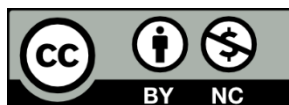


IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES GENERADOS  
POR LAS ACTIVIDADES DE LABORATORIOS EN LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
SEDE DE VILLAVICENCIO - AGUAS CLARAS



JUAN CAMILO BEDOYA SOLANO  
YIRETH SARAI HERRERA FORERO



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
VILLAVICENCIO  
2021

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES GENERADOS  
POR LAS ACTIVIDADES DE LABORATORIOS EN LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
SEDE DE VILLAVICENCIO - AGUAS CLARAS

JUAN CAMILO BEDOYA SOLANO  
YIRETH SARAI HERRERA FORERO

Informe final de pasantía presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Ambiental

Asesora  
LEYDY JOHANA ARBOLEDA MONTES  
Geóloga

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
VILLAVICENCIO  
2021

**Autoridades Académicas**

**P. JOSÉ GABRIEL MESA ANGULO, O.P.**

Rector General

**P. EDUARDO GÓNZALEZ GIL, O.P**

Vicerrector Académico General

**P. JOSÉ ANTONIO BALAGUERA CEPEDA, O.P.**

Rector Sede Villavicencio

**P. RODRIGO GARCÍA JARA, O.P.**

Vicerrector Académico Sede Villavicencio

**JULIETH ANDREA SIERRA TOBON**

Secretaria de División Sede Villavicencio

**YESICA NATALIA MOSQUERA BELTRÁN**

Decana Facultad de Ingeniería Ambiental

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

**YESICA NATALIA MOSQUERA BELTRÁN**

Decana de Facultad

---

**LEYDY JOHANA ARBOLEDA MONTES**

Directora Trabajo de Grado

---

**JONATHAN STEVEN MURCIA FANDIÑO**

Jurado

---

**ALFONSINA BOCANEGRA GÓMEZ**

Jurado

### **Agradecimientos**

Agradecemos a Dios primeramente por brindarnos la sabiduría y aptitudes que nos permitieron llegar hasta este punto de nuestras vidas tan importante, llenos de salud y acompañado de nuestros seres amados.

También agradecer a nuestros padres y abuelos que desde un inicio creyeron en nosotros e hicieron posible este título profesional, que sus esfuerzos no son en vano y todo es gracias a ellos y a su inmenso amor. De igual manera agradecer a cada miembro de nuestras familias que estuvo apoyándonos y aportando una palabra de aliento en el transcurso de este proceso.

Agradecemos a la vida por permitirnos encontrar un compañero que ha sido apoyo no solo en lo académico sino también en lo particular, un compañero que también ha sido amigo y un ser de paciencia y sabiduría.

Finalmente nos sentimos agradecidos con nosotros mismos, por demostrar que, si podemos lograr grandes cosas, que los esfuerzos y luchas durante este tiempo dieron fruto y no se perdieron en el camino.

## Contenido

	Pág.
<b>Resumen</b> .....	11
<b>Abstract</b> .....	12
<b>Introducción</b> .....	13
<b>1. Planteamiento del problema</b> .....	14
1.1. Descripción del problema.....	14
1.1.1. Formulación entorno al problema.....	15
<b>2. Objetivos</b> .....	16
2.1. Objetivo general .....	16
2.2. Objetivos específicos.....	16
<b>3. Justificación</b> .....	17
<b>4. Alcance del proyecto</b> .....	18
<b>5. Antecedentes</b> .....	19
<b>6. Marco Referencial</b> .....	21
6.1. Marco Teórico .....	21
6.2. Marco Conceptual .....	22
6.3. Marco Legal .....	24
<b>7. Metodología</b> .....	26
7.1. Etapa I. Identificación de la situación actual.....	26
7.1.1. Recopilación de información secundaria.....	26
7.1.2. Recopilación de Información primaria. ....	28
7.2. Etapa II. Identificación de Riesgos ambientales .....	33
7.2.1. Identificación de fuentes de riesgo .....	33

7.2.2. Descripción del ambiente circundante.....	34
7.2.3. Riesgos ambientales potenciales a analizar .....	36
7.3. Etapa III: Análisis y evaluación de los riesgos Ambientales .....	37
7.3.1. Análisis de riesgo ambiental.....	37
7.3.2. Evaluación del riesgo ambiental.....	41
7.4. Etapa IV Alternativas a implementar .....	43
<b>8. Resultados y análisis de resultados.....</b>	<b>47</b>
8.1. Etapa I. Identificación de la situación actual.....	47
8.2. Etapa II. Identificación de riesgos ambientales.....	48
8.2.1. Identificación de fuentes de riesgo .....	48
8.2.2. Descripción del ambiente circundante.....	49
8.2.3. Riesgos ambientales potenciales a analizar .....	50
8.3. Etapa III: Análisis y evaluación de los riesgos Ambientales .....	53
8.3.1. Análisis de riesgo ambiental.....	54
8.3.2. Evaluación del riesgo ambiental.....	58
8.4. Etapa IV Alternativas a implementar .....	61
<b>Conclusiones .....</b>	<b>67</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>68</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>69</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>73</b>

**Lista de Tablas**

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Normativa legal vigente .....	24
<b>Tabla 2.</b> Clasificación de laboratorios.....	30
<b>Tabla 3.</b> Criterios para medición cualitativa de la posibilidad.....	37
<b>Tabla 4.</b> Criterios para mediciones cualitativas del impacto .....	38
<b>Tabla 5.</b> Criterios para el análisis cualitativo del riesgo: Nivel de riesgo.....	40
<b>Tabla 6.</b> Convenciones nivel de riesgo .....	40
<b>Tabla 7.</b> Criterios de valoración (GTC 104, 2009) .....	42
<b>Tabla 8.</b> Opciones de tratamiento .....	44
<b>Tabla 9.</b> Riesgos ambientales potenciales a analizar .....	51

**Lista de Figuras**

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Vista en planta de la Universidad Santo Tomás Sede Villavicencio – campus Aguas Claras .....	18
<b>Figura 2.</b> Línea del tiempo de antecedentes.....	19
<b>Figura 3.</b> Diagrama de la metodología propuesta .....	26
<b>Figura 4.</b> Formato de verificación de información previa .....	29
<b>Figura 5.</b> Formato de identificación de fuentes de riesgo.....	33
<b>Figura 6.</b> Formato de identificación de impactos en el ambiente circundante .....	35
<b>Figura 7.</b> Formato de incidentes y medio ambiente circundante .....	35
<b>Figura 8.</b> Formato listado de riesgos ambientales a analizar y evaluar .....	36
<b>Figura 9.</b> Formato de Medición cualitativa de la posibilidad .....	38
<b>Figura 10.</b> Formato mediciones cualitativas del impacto .....	39
<b>Figura 11.</b> Formato de análisis cualitativo del riesgo: Nivel de riesgo.....	41
<b>Figura 12.</b> Matriz comparativa para la evaluación del riesgo ambiental .....	42
<b>Figura 13.</b> Matriz de riesgos y oportunidades.....	43
<b>Figura 14.</b> Porcentajes criterios de medición cualitativa de la posibilidad.....	55
<b>Figura 15.</b> Porcentajes medición cualitativa del impacto .....	56
<b>Figura 16.</b> Porcentajes del análisis cualitativo del nivel de riesgo .....	58
<b>Figura 17.</b> Porcentajes de la evaluación de riesgo .....	60

**Lista de Anexos**

	Pág.
<b>Anexo 1.</b> Formatos de recolección de datos diligenciados.....	73
<b>Anexo 2.</b> Identificación de fuentes de riesgo: Residuos sólidos .....	75
<b>Anexo 3.</b> Identificación de fuentes de riesgo: Residuos líquidos.....	77
<b>Anexo 4.</b> Identificación de fuentes de riesgo: Emisiones.....	78
<b>Anexo 5.</b> Identificación de impactos en el ambiente circundante .....	79
<b>Anexo 6.</b> Incidentes y medio ambiente circundante.....	81
<b>Anexo 7.</b> Medición cualitativa de la posibilidad .....	83
<b>Anexo 8.</b> Medición cualitativa del impacto.....	85
<b>Anexo 9.</b> Análisis cualitativo del riesgo: Nivel de riesgo .....	86
<b>Anexo 10.</b> Evaluación de riesgo .....	88
<b>Anexo 11.</b> Matriz de riesgos y oportunidades.....	90
<b>Anexo 12.</b> Evidencia fotográfica .....	93

## Resumen

En el presente documento se expone el proceso de identificación y evaluación de los riesgos ambientales generados por las actividades de laboratorios en el campus Aguas Claras de la Universidad Santo Tomás Sede de Villavicencio, esto con ayuda de la metodología propuesta por la (GTC 104, 2009), Gestión del Riesgo Ambiental, Principios y Proceso. Para el desarrollo de esta pasantía se formularon 4 etapas constituidas de la siguiente manera: Etapa I recolección de información primaria y secundaria, a través de documentación y registros de la Coordinación de Gestión Ambiental y de la Coordinación de Laboratorios, acompañado de visitas periódicas a las prácticas de laboratorio desarrolladas en las instalaciones de la Universidad. En la Etapa II se realizó la identificación de fuentes de riesgo, descripción del ambiente circundante y riesgos ambientales potenciales a analizar, tomando como base la información obtenida en la etapa anterior. Para la Etapa III se tomó el listado de los riesgos ambientales identificados previamente y se halló el nivel de riesgo de forma cualitativa, seguidamente se realizó la evaluación de riesgo ambiental a partir de una matriz comparativa entre el nivel de riesgo encontrado contra los criterios de evaluación, establecidos por la (GTC 104, 2009). Por último, en la Etapa IV, se proponen alternativas para la prevención, mitigación o corrección de los riesgos hallados, estas alternativas se construyeron con ayuda de la matriz de riesgos y oportunidades de la (ISO 14001, 2015) y las medidas de tratamiento proporcionadas por la (GTC 104, 2009) .

Como resultado se obtuvo una base de datos que facilita la comprensión de información específica de los 20 laboratorios de la Universidad, esto siendo una herramienta útil para cualquier investigación posterior a este proyecto que tenga relación con el área de los laboratorios. El desarrollo de la metodología de identificación y evaluación de riesgos, la cual puede ser aplicable a cualquier proceso institucional o área de servicio de la Universidad, por su modelo claro y consistente para la gestión del riesgo ambiental, su proceso y sus componentes. Finalmente se obtuvo la identificación de dos riesgos potenciales inaceptables los cuales corresponden al laboratorio de Suelos y Toxicología, estos riesgos se relacionan con la disposición de muestras de suelo sólidas y líquidas, para esto se propuso soluciones prioritarias para evitar impactos ambientales significativos.

**Palabras clave:** Riesgos ambientales, identificación y evaluación de riesgos, fuentes de riesgo, soluciones ambientales.

### **Abstract**

This document shows the process of identification and evaluation of environmental risks generated by laboratory activities at the Universidad Santo Tomás Villavicencio - Aguas Claras, with the help of the methodology proposed by the (GTC 104, 2009) Identification and Evaluation of Environmental Risks. For the development of this internship, 4 stages were formulated as follows; Stage I collection of primary and secondary information, in which it was collected through requests to the Environmental Coordination and Coordination of Laboratories, along with periodic visits to the laboratory practices developed in the university facilities. Stage II involved the identification of risk sources, description of the surrounding environment and potential environmental risks to be analyzed, based on the information gathered in the previous stage. For the development of Stage III, the list of previously identified environmental risks was taken and the level of risk was qualitatively determined, followed by the environmental risk assessment based on a comparative matrix between the level of risk found against the assessment criteria established by (GTC 104, 2009). Lastly, for stage IV, environmental alternatives or solutions are proposed for the prevention, mitigation or correction of the risks found, these alternatives were built with the help of the matrix of risks and opportunities of the (ISO 14001, 2015) and with the treatment measures provided by the (GTC 104, 2009).

As a result, a database was obtained that facilitates the understanding of specific information of the 20 laboratories of the University, this being a useful tool for any research subsequent to this project that is related to the area of laboratories. The development of the risk identification and assessment methodology, which can be applicable to any institutional process or service area of the University, due to its clear and consistent model for environmental risk management, its process and its components. Finally, the identification of two potential unacceptable risks was obtained, which correspond to the Soil and Toxicology laboratory, these risks are related to the disposal of solid and liquid soil samples, for this priority solutions were proposed to avoid significant environmental impacts.

**Keywords:** Environmental risks, risk identification and assessment, risk sources, environmental solutions.

## Introducción

A nivel global las Instituciones de Educación Superior han adoptado un modelo de enseñanza que se denomina teórico-práctico, considerado un modelo ideal de aprendizaje, ya que combina la teoría que consiste en la “asimilación racional de conceptos, principios, leyes, métodos y procedimientos”, y la parte práctica que tiene que ver con la “observación de fenómenos, la aplicación de conceptos teóricos a situaciones específicas y la resolución de problemas” (Sánchez, 1990), donde se desarrollan habilidades y destrezas en el escenario de la misma, además permite corroborar la información teórica adquirida anteriormente. Entendiendo la importancia de esta metodología, las universidades disponen de aulas para la enseñanza de teoría y áreas para el desarrollo de las prácticas con métodos de ensayo y error (Lozano, 2019).

Aunque ha sido una metodología exitosa, se puede inferir que no todo es positivo, ya que en la fase practica se evidencia que trae consigo impactos negativos inclinados hacia el área ambiental, pues al realizarse variedad de prácticas que conllevan el uso de equipos, elementos, materiales y reactivos, se convierten en potenciales generadores de residuos sólidos, líquidos y gaseosos, así como la exposición a los reactivos o a los agentes biológicos, explosiones o reacciones. los cuales pueden ocasionar posibles riesgos ambientales, y tiene como consecuencias la contaminación de fuentes de agua, contaminación del suelo, aire y en casos extremos puede presentarse pérdida total de la fauna y flora (Cuellar, 2006).

En Colombia la Universidad Santo Tomás Sede de Villavicencio campus Aguas Claras, es una Institución de Educación Superior y dispone de instalaciones con aulas para el aprendizaje teórico y 20 laboratorios para la fase práctica, aunque posee las medidas necesarias, como protocolos y normas, instalaciones adecuadas, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y de emisiones, y elementos para la atención de emergencias en caso de accidentes laborales y ambientales, también corre el riesgo de enfrentarse a situaciones como las que se mencionaron anteriormente y además enfrentar posibles sanciones y multas económicas, igualmente perder la credibilidad como una Institución amigable con el medio ambiente y un ejemplo a seguir.

Por esta razón en el siguiente proyecto se realiza un estudio profundo de identificación y evaluación de riesgos ambientales generados en el área de laboratorios y se propusieron acciones o medidas que permitan la prevención, mitigación y corrección de los riesgos ambientales identificados y evaluados.

## **1. Planteamiento del problema**

### **1.1. Descripción del problema**

En primera instancia se define riesgo ambiental como un daño o catástrofe potencial en el medio ambiente, debido tanto a un fenómeno natural como a la acción antrópica (Novillo, 2019). Este fenómeno se presenta en mayor porcentaje por las actividades antrópicas en el mundo, donde acciones como la toma de decisiones políticas, negligencias industriales, atentados y accidentes ambientales, falta de educación y conciencia ambiental, entre otras, generan riesgos ambientales con consecuencias preocupantes y catastróficas para el planeta y la población mundial; dichos riesgos pueden presentarse como diferentes tipos de vertimientos a cuerpos de agua naturales, los cuales generan contaminación hídrica y consigo pérdida de fauna acuática y enfermedades por el consumo de la misma. Otras son las emisiones y radiaciones que afectan la calidad del aire generando enfermedades respiratorias y lluvias ácidas. Por último, se puede mencionar la alteración de fauna y flora, contaminación auditiva, visual, hídrica, entre otros, que interrumpen el ciclo natural de un ecosistema como son los humedales, siendo indispensables para el equilibrio eco-sistémico y la mitigación del cambio climático. Entre muchos otros impactos que se derivan de los riesgos ambientales (Agencia Europea de medio ambiente, 2008).

Ahora bien, teniendo como objetivo el área académica, a nivel nacional también se puede identificar diferentes factores y problemáticas ambientales que se generan en los colegios y universidades. Las actividades que se realizan en las Instituciones Educativas Básicas y Superiores son potencialmente focos de accidentes y daños ambientales a causa de la falta de prevención ambiental, escasez de revisiones continuas tanto de infraestructura como de desarrollo de labores académicas en la ejecución de prácticas de laboratorios las cuales presentan posibles situaciones de riesgo ambiental por mal uso y manejo de reactivos o elementos en mal estado (Blanco et ál., 2015). También está la falta de implementación de políticas, guías o normas ambientales exigidas en la constitución colombiana como son la Ley 99 de 1993 donde menciona la creación del Ministerio del Medio Ambiente, para la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables (Ministerio de ambiente, 2021) y la norma técnica Colombiana NTC-ISO 14001:2015, donde se menciona implementación de sistemas de gestión ambiental para empresas

y sus requisitos, como son la identificación de riesgos, la preparación y respuesta ante emergencias (ISO 14001, 2015).

Tomando un enfoque más específico como son las Instituciones de Educación Superior en la ciudad de Villavicencio – Meta, especialmente en la Universidad Santo Tomás Sede de Villavicencio campus Aguas Claras, se puede inferir que también hace parte de las instituciones que no cuenta con un Sistema de Gestión Ambiental orientado a la evaluación y prevención de riesgos ambientales que se puedan generar por sus actividades curriculares mencionadas en el párrafo anterior. La ausencia de esta temática puede ocasionar sanciones legales, desprestigio competitivo en el mercado y promover factores negativos para la pérdida de créditos institucionales recibidos o por recibir. Además, la afectación de la salud tanto de la comunidad universitaria como de las poblaciones aledañas.

### ***1.1.1. Formulación entorno al problema***

¿Cuáles son los posibles riesgos ambientales generados por las actividades realizadas en los laboratorios de la Universidad Santo Tomás Sede de Villavicencio- Campus Aguas Claras?

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo general**

Evaluar los riesgos ambientales generados en los laboratorios del campus Aguas Claras de la Universidad Santo Tomás Sede de Villavicencio (USTAV).

### **2.2. Objetivos específicos**

- Identificar los posibles riesgos ambientales respecto a las actividades desarrolladas en el área de laboratorios.
- Analizar los riesgos ambientales para su respectiva valoración.
- Establecer las acciones y medidas de prevención ante los potenciales riesgos ambientales.

### 3. Justificación

La Universidad Santo Tomás Sede de Villavicencio es una Institución de Educación Superior, donde se le exigen diferentes requisitos ambientales desde diversas áreas para que se haga viable su continuo funcionamiento. Una de las áreas más trascendentes en la actualidad es la Coordinación de Gestión Ambiental, que involucra requisitos como la implementación de sistemas de gestión ambiental (ISO 14001, 2015), la construcción de un plan de gestión ambiental, el desarrollo de la evaluación de impactos ambientales, tramitación y cumplimiento de permisos ambientales (Ministerio de ambiente, 2021), identificación de riesgos ambientales y su manejo pertinente (GTC 104, 2009), protección de recursos naturales renovables (Ministerio de ambiente, 2021). Otra de ellas es la Coordinación de Laboratorios con sus espacios de práctica, ya que es una fuente potencial de riesgos ambientales, debido al desarrollo de acciones que implican el manejo y manipulación de sustancias tóxicas, corrosivas, inflamables, irritantes, entre otras, siendo estas peligrosas y nocivas para la salud humana y el medio ambiente. Así mismo las universidades en materia de sostenibilidad, deben ocuparse por los riesgos e impactos que sus actividades generan, también tienen el compromiso de generar saberes y conciencia en los grupos de interés (Parrado & Trujillo, 2015), la insuficiencia en estos factores trae consigo amonestaciones legales y económicas, exponiéndolos a una pérdida de credibilidad de la institución y por ende disminución de prospectos universitarios, recursos humanos, recursos financieros, acreditaciones institucionales de alta calidad obtenidas y por obtener.

Por lo anterior, se planteó y se dio ejecución al desarrollo de este proyecto, donde se buscó dar cumplimiento a cabalidad de los requisitos exigidos en la normatividad para los posibles riesgos ambientales, por medio de una serie de etapas de identificación, análisis y cuantificación de riesgos ambientales que se estén presentando y puedan presentarse a futuro, además se plantearon posibles soluciones ambientales con base en la matriz de riesgos y oportunidades de la (ISO 14001, 2015) y los tratamientos propuestos en la (GTC 104, 2009), con esto, prevenir cualquier consecuencia negativa y resaltar el compromiso y cumplimiento de la Universidad Santo Tomás Sede de Villavicencio para mantenerse al día con sus responsabilidades ambientales e inculcar conciencia ambiental.

#### 4. Alcance del proyecto

Esta pasantía se llevó a cabo en el área de laboratorios de la Universidad Santo Tomás Sede de Villavicencio campus Aguas Claras, evidenciado en la delimitación del polígono rojo a la Universidad y el azul a los laboratorios, como se muestra en la Figura 1. El área de laboratorios cuenta con una totalidad de 20 laboratorios, compuesta por el Laboratorio de Química, Física Mecánica, Eléctrica y Electrónica, Toxicología, Biología-Microbiología, Concretos, Pavimentos, Suelos, Calidad de Agua, Calidad de Aire, Hidráulica, Topografía, Procesos de Manufactura, Metalografía, Conversión de Energía, Resistencia de Materiales, Logística Métodos y Tiempo, Evaluación y medición psicológica, Procesos Psicológicos, y Salón de Dibujo.

El desarrollo del proyecto en el área de estudio logró la identificación y evaluación de los riesgos ambientales generados y además se brindaron posibles soluciones y medidas preventivas que aportan así al mejoramiento continuo de la gestión ambiental de la Sede.

El área de estudio se encuentra en la ciudad de Villavicencio-Meta, en la carrera 22 con calle 1ª – vía Puerto López, con coordenadas de 4°07'18''N y 73°36'54''W, en la comuna 5.

