.

Por otra parte, el grupo identificado como más severo debido a sus características de peligrosidad, las cuales causan serios daños al medio ambiente y a la salud, es el grupo 13 de hidrocarburos en cambio el grupo con la menor cantidad de riesgos es el 14, en el que se encuentran desechos como focos, pilas, tóneres, etc., que a pesar de poseer solo una característica de peligrosidad, la toxicidad, es uno de los más inofensivos debido a que el peligro se vuelve potencial en situaciones especiales como la ruptura del foco.

4.2.5. Plan de Manejo de Residuos Peligrosos

Este plan fue elaborado en base a la investigación y a la experimentación del mismo en la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas. Sin embargo, la puesta en marcha del Plan no se pudo completar, puesto que para realizar la caracterización correcta de un residuo (ácido, básico, etc.) es necesario el análisis de acuerdo al código C.R.E.T.I.B. el cual no fue posible por la limitación del tiempo y los recursos, lo que se realizó fueron estimaciones en base a las propiedades químicas y físicas de los reactivos y los productos que se forman a partir de las reacciones químicas que ocurren.

En los puntos del Plan que se completaron se necesitó realizar diagramas de flujo de materiales lo cual pudo desarrollarse mediante las Guías de las Prácticas de Laboratorio, estos diagramas se pueden revisar con detenimiento en el anexo E, al mismo tiempo estos diagramas permitieron avanzar a la siguiente etapa del plan en donde se identificaron las prácticas peligrosas y consecutivamente los desechos peligrosos en cantidad y por grupos de composición. El tener ordenados los desechos de acuerdo a un grupo característico y definido permitió una mejor organización de la información y así mismo facilitó la elaboración del modelo de las etiquetas, designación de envases y medidas a tomar para su manejo. Sólo fue posible la puesta en marcha del plan hasta este punto, puesto que para llegar al siguiente paso que era etiquetar los desechos es necesario la capacitación del personal de los laboratorios, actividad que debe ser gestionada por la ESPOL.

Para cumplir con las capacitaciones propuestas en el Plan éstas deben ser autorizadas por la máxima autoridad de la ESPOL, por lo tanto por la limitación del tiempo para la entrega del proyecto no podrían ser llevadas a cabo.

El Sistema de Registro funciona al momento en que se generan los desechos, siempre y cuando hayan recibido la debida capacitación los responsables de ejecutar el

plan, se haya designado un responsable principal de llevar a cabo la gestión de los desechos peligrosos y se hayan asignado los recursos necesarios, sólo bajo esas condiciones será posible implementar este sistema.

Para llevar a cabo el Plan de Contingencia es necesaria la autorización por la máxima autoridad de ESPOL y que se designen los recursos necesarios para su simulacro.

Seguidamente, el proceso de eliminación podrá ejecutarlo la ESPOL una vez se haya registrado como generador de residuos peligrosos ante el Sistema Único de Información Ambiental.

Finalmente, los indicadores podrán ser implementados una vez se haya cumplido todo lo que no pudo llevarse a cabo del plan, puesto que estos evalúan el cumplimiento de los objetivos del Plan que por falta de recursos y tiempo no pudo ser completado.

Los recursos para que este Plan se culmine son los siguientes:

- Autorización por la máxima autoridad de la ESPOL para llevar a cabo el plan
- Asignación de un responsable del manejo de los desechos peligrosos
- Capacitación al personal que llevará a cabo el plan
- Designación de un fondo monetario destinado a la eliminación de los residuos peligrosos en todas sus etapas desde la generación hasta la eliminación por un gestor autorizado.

4.3. Conclusiones:

Conclusiones Generales:

- Se calculó y analizó que la mayoría de las prácticas y/o ensayos de los laboratorios utilizan sustancias y materiales peligrosos que estos una vez hayan cumplido su ciclo se convertirán en residuos peligrosos.

