

**DISEÑO DEL PROTOCOLO PARA EL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE  
RESIDUOS PELIGROSOS (RESPEL) EN EL CENTRO DE PROCESOS E  
INNOVACIÓN PARA LA INDUSTRIA SOSTENIBLE DE LA FUNDACIÓN  
UNIVERSIDAD DE AMÉRICA**

**CRISTIAN DAVID ORTIZ MEJÍA**

**Proyecto integral para optar por el título de  
INGENIERO QUÍMICO**

**Director**

**M.Sc Juan Camilo Cely Garzón**

**INGENIERO QUÍMICO**

**Co – Director**

**M. Sc Iván Ramírez Marín**

**INGENIERO QUÍMICO**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS**

**PROGRAMA INGENIERÍA QUÍMICA**

**BOGOTA D.C.**

**2022**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Firma del director**

**Firma del presidente jurado**

---

**Nombre**

**Firma del Jurado**

---

**Nombre**

**Firma del Jurado**

**Bogotá D.C, Octubre de 2022**

## **DIRECTIVOS DE LA UNIVERSIDAD**

Presidente de la Universidad y Rector de Claustro

**Dr. MARIO POSADA GARCÍA - PEÑA**

Consejero Institucional

**Dr. LUIS JAIME POSADA GARCIA - PEÑA**

Vicerrectora Académica y de Investigaciones

**Dra. ALEXANDRA MEJIA GUZMAN**

Vicerrector Administrativo y Financiero

**Dr. RICARDO ALFONSO PEÑARANDA CASTRO**

Secretario General

**Dr. JOSE LUIS MACIAS RODRIGUEZ**

Decana Facultad de Ingenierías

**Dra. NALINY PATRICIA GUERRA PRIETO**

Directora Programa

**Dra. NUBIA LILIANA BECERRA OSPINA, MSc. IQ**

Las directivas de la Fundación Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente al autor.

## **DEDICATORIA**

*Principalmente a mi madre **Idalit Mejia** por ser mi luz, estar presente y darme apoyo cuando más oscuro veía el camino*

*A mi padre **Enrique Ortiz** por creer y confiar en mis capacidades cuando muy pocos lo hacían, además de apoyarme en todo lo que he necesitado en la vida*

*A mis hermanos **Pablo Daniel, Sara Estefany y Mayra Yulieth** que han sido el mayor motivo de ser un buen ejemplo en lo profesional*

*De no ser por ustedes yo no sería la persona, ni el profesional que soy actualmente*

## **AGRADECIMIENTOS**

*A mis primas **Paola y Valentina** por confiar, motivar y ser la base familiar con la que siempre conté, no hay palabras que puedan expresar lo que significan para mí.*

*A la **Universidad de América** por brindarme lo mejor de la ingeniería química, realizándome como profesional y persona.*

*A los Ingenieros **Juan Camilo Cely, Iván Ramírez, Luis Figueroa** por creer en mí e incluirme en el proyecto **CEPIIS**, permitiéndome dejar una pequeña huella en la institución.*

*A mi familia **Felipe, Sebastián, Catalina, Daniela, Oscar, Jaime** por arroparme, apoyarme y aguantarme por 5 años, amistades que permanecerán siempre en mi corazón.*

*A mis amigos **Alejandro, Camilo, Oscar, Sofía, Nicole, y compañeros** por aconsejarme, presionarme y ser partícipes de mi crecimiento profesional y personal.*

## TABLA DE CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	11
INTRODUCCIÓN	13
OBJETIVOS	15
1. MARCO REFERENCIAL	16
1.1. Conceptual	16
1.2. Teórico	18
1.2.1. <i>Gestión de residuos o desechos peligrosos en Colombia</i>	18
1.2.2. <i>Caracterización de los RESPEL</i>	21
1.2.3. <i>Tratamiento RESPEL</i>	23
1.2.4. <i>Compatibilidad química</i>	24
1.2.5. <i>Almacenaje</i>	26
2. <b>NORMATIVAS REQUERIDAS EN LA MANIPULACIÓN, ALMACENAMIENTO Y TRATAMIENTO DE LOS RESPEL</b>	28
2.1. Decreto 4741 de 2005 “Regulación nacional para la prevención y manejo de sustancias peligrosas”	28
2.2. Resolución 1754 de 2011 “Adopción del plan para la gestión integral de residuos peligrosos para el distrito capital”	34
2.3. Ley 1252 “Dictamen de normativas prohibitivas en materia ambiental, referente a residuos y desechos peligrosos y se dictan disposiciones”	40
2.4. Resolución 1362 de 2007 “Requisitos y procedimiento para el registro de generadores de residuos o desechos peligrosos”	43
2.5. Decreto 1609 de 2002 “Reglamentación del manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera”	45
2.6. Diagnóstico	47
3. <b>PROYECCIÓN Y REGISTRO DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS EN EL CENTRO DE PROCESOS E INNOVACIÓN PARA LA INDUSTRIA SOSTENIBLE</b>	48
3.1. Tren de evaporación triple efecto	48
3.2. Secador de bandejas	49
3.3. Planta de extracción sólido - líquido y líquido – líquido	50
3.4. Planta de destilación continua	51
3.5. Planta de absorción de gases	52