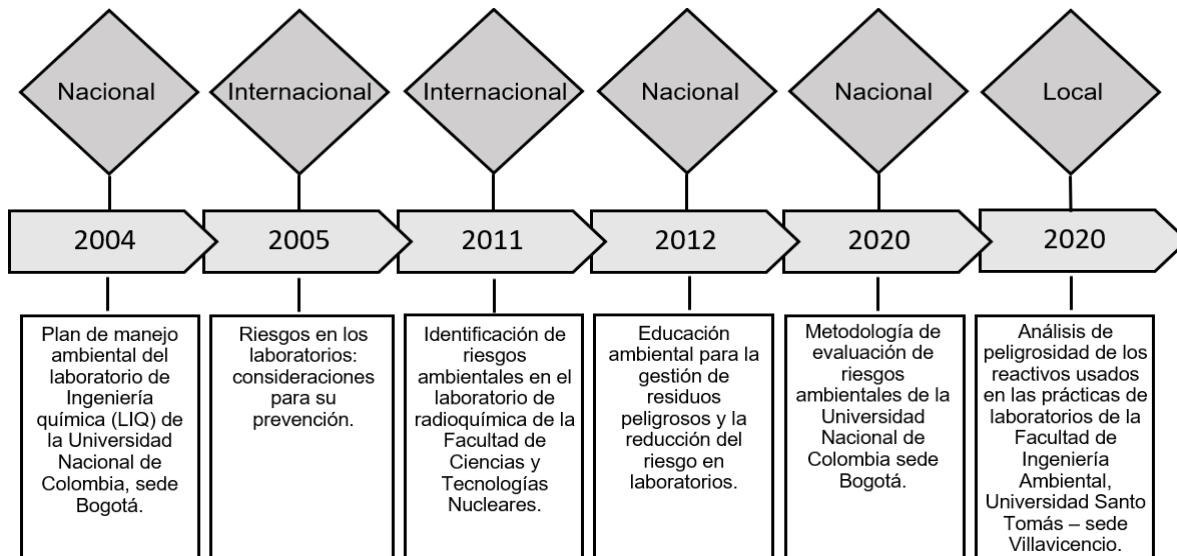
**Figura 1.** Vista en planta de la Universidad Santo Tomás Sede Villavicencio – campus Aguas Claras



*Nota.* Indicaciones del área de estudio, por (Bedoya Solano & Herrera Forero, 2021).

## 5. Antecedentes

**Figura 2.** Línea del tiempo de antecedentes



*Nota.* Desarrollo de antecedentes sobre los riesgos ambientales en laboratorios de instituciones de educación superior, por (Bedoya Solano & Herrera Forero, 2021).

Las investigaciones sobre los riesgos ambientales producidos por las actividades de laboratorios de una Institución de Educación Superior se han venido incrementando progresivamente. La razón principal de este aumento se debe al cumplimiento de la normatividad ambiental colombiana vigente que les exige rigurosamente evidenciar su compromiso ambiental como empresa y así contribuir positivamente con el planeta y desarrollar eficientemente sus actividades. Los requisitos principales exigidos por la normatividad colombiana son la protección de fauna y flora, protección de recurso renovable y no renovable, uso eficiente de recursos hídricos, valores máximos de emisiones, vertimientos y residuos, un Plan de Gestión de Residuos según sea el caso, entre muchos otros.

Un primer trabajo corresponde a Weng Alemán (Alemán, 2005) denominado “Riesgos en los laboratorios: consideraciones para su prevención” cuyo objetivo fue la identificación de riesgos ambientales y ocupacionales asociados al trabajo en los laboratorios biomédicos, y así plantear las causantes más relevantes que conllevan a estas situaciones preocupantes.

Un segundo trabajo fue diseñado en la Habana-Cuba por (Acosta et ál., 2011) quien desarrolló la propuesta de trabajo que lleva por título “Identificación de riesgos ambientales en el

laboratorio de radioquímica de la facultad de ciencias y tecnologías nucleares” donde se habló de alcanzar un desempeño sostenible ambiental y desarrollar una investigación que tenga como objetivo identificar los riesgos ambientales en el Laboratorio de Radioquímica de la Facultad de Ciencias y Tecnologías Nucleares (FCTN) del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, para así alcanzar los objetivos de sostenibilidad ambiental en la ejecución de sus actividades.

El tercer trabajo es el de (Martinez & Mera, 2012) en la ciudad de Santa Marta. Colombia, denominado “Educación ambiental para la gestión de residuos peligrosos y la reducción del riesgo en laboratorios”, el fin del proyecto consistió en la implementación de la educación ambiental como alternativa para la gestión de residuos y la seguridad en los laboratorios de la Universidad del Magdalena. Planteando estas alternativas se consigue prevenir y controlar cualquier tipo de riesgos, ambiental, laboral u otro que pueda afectar a al medio ambiente y a la comunidad universitaria y publica.

Como cuarto trabajo se encuentra: “Plan de manejo ambiental del laboratorio de ingeniería química (LIQ) de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá”, a pesar de que no es una investigación destinada a la identificación de riesgos ambientales en los laboratorios, tuvo un enfoque similar, donde se manejaron actividades de identificación de riesgos en los laboratorios de ingeniería química de la Universidad Nacional. Ahora bien, el objetivo del trabajo consistió en proponer y establecer requisitos exigidos en la norma técnica ISO 14001 para conseguir la eficiencia en el desarrollo de actividades y complementar el apoyo y cuidado al área ambiental (Chávez et ál., 2004).

El quinto trabajo lo propuso (Rosero et ál., s.f), el cual tiene por título “Metodología de evaluación de riesgos ambientales de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá” donde se identificaron y evaluaron los riesgos ambientales generados en un lugar y tiempo determinado, esto con base a la Guía Técnica Colombiana 104:2009.

El último trabajo corresponde a (Herrera, 2020) “Análisis de peligrosidad de los reactivos usados en las prácticas de laboratorios de la Facultad de Ingeniería Ambiental, Universidad Santo Tomás – sede Villavicencio” donde se desarrolló un diagnóstico de la gestión de reactivos usados como primera etapa de un macroproyecto, el cual consistió en la obtención y el análisis de la información necesaria y el análisis de peligrosidad mediante el uso del Sistema Globalmente Armonizado (SGA).

## 6. Marco Referencial

### 6.1. Marco Teórico

La gestión del riesgo ambiental, es el proceso por el cual se identifican, analizan y cuantifican la probabilidad de ocurrencia de eventos futuros que se desprenden de las actividades de una organización o de un medio natural, también abarca el desarrollo de actividades de prevención, reducción y corrección oportunas que deban efectuarse para asegurar la continuidad del funcionamiento de las entidades. Ahora bien, se entiende como riesgo ambiental la probabilidad de que ocurra algún efecto adverso a partir de un peligro ambiental y se compone principalmente la probabilidad de que el medio ambiente esté expuesto al peligro (evaluación de la exposición); y la probabilidad condicional de que ocurra el efecto adverso, dada dicha exposición (evaluación de efectos) (Andow & Zwahlen, 2005).

La gestión del riesgo no se basa únicamente en la reducción del riesgo, también es la participación de los diversos sectores de interés y grupos representativos de conductas, para percibir como se edifica un riesgo social y colectivo. La gestión del riesgo no se fundamenta en la disminución de la vulnerabilidad, es efectuar convenios colectivos donde las partes interesadas estén dispuestas a sobrellevar los impactos causados. (ANLA, 2017).

La gestión del riesgo ambiental (GRA) es una herramienta que le permite a las organizaciones llevar un control minucioso de las posibles consecuencias derivadas del desempeño de sus actividades productivas, además brinda recursos para la toma de decisiones y la implementación de políticas de protección ambiental (Lozada, 2006).

Existen diversos factores que intervienen en las evaluaciones del riesgo, el primero y más ambicioso es el socioeconómico el análisis se puede realizar estipulando en una relación de beneficio en las cuales se exponen los pro y contras de la implementación de GRA; el tecnológico se define como las diferentes tecnologías que estén al alcance de las organizaciones; y el político que abarca la normatividad que regula las acciones que se puedan desarrollar (Somers & Svara, 2016).

Los indicadores de riesgo y gestión del riesgo, son una estrategia fomentada por el Instituto de Estudios Ambientales de la Universidad Nacional de Colombia y el Banco Interamericano de

Desarrollo, se diseñó con el objetivo de establecer niveles de desempeño, que los cuales evalúan cuatro componentes: Identificación y reducción de riesgo, manejo de desastres y gobernabilidad y protección financiera (Arboleda, 2008).

De las acciones que se toman en la gestión del riesgo, la principal es la reducción del mismo, esta comprende la implementación de medidas de prevención y/o mitigación, estas medidas están encaminadas a realizar una anticipación con el objetivo de evitar o reducir el impacto socioeconómico y ambiental los fenómenos potencialmente peligrosos (Arboleda, 2008).

## 6.2. Marco Conceptual

**Análisis del riesgo:** Busca comprender la naturaleza del riesgo y sus características incluyendo, cuando sea apropiado, el nivel del riesgo (Lavell, 2016).

**Accidentes ambientales:** Es un evento que puede causar daño o daño potencial a un receptor ambiental, por ejemplo, aire, agua, tierra, vida silvestre o hábitat local (University Of Reading, 2020).

**Aspecto ambiental:** Es un elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que pueden interactuar con el medio ambiente. Hay dos tipos de aspectos ambientales: Aspectos ambientales directos, que son actividades sobre las que se puede esperar que una empresa tenga influencia y control. Y aspecto ambiental indirecto, que son actividades reales o potenciales sobre las que se puede esperar que la organización tenga influencia, pero no control (Dilip Ganguly, s.f).

**Componente ambiental:** Un aspecto del medio ambiente que es importante por su naturaleza ecológica, importancia económica o social para un ecosistema (Ministry of Environment, Lands and Parks, 2000).

**Consecuencia:** Algo producido por una causa o que se surge necesariamente de un conjunto de condiciones, implica generalmente importancia debido a los efectos probables o posibles (Merriam-Webster, 2021).

**Evaluación del riesgo:** Es el proceso global de identificación del riesgo, análisis del riesgo y valoración del riesgo (Lavell, 2016).

**Evento:** Son fenómenos espacio-temporales, y cada uno es único debido a las interacciones entre el entorno y las personas (Getz, 2008).

**Frecuencia:** Corresponde a la tasa de ocurrencia de un efecto, expresada como la cantidad de tales ocurrencias en un tiempo determinado (ISO 31000, 2018).

**Gestión del riesgo:** Comprende procesos y estructuras que se orientan hacia el aprovechamiento de oportunidades potenciales con respecto al riesgo (ISO 31000, 2018).

**Identificación del riesgo:** proceso por el cual se busca encontrar, conocer y describir los riesgos que pueden ayudar o impedir a una organización lograr sus objetivos (Lavell, 2016).

**Impacto ambiental:** Cualquier alteración sobre el medio ambiente (medios abióticos, biótico y socioeconómico), que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que se pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad (ISO 14001, 2015).

**Incertidumbre:** Es el estado, incluso parcial, de deficiencia de información relacionada con la comprensión o conocimiento de un evento, su consecuencia o su probabilidad (GTC 104, 2009).

**Nivel de riesgo:** Magnitud de un riesgo o de una combinación de riesgos (Lavell, 2016).

**Peligro:** Es una fuente de daño potencial o una situación con el potencial de causar pérdida o impactos adversos (ISO 31000, 2018).

**Posibilidad:** Se emplea como una descripción general de la probabilidad o de la frecuencia (ISO 31000, 2018).

**Probabilidad:** Es la posibilidad de un evento específico, medida por la relación de los eventos específicos y la cantidad total de eventos posibles (ISO 31000, 2018).

**Receptor:** Áreas naturales (como parques, bosques reservas, refugios o áreas de vida silvestre) que podrían estar expuestas a una liberación accidental o riesgo ambiental (EPA, 2019)

**Riesgo Ambiental:** Aquel que genera una consecuencia no deseada de una actividad dada, en relación con la probabilidad de que ésta ocurra (ISO 14001, 2015).

**Sucesos iniciadores:** se considera una conexión entre escenarios casuales y escenario de consecuencias son los sucesos iniciadores, que son el hecho físico generado por el escenario casual que dé lugar a la primera de las consecuencias (ISO 14001, 2015).

### 6.3. Marco Legal

**Tabla 1.** *Normativa legal vigente*

NORMATIVIDAD	PERTINENCIA
<b>Ley 23 del 1973</b>	Principios fundamentales sobre prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo y otorgó facultades al presidente de la República para expedir el Código de los Recursos Naturales.
<b>Ley 299 de 1996</b>	Por la cual se protege la flora colombiana.
<b>Ley 373 de 1997</b>	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.
<b>Ley 491 de 1999</b>	Define el seguro ecológico y delitos contra los recursos naturales y el ambiente y se modifica el Código Penal.
<b>Decreto 1728 de 2002</b>	Define la licencia ambiental LA: naturaleza, modalidad y efectos; contenido, procedimientos, requisitos y competencias para el otorgamiento de LA.
<b>Decreto 2150 de 1995</b>	Reglamenta la licencia ambiental y otros permisos. Define los casos en que se debe presentar Diagnóstico Ambiental de Alternativas, Plan de Manejo Ambiental y Estudio de Impacto Ambiental. Suprime la licencia ambiental ordinaria.

**Tabla 1.** *Continuación*

<b>Decreto 1076 del 2015</b>	Decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible.
<b>GTC 104:2009</b>	Guía Técnica Colombiana (Gestión del riesgo ambiental, principios y proceso, comprende una diversidad de contexto como saber manejar, controlar y evaluar los riesgos ambientales siguiendo una normatividad.
<b>NTC-ISO 14001:2015</b>	Norma ambiental internacional (Sistemas de gestión ambiental - Requisitos con orientación para su uso), abarca todos los aspectos ambientales de los productos y empresas. A su vez busca reducir los impactos en el medio ambiente y cumplir con la legislación en materia ambiental.
<b>NTC-ISO 31000:2018</b>	Dicha norma Técnica Colombiana (Gestión del Riesgo, principios y directrices) Pretende armonizar los procesos de gestión del riesgo en las normas existentes y futuras.

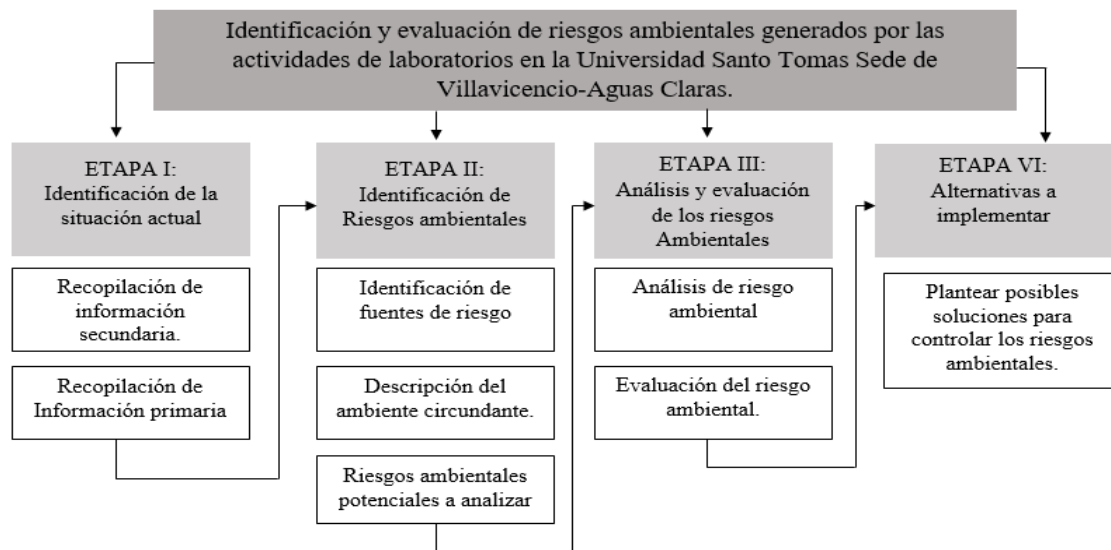
---

*Nota: Normatividad ambiental legal vigente referente a riesgos ambientales. Adaptado de la normativa legal vigente, por (Bedoya Solano & Herrera Forero, 2021).*

## 7. Metodología

En el siguiente diagrama de flujo (Figura 1) se puede evidenciar cada una de las actividades propuestas y desarrolladas en la Universidad Santo Tomás Sede de Villavicencio campus Aguas Claras, según la metodología planteada; teniendo en cuenta el objetivo del proyecto, que es identificación y evaluación de riesgos ambientales en el área de laboratorios.

**Figura 3.** Diagrama de la metodología propuesta



*Nota. Representación de la metodología propuesta para el proyecto, por (Bedoya Solano & Herrera Forero, 2021)*

### 7.1. Etapa I. Identificación de la situación actual

#### 7.1.1. Recopilación de información secundaria

La recopilación de información secundaria en toda investigación es necesaria para tener éxito en la obtención de resultados. El instrumento de recolección de datos está orientado a crear las condiciones para la medición y es una precondition para obtener contextualización de una situación (Hernández & Duana, 2020). Teniendo claro esto, se dio inicio a la pasantía con la recolección de información pertinente del área de laboratorios, la cual se solicitó de forma virtual

y presencial a la Coordinación de Gestión Ambiental y a la Coordinación de Laboratorios de la Universidad Santo Tomás Sede de Villavicencio campus Aguas Claras. La información solicitada fue la siguiente:

- Actividades desarrolladas en el área de laboratorios: Tipo de prácticas de laboratorio, pasantías e investigaciones de opción de grado que se desarrollen en el área de laboratorios y tipos de semilleros que hagan uso del área de laboratorios.
- Antecedentes del área de laboratorios: Información de accidentes generales y de riesgo ambiental en el área de laboratorio y sus alrededores.
- Inventarios: Listado de equipos usados en los laboratorios y reactivos disponibles para las diferentes prácticas.
- Disposición de residuos: Información del manejo y disposición de los diferentes tipos de residuos generados por el área de laboratorios. (Documentos como planes de manejo ambiental, PMIRS, certificados, etc.)
- Protocolos: Información de los protocolos y requisitos básicos exigidos para el ingreso a las diferentes áreas de laboratorios y el control del virus SARS COVID 19.

Después de obtener la información solicitada, el siguiente paso fue diseñar la base de datos usando el software Microsoft Excel para recolectar y organizar la información de manera que sea clara y concisa consiguiendo así facilitar la búsqueda y la interpretación de los datos.

Para el diseño de la base de datos se tuvieron en cuenta principalmente 5 ítems que sintetizan y organizan la totalidad de información solicitada a las Coordinaciones de Gestión Ambiental y de Laboratorios de una manera sencilla, los cuales fueron:

- Protocolos de los laboratorios: Se compone de protocolos y normas de cada uno de los actores en el área de los laboratorios, para facilitar el acceso a esta área, identificar los pasos a realizar para llevar a cabo una buena práctica de laboratorio, y facilitar la identificación de los eventos que no estén cumpliendo los requisitos exigidos por Coordinación de Laboratorios. Esta información fue extraída del reglamento general de laboratorios.
- Listado de laboratorios: Lista de laboratorios de la Universidad, que permitió conocer la totalidad de laboratorios disponibles de la universidad, y facilitó la

selección de los laboratorios a los que se les hizo seguimiento a partir de la metodología propuesta.

- Inventario de reactivos: Inventario de reactivos y/o sustancias químicas (Última actualización del 12-12-2019) correspondientes para los laboratorios que requieren la utilización de reactivos. Con esta información se logró identificar los laboratorios con mayor posibilidad de riesgo ambiental por el uso de estas sustancias.
- Disposición de residuos: Matriz de la disposición de los residuos sólidos y líquidos y las condiciones actuales de gestión de aspectos ambientales en los laboratorios.
- Antecedentes de accidentes: Antecedentes de accidentes reportados en el área de seguridad y salud, relacionados con actividades dentro del área de laboratorios.

Se habilitó la extensión macros en Microsoft Excel, para posteriormente programar una serie de comandos en la pantalla de inicio de la base de datos, y así desarrollar una navegación y búsqueda de datos más dinámica, en la cual se incorporaron botones de acceso que facilita la entrada a las diferentes áreas de información organizada.

### ***7.1.2. Recopilación de información primaria.***

La recopilación de información primaria consistió en realizar reconocimiento visual por medio de visitas a los diferentes espacios académicos, donde se desarrollaban las prácticas de laboratorios, estas visitas se efectuaron en un periodo de 40 días, en donde se hizo énfasis principalmente en las prácticas de laboratorio que presentaban mayores posibilidades de riesgo ambiental, ya sea por el uso de reactivos, combustión de elementos o manejo de muestras peligrosas, esto a partir de las recomendaciones de los docentes y de los auxiliares de laboratorio que facilitó la información de los horarios de las prácticas que conllevan estas actividades mencionadas. Además, estas visitas permitieron corroborar la información recolectada anteriormente, como cumplimiento de las normas mínimas de seguridad y protección, y ratificar el estado actual de los laboratorios. “El análisis de riesgo ambiental debe considerar escenarios de riesgos ambientales junto con probabilidades e impactos potenciales.” (Torinelli & Almeida, 2021)

Para el registro de verificación, se diseñó previamente un formato, en el cual se registró información como tipo de práctica, horario de práctica, laboratorio en el que se desarrolla la

práctica, acciones relevantes durante la práctica y si se da cumplimiento, no se da cumplimiento o se da cumplimiento parcial de acuerdo a los protocolos exigidos por la Coordinación de Laboratorios y los procesos y normatividad ambiental implementada por Coordinación de Gestión Ambiental, como se puede apreciar en la Figura 4.

**Figura 4.** *Formato de verificación de información previa*

 <b>VERIFICACIÓN DE INFORMACIÓN PREVIA</b>					
Fecha					
Tipo de formato					
Observado por					
Encargado de la actividad					
Actividad					
Hora	Acción	Cumplimiento			Observaciones
		Sí	No	Medianamente	
Firma del encargado					
Firma del observador					

*Nota. por (Bedoya Solano & Herrera Forero, 2021).*

Este formato se diseñó con la intención de recolectar la información más relevante a la hora de realizar una actividad en cada espacio de práctica, donde se pueda entender y tener claridad del contexto de la situación y de las acciones ejecutadas dentro de este, las cuales pueden poner en riesgo el medio ambiente y su entorno.

Para dar inicio al diligenciamiento del formato se solicitó en primera instancia el horario de laboratorios a la Coordinación de Laboratorios de la Universidad Santo Tomás Sede de

Villavicencio campus Aguas Claras. Inicialmente se realizaron visitas a todos los laboratorios disponibles de la universidad, en el proceso se concluyó que no todos los laboratorios requieren seguimiento y se realizó un filtro para determinar los laboratorios que no aplicaban, como se muestra en la Tabla 2, esto se logró con la asesoría de los encargados de los laboratorios y teniendo en cuenta el inventario de cada laboratorio, las actividades según la práctica del espacio académico y los residuos producidos, donde el 50 % de los 20 laboratorios no se consideraron potencialmente generadores de riesgos ambientales.