- Se encontró que la mayoría de los residuos peligrosos de los laboratorios de la FCNM son residuos corrosivos y tóxicos, esto se debe a que los RESPEL que se generan en mayor proporción son soluciones ácidas, soluciones acuosas orgánicas e inorgánicas, y disoluciones de metales que poseen estas características de peligrosidad.
- Se analizó que si se logra el control y la gestión de los grupos de residuos que se generan con más frecuencia (los cuales provienen de soluciones ácidas, soluciones acuosas orgánicas e inorgánicas, y disoluciones de metales que representan el 28% de todos los grupos de residuos) se logrará el control de más del 80% de los RESPEL generados en la facultad.
- Se determinó que la mayor parte de los RESPEL generados por los laboratorios de la FCNM corresponde a residuos líquidos, y representan el 98%.
- Se analizó que si no se implementa un Plan de Manejo de los RESPEL continuará la generación descontrolada de los residuos peligrosos, lo que ocasionará que estos sigan acumulando.
- Se identificó que la falta de implementación de un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos ocasionó que estos se almacenen sin conocer la procedencia y composición del RESPEL, por lo tanto la única gestión que se podrá realizar es confinarlos.
- Se calculó que en caso de que no se implemente el Plan de Manejo de RESPEL el costo por confinar los residuos es mayor que el costo de recuperación y/o disposición final que se les otorgue, esto ocurre debido a que confinar un RESPEL es la opción más costosa.
- Se logró la estimación de peligrosidad de los residuos mediante el análisis de sus componentes y tomando en cuenta la característica peligrosa predominante. Esta caracterización se realizó mediante el análisis teórico de las características de

peligrosidad de los componentes del RESPEL y los Listados Nacionales de sustancias, materiales y residuos peligrosos.

- Se logró realizar un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos mediante la investigación, experimentación de un plan base y análisis de los residuos peligrosos de la FCNM.
- Se estableció una estructura de clasificación práctica de los RESPEL, que permite una adecuada manipulación en cada una de las fases de la gestión.
- Se estableció una propuesta de sistema de registro de los RESPEL que permite inventariar y conocer la composición de los RESPEL, en donde esto último permite conocer las características de peligrosidad del RESPEL sin realizar un análisis de acuerdo al código C.R.E.T.I.B.
- Se generó un plan de contingencia para el manejo de RESPEL basado en las posibles situaciones que pudiesen ocurrir identificados mediante el desarrollo de una matriz de riesgos.
- Se determinó que la capacitación es imprescindible para armonizar los conocimientos sobre la gestión de los RESPEL.

Las conclusiones del proyecto también se basan en diferentes puntos de vista, los cuales serán mencionados a continuación.

Desde el punto de vista legal se concluye que:

- La gestión de residuos peligrosos es una actividad que se debe realizar de manera obligatoria y bajo las normativas establecidas por la República del Ecuador.
- Los requisitos del manejo de RESPEL están sujetos a los cambios que ocurran en las normativas obligatorias.

- El plan es una alternativa para lograr el cumplimiento total del Acuerdo Ministerial 061 relativo al manejo de Residuos Peligrosos de laboratorios para la FCNM.

Desde el punto de vista de salud y ambiente se logró concluir que:

Se logró establecer pautas y procedimientos enfocados a mejorar la situación actual en la manipulación de residuos peligrosos, con lo cual se espera que:

- Se disminuyan los vertidos de RESPEL en las tuberías de agua que ocasionan corrosión en las mismas por lo tanto generan daños a la instalaciones de la FCNM y descargas de efluentes peligrosos no controladas.
- Se reduzcan los riesgos que implican el manejo de RESPEL con el uso de adecuado de Equipos de Protección Personal, con esto se disminuirá la probabilidad de ocurrencia de enfermedades ocupacionales.
- Se desarrollen buenas prácticas en el laboratorio referente a la manipulación de residuos peligrosos.

4.4. Recomendaciones

En base a la investigación de la situación actual y que se realice una gestión adecuada de los residuos peligrosos generados en la FCNM se recomienda que:

- Se retornen los envases vacíos de las sustancias químicas utilizadas en todos los laboratorios y se retornen los sobrantes de las muestras utilizadas para los análisis en los laboratorios de servicios a quien solicite el servicio.
- Hacer oficiales las guías de las prácticas de los laboratorios de docencia, porque al no ser oficiales los procedimientos y sustancias utilizadas cambian en naturaleza y proporción, por lo tanto esto influye directamente en la generación de los RESPEL en tipo y cantidades que finalmente se verá reflejado en la variabilidad constante del manejo que se les deba proporcionar en cada fase de la gestión del RESPEL, es decir, desde su generación hasta su eliminación y/o disposición final.
- Registrarse en el Sistema Único de Información Ambiental, puesto que un Gestor Autorizado no se encargará de la gestión del RESPEL mientras que la institución que requiera su servicio no tenga su actividad de generación registrada en esta plataforma del MAE.
- Generar un compromiso de responsabilidad en cuanto al manejo de RESPEL.
- Destinar recursos para realizar el análisis de acuerdo al código C.R.E.T.I.B. de los RESPEL que se encuentran almacenados actualmente para conocer la composición y búsqueda de alternativas de recuperación para de esta forma evitar su confinamiento o en el peor de los casos que no sean gestionados. También se debe realizar este análisis a cada residuo que se generen en la FCNM lo que dará mayor exactitud a la gestión del RESPEL. El análisis de acuerdo al