3.6. Banco de reactores	53
3.7. Recepción, movilización y ubicación de los RESPEL en el CEPIIS	55
3.8. Matriz “registro de RESPEL generados en el CEPIIS”	71
4. PLAN DE CARACTERIZACIÓN Y COMPATIBILIDAD QUÍMICA EN LA ZONA DE ALMACENAJE	72
4.1. Plan de caracterización de residuos	72
4.2. Compatibilidad química	76
4.3. Condiciones mínimas de almacenaje	78
4.3.1. <i>Aislamiento</i>	78
4.3.2. <i>Acceso</i>	78
4.3.3. <i>Ventilación</i>	78
4.3.4. <i>Señalización</i>	78
4.3.5. <i>Medidas para contención de derrames</i>	78
4.3.6. <i>Diseño</i>	78
4.3.7. <i>Manejo de emergencias</i>	78
5. PROTOCOLO INTERNO DE MANIPULACIÓN, ALMACENAJE Y TRATAMIENTO DE LOS RESPEL EN EL CENTRO DE PROCESOS E INNOVACIÓN PARA LA INDUSTRIA SOSTENIBLE	79
6. CONCLUSIONES	80
BIBLIOGRAFÍA	81
ANEXOS	83

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Producción de Residuos Peligrosos en Colombia desde el 2012 hasta el 2019.	19
Figura 2. Establecimientos en Colombia que cumplen las funciones de RESPEL desde el 2016.	21
Figura 3. Métodos de tratamiento según las características de los RESPEL.	24
Figura 4. Mapa de compatibilidad Química.	26
Figura 5. Cuadro de Residuos o Desechos Sujetos al Plan de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo.	32
Figura 6. Cuadro de Plazos para el Registro de Generadores.	33
Figura 7. Cuadro de Objetivos Específicos y Metas del distrito capital.	35
Figura 8. Cuadro de la Estructura Programática de las estrategias para el distrito capital.	37
Figura 9. Cuadro de la Estructura Programática del distrito capital.	39
Figura 10. Cuadro de sustancias a trabajar en la TE-M del CEPIIS.	49
Figura 11. Cuadro de sustancias a trabajar en el secador de bandejas del CEPIIS.	50
Figura 12. Cuadro de sustancias a trabajar en la planta de extracción PESL del CEPIIS.	51
Figura 13. Cuadro de sustancias a trabajar en la planta de destilación PDC3 - M del CEPIIS.	52
Figura 14. Cuadro de sustancias a trabajar en la Planta de absorción PAG - M del CEPIIS.	53
Figura 15. Cuadro de sustancias a trabajar en el banco de reactores BR del CEPIIS.	54
Figura 16. Proyección general “Render” del edificio CEPIIS	55
Figura 17. Proyección “Render” costado frontal derecho del edificio CEPIIS.	56
Figura 18. Proyección “Render” costado lateral izquierdo del edificio CEPIIS.	57
Figura 19. Proyección de la PTAR en el “Render” del CEPIIS.	58
Figura 20. Proyección de la Caldera en el “Render” del CEPIIS.	58
Figura 21. Proyección de la zona de intercambiadores en el “Render” del edificio CEPIIS.	59
Figura 22. Proyección del TE-M en el “Render” del edificio CEPIIS.	60
Figura 23. Proyección “Render” costado frontal derecho - interior del edificio CEPIIS.	61
Figura 24. Proyección “Render” costado superior derecho - interior del edificio CEPIIS.	61
Figura 25. Proyección “Render” costado inferior derecho - exterior del edificio CEPIIS.	63
Figura 26. Proyección “Render” costado superior derecho - exterior del edificio CEPIIS.	63
Figura 27. Carro carga plegable escaleras 60 kg.	64