**Tabla 2.** *Clasificación de laboratorios*

Laboratorios	Aplica para		Observaciones
	Sí	No	
Laboratorio de Química	X		
Laboratorio de Física Mecánica		X	Las acciones y los residuos que se producen con las actividades de las prácticas del laboratorio no generan un riesgo ambiental considerable para el estudio.
Laboratorio de Eléctrica y Electrónica		X	Las acciones y los residuos que se producen con las actividades de las prácticas del laboratorio no generan un riesgo ambiental considerable para el estudio.
Laboratorio de Toxicología	X		
Laboratorio de Biología- Microbiología	X		
Laboratorio de Concretos	X		
Laboratorio de Pavimentos	X		
Laboratorio de Suelos	X		
Laboratorio de Calidad de Agua	X		

**Tabla 2.** *Continuación*

<b>Laboratorio de Calidad de Aire</b>		X	Las acciones y los residuos que se producen con las actividades de las prácticas del laboratorio no generan un riesgo ambiental considerable para el estudio.
<b>Laboratorio de Hidráulica</b>		X	Las acciones y los residuos que se producen con las actividades de las prácticas del laboratorio no generan un riesgo ambiental considerable para el estudio.
<b>Laboratorio de Topografía</b>		X	Las acciones y los residuos que se producen con las actividades de las prácticas del laboratorio no generan un riesgo ambiental considerable para el estudio.
<b>Laboratorio de Procesos de Manufactura</b>	X		
<b>Laboratorio de Metalografía</b>	X		
<b>Laboratorio de Conversión de Energía</b>		X	Las acciones y los residuos que se producen con las actividades de las prácticas del laboratorio no generan un riesgo ambiental considerable para el estudio.
<b>Laboratorio de Resistencia de Materiales</b>	X		
<b>Laboratorio de Logística Métodos y Tiempo</b>		X	Las acciones y los residuos que se producen con las actividades de las prácticas del laboratorio no generan un riesgo ambiental considerable para el estudio.

**Tabla 2.** *Continuación*

<b>Laboratorio de Evaluación y medición psicológica</b>	X	Las acciones y los residuos que se producen con las actividades de las prácticas del laboratorio no generan un riesgo ambiental considerable para el estudio.
<b>Laboratorio de Procesos Psicológicos</b>	X	Las acciones y los residuos que se producen con las actividades de las prácticas del laboratorio no generan un riesgo ambiental considerable para el estudio.
<b>Salón de Dibujo</b>	X	Las acciones y los residuos que se producen con las actividades de las prácticas del laboratorio no generan un riesgo ambiental considerable para el estudio.

*Nota: Selección de laboratorios a realizar seguimiento, por (Bedoya Solano & Herrera Forero, 2021).*

Como tercer paso se estableció el orden de los laboratorios a asistir y se dio inicio a las visitas. El orden del proceso de recolección de información dentro de la práctica de laboratorio consistió en:

1. Portar los elementos de bioseguridad necesarios impuestos por la coordinación de laboratorios para el ingreso.
2. Verificar el aforo del laboratorio a ingresar para dar cumplimiento al protocolo de bioseguridad para la prevención del Covid-19.
3. Solicitar al docente el ingreso a su práctica de laboratorio
4. Tomar nota del espacio académico, la práctica de laboratorio y la facultad.
5. Monitorear las actividades y acciones en el desarrollo de la práctica.
6. Anotar la hora y las acciones relevantes y que pueden ser posibles focos de riesgo ambiental dentro de la práctica.
7. Finalizar con la firma del docente que corrobore la visita.

## 7.2. Etapa II. Identificación de Riesgos ambientales


La siguiente etapa está compuesta por 3 fases, las cuales permitieron identificar claramente los riesgos ambientales, teniendo en cuenta las fuentes de riesgo y los impactos ambientales generados en los laboratorios de las instalaciones de la Universidad Santo Tomás Sede de Villavicencio campus Aguas Claras. Estas fases fueron definidas según la GTC 104:2009.

### 7.2.1. Identificación de fuentes de riesgo

En la identificación de fuentes de riesgo se completó un formato con los posibles peligros y/o aspectos ambientales, eventos de la situación, la ruta e incidentes potenciales que podrían causar un impacto en el medio ambiente y su entorno, teniendo en cuenta la información recolectada en la **Etapa I**. Esto con base en el lugar y actividades que sean posibles focos potenciales de daños ambientales.

Al realizar la identificación de riesgo se determinó la división de información por áreas, siendo estas las siguientes; residuos sólidos, residuos líquidos y emisiones. Esto facilitó la clasificación y revisión minuciosa de cada situación. A continuación, se evidencia en la Figura 5, el formato utilizado para la identificación de cada una de las fuentes de riesgo según su sección. Los formatos utilizados en esta fase son tomados de la Guía Técnica Colombiana 104:2009.

**Figura 5.** Formato de identificación de fuentes de riesgo

 <b>IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE RIESGO</b>					
Lugar	Actividad	Fuente		Ruta	Impacto
		Peligro/aspecto	Evento		

*Nota. adaptado de la (GTC 104, 2009), por (Bedoya Solano & Herrera Forero, 2021).*

Según la (GTC 104, 2009), el formato anterior permite realizar una clasificación correcta y útil para la identificación de las potenciales fuentes de riesgo, que se puedan presentar dentro de la ejecución de las acciones según la práctica de laboratorio y su buen desarrollo dentro de la misma.


Para su diligenciamiento se tuvo en cuenta información recolectada con el formato de verificación de información previa, representado en la Figura 4, donde se registró el lugar, las actividades realizadas; en este caso el nombre de la práctica, las acciones que se ubican como los peligros/aspectos, el evento que vendría siendo la acción real de la situación que se presentó, la ruta que es el receptor y finalmente se identifica el impacto negativo que trae cada evento registrado.

### ***7.2.2. Descripción del ambiente circundante.***

Para la **Fase 2** se seleccionó todos aquellos aspectos que afectan significativamente el ambiente circundante o sus componentes principales, los cuales están directamente relacionados con una actividad u operación. Es decir, que se tiene en cuenta todos los elementos del entorno en el que se desarrollan la totalidad de las actividades del área de laboratorios. Dichos elementos son los componentes biológicos (flora, fauna y ecosistemas), físicos (atmósfera, agua, suelo) y sociales (demografía social) del medio ambiente (GTC 104, 2009).

Se diligenciaron 2 formatos para esta fase, la Figura 6 muestra el formato para establecer si existe o no relación entre los aspectos y los componentes ambientales expuestos, y la Figura 7 donde se registran los aspectos y los posibles escenarios de emergencia y sus consecuencias y/o impactos ambientales.


**Figura 6.** Formato de identificación de impactos en el ambiente circundante

 <b>IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS EN EL AMBIENTE CIRCUNDANTE</b>							
Aspectos	Componentes del medio ambiente						
	Aire/atmosfera	Suelo	Paisaje	Agua	Vegetación y fauna	Infraestructura	Socio economico (Salud)

*Nota. adaptado de la (GTC 104, 2009), por (Bedoya Solano & Herrera Forero, 2021).*

El formato de identificación de impactos en el ambiente circundante se tomó de la GTC 104:2009, la cual permitió determinar si existe o no una relación entre los aspectos, y los componentes del medio ambiente que se pueden ver afectados. En el proceso de diligenciamiento de este formato se logró asemejar los aspectos que tienen un mayor alcance o un porcentaje de mayor relación con los diferentes componentes de su ambiente circundante. Esta determinación se efectuó con ayuda del formato de identificación de fuentes de riesgo, representado en la Figura 5, según los aspectos/peligros y eventos registrados en dicha tabla.

**Figura 7.** Formato de incidentes y medio ambiente circundante

 <b>INCIDENTES Y MEDIO AMBIENTE CIRCUNDANTE</b>				
Aspectos/peligros ambientales	Incidentes potenciales	Consecuencias potenciales	Receptor/medio ambiente circundante	Impacto ambiental potencial

*Nota. adaptado de la (GTC 104, 2009), por (Bedoya Solano & Herrera Forero, 2021).*


En el Formato de incidentes y medio ambiente circundante, representado en la Figura 7, entraron a jugar papeles importantes como los posibles incidentes potenciales, “entiéndase como

un evento, o una serie de eventos, que causa o tiene el potencial de causar un efecto adverso significativo en la seguridad o salud de un individuo o el medio ambiente” (Department of Natural Resources, 2010), consecuencias e impactos ambientales que se pueden generar por los aspectos y/o peligros ambientales que se presentan en el transcurso de las actividades desarrolladas en el área de laboratorios de la Universidad.

### 7.2.3. Riesgos ambientales potenciales a analizar

Finalmente, en la **Fase 3** se realizó un listado como se evidencia en la Figura 8, con los riesgos ambientales potenciales identificados según los criterios establecidos en la fase anterior y con base en los resultados del formato de identificación de impactos en el ambiente circundante, representados en la Figura 6, y el formato de incidentes y medio ambiente circundante, en la Figura 7, para posteriormente realizar su respectivo análisis y evaluación.

**Figura 8.** Formato listado de riesgos ambientales a analizar y evaluar

 <b>LISTADO DE RIESGOS AMBIENTALES POTENCIALES A ANALIZAR</b>		
N°	Riesgo ambiental	Clasificación según el impacto
1		
2		
3		

*Nota. adaptado de la (GTC 104, 2009), por (Bedoya Solano & Herrera Forero, 2021).*

Para seleccionar los riesgos ambientales potenciales a analizar y evaluar se tuvo en cuenta la información de los impactos ambientales negativos que presentan cada uno de ellos, con 3 criterios estándares como se muestra a continuación:

- Impactos duraderos: son aquellos impactos que se mantienen latentes por un largo periodo de tiempo.
- Impactos críticos y crónicos: impactos que cuya magnitud es superior a lo aceptable.

- Impactos acumulativos y sinérgicos: Que pueden acumularse varios impactos ambientales y por ende generar una reacción entre sí.

Esto facilitó el desglose y reestructuración de los riesgos ambientales que se habían identificado en las tablas anteriores, y así dar claridad a cada uno de ellos. Teniendo claro esto, se procedió a filtrar los posibles riesgos ambientales propuestos en las tablas anteriores.

### 7.3. Etapa III: Análisis y evaluación de los riesgos ambientales

#### 7.3.1. Análisis de riesgo ambiental

Para el análisis de los riesgos ambientales, se determinó la posibilidad de ocurrencia y las mediciones cualitativas del impacto, y así finalmente hallar de forma cualitativa el nivel de riesgo según la relación de estos dos análisis, con el uso de una escala de respuestas o descripciones para examinar los impactos de cada evento que se origina y su posibilidad de ocurrencia.

El análisis de los riesgos ambientales, se definió según los siguientes criterios: Criterios para medición cualitativa de la posibilidad, presentes en la Tabla 3, Criterios para mediciones cualitativas del impacto, en la Tabla 4 y Criterios para el análisis cualitativo del riesgo: Nivel de riesgo, en la Tabla 5, definidos en la (GTC 104, 2009), de igual forma se diligenciaron respectivamente los formatos utilizados para el proceso de análisis cualitativo a partir de los criterios establecidos.


**Tabla 3.** *Criterios para medición cualitativa de la posibilidad*

Nivel	Descriptor	Descripción
A	Casi seguro	Se espera que ocurra en la mayoría de las circunstancias.
B	Probable	Probablemente ocurra en la mayoría de las circunstancias.
C	Posible	Podría ocurrir.
D	Improbable	Podría ocurrir, pero no se espera.
E	Raro	Ocurre solamente en circunstancias excepcionales.

*Nota: Criterios aplicables para los riesgos ambientales en el proceso de análisis de riesgo: medición cualitativa de la posibilidad, tomada de la (GTC 104, 2009).*

La Tabla 3, determinó la posibilidad de ocurrencia de los riesgos ambientales, es decir que tan frecuente se presenta esta situación, según los y criterios establecidos en la (GTC 104, 2009).

**Figura 9.** *Formato de Medición cualitativa de la posibilidad*

 <b>MEDICION CUALITATIVA DE LA POSIBILIDAD</b>				
Nº	Riesgo ambiental	Nivel	Descriptor	Descripción
1				
2				
3				

*Nota. adaptado de la (GTC 104, 2009), por (Bedoya Solano & Herrera Forero, 2021).*

Ya para el análisis de la medición cualitativa de la posibilidad, representado Figura 9, con los riesgos ambientales expuestos ante los criterios respectivos, se fijó la posibilidad de que estos ocurran en cualquier situación presentada en cada escenario del área de laboratorios de la Universidad.

**Tabla 4.** *Criterios para mediciones cualitativas del impacto*

Nivel	Descriptor	Descripción
1	Catastrófico	Muerte, liberación de tóxicos en lugares alejados con efecto nocivo, enormes costos financieros.
2	Importante	Lesiones extensas, pérdida de la capacidad productiva, liberación en lugares alejados contenida con asistencia externa y poco impacto nocivo, pérdida financiera importante.
3	Moderado	Exige tratamiento médico, liberación en el lugar contenida con asistencia externa, pérdida financiera alta.
4	Secundario	Tratamiento de primeros auxilios, liberación en el sitio contenida inmediatamente, pérdida financiera media.


**Tabla 4.** *Continuación*

<b>5</b>	<b>Insignificante</b>	<b>Sin lesiones, pérdida financiera baja, impacto ambiental insignificante.</b>
----------	-----------------------	---

*Nota: Criterios aplicables para los riesgos ambientales en el proceso de análisis de riesgo: medición cualitativa del impacto, tomada de la (GTC 104, 2009).*

La Tabla 4, presenta los criterios sobre la importancia de factores en términos como; salud, ambiente y economía, en el caso de que los riesgos ambientales ocurran y generen impactos negativos, donde se debe llevar un proceso de control de los mismos, lo cual pasan a una etapa de corrección y compensación del impacto generado.

**Figura 10.** *Formato mediciones cualitativas del impacto*

 <b>MEDICION CUALITATIVA DEL IMPACTO</b>				
Nº	Riesgo ambiental	Nivel	Descriptor	Descripción (a los que aplica)
1				
2				
3				

*Nota. adaptado de la (GTC 104, 2009), por (Bedoya Solano & Herrera Forero, 2021).*

En el diligenciamiento del formato de mediciones cualitativas del impacto, representados en la Figura 10, se ponen a juicio los riesgos ambientales a analizar bajo los Criterios para mediciones cualitativas del impacto, presentes en la Tabla 4, establecidos en la (GTC 104, 2009). Estos riesgos se clasifican según su nivel de impacto negativo en los 3 factores expuestos anteriormente.

**Tabla 5.** Criterios para el análisis cualitativo del riesgo: Nivel de riesgo

Posibilidad	Consecuencia					
	Catastrófica	Importante	Moderada	Secundario	Insignificante	
	5	4	3	2	1	
<b>Casi seguro</b>	5	E	E	E	A	A
<b>Probable</b>	4	E	E	A	A	M
<b>Posible</b>	3	E	E	A	M	A
<b>Improbable</b>	2	E	A	M	B	A
<b>Raro</b>	1	A	A	M	B	A

*Nota: Criterios aplicables para los riesgos ambientales en el proceso de análisis cualitativo del riesgo: nivel de riesgo, adaptada de la (GTC 104, 2009), por (Bedoya Solano & Herrera Forero, 2021).*


Como paso final en la fase de análisis de los riesgos ambientales se encuentra la Tabla 5. Criterios para el análisis cualitativo del riesgo: Nivel de riesgo, la cual permite combinar los resultados de cada riesgo ambiental analizado de acuerdo a los ítems de la Tabla 3. Criterios medición cualitativa de la posibilidad y Tabla 4. Criterios para mediciones cualitativas del impacto. La relación da como resultado el nivel de riesgo de cada uno y la ubicación de los parámetros permitió, según el color y la letra, emitir un juicio sobre la complejidad de los riesgos ambientales para cada escenario (Ávila et ál., 2017). Existen 4 convenciones posibles asociadas al nivel de riesgo, que son las siguientes:

**Tabla 6.** Convenciones nivel de riesgo

COLOR	LETRA	CATEGORIA
	E	Riesgo extremo, exige acción inmediata.
	A	Riesgo alto, es necesaria la atención por parte de la alta dirección.
	M	Riesgo moderado, se debe especificar la responsabilidad de la dirección.
	B	Riesgo bajo, gestionado mediante procedimientos de rutina

*Nota: Descripción de los niveles de riesgo propuestos por la (GTC 104, 2009).*

**Figura 11.** *Formato de análisis cualitativo del riesgo: Nivel de riesgo*

 <b>ANÁLISIS CUALITATIVO DEL RIESGO: NIVEL DE RIESGO</b>					
Nº	Riesgo ambiental	Posibilidad	Consecuencia	Nivel	Descripción
1					
2					
3					


*Nota. adaptado de la (GTC 104, 2009), por (Bedoya Solano & Herrera Forero, 2021).*

En este formato se realizó la combinación de los resultados obtenidos en los pasos anteriores y se halló los niveles de riesgo para los riesgos ambientales evaluados con su descripción correspondiente.

### **7.3.2. Evaluación del riesgo ambiental.**

La evaluación de riesgo ambiental se realizó a partir de una matriz comparativa entre el nivel de riesgo encontrado en el proceso de análisis según las actividades realizadas en el área de estudio, contra los criterios de evaluación, establecidos en la (GTC 104, 2009). Esto con el objetivo de decidir si se debe dar continuación de una actividad, dar la priorización y tratamiento del riesgo o dar la sustitución o no continuación. El formato se diseñó de acuerdo a los requisitos establecidos anteriormente, la Figura 12. Matriz comparativa para la evaluación del riesgo ambiental, muestra el formato utilizado.

**Figura 12.** *Matriz comparativa para la evaluación del riesgo ambiental*

 <b>EVALUACIÓN DE RIESGO</b>				
N°	Riesgo ambiental	Nivel de riesgo	Descripción	Criterio de evaluación
1				
2				
3				

*Nota. adaptado de la (GTC 104, 2009), por (Bedoya Solano & Herrera Forero, 2021).*

Ahora bien, para la evaluación de riesgos se tienen en cuenta los niveles de riesgo obtenidos en la fase anterior de los riesgos ambientales analizados, en la Figura 12. Matriz comparativa para la evaluación del riesgo ambiental, se observa el orden para determinar el criterio de evaluación que se muestran en la Tabla 7.

**Tabla 7.** *Criterios de valoración (GTC 104, 2009)*

<b>Criterio</b>	<b>Característica</b>
1	Aceptable
2	Aceptable con condiciones
3	No aceptable

*Nota: Valoración según la evaluación de riesgos, adaptada de la (GTC 104, 2009), por (Bedoya Solano & Herrera Forero, 2021).*


El criterio de evolución es establecido por la GTC 104:2009, y la imposición de los criterios a los riesgos ambientales según corresponda, depende de 2 factores que son; el nivel de riesgo presentado y la decisión consensuada de los individuos que realizan la evaluación dependiendo del nivel de riesgo hallado.

#### 7.4. Etapa IV Alternativas a implementar

Al identificar, analizar y evaluar los posibles riesgos ambientales generados por las actividades desarrolladas en el área de estudio, finalmente se pudo proponer diferentes medidas o alternativas, esto con ayuda de la matriz de riesgos y oportunidades de la (ISO 14001, 2015), la cual facilitó la tipificación de las alternativas propuestas, que logran la prevención, mitigación, corrección y compensación de los riesgos ambientales mencionados anteriormente, como se muestra en la Figura 13.

También se adaptó a la tabla el proceso de tratamientos de riesgos, el cual es el proceso de identificación del rango de opciones, la evaluación de las opciones para minimizar los impactos adversos en el ambiente y la preparación de los planes de tratamiento de riesgo y su implementación, esto según la (GTC 104, 2009). El rango de opciones de tratamiento se puede observar en la Tabla 8.

**Figura 13.** *Matriz de riesgos y oportunidades*

 <b>MATRIZ RIESGOS Y OPORTUNIDADES (ISO 14001)</b>					
Factor	Actividades	Riesgos/oportunidades	Criterio de evaluación	Tratamiento de riesgos	Acciones/Medidas/Alternativas

*Nota. adaptado de la (ISO 14001, 2015) y el procedimiento de tratamiento de riesgos de la (GTC 104, 2009), por (Bedoya Solano & Herrera Forero, 2021).*

Como paso final de la metodología planteada en el proyecto, se proponen las alternativas acordes a los criterios de evaluación establecidos en la etapa anterior. En la matriz anterior se observan los riesgos ambientales, junto a los procesos y actividades que pueden generarlos, los tratamientos que propone la (GTC 104, 2009) y finalmente las acciones, medidas o alternativas que proponen la prevención y/o la solución pertinente para cada riesgo identificado.

**Tabla 8.** *Opciones de tratamiento*

<b>OPCIONES DE TRATAMIENTO</b>	
<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>
<b>Evitar el riesgo</b>	Evitar la exposición al peligro, adoptando procesos o materiales alternativos que contribuyan a evitar el peligro.
<b>Mitigar el riesgo</b>	Hacer progresivamente más estrictas las normas. Las mejoras en la tecnología y los cambios en el comportamiento pueden llevar a niveles más bajos del riesgo ambiental. los contaminantes en el ambiente.
<b>Reducir la posibilidad</b>	Planificación inicial de las actividades o el diseño de procesos y controles, el seguimiento continuo del cumplimiento, el mantenimiento preventivo, la capacitación, la supervisión, las auditorías y las revisiones.

**Tabla 8.** *Continuación*

---

<b>Reducir las consecuencias</b>	Minimizar la exposición a las fuentes de riesgo o la planificación y preparación de respuestas ante contingencias y emergencias. La reducción de las consecuencias y de la posibilidad, referida como control de riesgo, puede implicar la determinación de los beneficios potenciales de nuevos controles en relación con la eficacia de los controles existentes.
<b>Transferir el riesgo</b>	La transferencia del riesgo implica que otra organización brinde o comparta parte del riesgo, usualmente por medio de un contrato.
<b>Retener el riesgo</b>	Los riesgos que no se pueden reducir ni transferir, se retienen, y se deberían implementar planes para tratar los resultados, si los peligros se hacen realidad. Esto puede incluir la planeación ante emergencias y desastres, y la planeación de estrategias de recuperación.
<b>Separar físicamente</b>	La separación del medio ambiente de la fuente de peligro mediante barreras físicas o zonas de amortiguación.

---

**Tabla 8.** *Continuación*

---

<b>Transformar el riesgo</b>	La instalación de depuradores en las chimeneas es un ejemplo de transformación del riesgo. Finalmente se deberá disponer de las sustancias químicas que se hallan dentro de los depuradores, lo cual significa que el funcionamiento de los depuradores convierte un problema de contaminación del aire en un problema de disposición final de residuos sólidos o líquidos.
<b>Considerar el contexto</b>	Las opciones para el tratamiento del riesgo se deberían considerar en un contexto amplio y se deberían considerar sus efectos más amplios.

---

*Nota: Posibles tratamientos a implementar a los riesgos ambientales evaluados, adaptada de la (GTC 104, 2009), por (Bedoya Solano & Herrera Forero, 2021).*

## **8. Resultados y análisis de resultados**

Los resultados logrados a partir de la ejecución del desarrollo del presente proyecto se presentan según las etapas de la metodología que se evidencian a continuación:

### **8.1. Etapa I. Identificación de la situación actual**

En la identificación de la situación actual del área de laboratorios de la Universidad Santo Tomás Sede de Villavicencio campus Aguas Claras, se obtuvo en primera instancia una base de datos en el software Microsoft Excel como se evidencia en documento de Excel anexo “Base de datos”, que contiene información como: Protocolos y normas de los laboratorios, para identificar las falencias en los protocolos y si se está cumpliendo adecuadamente estas normas. Listado de laboratorios de la Universidad, el cual permitió la clasificación de los laboratorios con mayor riesgo ambiental a presentar. Inventario de reactivos y sustancias químicas, el cual facilitó la lista de reactivos químicos junto a la cantidad utilizada para los laboratorios correspondientes, con el objetivo de determinar aquellos laboratorios específicos que disponen de sustancias químicas para el desarrollo de sus prácticas y así definir con exactitud los niveles de riesgo ambiental para esos laboratorios. Manejo de residuos sólidos y líquidos, facilitando la comprensión del manejo y disposición de los residuos generados en cada uno de los laboratorios. Y antecedentes de accidentes reportados en el área de laboratorios, el cual a través de su interpretación permitió definir la buena prevención de accidentes e incidentes presentados. Esta base de datos ayudó a la comprensión de la situación actual del área de laboratorios, y el conocimiento del manejo de todos los tipos de residuos generados. Además, es una herramienta útil que queda a disposición de la Universidad para futuros proyectos e investigaciones, de manera que se pueda utilizar como base de información organizada y clasificada referente a los laboratorios.