código C.R.E.T.I.B es necesario porque permite una gestión con características de acuerdo a resultados más exactos y por lo tanto más seguros que reducirán al mínimo los riesgos que implican los RESPEL.

- Realizar simulacros de cada sección del Plan de Contingencia para evaluar su efectividad frente a cada situación de emergencia que suscite dentro de las actividades de los laboratorios.

- Se recomienda para que se pueda cumplir en su totalidad el plan de manejo de residuos peligrosos la construcción de un centro de acopio, el cual puede seguir las siguientes especificaciones que han sido obtenidas en base a la normativa aplicable: INEN 2266, Acuerdo Ministerial 061, NFPA 10 y el Decreto Ejecutivo 2393.

- Dimensiones del centro de acopio: El centro de acopio fue dimensionado en base los volúmenes de desechos peligrosos obtenidos por año académico incluyendo los materiales de laboratorios contaminados, dándonos como resultado una bodega de 7,5m X10,5m X 3m. Es importante recalcar que esta bodega contará con pasillos con dimensiones de 2,4 m para el pasillo principal y 1m de distancia desde el área de almacenamiento a las paredes de la misma.

- Materiales construcción para del centro de acopio: para la construcción de la misma se sugiere que las paredes y piso sean contruidos de hormigón o concreto cubiertas de pintura epóxica, en el caso de techo es necesario que el techo tenga forma de pirámide y que su material sea de policarbonato.

- Implementos de la bodega:
 - Luminarias.- serán necesarias 10 luminarias de 3 tubos tipo led con el fin de mantener bien iluminada toda el área y reducir el riesgo de incendio.
 - Extractores.- el centro de acopio contará con ventilación forzada por medio de 1 extractor eólico.
- Señalización: la zona de almacenamiento debe estar claramente señalizada con letreros y las áreas en donde se encuentran los desechos deben estar delimitadas con líneas amarillas con negro.
- Distribución de almacenamiento: para un mejor control se recomienda definir las diferentes formas de almacenar según el tipo de desecho. Las formas de almacenamiento son las siguientes:
 - Cubetos.- Para los desechos líquidos se recomienda que se almacenen en cubetos, los cuales fueron diseñados según el volumen de desechos a contener, es importante recalcar que el volumen de este posee un margen de seguridad del 10% del volumen que contiene. Estos deberán ser construidos a manera de excavaciones en el piso ya que es la forma más fácil de fabricarlos, además el fondo de estos deberán poseer un ángulo de inclinación con el fin de facilitar la limpieza en caso de derrame. Para este centro de acopio se determinó que con 4 los cubetos necesarios dispuesto en forma lineal con el fin de reducir riesgos por mezcla de los desechos.
 - Pallets.- en el caso de los desechos sólidos se sugiere el uso de pallets. Los pallets a usar serán tipo americano con una

dimensión de 1 m x 1,20 m y su material será de Polietileno de alta densidad. Para la bodega serán necesarios 2 de los pallets antes especificados.

- Estanterías.- el centro de acopio deberá contar con una estantería construido con Acero A36 conocido como acero al carbono. Este será usado para el almacenamiento los envases en los que se almacenaran los desechos.
- Equipos: con el fin de mejorar el transporte interno de los residuos y cuidar de enfermedades ocupacionales a la persona responsable de la bodega, ésta deberá contar con equipo de movilización el cual puede ser un montacargas manual siempre y cuando no exceda los 30Kg. Es importante resaltar que el equipo de movilización deberá poseer un área designada.
- Equipos para mitigación de emergencias:
 - Extintores.- la bodega deberá contar con 2 extintores de tipo polvo químico seco multiuso 20-A de 20 libras de capacidad.
 - Kit anti-derrame.- se sugiere que el centro de acopio posea un Kit anti-derrames con el fin de detener los posibles derrames que puedan suscitarse, en caso de no optar los kits se debe tener arena, aserrín o paños absorbentes con resistencia química.
- Equipos de protección personal: Dentro del centro de acopio deberán estar disponibles: guantes de nitrilo, gafas, máscara para vapores orgánicos e inorgánicos, botas de seguridad y mandil para el momento de la manipulación.