## **8.2. Etapa II. Identificación de riesgos ambientales**

### ***8.2.1. Identificación de fuentes de riesgo***

Los riesgos ambientales se identificaron primeramente con ayuda de la información recolectada en las visitas periódicas al desarrollo de las prácticas de laboratorio, donde se tuvo en cuenta varios aspectos como se evidencia en el Anexo 1. Formatos diligenciados a mano. Y seguidamente se construyeron las matrices de Identificación de Fuentes de Riesgo según la (GTC 104, 2009), las cuales permitieron la filtración de los posibles riesgos ambientales en 3 secciones: Disposición de residuos sólidos, Disposición de residuos líquidos y Emisiones. La división de la identificación de fuentes de riesgo se consideró para una mejor clasificación de los posibles tipos de riesgos generados dentro del área de laboratorios. Dichas matrices se aprecian en los Anexos 2, 3 y 4.

En materia de disposición de residuos sólidos, en el Anexo 2 se puede observar que los aspectos más importantes se relacionan al desconocimiento de la separación de los residuos sólidos, proveniente de la confusión a la hora de desechar dichos residuos por parte de los estudiantes, esto dificulta la gestión de los mismos, resaltando impactos como la generación de gases por reacción entre los residuos peligrosos, o la bio-acumulación y riesgo biológico en la zona. Cabe resaltar la disposición de muestras de suelo en grandes cantidades, en aquellas prácticas que requieren de este recurso, el cual se desconoce acerca de la metodología para disponer de este tipo de residuos y también el existente desinterés por parte de docentes y estudiantes, causando una evidente alteración de las características del suelo en donde se disponen dichos residuos y el deterioro del paisaje, debido a que este tipo de residuos se suele desechar principalmente en las áreas verdes aledañas a los laboratorios.

En cuanto a la identificación de fuentes de riesgo en la sección de residuos líquidos, los eventos que más se repiten están asociados principalmente al lavado del material en las prácticas de laboratorios en donde se utilizan reactivos químicos, como se observa en el Anexo 3. Es importante decir que los vertimientos del agua con trazas de sustancias químicas son en cantidades mínimas, pero que se considera como riesgo ambiental la posibilidad de sobrepasar el límite máximo permisible de los parámetros físico-químicos en los vertimientos puntuales de

alcantarillados según la Resolución 631 del 2015 (Minambiente, 2015). En esta sección se presenta nuevamente la problemática de la mala disposición de muestras de suelo, para este caso se genera una combinación residuos de suelo diluidos en agua, debido al uso de este recurso en el desarrollo de las prácticas que apliquen y al lavado de material o lavado de manos en las pocetas de grifos de los laboratorios, demostrando que este evento en partículas conlleva a diferentes tipos de riesgo ambiental, posibilitando en este caso, el daño y la obstrucción de las tuberías y el desbordamiento del agua contaminada por el taponamiento. Finalmente, en esta sección es relevante hacer mención al riesgo por derrame de sustancias químicas peligrosas, este evento se puede presentar en diferentes ocasiones, ya sea por la ubicación inapropiada de los reactivos y elementos de trabajo; transporte hacia áreas en las que se aumenta la posibilidad del riesgo y además incumpliendo con los protocolos de los laboratorios, y también por las actividades de almacenamiento de dichas sustancias en la bodega de almacenamiento de reactivos.

En la última sección de identificación de fuentes de riesgo de emisiones que se muestra en el Anexo 4, se pudo identificar el buen control en cuanto a las emisiones generadas en el área de laboratorios, mayormente por la disposición del sistema de extracción y eyección en función de la calidad del aire y la filtración de contaminantes que se puedan presentar en ciertas prácticas de laboratorio. Aunque, es preciso señalar el riesgo de emisión de sustancias volátiles en bajas concentraciones por la manipulación y almacenamiento de sustancias químicas en la bodega de almacenamiento y generación de material particulado en cantidades mínimas debido al manejo de cemento, arena y suelo o también a la utilización de maquinaria como tornos, fresadoras y taladros; dichos eventos se consideraron como riesgos ambientales debido a su nivel de probabilidad de ocurrencia y a los antecedentes indicados por la Coordinación de Gestión Ambiental, los cuales al final pueden generar cambios en las condiciones y la calidad del aire.

### ***8.2.2. Descripción del ambiente circundante***

De acuerdo con el resultado del Anexo 5, a partir de la comprensión y la identificación de todos los componentes principales del medio ambiente circundante que se relacionan con el desarrollo de las actividades en el área de laboratorios, se pudieron observar múltiples impactos dentro de la complejidad de un solo aspecto o incidente, ya que cada aspecto es considerado frente a cada componente del ambiente circundante para determinar la interacción o interfaz potencial,

se determinó por ejemplo que dentro del marco de disposición de residuos sólidos es relevante la gestión de residuos peligrosos, como se puede apreciar en dicho Anexo, el cual se vincula con más de 4 componentes ambientales, influyendo como riesgo ambiental y generando impactos en la atmosfera por la reacción de sustancias químicas y la generación de gases dañinos en relación con el componente ambiental respecto a la calidad del aire, y en el suelo y agua por el derrame de reactivos que pueden alterar las características físico-químicas del medio, además de perjudicar el componente socio-económico; generando afectaciones a la salud y a la integridad de los seres vivos y el ambiente.

En ese orden de ideas, los aspectos que más interactúan con los componentes del medio ambiente son los siguientes: Mala disposición de residuos de muestras de suelo, desecho de residuos peligrosos y con riesgo biológico, inadecuada ubicación de los reactivos y elementos de trabajo, retraso en el periodo de recolección de los residuos sólidos, lavado de material de laboratorio con residuos de reactivos y sustancias corrosivas, combustión y corrosividad de ácidos, y por último accidentes en el área de almacenamiento de sustancias químicas.

El Anexo 6 brinda una relación más detallada de las interacciones de los aspectos y los receptores, que se componen básicamente del medio ambiente circundante y con una descripción más específica de los impactos ambientales potenciales que puede causar cada incidente.

### ***8.2.3. Riesgos ambientales potenciales a analizar***

En esta última fase de la identificación de los riesgos ambientales en el área de laboratorios de la Universidad Santo Tomás Sede de Villavicencio campus Aguas Claras, se tiene como resultado de todo el proceso anterior la Tabla 9, en la cual se presentan los riesgos ambientales potenciales a analizar, en la cual se hizo un filtro de los riesgos ambientales más significativos y se consideraron las fuentes de riesgo e impactos generados; dependiendo la durabilidad, la gravedad y la acumulación o sinergia.

En la construcción de este listado, también se tuvo en cuenta la incertidumbre de la identificación de los riesgos, la cual influye en el proceso de identificación, ya que la identificación no es necesariamente objetiva, pues el proceso depende de evaluaciones subjetivas acerca de lo que constituye un riesgo. Al igual que muchos riesgos son de largo plazo y sus efectos se ven mucho después de que han sido causados (GTC 104, 2009), y también las interacciones y la

complejidad introducen incertidumbre acerca de las estructuras, componentes y procesos detallados de los ecosistemas, finalmente, se entiende que los riesgos no son estáticos y pueden cambiar con el tiempo. A partir de esto se tiene como resultado el listado de riesgos ambientales, los cuales se consideraron los más influyentes e importantes dentro del desarrollo de las actividades actuales de las prácticas de laboratorio, y que posteriormente pasarán por el proceso de análisis, evaluación y tratamiento.

**Tabla 9.** *Riesgos ambientales potenciales a analizar*

<b>LISTADO DE RIESGOS AMBIENTALES POTENCIALES A ANALIZAR</b>		
<b>No</b>	<b>Riesgo ambiental</b>	<b>Clasificación según el impacto</b>
<b>1</b>	Desecho de residuos sólidos de muestras de suelo en áreas aledañas a los laboratorios, los cuales pueden generar alteración de las características del suelo y agua	Muy duradero, crítico y crónico
<b>2</b>	Separación inadecuada de residuos sólidos ordinarios en los contenedores, lo que puede generar alteración de las características del suelo y agua, y permite la generación de vectores	Acumulativo y sinérgico
<b>3</b>	Separación inadecuada de residuos peligrosos en los contenedores, posibilitando el contacto de sustancias tóxicas o peligrosas, emisiones, riesgo biológico y riesgo laboral, alteración de características del suelo y agua	Crítico y crónico
<b>4</b>	Disposición inadecuada de residuos sólidos orgánicos, permitiendo la generación de malos olores, contacto con otras sustancias y lixiviados	Acumulativo y sinérgico
<b>5</b>	Separación inadecuada de residuos con riesgo biológico en los contenedores, posibilitando la emisión de gases y dispersión de patógenos a la atmósfera por la reacción de los residuos con riesgo biológico acumulados	Crítico y crónico

**Tabla 9.** *Continuación*

6	Extensión del periodo de tiempo de la recolección de los residuos, permitiendo la acumulación de residuos peligrosos en el cuarto de almacenamiento de residuos sólidos, dificultando la gestión de los mismos	Acumulativo y sinérgico
7	Ubicación inapropiada de los reactivos y elementos de trabajo, lo que puede ocasionar una colisión con un individuo u objeto causando el derrame de sustancias tóxicas y peligrosas en tuberías, y reacciones por incompatibilidad de sustancias	Crítico y crónico
8	Inadecuada disposición de los residuos con muestras de agua con suelo, que pueden ocasionar la obstrucción del drenaje y tuberías de las instalaciones	Crítico y crónico
9	Vertimiento de residuos de agua con trazas de sustancias químicas y reactivos en el drenaje y alcantarillado por el lavado de material en los drenajes de las pocetas de grifos	Muy duradero
10	Dispersión de gases por reacción de ácidos y elementos químicos, por una baja eficiencia en el sistema de extracción y eyección de los laboratorios relacionado con factores externos	Crítico y crónico
11	Dispersión de gases en bajas concentraciones por reacción de ácidos y elementos químicos, con potencial grado de carcinogenicidad y bioacumulación.	Crítico y crónico

**Tabla 9.** *Continuación*

12	Generación de polvo muy fino, debido al manejo de cemento, arena y suelo, lo que puede ocasionar dispersión de material particulado (en cantidades mínimas) a la atmósfera y la acumulación de material pétreo y de cemento en zonas verdes y canales de aguas lluvia, afectando las características de las mismas	Crítico y crónico
13	Generación de polvo muy fino, por limar y pulir metales en tornos, fresadoras y taladros, lo que puede ocasionar dispersión de material particulado (en cantidades mínimas) a la atmósfera y la acumulación de material pétreo y de cemento en zonas verdes y canales de aguas lluvia, afectando las características de las mismas	Crítico y crónico
14	Emisión de sustancias volátiles por la manipulación y almacenamiento de sustancias químicas, permitiendo la dispersión de contaminantes al aire (sustancias químicas volátiles en bajas concentraciones)	Crítico y crónico
15	Ruptura de bolsas con residuos potencialmente peligrosos/infecciosos en la recolección y transporte de residuos hacia el cuarto de acopio, lo que puede causar el derrame de estas sustancias	Crítico y crónico

*Nota: Riesgos ambientales identificados, por (Bedoya Solano & Herrera Forero, 2021).*

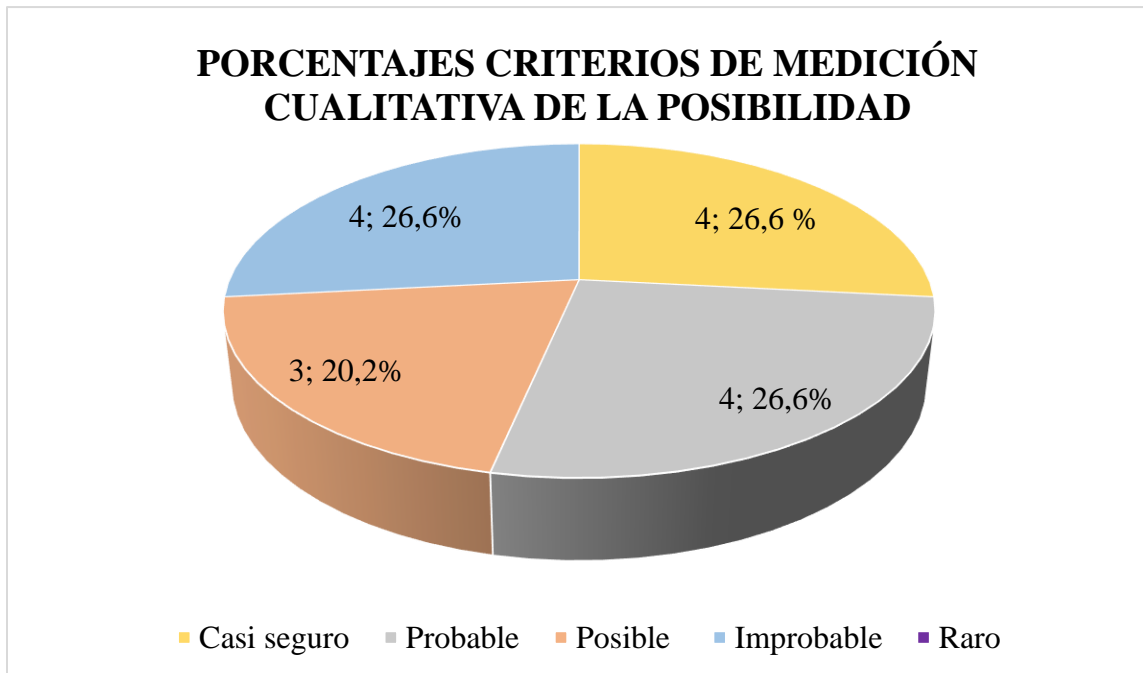
### **8.3. Etapa III: Análisis y evaluación de los riesgos ambientales**

#### **8.3.1. Análisis de riesgo ambiental**

**8.3.1.1. Medición cualitativa de la posibilidad.** Con la identificación de los riesgos ambientales potenciales se pudo analizar la medición cualitativa de la posibilidad de cada riesgo, que consiste en deducir cualitativamente las veces que ese riesgo ambiental se lleve a cabo teniendo en cuenta las veces que se presente la situación del riesgo ambiental, es decir cuántas veces de un número determinado de situaciones iguales se puede desarrollar ese riesgo ambiental, donde los resultados que se evidencian en el Anexo 7. Medición cualitativa de la posibilidad, según los criterios establecidos por la (GTC 104, 2009), mostraron que la sumatoria de los criterios casi seguro, probable y posible poseen un 73.4 % del 100 %, y el criterio de improbable posee el 26.6 %, donde se puede inferir que es mayor la posibilidad de que se pueda llevar a cabo 11 de los riesgos ambientales potenciales identificados dentro del área de laboratorios, que se representan en la Figura 14.

Dentro de los riesgos ambientales que se encuentran bajo el factor de posibilidad de ocurrencia casi seguro se puede hacer énfasis en: el desecho de residuos sólidos de muestras de suelo en áreas aledañas a los laboratorios y la inadecuada disposición de los residuos líquidos con muestras de suelo, ya que se espera que ocurra en la mayoría de circunstancias por el desconocimiento por parte de los docentes y estudiantes acerca de la metodología para disponer este tipo de residuos. También la disposición inadecuada de residuos sólidos orgánicos ya que la falta de dicho contenedor determina que la posibilidad de ocurrencia de este riesgo sea casi segura.

Así mismo, se puede decir que los riesgos que presentan un posibilidad de ocurrencia improbable como lo son: la extensión del periodo de tiempo de la recolección de los residuos, permitiendo la acumulación de residuos peligrosos, o la ubicación inapropiada de los reactivos y elementos de trabajo, lo que puede ocasionar una colisión con un individuo u objeto causando derrame de sustancias tóxicas, son riesgos ambientales que dependen de factores externos o eventos específicos que hagan posible su ocurrencia, por lo tanto son riesgos que podrían ocurrir, pero no se espera, es decir, son clasificados riesgos ambientales improbables dentro de la medición de la posibilidad.

**Figura 14.** Porcentajes criterios de medición cualitativa de la posibilidad

*Nota. por (Bedoya Solano & Herrera Forero, 2021).*

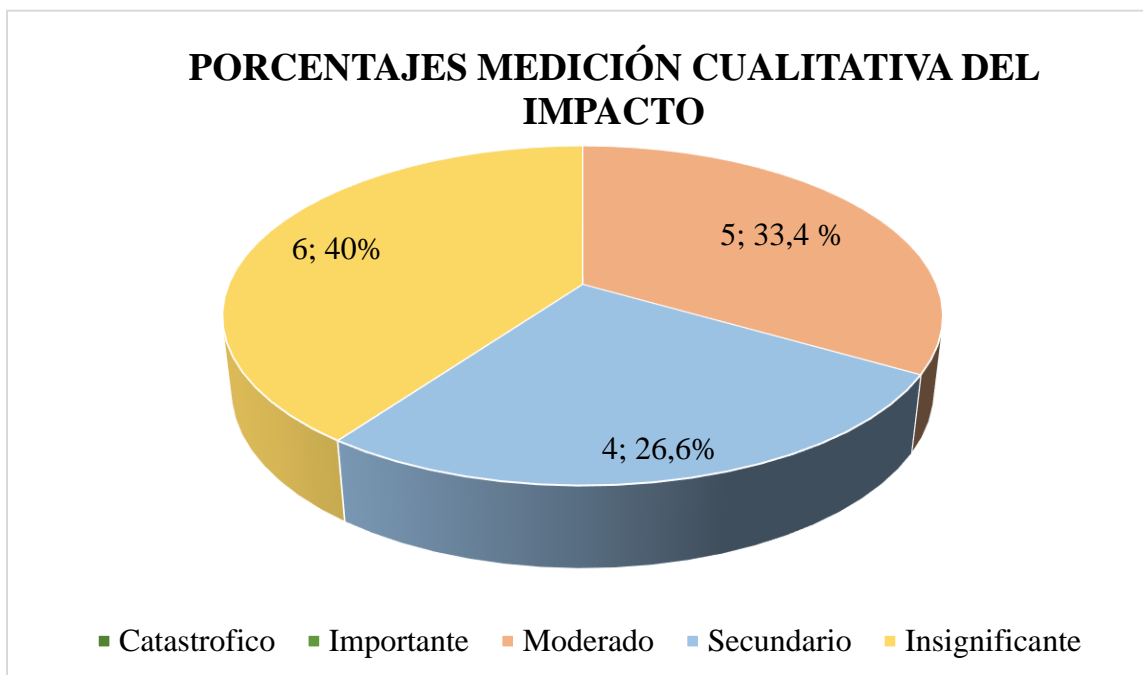
**8.3.1.2. Medición cualitativa del impacto.** Como segundo paso se realizó la matriz de mediciones cualitativas del impacto que consiste en determina el nivel de impacto en términos de salud, ambiente y economía, en caso de que el riesgo ambiental se lleve a cabo. La (GTC 104, 2009) impone 5 niveles de impactos según el riesgo ambiental presentado, donde 1 es catastrófico y 5 es insignificante, ahora bien, los resultados arrojados por el Anexo 8. Medición cualitativa del impacto, se inclinan por los niveles de impacto menos importantes ya que ninguno de los riesgos ambientales sometidos a los criterios pasa del nivel 3 siendo este nivel moderado, y el nivel con mayor incidencia en la matriz es el nivel 5 insignificante con 6 repeticiones que equivale al 40 %, como se muestra en la Figura 15.

En términos generales la medición del impacto de los riesgos ambientales, según los criterios (Catastrófico, importante, moderado, secundario, insignificante.) y dentro de los riesgos analizados según los resultados, se pudieron descartar dos categorías: Catastrófico e importante, debido a que los riesgos identificados producidos por las actividades de los laboratorios no presentan un impacto a tal grado que genere, en el caso de catastrófico, muerte o liberación de tóxicos con efectos nocivos elevados, o ya sean enormes costos financieros para la Universidad, y

en el caso de importante, lesiones extensas, pérdida de capacidad productiva y pérdida financiera importante.

A partir de lo anterior, los riesgos ambientales moderados, son los generadores de impacto más alto, en donde se pueden destacar: la separación inadecuada de residuos peligrosos, posibilitando el contacto de sustancias tóxicas, emisiones, riesgo biológico y laboral, ya que es un evento que, en caso de ocurrencia, puede generar un nivel considerado de impacto, ocasionando daños en la salud del ser humano y alteraciones en las características del suelo y agua. Así como también, riesgos ambientales derivados de accidentes o eventos inesperados como los son la ruptura de bolsas con residuos potencialmente peligrosos/infecciosos en la recolección y transporte de residuos, o la colisión de reactivos y elementos de trabajo con un individuo u objeto, causando derrame de sustancias tóxicas peligrosas, dichos riesgos ambientales se consideran dentro de la clasificación de impacto moderado y requieren de atención especial o inmediata para mitigar los daños generados.

**Figura 15.** *Porcentajes medición cualitativa del impacto*



*Nota. por (Bedoya Solano & Herrera Forero, 2021).*

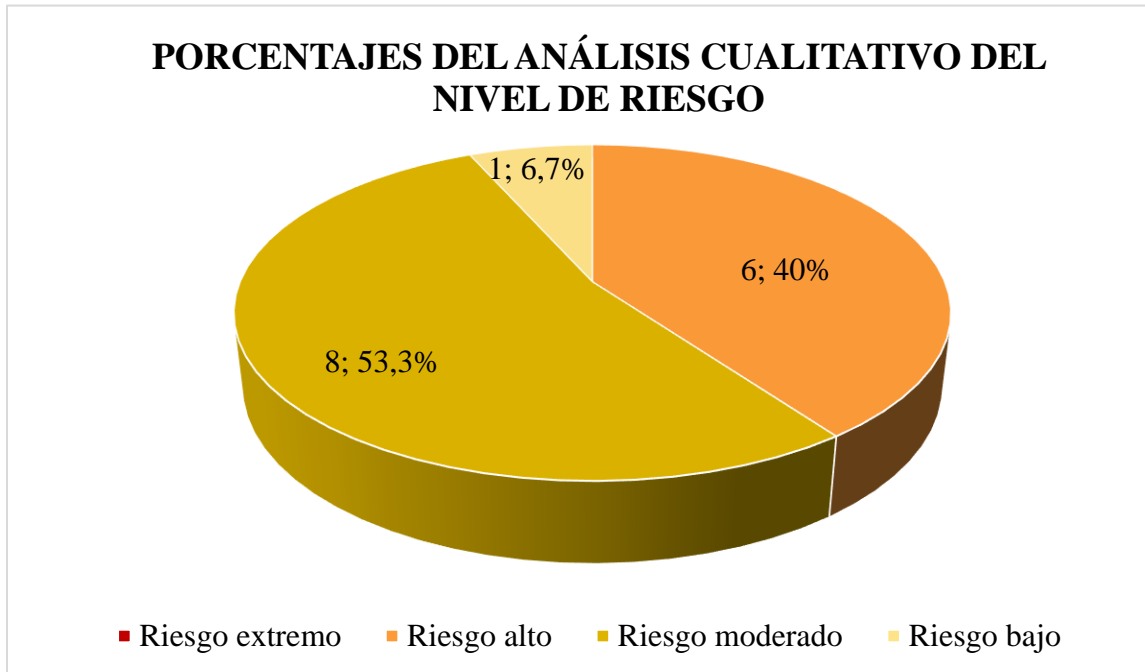
**8.3.1.3 Nivel de riesgo.** Como resultado final de la fase de análisis de riesgos ambientales se obtuvo la matriz de nivel de riesgo que se puede presenciar en el Anexo 9, donde se realizó la relación de la medición cualitativa de la posibilidad con la medición cualitativa del impacto, las cuales determinan el nivel de riesgo, de igual manera el nivel de riesgo se determinó con las categorías que proporciona la (GTC 104, 2009), Existen 4 categorías; donde E es un riesgo extremo, A es un riesgo alto, M un riesgo moderado y B es el nivel de riesgo más bajo. Los resultados que se obtienen de la matriz para los riesgos ambientales propuestos son; 6 niveles A, 8 niveles M y 1 nivel B. A modo de análisis se concluye que los niveles de riesgos encontrados no son relativamente altos, ya que la universidad cuenta con excelentes instalaciones, recursos y medios para la prevención de riesgos e impactos ambientales.

En la Figura 16 se pueden observar los resultados del análisis del nivel de riesgo representados con porcentajes, en donde el 40% de los riesgos ambientales presentan un riesgo alto, el 53,3% riesgo moderado y un 6,7% riesgo bajo, cabe resaltar también que ninguno de los riesgos ambientales analizados dio como resultado riesgo extremo. La cantidad de categorías de riesgo de esta medición ayudó a definir la necesidad de estudio de cada uno, es decir, la priorización de los riesgos para poder identificar las estrategias para el tratamiento en las fases posteriores, a partir de esto y de los porcentajes presentados se puede inferir que al excluir la categoría de riesgo extremo, la mayoría de los riesgos ambientales generados en el área de laboratorios de la Universidad Santo Tomás Sede de Villavicencio no requieren de una priorización o tratamiento inmediato de acuerdo con la probabilidad y el impacto afines a cada uno.

Lo anteriormente mencionado significa que los riesgos ambientales no requieren de tratamientos y soluciones urgentes, pero no quiere decir que los exima de atención especial. Debido a que un porcentaje considerable de la totalidad de los riesgos ambientales presenta riesgo alto, es decir, que según la (GTC 104, 2009) necesita atención por parte de la alta dirección, riesgos como lo son el desecho de residuos de muestras de suelo los cuales pueden generar alteración de las características del suelo y agua en áreas aledañas a los laboratorios, o también la separación de residuos peligrosos en los contenedores inadecuados por la incertidumbre en el momento de la separación en la fuente, posibilitando el contacto de sustancias tóxicas y emisiones, y los demás riesgos ambientales clasificados como riesgos altos, teniendo en cuenta el contexto de generación de riesgos en el área de laboratorios, el cuál por la eficiencia de la gestión ambiental en esta área,

dichos riesgos se vuelven prioritarios más a delante para la clasificación de según los criterios de la evaluación del riesgo y para considerar posibles alternativas que detengan la posibilidad de ocurrencia o medidas que mitiguen el impacto que generan.

**Figura 16.** *Porcentajes del análisis cualitativo del nivel de riesgo*



*Nota. por (Bedoya Solano & Herrera Forero, 2021).*

### 8.3.2. *Evaluación del riesgo ambiental.*

Para finalizar la **Etapa III Análisis y evaluación de riesgos**, se realizó la evaluación de los niveles de riesgo hallados en la fase anterior. En este proceso se identificaron los riesgos que son aceptables e inaceptables, y también aquellos que son aceptables bajo ciertas medidas, todo esto a partir de los criterios para la evaluación del riesgo impuestos por la (GTC 104, 2009). Para la imposición de los criterios se efectuó un consenso con el personal de la entidad encargada, en este caso desde la Coordinación de Gestión Ambiental, donde se estableció que 2 de ellos son inaceptables, por lo cual se le debe dar solución prioritaria para evitar impactos ambientales significativos, también 7 de los riesgos entran en el rango de aceptables bajo condiciones y 6 de ellos son aceptables sin condiciones, pues se debe a que si llega a ocurrir no generan ningún

impacto ambiental negativo o con un nivel insignificante. Esta evaluación se evidencia en la matriz del Anexo 10.

En este proceso es importante mencionar que se tuvo en cuenta el contexto del área de estudio en materia de generación de riesgos, ya que cuando se realizó la clasificación y la elección de los criterios para cada riesgo ambiental, se puso en consideración la tolerabilidad de los riesgos identificados y soportados a cargo de la Coordinación de Gestión Ambiental, es decir que se contempló el contexto más amplio del riesgo para la toma de decisiones acerca de los mismos. Un componente crítico para entender y manejar los riesgos ambientales son los juicios cuidadosos y bien formados, por esta razón, fue de vital importancia evaluar cada uno de los riesgos con el acompañamiento del área responsable, asegurando así que los criterios escogidos y las decisiones tomadas se reflejen apropiadamente según el contexto de la Universidad y el área de laboratorios concretamente.

Con base en esto, en la Figura 17 se exponen los porcentajes de los resultados de la evaluación del riesgo, en donde la mayoría de los riesgos, específicamente el 86,7% son riesgos aceptables, esto quiere decir que son riesgos que debido a su reducido nivel puede ser tolerado por la Universidad, teniendo en consideración la posibilidad de reducir completamente la probabilidad de ocurrencia o reducir el impacto independientemente de lo mínimo que sea. Es preciso decir que el 46,7% de dicho porcentaje de riesgos aceptables, son clasificados como aceptables con condiciones, es decir que se en estos riesgos se tiene en cuenta consideraciones y medidas obligatoriamente para disminuir su nivel.

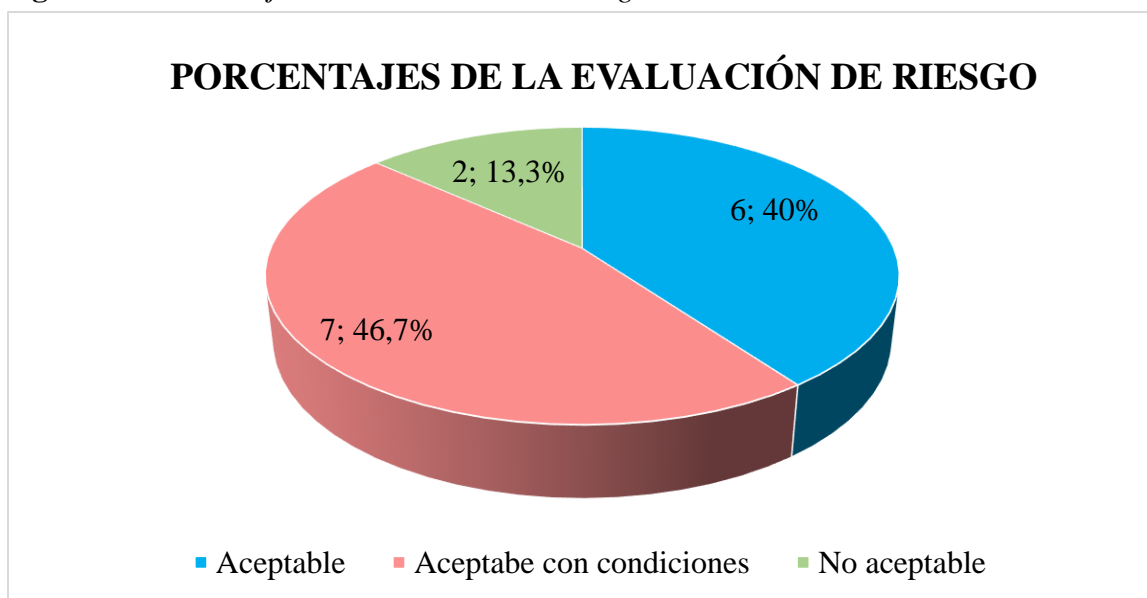
En este tipo de riesgos, se destaca por ejemplo, la dispersión de gases por combustión de ácidos y elementos químicos, por una baja eficiencia en el sistema de extracción y eyección de los laboratorios, esta falencia es relacionada a la apertura de las ventanas del laboratorio lo que disminuye la eficacia en filtrado de sustancias químicas volátiles, el cual es un riesgo ambiental denominado aceptable con condiciones, esto es debido a su baja probabilidad de ocurrencia, ya que depende plenamente de factores externos y eventos específicos que pueden llevar a su generación. Se puede decir entonces que es un riesgo que actualmente es demasiado elevado para ser considerado como aceptable sin ninguna medida, por lo tanto, se deben implementar medidas para el tratamiento con el fin de llevarlo a un nivel aceptable.

Según los resultados del procedimiento de evaluación del riesgo, un 6,7% de los riesgos ambientales evaluados se clasificaron como riesgos inaceptables, es decir que en cualquier circunstancia o a cualquier nivel son intolerables. Aquellos riesgos ambientales son:

- El desecho de residuos sólidos de muestras de suelo en áreas aledañas a los laboratorios, los cuales pueden generar alteración en las características del suelo y agua.
- La inadecuada disposición de residuos líquidos con muestras de suelo posibilitando la obstrucción del drenaje y las tuberías de las pocetas de lavado de los laboratorios.

Son riesgos que son considerados inaceptables debido a su nivel de riesgo, es decir que cuando se produce un evento de este tipo, la posibilidad de que se genere el riesgo ambiental es elevado, así como las consecuencias o el impacto que ocasionan. A partir de esto y teniendo en cuenta la comunicación y consulta con el área de Coordinación de Gestión Ambiental de la Universidad, que involucra las decisiones sobre el establecimiento de prioridades para las acciones que se van a tomar, se establecieron que estos dos riesgos específicamente y según los criterios de la (GTC 104, 2009) son riesgos ambientales inaceptables, por lo consiguiente son contemplados con prioridad o antelación en la fase de tratamiento de riesgos para su posterior solución o mitigación.

**Figura 17.** Porcentajes de la evaluación de riesgo



*Nota. por (Bedoya Solano & Herrera Forero, 2021).*

#### **8.4. Etapa IV Alternativas a implementar**

Finalmente se da la etapa de alternativas a implementar, con ayuda de la matriz de riesgos y oportunidades de la (ISO 14001, 2015) y los tratamientos a proponer por la (GTC 104, 2009), en la cual se pudo plantear diferentes estrategias para los riesgos ambientales presentados dentro del área de laboratorios, estas estrategias fueron propuestas según la Guía práctica para la elaboración e implementación de los planes de gestión integral de residuos en el laboratorio por (Valencia, 2013) y bajo consideración de los practicantes con la Coordinación de Gestión Ambiental de la Universidad Santo Tomás. En el Anexo 11, se muestra la matriz conformada por los riesgos ambientales evaluados, su respectivo tratamiento, y alternativas o soluciones planteadas para cada caso.

Se optó por la implementación de esta matriz para el desarrollo de las estrategias por la facilidad del manejo de la misma, ya que refleja todos los componentes importantes que conlleva diseñar una estrategia o solución ambiental, como lo son procesos, actividades, riesgo/oportunidad, y finalmente el diseño de las alternativas.

Como primer paso, se llevó a cabo el proceso de tratamiento de los riesgos, el cual facilitó las opciones para tratar los riesgos y por lo tanto el planteamiento de las alternativas, la valoración de estas opciones se efectuó según los tipos de planes de tratamiento de la (GTC 104, 2009). La selección de estos factores dio como resultado un listado clasificado de los riesgos, en los que se dieron mayor importancia y énfasis al tratamiento de los riesgos dependiendo de su calificación en el proceso de evaluación, ya que los riesgos menores se pueden mitigar de manera sencilla y sin costos adicionales, paralelamente para los riesgos intolerables se diseñaron estrategias con precedencia en su nivel de riesgo y con más prioridad.

Las alternativas propuestas en su mayor parte se basan en la comunicación, lo cual hace más viable la aplicación de ellas, pues no se requiere de una gran inversión económica, por otra parte, las alternativas que requieren recurso económico se pensaron bajo un presupuesto limitado, para garantizar su posible implementación y para resaltar que no es necesaria una gran inversión para prevenir riesgos ambientales los cuales pueden ocasionar mayores gastos económicos por sus impactos en un futuro.

A continuación, como resultado se mencionarán las alternativas planteadas para cada riesgo ambiental, a partir de la metodología planteada en el presente proyecto y teniendo en cuenta la clasificación del tratamiento seleccionado.

- Los riesgos ambientales derivados del desecho de residuos sólidos de muestras de suelo en áreas aledañas a los laboratorios, los cuales pueden generar alteración de las características del suelo y agua, así como la inadecuada disposición de los residuos con muestras de agua con suelo en las pocetas de grifo de los laboratorios, que pueden ocasionar la obstrucción del drenaje y tuberías de las instalaciones. Según el tratamiento “Evitar el riesgo”, una posible medida es la capacitación sobre el manejo y disposición de los residuos de suelo, dirigida principalmente a los docentes de las facultades que hacen uso de este material para sus prácticas. Esto con el fin de dar a conocer oficialmente a todo el personal relacionado con estas prácticas, la correcta disposición de estos residuos, evitando completamente la ocurrencia de este evento, por lo tanto, la generación de la posibilidad del riesgo ambiental, el cual mayormente se debe al desconocimiento de esta metodología.
- Para los riesgos ambientales relacionados con la incorrecta separación de residuos sólidos, como los son los residuos sólidos ordinarios, con riesgo biológico o peligrosos, los cuales son desechados en los contenedores inadecuados, lo que puede generar alteración de las características del suelo y agua, la generación de vectores, la posibilidad del contacto de sustancias tóxicas o peligrosas, emisiones, riesgo biológico y riesgo laboral. Bajo el tratamiento “Reducir la posibilidad”, se planteó como alternativa, la incorporación de un texto explicativo en las guías de laboratorio, que especifique correcta disposición de cada uno de los residuos sólidos generados en los desarrollos de cada práctica a la cual aplique. Al llevar a cabo esta medida, se reduce la posibilidad de que un estudiante o profesor tenga incertidumbre en el momento de separar en la fuente, teniendo como soporte un documento que especifica en qué contenedor exactamente se desechan los residuos de elementos relacionados con la práctica de laboratorio presente. Es una medida fácil de incorporar y de fácil acceso, ya que las guías de laboratorio están siempre presentes en el desarrollo de las actividades.
- Para el caso específico del riesgo ambiental generado por la disposición inadecuada de residuos sólidos orgánicos, permitiendo la generación de malos olores, contacto con otras

sustancias y lixiviados, este riesgo se diferencia de los anteriores porque en este caso no se cuenta con un contenedor especial para los residuos sólidos orgánicos, por lo cual se determina el tratamiento de “Evitar el riesgo”, en donde se plantea que para evitar este riesgo es necesario la actualización de las condiciones actuales de gestión de aspectos ambientales de los laboratorios, enfocado a la clasificación de los contenedores de residuos sólidos, en el cual se agregue un contenedor específico para la disposición de residuos sólidos orgánicos, y que esté disponible en las aulas de laboratorios que lo requieran (como lo es el caso del laboratorio de biología-microbiología, química orgánica y toxicología). Esto con el fin de evitar la incorrecta disposición de este residuo en su totalidad.

- El riesgo ambiental ocasionado por la extensión del periodo de tiempo de la recolección de los residuos, permitiendo la acumulación de residuos peligrosos en el cuarto de almacenamiento de residuos sólidos, dificultando la gestión de los mismos. A partir del tratamiento de “Retener riesgo” debido a que es un riesgo que no se puede reducir ni transferir, así que el objetivo la solución implementada es la planeación ante emergencias y estrategias de recuperación. A partir de esto se diseñaron dos posibles alternativas con el fin de mitigar este riesgo ambiental: Primeramente, comunicarse con la empresa para indagar la causa de la suspensión de la actividad, teniendo en cuenta la capacidad del centro de acopio de residuos peligrosos principalmente. Así como contar con una capacidad de almacenamiento de hasta 7 días a la frecuencia establecida por el gestor de residuos contratado por la universidad, de esta manera se puede reducir y/o retener el impacto que conlleva el retraso o la extensión del tiempo de recolección de los residuos sólidos. Como segunda alternativa se puede diseñar un plan de contingencia con los permisos que requiera esta medida, el cual consiste en el llamado de una entidad pertinente secundaria como alternativa a la principal, que tenga respuesta inmediata ante una emergencia como esta, con el objetivo de contar con un soporte en cuanto a disponibilidad de entidades o empresas encargadas del servicio de saneamiento básico.
- Para los riesgos ambientales generados por situaciones imprevistas y accidentes, como lo es la ubicación inapropiada de los reactivos y elementos de trabajo, lo que puede ocasionar una colisión con un individuo u objeto causando el derrame de sustancias tóxicas y peligrosas en tuberías, y reacciones por incompatibilidad de sustancias. Bajo el tratamiento del riesgo “Reducir las consecuencias”, se propone el desarrollo de capacitaciones a los

docentes nuevos, sobre la importancia de la ubicación establecida por el área de Coordinación de Laboratorios de los reactivos y sustancias químicas. De igual manera promover el cumplimiento por parte de los estudiantes de este requisito. Ya que, en su mayoría, la probabilidad de ocurrencia de este riesgo ambiental se ve potenciada en ocasiones donde se ven involucrados los docentes nuevos o los estudiantes que no tienen en cuenta las instrucciones para la buena práctica de las actividades, se dispone de esta medida para reducir la consecuencia que conlleva el derrame de sustancias en el área de incidencia.

- Para los riesgos que se producen a partir de vertimientos de residuos líquidos en el alcantarillado, tal como lo es exactamente el vertimiento de residuos de agua con trazas de sustancias químicas y reactivo en el drenaje y alcantarillado por el lavado de material en los drenajes de las pocetas de grifos, ya que es un riesgo ambiental aceptable debido a las cantidades mínimas de sustancias químicas. Se seleccionó el tratamiento “Mitigar el riesgo”, y se propone una caracterización de los vertimientos de acuerdo a la frecuencia que se determine dependiendo de la cantidad de agua con residuos de sustancias químicas, esto lo realiza la Universidad a través de contratistas y laboratorios que estén acreditados por el IDEAM para los análisis de las muestras. Con lo anterior se puede implementar la instalación de un sistema de filtros eficiente para la retención de sustancias y elementos químicos, conectados a las tuberías de las pocetas de grifo de los laboratorios. Para evaluar el desempeño óptimo y eficiencia de remoción de los filtros, se deberá llevar a cabo muestreos y análisis del agua residual para medir todos los parámetros de interés ambiental y ser comparados con los niveles permisibles dispuestos en la Resolución 631 de 2015 por el (Minambiente, 2015), de igual manera se realiza la toma de muestras y se analiza en los laboratorios acreditados por el IDEAM. Esta medida con el objetivo de evitar la posibilidad de una sanción por superar los niveles mínimos permisibles, a partir de la mitigación del riesgo ambiental causado por una actividad tan esencial como es el lavado de materiales en el laboratorio.
- Los riesgos ambientales que se originan por la combustión de ácidos y elementos químicos en las prácticas de laboratorio, ocasionando la dispersión de gases a la atmósfera, bajo el tratamiento de “Mitigar el riesgo”, se recomienda el análisis de gases emitidos por la ejecución de prácticas de laboratorio de este tipo, así como la revisión y mantenimiento

de los filtros y el sistema de extracción y eyección. Ya que este es un evento muy común en el área de laboratorios, se propone esta medida para mitigar el riesgo disminuyendo la dispersión de gases y así evitar la alteración de la calidad del aire.

- Para el caso de los riesgos ambientales relacionados con la manipulación de cemento, arena y suelo, utilización de maquinaria (tornos, fresadoras y taladros) y manipulación de metales, lo que puede ocasionar dispersión de material particulado (en cantidades mínimas) a la atmósfera y la acumulación de material pétreo y de cemento en zonas verdes y canales de aguas lluvia, afectando las características de las mismas; para los cuales se seleccionó el tratamiento “Mitigar el riesgo”, desde el punto de vista sanitario, se sugiere efectuar el mantenimiento periódico y el cambio de filtros en el sistema de filtración presente en los laboratorios donde se presente este evento, según fichas técnicas de cada equipo, con el fin de evitar la filtración de estas partículas en su totalidad. Esto con el fin de hacer progresivamente más estrictos los lineamientos en cuanto a calidad del aire, las mejoras en el mantenimiento de filtros pueden llevar a niveles más bajos de emisión de material particulado al ambiente, llevando así a la disminución de la acumulación de material pétreo y cemento en canales de lluvia y zonas verdes.
- En cuanto a actividades como lo es el almacenamiento de sustancias químicas, las cuales pueden generar riesgo ambiental por emisión de sustancias volátiles por la manipulación y almacenamiento de sustancias químicas, permitiendo la dispersión de contaminantes al aire (sustancias químicas volátiles en bajas concentraciones), es un riesgo ambiental que se vincula a la posibilidad de ocurrencia de la posible emisión, por lo tanto se clasifico dentro del tratamiento “Reducir la posibilidad”, así que la estrategia que se propuso fue el de llevar a cabo medidas preventivas y correctivas para la protección de la calidad del aire. En este caso la Coordinación Ambiental podría implementar sistemas cerrados o de corta duración para el transvase de sustancias químicas volátiles especialmente y de sistemas de proyección para los recipientes, con el fin de evitar o disminuir la posibilidad de que se ocasiona la filtración de sustancias químicas volátiles a la atmosfera.
- Para el acontecimiento específico del riesgo ambiental generado por la posible ruptura de bolsas con residuos potencialmente peligrosos/infecciosos en la recolección y transporte de residuos hacia el cuarto de acopio, lo que puede causar el derrame de estas sustancias, se determinó el tratamiento “Reducir la posibilidad”, ya que se debe incorporar la medida

para reducir la posibilidad de que ocurra este accidente, así que para la prevención del riesgo ambiental, se puede implementar la utilización de doble bolsa roja, etiquetado y trasladado de los residuos peligrosos al cuarto de acopio, y siguiendo del protocolo de bioseguridad de la Coordinación de Laboratorios. En caso de presentarse la contingencia, como medida mitigadora se recomienda el aislamiento del área, contención, recolección, limpieza, desinfección y uso de elementos de protección personal durante el accidente.