A continuación se presenta el diseño propuesto para la construcción del centro de acopio.

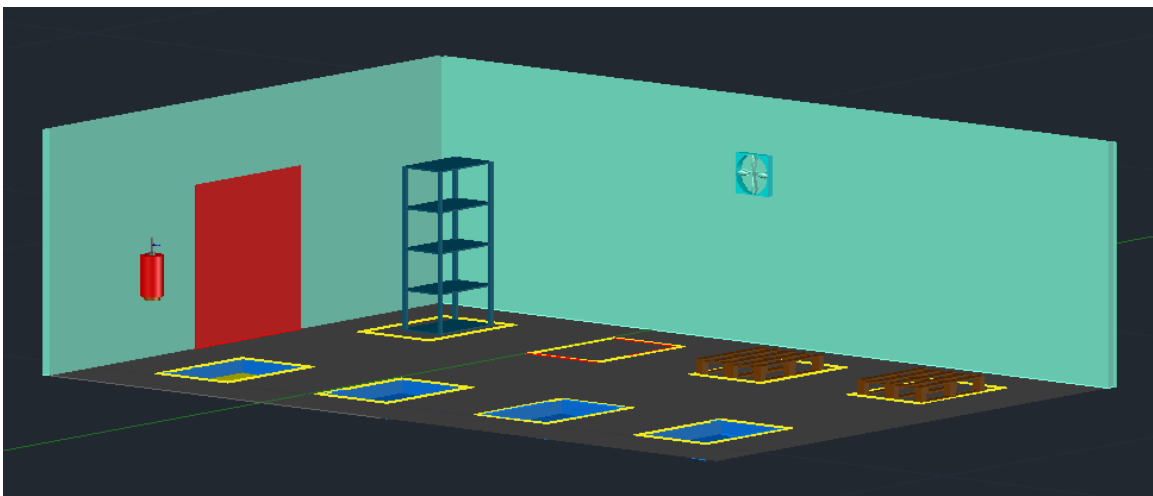


Imagen 1 Vista Isométrica del diseño propuesto para el centro de acopio

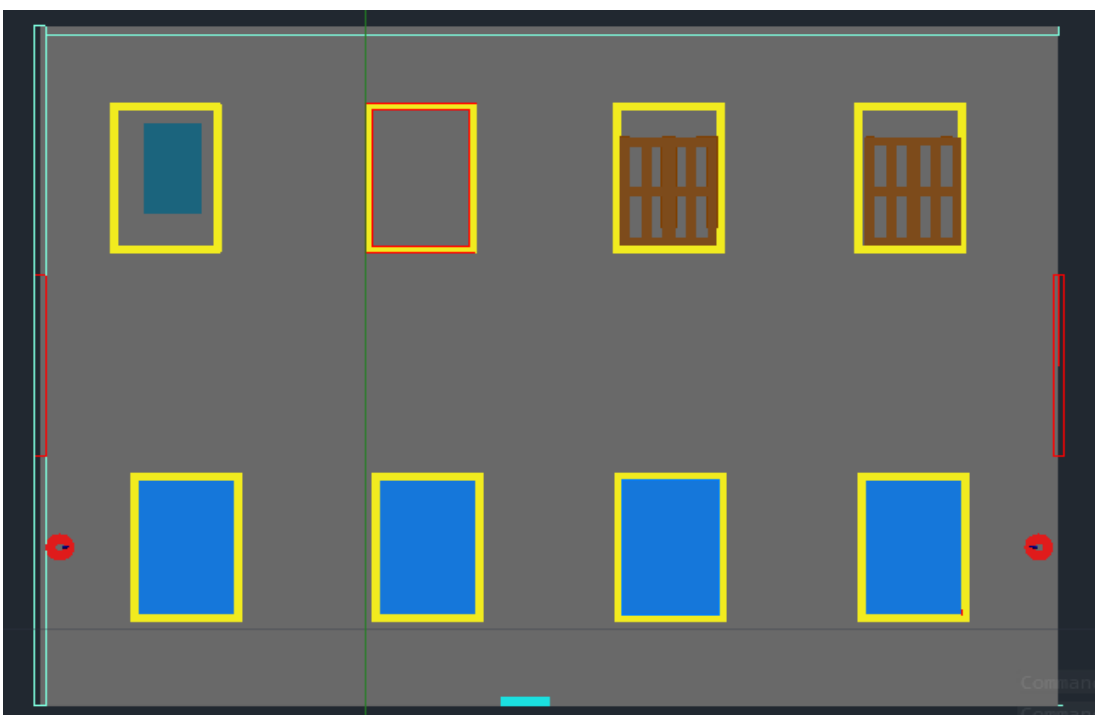


Imagen 2 Vista Superior del centro de acopio

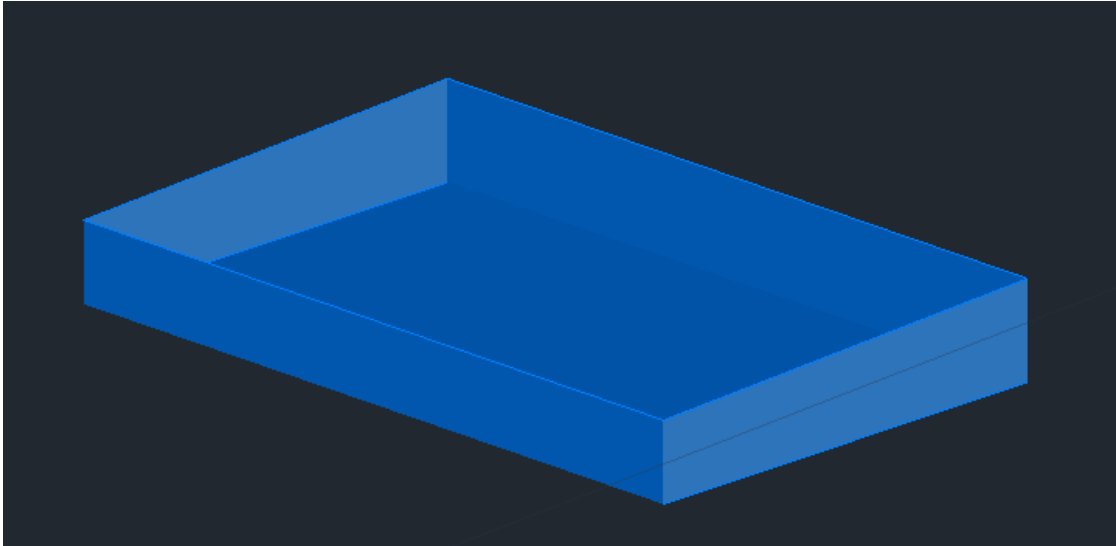


Imagen 3 Diseño propuesto para cubetos en el centro de acopio.

BIBLIOGRAFÍA

GOBIERNO DE CHILE. (Noviembre de 2005). *Comision Nacional del Medio Ambiente - Chile*. (G. d. Respel", Productor) Recuperado el 05 de julio de 2016, de http://www.sinia.cl/1292/articles-47014_recurso_2.pdf

AMEC - INEC. (2014). *AMEC*. (AMEC) Recuperado el 22 de julio de 2016, de INEC: ecuadorencifras.gob.ec

Matamoros, D., & Mosquera, S. (2016). *Informe de Resultados de Proyecto de Fin de Curso de Potencial Aplicación en la ESPOL*. Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Departamento de Ciencias Químicas y Ambientales, Guayaquil.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2014). *Ecuador en Cifras*. (G. N. Ecuador, Productor) Recuperado el 21 de julio de 2016, de Ecuador en Cifras: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-informacion-ambiental-economica-empresas/>

Escuela Superior Politécnica del Litoral . (2016). *DSPACE*. Recuperado el 22 de julio de 2016, de DSPACE: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/21165/3/4297%20Reglamento%20de%20higiene%20y%20seguridad%20de%20la%20ESPOL.pdf>

Ambiente, Programa de la Naciones Unidas para el Medio. (2000). Obtenido de <http://www.unep.org/spanish/>

Ministerio del Ambiente. (2002). *Ministerio del Ambiente*. Recuperado el 2 de Septiembre de 2016, de <http://www.ambiente.gob.ec/programa-pngids-ecuador/>

World Bank. (2016). *The World Bank*. Recuperado el 02 de Septiembre de 2016, de www.worldbank.com

Naciones Unidas. (2000). *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente* .

Recuperado el 29 de Julio de 2016, de <http://www.unep.org/spanish/>

ANEXOS