## Conclusiones

De manera general se concluye que la Universidad Santo Tomás sede Villavicencio campus Aguas Claras, posee un manejo adecuado y unos protocolos pertinentes para la prevención de riesgos e impactos ambientales que se puedan generar dentro del área de laboratorios, además cuentan con instalaciones aptas a la demanda académica y al tipo de prácticas de desarrolladas en la misma.

Los riesgos ambientales identificados dentro del desarrollo de actividades de laboratorios no son altamente peligrosos y con el tratamiento pertinente se pueden prevenir con facilidad evitando diferentes consecuencias ambientales, legales y socioeconómicas.

En cuanto al análisis y evaluación de los riesgos ambientales, los riesgos relacionados con la inadecuada disposición de suelo en estado sólido y líquido que se generan por las actividades de las instalaciones de la Universidad no tienen aceptación y se les da prioridad, por lo tanto, se plantearon medidas y alternativas específicas para la corrección de los mismos y posteriormente mantener una prevención al margen, así la alternativa brindada permitirá dar posible solución a esta situación. Por otra parte, se obtuvo como conclusión la identificación de los laboratorios con mayor presencia de riesgos ambientales, esto teniendo en cuenta la medición de la posibilidad de ocurrencia y su nivel de impacto, los cuales son el laboratorio de química y biología.

La metodología implementada para la identificación y evaluación de riesgos ambientales para el área de laboratorios de la Universidad Santo Tomás Sede de Villavicencio campus Aguas Claras, fue adecuada y pertinente, ya que abarcó a totalidad los aspectos necesarios e importantes dentro del contexto de la universidad, para poder desarrollar apropiadamente esta identificación y evaluación, además permitió identificar y prevenir los riesgos ambientales peligrosos que pueden generar un impacto negativo al medio ambiente.

Los resultados obtenidos en esta pasantía sientan un precedente en cuanto a la gestión del riesgo ambiental en Instituciones de Educación Superior, concretamente en el área de laboratorios, con el fin de mejorar los procesos de prevención y mitigación del riesgo ambiental generado por las actividades de las prácticas. La metodología de identificación y evaluación sirvió como herramienta para la planificación de alternativas necesarias en las áreas seleccionadas, para adaptarlas al contexto de la universidad se realizaron modificaciones a las mismas.

### **Recomendaciones**

Se recomienda tener en cuenta las alternativas implementar y en dado caso realizar seguimiento a las mismas y a las actividades desarrolladas dentro del área de laboratorios por determinados periodos de tiempo, para así tener un mayor control y prevenir la generación de nuevos riesgos ambientales o de accidentes que puedan presentar impactos negativos al medio ambiente.

También se recomienda la capacitación pertinente a los docentes de nuevo ingreso sobre los protocolos y normas que se deben cumplir dentro del área de laboratorios para un nivel de éxito de prevención de riegos en el desarrollo de prácticas de laboratorio.

Se propone el uso de metodologías de identificación y evaluación de riesgos cuantitativas como complemento del tipo cualitativo presentado en el proyecto, ya que facilita la contextualización de la cantidad de residuos desechados en el área de laboratorios y además tener claridad de si se está presentando una situación peligrosa, si se incumple la normatividad legal vigente que acobija a las Instituciones de Educación superior y finamente poder brindar soluciones de prevención o corrección a estas situaciones presentadas.

Se sugiere que, para utilizar nuevamente el presente estudio como un instrumento de la gestión de los riesgos ambientales en el área de laboratorios, se debe actualizar los datos de esta metodología anualmente, ya que los eventos que originan los riesgos ambientales son dinámicos y cambiantes; esto con el fin de mitigar el impacto y evitar la aparición de otros.

### Referencias

- Acosta et ál. (2011). Identificación de riesgos ambientales en el laboratorio de radioquímica de la facultad de ciencias y tecnologías nucleares. *Ingeniería Industrial*, 87-95. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/3604/360433576002.pdf>
- Agencia Europea de medio ambiente. (19 de Diciembre de 2008). *Informe de situación de Dobris - una síntesis general, Actividades humanas*. Obtenido de <https://www.eea.europa.eu/es/publications/92-827-5122-8/page011.html>
- Alemán, W. (2005). Riesgos en los laboratorios: consideraciones para su prevención. *Higiene y Sanidad Ambiental* 5, 132-137. Obtenido de [https://saludpublica.ugr.es/sites/dpto/spublica/public/inline-files/bc51015882abc06\\_Hig.Sanid\\_Ambient.5.132-137\(2005\).pdf](https://saludpublica.ugr.es/sites/dpto/spublica/public/inline-files/bc51015882abc06_Hig.Sanid_Ambient.5.132-137(2005).pdf)
- Andow & Zwahlen. (22 de Noviembre de 2005). *Ecology Letters*. Obtenido de Assessing environmental risks of transgenic plants: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1461-0248.2005.00846.x>
- ANLA. (2017). *Resolución 1519, Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Obtenido de Autoridad Nacional de Licencias Ambientales: <https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/39-RES%201519%20de%202017.pdf>
- Arboleda, O. D. (2008). Medición de la gestión del riesgo en América Latina. *Revista internacional de sostenibilidad, Tecnología y Humanismo*(3), 2-20. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/7056/cardona.pdf>
- Ávila et ál. (2017). Evaluación Del Riesgo Ambiental En Campus Universitarios. Caso Estudio: Universidad De Córdoba-Colombia. *Ingeniería e Innovación RIINN Revista Científica Facultad de Ingeniería*, 18-31. Obtenido de <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/rii/article/view/1706/1983>
- Bedoya Solano & Herrera Forero. (2021). *Identificación y Evaluación de riesgos ambientales*. Villavicencio: Universidad Santo Tomás.
- Blanco et ál. (30 de Junio de 2015). *Mitigación del impacto ambiental en la Fundación Universitaria del Área Andina sede Bogotá*. Obtenido de <https://digitk.areandina.edu.co/bitstream/handle/areandina/1105/art%c3%adculo%20MITIGACI%c3%93N%20DEL%20IMPACTO%20AMBIENTAL%20EN%20LA%20FUND>


- ACI% c3% 93N% 20UNIVERSITAR% c3% 8dA% 20DEL% 20% c3% 81REA% 20ANDINA% 20SEDE.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Chávez et ál. (2004). Plan de manejo ambiental del laboratorio de Ingeniería Química (LIQ) de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. *Ingeniería e investigación*, 3, 35-44. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/28744/14720-44206-1-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cuellar, J. C. (2006). La Química Verde y la problemática de los residuos químicos de los laboratorios. *Revista Ciencia en Desarrollo*, 131-146. Obtenido de [https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia\\_en\\_desarrollo/article/view/261/265](https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia_en_desarrollo/article/view/261/265)
- Department of Natural Resources, M. a. (2010). *Guidance to coal mines in reporting serious accidents and high potential incidents to an inspector of mines or an industry safety and health representative*. Queensland Government. Obtenido de [https://www.resources.qld.gov.au/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0007/343717/qld-guidance-note-07.pdf](https://www.resources.qld.gov.au/__data/assets/pdf_file/0007/343717/qld-guidance-note-07.pdf)
- Dilip Ganguly. (s.f). *Environmental Aspects*. Obtenido de <https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/20320000/ems/environmentalaspectsthebasics.pdf>
- EPA. (6 de Diciembre de 2019). *EPA (United States Environmental Protection Agency*. Obtenido de Definition and data sources of "environmental receptor": <https://www.epa.gov/rmp/definition-and-data-sources-environmental-receptor>
- Getz, D. (Junio de 2008). *Event tourism: Definition, evolution, and research*. Obtenido de ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0261517707001719>
- GTC 104. (2009). *Gestión del riesgo ambiental, principios y procesos*. Bogotá: ICONTEC. Obtenido de <http://www.bogotaturismo.gov.co/sites/intranet.bogotaturismo.gov.co/files/GTC%20104%20DE%202009.pdf>
- Hernández & Duana. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA*. Obtenido de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/article/view/6019/7678>
- Herrera, D. P. (2020). *Análisis de peligrosidad de los reactivos usados en las practicas de laboratorios de la Facultad de Ingeniería Ambiental , Universiad Santo Tomás-sede*

- Villavicencio. Universidad Santo Tomás. Villavicencio: Repositorio Universidad Santo Tomás.  
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/28162/2020dianaherrera.pdf?sequence=11&isAllowed=y>
- ISO 14001. (2015). *Norma técnica colombiana ISO*. Obtenido de <https://www.nueva-iso14001.com/pdfs/FDIS-14001.pdf>
- ISO 31000. (2018). *Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 31000*. (ICONTEC, Ed.) Obtenido de [http://simudatsalud-risaralda.co/normatividad\\_inv9/normas\\_tecnicas/NTCISO31000\\_Gestion\\_del\\_riesgo.pdf](http://simudatsalud-risaralda.co/normatividad_inv9/normas_tecnicas/NTCISO31000_Gestion_del_riesgo.pdf)
- Lavell, A. (2016). *Sobre la Gestión del Riesgo: Apuntes hacia una Definición*. Obtenido de [https://www.academia.edu/9808476/Sobre\\_la\\_Gesti%C3%B3n\\_del\\_Riesgo\\_Apuntes\\_hacia\\_una\\_Definici%C3%B3n](https://www.academia.edu/9808476/Sobre_la_Gesti%C3%B3n_del_Riesgo_Apuntes_hacia_una_Definici%C3%B3n)
- Lozada, H. M. (2006). *Evaluación del riesgo ambiental por emisiones de partículas en fuentes estacionarias de combustión*. Bogotá: Universidad Nacional. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v29n3/v29n3a28.pdf>
- Lozano, G. d. (3 de Abril de 2019). ¿Qué importancia tienen los laboratorios en la educación?: <https://dialoguemos.ec/2019/04/que-importancia-tienen-los-laboratorios-en-la-educacion/>
- Martinez & Mera. (2012). Educación ambiental para la gestión de residuos peligrosos y la reducción del riesgo en laboratorios. *Revista Praxis*, 39 - 48. Obtenido de <https://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/praxis/article/view/29/28>
- Merriam-Webster. (2021). Merriam-Webster's Unabridged Dictionary Britannica English. <https://www.merriamwebster.com/dictionary/consequence>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). Resolución 0631. Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones. <http://www.emserchia.gov.co/PDF/Resolucion631.pdf>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). *Objetivos y funciones del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. <https://www.minambiente.gov.co/index.php/ministerio/objetivosy-funciones>
- Ministry of Environment, Lands and Parks. (2000). Environmental Risk Assessment (ERA): An Approach for Assessing and Reporting Environmental Conditions. (L. a. Ministry of Environment, Ed.) <https://coursys.sfu.ca/2017su-ensc-406->

- d1/pages/Risk\_Assessment/view#:~:text=Environmental%20Risk%20Assessment%20is%20a,conditions%20resulting%20from%20human%20activities.&text=At%20the%20heart%20of%20ERA,management%20regimes%20and%20environmental%20value
- Novillo, C. (28 de mayo de 2019). *Qué es riesgo ambiental y ejemplos*. Obtenido de <https://www.ecologiaverde.com/que-es-riesgo-ambiental-y-ejemplos-2014.html>
- Parrado & Trujillo. (2015). Universidad y sostenibilidad: una aproximación. *AD-Minister*, 149-163. Recuperado el 2020, de <http://www.scielo.org.co/pdf/adter/n26/n26a7.pdf>
- Rosero et ál. (s.f). *Metodología de evaluación de riesgos ambientales de la Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá*. Recuperado el 1 de Noviembre de 2020, de <https://oga.bogota.unal.edu.co/wp-content/uploads/2016/08/Metodolog%C3%ADa-de-evaluaci%C3%B3n-de-riesgos-ambientales.pdf>
- Sánchez, G. (1990). La relación teoría-práctica, otra faceta de la formación integral. *Ingeniería e investigación*, 58-67. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/32919/19698-65372-1-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Somers & Svara. (2016). «Assessing and Managing Environmental Risk: Connecting Local Government Management with Emergency Management,», vol. 69, n° 2, pp. 181-193, 2016. *Wiley on behalf of the American Society for Public Administration*, 69(2), 181-193. Obtenido de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1540-6210.2008.01963.x>
- Torinelli & Almeida. (2021). Environmental risk analysis (ERA) in the strategic asset allocation (SAA) of the international reserves (IRs) managed by central banks (CBs). *Science Direct*, 1-17. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666143821000016>
- University Of Reading. (Enero de 2020). *Environmental Incidents and Emergency Response*. Obtenido de <https://sites.reading.ac.uk/sustainability/policies-and-strategies/environmental-incidents/>
- Valencia, C. M. (2013). *Guía práctica para la elaboración e implementación de los planes de gestión integral de residuos en el laboratorio*. Bogotá: Ministerio de Salud y Protección Social. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/IA/INS/guia-implementacion-planes-gestion-integral-residuos-laboratorio.pdf>


Anexos

Anexo 1. Formatos de recolección de datos diligenciados

 VERIFICACIÓN DE INFORMACIÓN PREVIA


Fecha: 18/03/2021  
 Tipo de formato: Laboratorio de suelos  
 Observado por: Yireth Saraí Herrera — Juan Camilo Bedoya  
 Encargado de la actividad: Juan Camilo Bedoya  
 Actividad: Laboratorio de geología, Textura de suelos fríos, Ing Ambiental

Hora	Acción	Cumplimiento			Observaciones
		Si	No	Medianamente	
1:31 pm.	Lavado de manos con muestras de suelo húmedo	X			Se realizó el lavado de manos en el lavabo del laboratorio durante el tiempo de una distracción en la tubería por residuos grandes de barro
1:35 pm.	Disposición de las muestras de suelo húmedo		X		Se dispusieron las partes de muestra de suelo húmedo de manera incorrecta debido a que no hay un empaque adecuado (selo azul y verde)
1:50 pm.	Disposición de muestras de suelo sólidas		X		Se dispusieron muestras contradas de muestras de suelo no verticales en las áreas verdes del laboratorio. (No hay método de disposición)
1:55 pm.	Obstrucción temporal de las tuberías del lavabo		X		Al realizar el lavado de manos con muestras de suelo húmedo se desataron grandes cantidades de suelo en el lavabo hasta su obstrucción.
Firma del encargado					
Firma del observador					

 VERIFICACIÓN DE INFORMACIÓN PREVIA

Fecha: 12/03/2021  
 Tipo de formato: Laboratorio de biología  
 Observado por: Yireth Saraí Herrera — Juan Camilo Bedoya  
 Encargado de la actividad: Juan Camilo Bedoya  
 Actividad: Laboratorio de microbiología, Tinción de Gram, Ing Ambiental

Hora	Acción	Cumplimiento			Observaciones
		Si	No	Medianamente	
9:31 am	Utilización de los Tintes			X	Los envases se ubicaron al lado de los lavabos donde puede generarse una contaminación
9:32 am	Disposición de residuos (papel con riesgo biológico)		X		Se desechó papel con el que se limpian las laminas en el cubete con botellas y colorantes.
9:40 am	Lavado de material	X			
Firma del encargado					
Firma del observador					

 VERIFICACIÓN DE INFORMACIÓN PREVIA

Fecha: 11/03/2021


Tipo de formato: Laboratorio de biología

Observado por: Yireth Sara Herrera — Juan Camilo Bedoya

Encargado de la actividad: Fabián Moreno

Actividad: Laboratorio de biología, tejidos vegetales, Ing Ambiental

Hora	Acción	Cumplimiento			Observaciones
		Si	No	Medianamente	
1:36 pm	Lavado de material con agua de metileno	/	/	X	Los platos y cubreobjetos se lavan con agua y alcohol, pero el residuo de agua con azul de metileno va hacia los platos.
1:50 pm	Disposición de residuos orgánicos (vegetales, plantas)	/	/	X	Se hace falta un contenedor que especifique que así corresponden los residuos orgánicos.
1:52 pm	Disposición de cubitos usados en la práctica	/	/	X	El material cortado/cusante se desecha en el contenedor adecuado, pero envuelto en papel.
/	/	/	/	/	/
Firma del encargado		/			/
Firma del observador		/			/

 VERIFICACIÓN DE INFORMACIÓN PREVIA

Fecha: 10/03/2021

Tipo de formato: Laboratorio de química

Observado por: Yireth Sara Herrera — Juan Camilo Bedoya


Encargado de la actividad: /

Actividad: Laboratorio de química inorgánica, combustión y corrosividad de ácidos, Ing Ambiental

Hora	Acción	Cumplimiento			Observaciones
		Si	No	Medianamente	
3:11 pm	Contacción de demerco como: papel y cinta de maghura	/	/	X	El sistema de extracción y ejecución está en funcionamiento, pero su eficacia disminuye debido a la apertura de las ventanas, permitiendo la dispersión de las emisiones generadas por la acción.
3:18 pm	Disposición de residuos de agua con diferentes sustancias corrosivas	/	X	/	Se realiza una incorrecta disposición de los residuos con nevera biológica, siendo desechados en el contenedor inadecuado.
3:20 pm	Disposición de desechos líquidos corrosivos	X	/	/	Se realiza disposición de residuos líquidos con muestra de lavado y agua en el contenedor de residuos líquidos inorgánicos.
3:50 pm	Lavado de material con residuos corrosivos	/	/	X	Lavado de material con residuos corrosivos (ácido nítrico y ácido clorhídrico) en paños que cambian en el lavado de la laboratorio.
/	/	/	/	/	/
Firma del encargado		/			/
Firma del observador		/			/

Nota: Ejemplos de los formatos utilizados en el proceso de recopilación de información primaria, por (Bedoya Solano & Herrera Forero, 2021).


Anexo 2. Identificación de fuentes de riesgo: Residuos sólidos

 <b>IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE RIESGO: DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS</b>					
Lugar	Actividad	Fuente		Ruta	Impacto
		Peligro/aspecto	Evento		
Laboratorio de Toxicología	Práctica de introducción a la ingeniería ambiental: Caracterización fisicoquímica del agua.	Disposición de residuos de muestras suelo	Desconocimiento y/o desinterés por parte de docentes y estudiantes acerca de la metodología para disponer este tipo de residuos. Por ende, no hay una buena disposición	Se desechan en las áreas verdes alrededor del área de laboratorios	Alteración de las características del suelo en donde se dispone. Deterioro del paisaje.
		Disposición de residuos ordinarios (medidores de pH)	Confusión a la hora de separar adecuadamente los residuos en los contenedores	Contenedores de residuos clasificados	Afectación a capacidad de carga y de regeneración del ecosistema. Generación de gases por reacción entre los residuos ordinarios contaminados. Malos olores
		Disposición de residuos peligrosos (guantes de látex)	Confusión a la hora de separar adecuadamente los residuos en los contenedores	Contenedores de residuos clasificados	Bioacumulación y riesgo biológico en la zona. Daños a la salud, a la seguridad de los seres vivos y al ambiente
Laboratorio de Química	Práctica de química general: Medición, masa, volumen, densidad	Disposición de residuos de papel con diferentes sustancias corrosivas	Separación inadecuada de los residuos peligrosos.	Contenedores de residuos clasificados	Emisiones de sustancias tóxicas. Daños a la salud, a la seguridad de los seres vivos y al ambiente
	Práctica de química inorgánica: combustión y corrosividad de ácidos	Disposición de residuos orgánicos	Disposición inadecuada de los residuos orgánicos por la falta de un contenedor adecuado para estos	Contenedores de residuos clasificados	Afectación a capacidad de carga y de regeneración del ecosistema. Malos olores Sobrecarga de los contenedores de residuos disponibles. Deterioro del paisaje.
Laboratorio de Biología-Toxicología	Práctica de biología: Tejidos vegetales	Disposición de objetos corto punzantes (cuchillas usadas)	Separación inadecuada (cuchilla envuelta en papel) de objeto corto punzante en el contenedor adecuado	Contenedores de residuos clasificados	Riesgo biológico a la hora de la separación de los residuos por la incorrecta disposición de objetos corto punzantes.
		Práctica de biología: Características de seres vivos	Desecho de residuos con riesgo biológico	Confusión a la hora de separar adecuadamente los residuos en los contenedores	Contenedores de residuos clasificados

		Disposición de residuos orgánicos	Disposición inadecuada de los residuos orgánicos por la falta de un contenedor adecuado para estos	Contenedores de residuos clasificados	Afectación a capacidad de carga y de regeneración del ecosistema. Malos olores Sobrecarga de los contenedores de residuos disponibles. Deterioro del paisaje.
	Práctica de microbiología: Tinción de Gram	Disposición de residuos con riesgo biológico (papel con el que se limpian las láminas en contacto con bacterias y compuestos químicos)	Separación inadecuada de residuos con riesgo biológico	Contenedores de residuos clasificados	Daños a la salud, a la seguridad de los seres vivos y al ambiente
Laboratorio de suelos	Práctica de Geología: Textura de suelos	Disposición de muestras de suelo húmedo	Desconocimiento y desinterés por parte de docentes y estudiantes acerca de la metodología para disponer este tipo de residuos. Por ende, no hay una buena disposición	Contenedores de residuos clasificados	Malos olores Sobrecarga de los contenedores de residuos disponibles. Deterioro del paisaje.
		Disposición de muestras de suelo sólidas	Desconocimiento y desinterés por parte de docentes y estudiantes acerca de la metodología para disponer este tipo de residuos. Por ende, no hay una buena disposición	Se desechan en las áreas verdes alrededor del área de laboratorios	Alteración de las características del suelo en donde se dispone. Deterioro del paisaje.
Cuarto de almacenamiento de residuos sólidos	Almacenamiento de los residuos sólidos	Periodo de recolección de residuos del área de laboratorios	Se excedió el periodo de tiempo de la recolección de los residuos	Centro de acopio	Malos olores Sobrecarga de los contenedores de residuos disponibles. Deterioro del paisaje. Daños a la salud, a la seguridad de los seres vivos y al ambiente Generación de gases por reacción entre los residuos almacenados.
		Recolección y transporte de residuos peligrosos en bolsas hacia el cuarto de acopio	Ruptura de bolsas con residuos potencialmente peligrosos/infecciosos	Lugar de trabajo, centro de acopio	Derrame de sustancias potencialmente peligrosas para la salud de las personas y el medio ambiente.

*Nota: Identificación de fuentes de riesgo para los residuos sólidos generados, por (Bedoya Solano & Herrera Forero, 2021).*


## Anexo 3. Identificación de fuentes de riesgo: Residuos líquidos

 <b>IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE RIESGO: DISPOSICIÓN DE RESIDUOS LÍQUIDOS</b>					
Lugar	Actividad	Fuente		Ruta	Impacto
		Peligro/aspecto	Evento		
Laboratorio de toxicología	Práctica de introducción a la ingeniería ambiental: Caracterización fisicoquímica del agua.	Disposición de residuos de muestras de agua con suelo.	Desconocimiento y/o desinterés por parte de docentes y estudiantes acerca de la metodología para disponer este tipo de residuos. Por ende, no hay una buena disposición	Drenaje y alcantarillado	Daño y obstrucción de las tuberías.
					Desbordamiento de agua con contaminada por el taponamiento de la tubería.
Laboratorio de Química	Práctica de química general: Medición, masa, volumen, densidad	Lavado de material de laboratorio con residuos de acetona y vinagre	Vertimiento de agua con muestras de sustancias orgánicas (en cantidades mínimas) en el alcantarillado	Drenaje y alcantarillado	Posibilidad de sobrepasar el límite máximo permisible de los parámetros físico-químicos en los vertimientos puntuales de alcantarillado.
	Práctica de química inorgánica: combustión y corrosividad de ácidos	Lavado de material de laboratorio con residuos de reactivos y sustancias corrosivas	Vertimiento de agua con muestras de sustancias químicas (en cantidades mínimas) en el alcantarillado	Drenaje y alcantarillado	Posibilidad sobrepasar el límite máximo permisible de los parámetros físico-químicos en los vertimientos puntuales de alcantarillado.
Laboratorio de Biología-Toxicología	Práctica de biología: Tejidos vegetales	Lavado de material de laboratorio con residuos de azul de metileno	Vertimiento de agua con muestras de sustancias químicas (en cantidades mínimas) en el alcantarillado	Drenaje y alcantarillado	Posibilidad sobrepasar el límite máximo permisible de los parámetros físico-químicos en los vertimientos puntuales de alcantarillado.
	Práctica de microbiología: Tinción de Gram	Ubicación de los reactivos y elementos de trabajo	Ubicación inadecuada de los reactivos donde se puede generar un accidente ambiental/laboral por el derrame de los mismos	Entorno de trabajo	Derrame de sustancias tóxicas para la salud de los seres vivos y el medio ambiente. Daños en el punto de contacto con la piel del personal presente.
		Lavado de material de laboratorio con residuos de compuestos químicos	Vertimiento de agua con muestras de sustancias químicas (en cantidades mínimas) en el alcantarillado	Drenaje y alcantarillado	Posibilidad sobrepasar el límite máximo permisible de los parámetros físico-químicos en los vertimientos puntuales de alcantarillado.
Laboratorio de suelos	Práctica de Geología: Textura de suelos	Disposición de residuos de muestras de agua con suelo.	Desconocimiento y/o desinterés por parte de docentes y estudiantes acerca de la metodología para disponer este tipo de residuos. Por ende, no hay una buena disposición	Drenaje y alcantarillado	Daño y obstrucción de las tuberías. Desbordamiento de agua con contaminada por el taponamiento de la tubería.
		Lavado de manos y material de laboratorio con residuos de suelo húmedo	Obstrucción temporal de las tuberías del lavamanos	Drenaje y alcantarillado	Daño y obstrucción de las tuberías. Desbordamiento de agua con contaminada por el taponamiento de la tubería.

Laboratorio de calidad de agua	Práctica de tratamiento de agua residual	Lavado de material de laboratorio con residuos de muestras de agua residual y reactivos químicos	Vertimiento de agua con muestras de sustancias químicas (en cantidades mínimas) en el alcantarillado	Drenaje y alcantarillado	Posibilidad sobrepasar el límite máximo permisible de los parámetros físico-químicos en los vertimientos puntuales de alcantarillado.
		Disposición de residuos de muestras de agua con tierra y suelo.	Desconocimiento y/o desinterés por parte de docentes y estudiantes acerca de la metodología para disponer este tipo de residuos. Por ende, no hay una buena disposición	Drenaje y alcantarillado	Daño y obstrucción de las tuberías. Desbordamiento de agua con contaminada por el taponamiento de la tubería.
Bodega de almacenamiento de reactivos	Almacenamiento de sustancias químicas	Manipulación y almacenamiento de sustancias químicas	Riesgo de derrame de sustancias químicas peligrosas, agentes biológicos	Infraestructura y entorno de trabajo	Peligro inmediato para la vida o la salud humana en el área cercana al derrame. Afectación severa de la salud del personal, docentes, estudiantes y el medio ambiente.

*Nota: Identificación de fuentes de riesgo para los residuos líquidos generados, por (Bedoya Solano & Herrera Forero, 2021).*

Anexo 4. Identificación de fuentes de riesgo: Emisiones

 <b>IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE RIESGO: EMISIONES</b>					
Lugar	Actividad	Fuente		Ruta	Impacto
		Peligro/aspecto	Evento		
Laboratorio de Química	Práctica de química inorgánica: combustión y corrosividad de ácidos	Combustión de elementos como: papel y cinta de magnesio	Emisiones generadas por la combustión de los elementos (El sistema de extracción y eyección está en funcionamiento, pero su eficacia se disminuye debido a la apertura de las ventanas, permitiendo la dispersión de las emisiones generadas, esta situación es temporal y se presenta por la obra activa en las instalaciones de la universidad)	Dispersión emisiones a la atmósfera	Daños a la salud humana por intoxicación respiratoria e irritación ocular por consecuencia de la inhalación y el contacto con gases tóxicos.
					Afectación a la flora y fauna
					Contaminación del aire por la emisión de gases tóxicos.
Laboratorio de Concretos	Práctica de Ingeniería civil: Concretos	Manipulación de bultos de cemento, arena y suelo	Generación de polvo muy fino (material particulado) en cantidades mínimas a la atmosfera debido al manejo de cemento, arena y suelo	Emisión de material particulado arrastrado por el viento hacia la atmósfera	Afectación a la salud del ser humano, irritación en las vías respiratorias, tos o dificultad para respirar Cambios en las condiciones y calidad del aire, contaminación atmosférica

					Efectos perjudiciales sobre la diversidad de los ecosistemas
Bodega de almacenamiento de reactivos	Almacenamiento de sustancias químicas	Manipulación y almacenamiento de sustancias químicas	Riesgo de emisión de sustancias volátiles. Aún con cámaras extractoras en funcionamiento, se generan bajas concentraciones hacia la atmósfera	Emisiones atmosféricas de sustancias volátiles a temperatura ambiente	Cambios en las condiciones y calidad del aire, contaminación atmosférica
Laboratorio de pavimentos	Práctica de Ingeniería civil: Pavimentos	Manipulación y uso constante de arena, suelo y cemento, entre otros.	Generación de polvo muy fino (material particulado) en cantidades mínimas a la atmósfera debido al manejo de cemento, arena y suelo	Emisión de material particulado arrastrado por el viento hacia la atmósfera	Afectación a la salud del ser humano, irritación en las vías respiratorias, tos o dificultad para respirar Cambios en las condiciones y calidad del aire, contaminación atmosférica
Laboratorio de Procesos de Manufactura	Práctica de Procesos de Manufactura	Utilización de maquinaria y manipulación de metales	Contaminación por material particulado por limar y pulir metales en tornos fresadoras y taladros.	Emisión de material particulado hacia la atmósfera	Contaminación del aire por partículas suspendidas

*Nota: Identificación de fuentes de riesgo para las emisiones generadas, por (Bedoya Solano & Herrera Forero, 2021).*

Anexo 5. Identificación de impactos en el ambiente circundante


 <b>IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS EN EL AMBIENTE CIRCUNDANTE</b>							
Aspectos ambientales	Componentes del medio ambiente						
	Aire/atmosfera	Suelo	Paisaje	Agua	Vegetación y fauna	Infraestructura	Socio económico (Salud)
Disposición de residuos de muestras de suelo		X	X		X	X	
Disposición de residuos ordinarios	X				X		
Disposición de residuos peligrosos	X	X		X	X		X
Disposición de residuos orgánicos	X		X				

Disposición de objetos corto punzantes					X		X
Desecho de residuos con riesgo biológico	X			X	X		X
Ubicación de los reactivos y elementos de trabajo	X			X		X	X
Periodo de recolección de residuos del área de laboratorios	X		X		X	X	X
Disposición de residuos de muestras de agua con suelo.				X		X	
Lavado de material de laboratorio con residuos orgánicos				X			
Lavado de material de laboratorio con residuos de reactivos y sustancias corrosivas				X		X	X
Lavado de material de laboratorio con residuos de compuestos químicos				X		X	
Lavado de material de laboratorio con residuos de muestras de agua residual y reactivos químicos				X		X	
Combustión y corrosividad de ácidos	X				X		X
Manipulación y uso constante de arena, suelo y cemento, entre otros.	X						X
Utilización de maquinaria y manipulación de metales	X						X

Almacenamiento de sustancias químicas	X	X		X		X	X
Recolección y transporte de residuos peligrosos en bolsas hacia el cuarto de acopio	X			X			X

*Nota: Relación de los aspectos y componentes ambientales, realizada por (Bedoya Solano & Herrera Forero, 2021).*

Anexo 6. Incidentes y medio ambiente circundante


 <b>INCIDENTES Y MEDIO AMBIENTE CIRCUNDANTE</b>				
Aspectos/peligros ambientales	Incidentes potenciales	Consecuencias potenciales	Receptor/medio ambiente circundante	Impacto ambiental potencial
Disposición de residuos sólidos de muestras de suelo	Desecho de residuos en las zonas verdes aledañas al área de laboratorio	Alteración de las características del suelo y agua	Suelo, vegetación y humedal	*Alteración de propiedades físicas y químicas del suelo y los cuerpos de agua. *Pérdida de fauna silvestre y acuática
Disposición de residuos ordinarios	Separación de los residuos en los contenedores inadecuados	Alteración de las características del suelo y agua, y generación de vectores	Atmosfera y trabajadores	*Alteración de propiedades físicas y químicas del suelo y los cuerpos de agua *Afectaciones a la salud de los individuos
Disposición de residuos peligrosos	Separación de los residuos en los contenedores inadecuados	Contacto de sustancias tóxicas o peligrosas, emisiones, riesgo biológico y riesgo laboral	Atmosfera, fauna, estudiantes, docentes y personal de aseo.	*Alteración de la calidad del aire *Contaminación auditiva *Afectaciones a la salud de humana
Disposición de residuos orgánicos	Disposición inadecuada de los residuos	Olores, contacto con otras sustancias y lixiviados	Atmosfera, estudiantes, docentes y trabajadores	*Malos olores en el ambiente *Irritación nasal y ocular de los individuos
Disposición de objetos cortopunzantes	Separación inadecuada de objetos cortopunzantes en el contenedor adecuado	Daño físico	Trabajador	Afectaciones a la integridad del personal de aseo

Desecho de residuos con riesgo biológico	Disposición inadecuada de residuos con riesgo biológico	Generación de gases y emisión de patógenos a la atmósfera por la reacción de los residuos con riesgo biológico acumulados.	Fauna, flora y docentes, asesores de laboratorio y personal de aseo	Contagio de enfermedades por contacto de objetos con riesgo biológico para los humanos y posible pérdida de fauna y flora del ambiente
Ubicación de los reactivos y elementos de trabajo	Colisión con un individuo u objeto	Derrame de sustancias tóxicas y peligrosas en tuberías	Fuentes hídricas, alcantarillado, personal del laboratorio	*Daños a la salud humana por contacto con reactivos químicos *Contaminación del agua *Sobrepaso del límite máximo permisible de los parámetros físico-químicos en los vertimientos puntuales de alcantarillado
Periodo de recolección de residuos del área de laboratorios	Extensión del periodo de tiempo de la recolección de los residuos	Acumulación de residuos peligrosos en el cuarto de almacenamiento de residuos sólidos, lo que dificulta la gestión	Atmosfera, estudiantes, docentes y trabajadores	*Deterioro del paisaje y propagación de malos olores *Emisión de gases y disminución de calidad del aire
Disposición de residuos de muestras de agua con suelo.	Inadecuada disposición de los residuos con muestras de agua con suelo	Filtración de muestras de agua con restos de suelo en el drenaje y el alcantarillado	Drenaje y alcantarillado, cuerpos de agua	*Daño y obstrucción de las tuberías por las muestras de agua con suelo *Sobrepaso del límite máximo permisible de los parámetros físico-químicos en los vertimientos puntuales de alcantarillado
Lavado de material de laboratorio con residuos orgánicos	Vertimiento de residuos de agua con material orgánico en cantidades mínimas en el drenaje y alcantarillado	Contaminación por residuos líquidos con material orgánico en el lavado de materiales en los drenajes de las pocetas de grifos del laboratorio	Drenaje y alcantarillado, cuerpos de agua	Sobrepaso del límite máximo permisible de los parámetros físico-químicos en los vertimientos puntuales de alcantarillado
Lavado de material de laboratorio con residuos de reactivos y sustancias corrosivas	Vertimiento de residuos de agua con reactivos y sustancias corrosivas en cantidades mínimas en el drenaje y alcantarillado	Contaminación por residuos líquidos con reactivos en el lavado de materiales en los drenajes de las pocetas de grifos del laboratorio	Drenaje y alcantarillado, cuerpos de agua	Sobrepaso del límite máximo permisible de los parámetros físico-químicos en los vertimientos puntuales de alcantarillado
Lavado de material de laboratorio con residuos de compuestos químicos	Vertimiento de residuos de agua con compuestos químicos en cantidades mínimas en el drenaje y alcantarillado	Contaminación por residuos líquidos con compuestos químicos en el lavado de materiales en los drenajes de las pocetas de grifos del laboratorio	Drenaje y alcantarillado, cuerpos de agua	Sobrepaso del límite máximo permisible de los parámetros físico-químicos en los vertimientos puntuales de alcantarillado
Lavado de material de laboratorio con residuos de muestras de agua residual y reactivos químicos	Vertimiento de muestras de agua residual y reactivos químicos en cantidades mínimas al drenaje y alcantarillado	Contaminación por residuos líquidos con muestras de agua residual y reactivos químicos en el lavado de materiales en los drenajes de las pocetas de grifos del laboratorio	Drenaje y alcantarillado, cuerpos de agua	Sobrepaso del límite máximo permisible de los parámetros físico-químicos en los vertimientos puntuales de alcantarillado

Combustión y corrosividad de ácidos	Combustión de ácidos generando emisiones a la atmosfera por obstrucción en el sistema de extracción y eyección de los laboratorios	Dispersión de contaminantes al aire (residuos de gases ácidos)	Atmosfera, estudiantes, docentes y trabajadores	*Daños a la salud humana por intoxicación respiratoria e irritación ocular por consecuencia de la inhalación y el contacto con gases tóxicos *Contaminación del aire por la emisión de gases tóxicos.
Manipulación y uso constante de arena, suelo y cemento entre otros.	Generación de polvo muy fino (material particulado) en cantidades mínimas a la atmosfera debido al manejo de bultos de cemento, arena y suelo	Contaminación atmosférica por la dispersión de material particulado	Atmosfera, estudiantes, docentes y trabajadores	*Daños a la salud humana por irritación respiratoria y ocular por el contacto e inhalación de polvo/material particulado *Cambios en la calidad del aire debido a las emisiones de material particulado
Utilización de maquinaria y manipulación de metales	Dispersión de material particulado en cantidades mínimas por limar y pulir metales en Tornos Fresadoras y Taladros.	Contaminación por material particulado por la utilización de maquinaria y manipulación de metales	Atmosfera, estudiantes, docentes y trabajadores	*Daños a la salud humana por irritación respiratoria y ocular por el contacto e inhalación de polvo/material particulado *Cambios en la calidad del aire debido a las emisiones de material particulado
Almacenamiento de sustancias químicas	Riesgo de emisión de sustancias volátiles por la manipulación y almacenamiento de sustancias químicas	Dispersión de contaminantes al aire (sustancias químicas volátiles en bajas concentraciones)	Atmosfera, estudiantes, docentes y trabajadores	Cambios en las condiciones y calidad del aire, contaminación atmosférica
Recolección y transporte de residuos peligrosos en bolsas hacia el cuarto de acopio	Ruptura de bolsas con residuos potencialmente peligrosos/infecciosos	Derrame de sustancias potencialmente peligrosas	Atmosfera, estudiantes, docentes y trabajadores	Afectaciones a la salud de las personas y del medio ambiente

*Nota: Realizado por (Bedoya Solano & Herrera Forero, 2021).*


**Anexo 7. Medición cualitativa de la posibilidad**

 <b>MEDICION CUALITATIVA DE LA POSIBILIDAD</b>				
No	Riesgo ambiental	Nivel	Descriptor	Descripción
1	Desecho de residuos sólidos de muestras de suelo en áreas aledañas a los laboratorios, los cuales pueden generar alteración de las características del suelo y agua	A	Casi seguro	Se espera que ocurra en la mayoría de las circunstancias
2	Separación inadecuada de residuos sólidos ordinarios en los contenedores, lo que puede generar alteración de las características del suelo y agua, y permite la generación de vectores	B	Probable	Probablemente ocurra en la mayoría de las circunstancias

3	Separación inadecuada de residuos peligrosos en los contenedores, posibilitando el contacto de sustancias tóxicas o peligrosas, emisiones, riesgo biológico y riesgo laboral, alteración de características del suelo y agua	C	Posible	Podría ocurrir
4	Disposición inadecuada de residuos sólidos orgánicos, permitiendo la generación de malos olores, contacto con otras sustancias y lixiviados	A	Casi seguro	Se espera que ocurra en la mayoría de las circunstancias
5	Separación inadecuada de residuos con riesgo biológico en los contenedores, posibilitando la emisión de gases y dispersión de patógenos a la atmósfera por la reacción de los residuos con riesgo biológico acumulados	C	Posible	Podría ocurrir
6	Extensión del periodo de tiempo de la recolección de los residuos, permitiendo la acumulación de residuos peligrosos en el cuarto de almacenamiento de residuos sólidos, dificultando la gestión de los mismos	D	Improbable	Podría ocurrir, pero no se espera
7	Ubicación inapropiada de los reactivos y elementos de trabajo, lo que puede ocasionar una colisión con un individuo u objeto causando el derrame de sustancias tóxicas y peligrosas en tuberías, y reacciones por incompatibilidad de sustancias	D	Improbable	Podría ocurrir, pero no se espera
8	Inadecuada disposición de los residuos con muestras de agua con suelo, que pueden ocasionar la obstrucción del drenaje y tuberías de las instalaciones	A	Casi seguro	Se espera que ocurra en la mayoría de las circunstancias
9	Vertimiento de residuos de agua con trazas de sustancias químicas y reactivo en el drenaje y alcantarillado por el lavado de material en los drenajes de las pocetas de grifos	A	Casi seguro	Se espera que ocurra en la mayoría de las circunstancias
10	Dispersión de gases por combustión de ácidos y elementos químicos, por una baja eficiencia en el sistema de extracción y eyección de los laboratorios relacionado con factores externos	D	Improbable	Podría ocurrir, pero no se espera
11	Dispersión de gases en bajas concentraciones por reacción de ácidos y elementos químicos, con potencial grado de carcinogenicidad y bioacumulación.	B	Probable	Probablemente ocurra en la mayoría de las circunstancias
12	Generación de polvo muy fino, debido al manejo de cemento, arena y suelo, lo que puede ocasionar dispersión de material particulado (en cantidades mínimas) a la atmósfera y la acumulación de material pétreo y de cemento en zonas verdes y canales de aguas lluvia, afectando las características de las mismas	B	Probable	Probablemente ocurra en la mayoría de las circunstancias
13	Generación de polvo muy fino, por limar y pulir metales en tornos, fresadoras y taladros, lo que puede ocasionar dispersión de material particulado (en cantidades mínimas) a la atmósfera y la acumulación de material pétreo y de cemento en zonas verdes y canales de aguas lluvia, afectando las características de las mismas	B	Probable	Probablemente ocurra en la mayoría de las circunstancias
14	Emisión de sustancias volátiles por la manipulación y almacenamiento de sustancias químicas, permitiendo la dispersión de contaminantes al aire (sustancias químicas volátiles en bajas concentraciones)	C	Posible	Podría ocurrir
15	Ruptura de bolsas con residuos potencialmente peligrosos/infecciosos en la recolección y transporte de residuos hacia el cuarto de acopio, lo que puede causar el derrame de estas sustancias	D	Improbable	Podría ocurrir, pero no se espera

*Nota: Análisis de la medición cualitativa de la posibilidad para cada riesgo, por (Bedoya Solano & Herrera Forero, 2021).*


## Anexo 8. Medición cualitativa del impacto

 <b>MEDICION CUALITATIVA DEL IMPACTO</b>				
No	Riesgo ambiental	Nivel	Descriptor	Descripción (a los que aplica)
1	Desecho de residuos sólidos de muestras de suelo en áreas aledañas a los laboratorios, los cuales pueden generar alteración de las características del suelo y agua	4	Secundario	Liberación en el sitio contenida inmediatamente y pérdida financiera media
2	Separación inadecuada de residuos sólidos ordinarios en los contenedores, lo que puede generar alteración de las características del suelo y agua, y permite la generación de vectores	5	Insignificante	Sin lesiones, pérdida financiera baja, impacto ambiental insignificante
3	Separación inadecuada de residuos peligrosos en los contenedores, posibilitando el contacto de sustancias tóxicas o peligrosas, emisiones, riesgo biológico y riesgo laboral, alteración de características del suelo y agua	3	Moderado	Exige tratamiento médico, liberación en el lugar contenida con asistencia externa, pérdida financiera alta
4	Disposición inadecuada de residuos sólidos orgánicos, permitiendo la generación de malos olores, contacto con otras sustancias y lixiviados	5	Insignificante	Sin lesiones, pérdida financiera baja, impacto ambiental insignificante
5	Separación inadecuada de residuos con riesgo biológico en los contenedores, posibilitando la emisión de gases y dispersión de patógenos a la atmósfera por la reacción de los residuos con riesgo biológico acumulados	3	Moderado	Exige tratamiento médico, liberación en el lugar contenida con asistencia externa, pérdida financiera alta
6	Extensión del periodo de tiempo de la recolección de los residuos, permitiendo la acumulación de residuos peligrosos en el cuarto de almacenamiento de residuos sólidos, dificultando la gestión de los mismos	3	Moderado	Liberación en el lugar contenida con asistencia externa y pérdida financiera alta
7	Ubicación inapropiada de los reactivos y elementos de trabajo, lo que puede ocasionar una colisión con un individuo u objeto causando el derrame de sustancias tóxicas y peligrosas en tuberías, y reacciones por incompatibilidad de sustancias	3	Moderado	Exige tratamiento médico, liberación en el lugar contenida con asistencia externa, pérdida financiera alta
8	Inadecuada disposición de los residuos con muestras de agua con suelo, que pueden ocasionar la obstrucción del drenaje y tuberías de las instalaciones	4	Secundario	Liberación en el sitio contenida inmediatamente y pérdida financiera media
9	Vertimiento de residuos de agua con trazas de sustancias químicas y reactivo en el drenaje y alcantarillado por el lavado de material en los drenajes de las pocetas de grifos	5	Insignificante	Sin lesiones, pérdida financiera baja, impacto ambiental insignificante

10	Dispersión de gases por combustión de ácidos y elementos químicos, por una baja eficiencia en el sistema de extracción y eyección de los laboratorios relacionado con factores externos	4	Secundario	Tratamiento de primeros auxilios, liberación en el sitio contenida inmediatamente, pérdida financiera media
11	Dispersión de gases en bajas concentraciones por reacción de ácidos y elementos químicos, con potencial grado de carcinogenicidad y bioacumulación.	5	Insignificante	Sin lesiones, pérdida financiera baja, impacto ambiental insignificante
12	Generación de polvo muy fino, debido al manejo de cemento, arena y suelo, lo que puede ocasionar dispersión de material particulado (en cantidades mínimas) a la atmósfera y la acumulación de material pétreo y de cemento en zonas verdes y canales de aguas lluvia, afectando las características de las mismas	5	Insignificante	Sin lesiones, pérdida financiera baja, impacto ambiental insignificante
13	Generación de polvo muy fino, por limar y pulir metales en tornos, fresadoras y taladros, lo que puede ocasionar dispersión de material particulado (en cantidades mínimas) a la atmósfera y la acumulación de material pétreo y de cemento en zonas verdes y canales de aguas lluvia, afectando las características de las mismas	5	Insignificante	Sin lesiones, pérdida financiera baja, impacto ambiental insignificante
14	Emisión de sustancias volátiles por la manipulación y almacenamiento de sustancias químicas, permitiendo la dispersión de contaminantes al aire (sustancias químicas volátiles en bajas concentraciones)	4	Secundario	Tratamiento de primeros auxilios, liberación en el sitio contenida inmediatamente, pérdida financiera media
15	Ruptura de bolsas con residuos potencialmente peligrosos/infecciosos en la recolección y transporte de residuos hacia el cuarto de acopio, lo que puede causar el derrame de estas sustancias	3	Moderado	Liberación en el lugar contenida con asistencia externa y pérdida financiera alta

*Nota: Análisis de la medición cualitativa del impacto para cada riesgo, por (Bedoya Solano & Herrera Forero, 2021).*

#### Anexo 9. Análisis cualitativo del riesgo: Nivel de riesgo


 <b>MATRIZ PARA EL ANÁLISIS CUALITATIVO DEL RIESGO: NIVEL DE RIESGO</b>					
No	Riesgo ambiental	Posibilidad	Consecuencia	Nivel	Descripción
1	Desecho de residuos sólidos de muestras de suelo en áreas aledañas a los laboratorios, los cuales pueden generar alteración de las características del suelo y agua	Casi seguro	Secundario	A	Riesgo alto, es necesaria la atención por parte de la alta dirección

2	Separación inadecuada de residuos sólidos ordinarios en los contenedores, lo que puede generar alteración de las características del suelo y agua, y permite la generación de vectores	Probable	Insignificante	M	Riesgo moderado, se debe especificar la responsabilidad de la dirección
3	Separación inadecuada de residuos peligrosos en los contenedores, posibilitando el contacto de sustancias tóxicas o peligrosas, emisiones, riesgo biológico y riesgo laboral, alteración de características del suelo y agua	Posible	Moderado	A	Riesgo alto, es necesaria la atención por parte de la alta dirección
4	Disposición inadecuada de residuos sólidos orgánicos, permitiendo la generación de malos olores, contacto con otras sustancias y lixiviados	Casi seguro	Insignificante	A	Riesgo alto, es necesaria la atención por parte de la alta dirección
5	Separación inadecuada de residuos con riesgo biológico en los contenedores, posibilitando la emisión de gases y dispersión de patógenos a la atmósfera por la reacción de los residuos con riesgo biológico acumulados	Posible	Moderado	A	Riesgo alto, es necesaria la atención por parte de la alta dirección
6	Extensión del periodo de tiempo de la recolección de los residuos, permitiendo la acumulación de residuos peligrosos en el cuarto de almacenamiento de residuos sólidos, dificultando la gestión de los mismos	Improbable	Moderado	M	Riesgo moderado, se debe especificar la responsabilidad de la dirección
7	Ubicación inapropiada de los reactivos y elementos de trabajo, lo que puede ocasionar una colisión con un individuo u objeto causando el derrame de sustancias tóxicas y peligrosas en tuberías, y reacciones por incompatibilidad de sustancias	Improbable	Moderado	M	Riesgo moderado, se debe especificar la responsabilidad de la dirección
8	Inadecuada disposición de los residuos con muestras de agua con suelo, que pueden ocasionar la obstrucción del drenaje y tuberías de las instalaciones	Casi seguro	Secundario	A	Riesgo alto, es necesaria la atención por parte de la alta dirección
9	Vertimiento de residuos de agua con trazas de sustancias químicas y reactivo en el drenaje y alcantarillado por el lavado de material en los drenajes de las pocetas de grifos	Casi seguro	Insignificante	A	Riesgo alto, es necesaria la atención por parte de la alta dirección
10	Dispersión de gases por combustión de ácidos y elementos químicos, por una baja eficiencia en el sistema de extracción y eyección de los laboratorios relacionado con factores externos	Improbable	Secundario	B	Riesgo bajo, gestionado mediante procedimientos de rutina
11	Dispersión de gases en bajas concentraciones por reacción de ácidos y elementos químicos, con potencial grado de carcinogenicidad y bioacumulación.	Probable	Insignificante	M	Riesgo moderado, se debe especificar la responsabilidad de la dirección
12	Generación de polvo muy fino, debido al manejo de cemento, arena y suelo, lo que puede ocasionar dispersión de material particulado (en cantidades mínimas) a la atmósfera y la acumulación de material pétreo y de cemento en zonas verdes y canales de aguas lluvia, afectando las características de las mismas	Probable	Insignificante	M	Riesgo moderado, se debe especificar la responsabilidad de la dirección

13	Generación de polvo muy fino, por limar y pulir metales en tornos, fresadoras y taladros, lo que puede ocasionar dispersión de material particulado (en cantidades mínimas) a la atmósfera y la acumulación de material pétreo y de cemento en zonas verdes y canales de aguas lluvia, afectando las características de las mismas	Probable	Insignificante	M	Riesgo moderado, se debe especificar la responsabilidad de la dirección
14	Emisión de sustancias volátiles por la manipulación y almacenamiento de sustancias químicas, permitiendo la dispersión de contaminantes al aire (sustancias químicas volátiles en bajas concentraciones)	Posible	Secundario	M	Riesgo moderado, se debe especificar la responsabilidad de la dirección
15	Ruptura de bolsas con residuos potencialmente peligrosos/infecciosos en la recolección y transporte de residuos hacia el cuarto de acopio, lo que puede causar el derrame de estas sustancias	Improbable	Moderado	M	Riesgo moderado, se debe especificar la responsabilidad de la dirección

*Nota: Matriz para el Análisis cualitativo del riesgo: Nivel de riesgo, por (Bedoya Solano & Herrera Forero, 2021).*

Anexo 10. Evaluación de riesgo


 <b>EVALUACIÓN DE RIESGO</b>					
No	Riesgo ambiental	Nivel de riesgo	Descripción	Criterio de evaluación	
1	Desecho de residuos sólidos de muestras de suelo en áreas aledañas a los laboratorios, los cuales pueden generar alteración de las características del suelo y agua	A	Riesgo alto, es necesaria la atención por parte de la alta dirección	3	Riesgos que son inaceptables en cualquier circunstancia o a cualquier nivel (intolerables)
2	Separación inadecuada de residuos sólidos ordinarios en los contenedores, lo que puede generar alteración de las características del suelo y agua, y permite la generación de vectores	M	Riesgo moderado, se debe especificar la responsabilidad de la dirección	2	Riesgos que actualmente son demasiado altos para ser aceptables, y para los cuales se deben considerar medidas para el tratamiento del riesgo, con el fin de llevarlos a un nivel aceptable
3	Separación inadecuada de residuos peligrosos en los contenedores, posibilitando el contacto de sustancias tóxicas o peligrosas, emisiones, riesgo biológico y riesgo laboral, alteración de características del suelo y agua	A	Riesgo alto, es necesaria la atención por parte de la alta dirección	2	Riesgos que actualmente son demasiado altos para ser aceptables, y para los cuales se deben considerar medidas para el tratamiento del riesgo, con el fin de llevarlos a un nivel aceptable
4	Disposición inadecuada de residuos sólidos orgánicos, permitiendo la generación de malos olores, contacto con otras sustancias y lixiviados	A	Riesgo alto, es necesaria la atención por parte de la alta dirección	2	Riesgos que actualmente son demasiado altos para ser aceptables, y para los cuales se deben considerar medidas para el tratamiento del

					riesgo, con el fin de llevarlos a un nivel aceptable
5	Separación inadecuada de residuos con riesgo biológico en los contenedores, posibilitando la emisión de gases y dispersión de patógenos a la atmósfera por la reacción de los residuos con riesgo biológico acumulados	A	Riesgo alto, es necesaria la atención por parte de la alta dirección	2	Riesgos que actualmente son demasiado altos para ser aceptables, y para los cuales se deben considerar medidas para el tratamiento del riesgo, con el fin de llevarlos a un nivel aceptable
6	Extensión del periodo de tiempo de la recolección de los residuos, permitiendo la acumulación de residuos peligrosos en el cuarto de almacenamiento de residuos sólidos, dificultando la gestión de los mismos	M	Riesgo moderado, se debe especificar la responsabilidad de la dirección	1	Riesgos con nivel aceptable y que no necesitan consideración adicional
7	Ubicación inapropiada de los reactivos y elementos de trabajo, lo que puede ocasionar una colisión con un individuo u objeto causando el derrame de sustancias tóxicas y peligrosas en tuberías, y reacciones por incompatibilidad de sustancias	M	Riesgo moderado, se debe especificar la responsabilidad de la dirección	1	Riesgos con nivel aceptable y que no necesitan consideración adicional
8	Inadecuada disposición de los residuos con muestras de agua con suelo, que pueden ocasionar la obstrucción del drenaje y tuberías de las instalaciones	A	Riesgo alto, es necesaria la atención por parte de la alta dirección	3	Riesgos que son inaceptables en cualquier circunstancia o a cualquier nivel (intolerables)
9	Vertimiento de residuos de agua con trazas de sustancias químicas y reactivo en el drenaje y alcantarillado por el lavado de material en los drenajes de las pocetas de grifos	A	Riesgo alto, es necesaria la atención por parte de la alta dirección	1	Riesgos con nivel aceptable y que no necesitan consideración adicional
10	Dispersión de gases por combustión de ácidos y elementos químicos, por una baja eficiencia en el sistema de extracción y eyección de los laboratorios relacionado con factores externos	B	Riesgo bajo, gestionado mediante procedimientos de rutina	2	Riesgos que actualmente son demasiado altos para ser aceptables, y para los cuales se deben considerar medidas para el tratamiento del riesgo, con el fin de llevarlos a un nivel aceptable
11	Dispersión de gases en bajas concentraciones por reacción de ácidos y elementos químicos, con potencial grado de carcinogenicidad y bioacumulación.	M	Riesgo moderado, se debe especificar la responsabilidad de la dirección	1	Riesgos con nivel aceptable y que no necesitan consideración adicional
12	Generación de polvo muy fino, debido al manejo de cemento, arena y suelo, lo que puede ocasionar dispersión de material particulado (en cantidades mínimas) a la atmósfera y la acumulación de material pétreo y de cemento en zonas verdes y canales de aguas lluvia, afectando las características de las mismas	M	Riesgo moderado, se debe especificar la responsabilidad de la dirección	1	Riesgos con nivel aceptable y que no necesitan consideración adicional
13	Generación de polvo muy fino, por limar y pulir metales en tornos, fresadoras y taladros, lo que puede ocasionar dispersión de material particulado (en cantidades mínimas) a la atmósfera y la acumulación de material pétreo y de cemento en zonas verdes y canales de aguas lluvia, afectando las características de las mismas	M	Riesgo moderado, se debe especificar la responsabilidad de la dirección	1	Riesgos con nivel aceptable y que no necesitan consideración adicional
14	Emisión de sustancias volátiles por la manipulación y almacenamiento de sustancias químicas, permitiendo la dispersión de contaminantes al aire (sustancias químicas volátiles en bajas concentraciones)	M	Riesgo moderado, se debe especificar la responsabilidad de la dirección	2	Riesgos que actualmente son demasiado altos para ser aceptables, y para los cuales se deben considerar medidas para el tratamiento del riesgo, con el fin de llevarlos a un nivel aceptable

15	Ruptura de bolsas con residuos potencialmente peligrosos/infecciosos en la recolección y transporte de residuos hacia el cuarto de acopio, lo que puede causar el derrame de estas sustancias	M	Riesgo moderado, se debe especificar la responsabilidad de la dirección	2	Riesgos que actualmente son demasiado altos para ser aceptables, y para los cuales se deben considerar medidas para el tratamiento del riesgo, con el fin de llevarlos a un nivel aceptable
----	---	---	---	---	---

Nota: Matriz para la evaluación de riesgo, por (Bedoya Solano & Herrera Forero, 2021)

Anexo 11. Matriz de riesgos y oportunidades

 <b>MATRIZ RIESGOS Y OPORTUNIDADES (ISO 14001)</b>					
Factor	Actividades	Riesgos/oportunidades	Criterio de evaluación	Tratamiento de riesgos	Acciones/Medidas/Alternativas
Residuos sólidos	Disposición de los residuos sólidos de muestras suelo	Desecho de residuos sólidos de muestras de suelo en áreas aledañas a los laboratorios, los cuales pueden generar alteración de las características del suelo y agua	Riesgos que son inaceptables en cualquier circunstancia o a cualquier nivel (intolerables)	Evitar el riesgo	Reuniones de capacitación sobre el manejo y disposición de los residuos de suelo propuestos por la Coordinación Ambiental, dirigida principalmente a los docentes de las facultades que hacen uso de este material para sus prácticas.
	Disposición de residuos sólidos ordinarios	Separación de residuos sólidos ordinarios en los contadores inadecuados, lo que puede generar alteración de las características del suelo y agua, y permite la generación de vectores	Riesgos que actualmente son demasiado altos para ser aceptables, y para los cuales se deben considerar medidas para el tratamiento del riesgo, con el fin de llevarlos a un nivel aceptable	Reducir la posibilidad	Incorporación de texto explicativo en las guías de laboratorio, que especifique correcta disposición de cada uno de los residuos sólidos ordinarios generados en los desarrollos de cada práctica a la cual aplique.
	Disposición de residuos peligrosos	Separación de residuos peligrosos en los contenedores inadecuados, posibilitando el contacto de sustancias tóxicas o peligrosas, emisiones, riesgo biológico y riesgo laboral, alteración de características del suelo y agua	Riesgos que actualmente son demasiado altos para ser aceptables, y para los cuales se deben considerar medidas para el tratamiento del riesgo, con el fin de llevarlos a un nivel aceptable	Reducir la posibilidad	Incorporación de texto explicativo en las guías de laboratorio, que especifique correcta disposición de cada uno de los residuos peligrosos generados en los desarrollos de cada práctica a la cual aplique, debido a la gravedad y impactos negativos que conlleva el mal manejo de estos.
	Disposición de residuos sólidos orgánicos	Disposición inadecuada de residuos sólidos orgánicos, permitiendo la generación de malos olores, contacto con otras sustancias y lixiviados	Riesgos que actualmente son demasiado altos para ser aceptables, y para los cuales se deben considerar medidas para el tratamiento del riesgo, con el fin de llevarlos a un nivel aceptable	Evitar el riesgo	Actualización de las condiciones actuales de gestión de aspectos ambientales de los laboratorios, enfocado a la clasificación de los contenedores de residuos sólidos, en el cual se agregue un contenedor específico para la disposición de residuos sólidos orgánicos, disponibles en las aulas de laboratorios que lo requieran.

	Disposición de residuos con riesgo biológico	Separación de residuos con riesgo biológico en los contenedores inadecuados, posibilitando la emisión de gases y dispersión de patógenos a la atmósfera por la reacción de los residuos con riesgo biológico acumulados	Riesgos que actualmente son demasiado altos para ser aceptables, y para los cuales se deben considerar medidas para el tratamiento del riesgo, con el fin de llevarlos a un nivel aceptable	Reducir la posibilidad	Incorporación de texto explicativo en las guías de laboratorio, que especifique correcta disposición de cada uno de los residuos con riesgo biológico generados en los desarrollos de cada práctica a la cual aplique, debido a la gravedad e impactos negativos que conlleva el mal manejo de estos.
	Recolección de residuos de los laboratorios	Extensión del periodo de tiempo de la recolección de los residuos, permitiendo la acumulación de residuos peligrosos en el cuarto de almacenamiento de residuos sólidos, dificultando la gestión de los mismos	Riesgos con nivel aceptable y que no necesitan consideración adicional	Retener el riesgo	Comunicarse con la empresa para indagar la causa de la suspensión de la actividad. Tener en cuenta la capacidad del centro de acopio de residuos peligrosos principalmente. Contar con una capacidad de almacenamiento de hasta 7 días a la frecuencia establecida por el gestor de residuos contratado por la universidad.
Situaciones imprevistas	Ubicación de reactivos y elementos de trabajo dentro de los laboratorios	Ubicación inapropiada de los reactivos y elementos de trabajo, lo que puede ocasionar una colisión con un individuo u objeto causando el derrame de sustancias tóxicas y peligrosas en tuberías, y reacciones por incompatibilidad de sustancias	Riesgos con nivel aceptable y que no necesitan consideración adicional	Reducir las consecuencias	Proponer capacitaciones a los docentes nuevos, sobre la importancia de la ubicación establecida por el área de coordinación de laboratorios de los reactivos y sustancias químicas. De igual manera promover el cumplimiento por parte de los estudiantes de este requisito.
Residuos líquidos	Disposición de residuos de agua con muestras de suelo	Inadecuada disposición de los residuos con muestras de agua con suelo, que pueden ocasionar la obstrucción del drenaje y tuberías de las instalaciones	Riesgos que son inaceptables en cualquier circunstancia o a cualquier nivel (intolerables)	Evitar el riesgo	Reuniones de capacitación sobre el manejo y disposición de los residuos con muestras de agua con suelo, propuestos por la Coordinación Ambiental, dirigida principalmente a los docentes de las facultades que hacen uso de este material para sus prácticas. además, promover en los estudiantes la buena disposición de este tipo de residuo.
	Disposición de residuos de agua con reactivos y sustancias químicas	Vertimiento de residuos de agua con trazas de sustancias químicas y reactivo en el drenaje y alcantarillado por el lavado de material en los drenajes de las pocetas de grifos	Riesgos con nivel aceptable y que no necesitan consideración adicional	Mitigar el riesgo	Implementar la instalación de un sistema de filtros eficiente para la retención de sustancias y elementos químicos, conectados a las tuberías de las pocetas de grifo de los laboratorios. Para evaluar el desempeño óptimo y eficiencia de remoción de los filtros, se deberá llevar a cabo muestreos y análisis del agua residual para medir todos los parámetros de interés ambiental y ser comparados con los niveles permisibles dispuestos en la Resolución 631 de 2015
Emisiones	Combustión de ácidos y elementos químicos en las prácticas de laboratorio	Dispersión de gases por combustión de ácidos y elementos químicos, por una baja eficiencia en el sistema de extracción y eyección de los laboratorios relacionado con factores externos	Riesgos que actualmente son demasiado altos para ser aceptables, y para los cuales se deben considerar medidas para el tratamiento del riesgo, con el fin de llevarlos a un nivel aceptable	Mitigar el riesgo	Se recomienda el análisis de gases emitidos por la ejecución de prácticas de laboratorio de este tipo, así como la revisión y mantenimiento de filtros y el sistema de extracción y eyección. En caso de olores ofensivos en el área de laboratorios donde se operen estas actividades, puede estudiarse la manera de

	Combustión de ácidos y elementos químicos en las prácticas de laboratorio	Dispersión de gases en bajas concentraciones por combustión de ácidos y elementos químicos	Riesgos con nivel aceptable y que no necesitan consideración adicional	Mitigar el riesgo	instalación de barreras vivas para el control de los mismos.
	Manipulación de bultos de cemento, arena y suelo	Generación de polvo muy fino, debido al manejo de cemento, arena y suelo, lo que puede ocasionar dispersión de material particulado (en cantidades mínimas) a la atmósfera y la acumulación de material pétreo y de cemento en zonas verdes y canales de aguas lluvia, afectando las características de las mismas	Riesgos con nivel aceptable y que no necesitan consideración adicional	Mitigar el riesgo	Se recomienda la revisión y mantenimiento de filtros y el sistema de extracción y eyección. Desde el punto de vista sanitario, se sugiere efectuar el mantenimiento periódico y el cambio de filtros en las cabinas extractoras según fichas técnicas de cada equipo, con el fin de evitar la filtración de estas partículas en su totalidad.
	Utilización de maquinaria y manipulación de metales	Generación de polvo muy fino, por limar y pulir metales en tornos, fresadoras y taladros, lo que puede ocasionar dispersión de material particulado (en cantidades mínimas) a la atmósfera y la acumulación de material pétreo y de cemento en zonas verdes y canales de aguas lluvia, afectando las características de las mismas	Riesgos con nivel aceptable y que no necesitan consideración adicional	Mitigar el riesgo	
Situaciones imprevistas	Almacenamiento de sustancias químicas	Emisión de sustancias volátiles por la manipulación y almacenamiento de sustancias químicas, permitiendo la dispersión de contaminantes al aire (sustancias químicas volátiles en bajas concentraciones)	Riesgos que actualmente son demasiado altos para ser aceptables, y para los cuales se deben considerar medidas para el tratamiento del riesgo, con el fin de llevarlos a un nivel aceptable	Reducir la posibilidad	Llevar a cabo medidas preventivas y correctivas para la protección de la calidad del aire. En este caso la Coordinación Ambiental podría implementar sistemas cerrados o de corta duración para el transvase de sustancias químicas volátiles especialmente y de sistemas de proyección para los recipientes.
	Recolección y transporte de residuos peligrosos en bolsas hacia el cuarto de acopio	Ruptura de bolsas con residuos potencialmente peligrosos/infecciosos en la recolección y transporte de residuos hacia el cuarto de acopio, lo que puede causar el derrame de estas sustancias	Riesgos que actualmente son demasiado altos para ser aceptables, y para los cuales se deben considerar medidas para el tratamiento del riesgo, con el fin de llevarlos a un nivel aceptable	Reducir la posibilidad	Para la prevención del riesgo ambiental, se puede implementar la utilización de doble bolsa roja, etiquetado y traslado de los residuos peligrosos al cuarto de acopio, y siguiente del protocolo de bioseguridad de la Coordinación de Laboratorios. En caso de presentarse la contingencia, como medida mitigadora se recomienda el aislamiento del área, contención, recolección, limpieza, desinfección y uso de elementos de protección personal durante el accidente.

*Nota: Tratamiento y estrategias a implementar según el riesgo ambiental encontrado, por (Bedoya Solano & Herrera Forero, 2021).*

*Anexo 12. Evidencia fotográfica*

A continuación, se muestra fotografías de la acumulación de muestras de suelo usadas como recurso en las prácticas del laboratorio de suelos, el cual representa un riesgo ambiental debido a su incorrecta disposición.



*Nota: Tomadas por (Bedoya Solano & Herrera Forero, 2021)*