Figura 28. Proyección “Render” costado posterior del edificio CEPIIS.	65
Figura 29. Proyección “Render” costado posterior izquierdo del edificio CEPIIS.	65
Figura 30. Proyección de la zona de reactores en el “Render” del edificio CEPIIS.	66
Figura 31. Proyección del interior de la zona de reactores en el “Render” del edificio CEPIIS.	67
Figura 32. Proyección “Render” zona de ingreso superior al edificio CEPIIS.	68
Figura 33. Proyección “Render” ruta de ingreso a la zona RESPEL del proyecto CEPIIS.	68
Figura 34. Proyección posterior de la zona RESPEL en el “Render” del proyecto CEPIIS.	69
Figura 35. Proyección de la zona RESPEL en el “Render” del proyecto CEPIIS.	70
Figura 36. Formato de las etiquetas RESPEL Universidad de América.	73
Figura 37. Cuadro de las sustancias a trabajar en el CEPIIS.	75
Figura 38. Mapa de compatibilidad química FUA.	77
Figura 39. Baterías plomo acido	86
Figura 40. Lámpara de mercurio - luminarias	87
Figura 41. Mezcla de ácidos	88
Figura 42. Mezcla de bases	89
Figura 43. Residuo de mezcla de sales	90
Figura 44. Residuos lodos de perforación	91
Figura 45. Residuo de mezcla de solvente	92
Figura 46. Residuos de aceite mineral y crudo	93
Figura 47. Residuos de mercurio	94
Figura 48. Residuos de varsol y crudo	95
Figura 49. Solidos contaminados con sustancias químicas varias	96
Figura 50. Viruta de acero	97

## RESUMEN

El desarrollo sostenible es un tema que viene en auge en los últimos años y que ha aumentado su importancia en la medida en que las empresas y la sociedad buscan generar una mayor conciencia, uno de los focos importantes a trabajar es, no solo el desarrollo económico, sino también el ambiental y el social. Así, para cumplir con diferentes objetivos de desarrollo sostenible, las empresas se vieron en la necesidad de implementar protocolos de manipulación, tratamiento y almacenaje de residuos peligrosos para aumentar la productividad y evitar daños ambientales y/o sociales a nivel local, además de legales y económicos para las instituciones.

La correcta manipulación y almacenamiento de los RESPEL generan un aporte importante a la sociedad porque proporciona un factor de seguridad; dentro de las instalaciones donde se llevan a cabo procesos químicos, la generación de residuos es reducible mas no inevitable, por este motivo se puede llegar a ver involucrada la salud en siniestros debido a la exposición de sustancias, cuando se cuenta con un protocolo de manipulación se tienen en cuenta variables como compatibilidad química y riesgo químico, que a corto y largo plazo evitan los accidentes referentes a la seguridad industrial dentro las plantas de producción. [1]

El tratamiento de este tipo de residuos se ve reflejado en un impacto positivo en el medio ambiente como en el crecimiento económico por la formación de nuevas empresas que incentivan la investigación e innovación en diferentes áreas del desarrollo, este crecimiento en la investigación de nuevas técnicas y aprovechamiento residual se conecta directamente con algunos de los objetivos del desarrollo sostenible planteado por la ONU como lo son: Salud y bienestar (3), Agua limpia y saneamiento (6), trabajo decente y crecimiento económico (8), producción y consumo responsable (12), acción por el clima (13), Vida submarina (14), vida de ecosistemas terrestres (15). [2]

Ahora bien, cuando se cuenta con protocolos internos para los residuos peligrosos que tienen en cuenta disposiciones legales nacionales y locales se tiene la idea general de reducir la generación de RESPEL mediante alternativas de manipulación, almacenamiento y tratamiento. Por este motivo, la creación de dichos protocolos evita pérdidas económicas con respecto a las diferentes

líneas de producción, además de aumentar el interés de investigación para generar valores agregados a los residuos dentro de la misma planta.

El presente proyecto se realizó en las instalaciones del Eco Campus los cerros de la Universidad de América ubicada en Bogotá D.C, donde se diseñó el protocolo de gestión integral de residuos peligrosos (RESPEL) para el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS), su alcance es la base de una futura implementación a escala planta piloto.

Inicialmente se llevó a cabo el análisis y la adopción de las normativas locales para el almacenamiento, caracterización y manipulación de residuos peligrosos de los laboratorios y centros académicos del CEPIIS, puesto que con un correcto manejo se podrán analizar técnicas de tratamientos termoquímicos con la finalidad de generar valores agregados a diversos RESPEL de naturaleza sólida, semisólida o líquida, además de la proyección de los residuos generados por unidades y espacios de trabajo para mantener la compatibilidad química y así evitar el riesgo químico dentro de las instalaciones del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible.

Debido a dichas normativas, para el almacenamiento de datos se evaluó el formato de registro haciendo uso del software Excel, en el cual se llevará la cuantificación de los diferentes residuos teniendo en cuenta el tratamiento y de esta manera realizar el registro de RESPEL generado en el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible de la Universidad para los informes que se deben entregar al distrito e iniciar el proceso del debido registro.

**Palabras clave:** Gestión integral, Residuos peligrosos, Universidad de América, Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible.

## INTRODUCCIÓN

Colombia como país en desarrollo, busca generar un crecimiento a partir de sus diferentes actividades económicas. Este documento se centra en la actividad industrial, la cual ha tenido un impacto significativo en el país durante los últimos años, sin embargo, en los procesos de producción se han generado diferentes variables negativas a tratar, una de las más importantes a nivel ambiental, de seguridad y salud es la generación de residuos o desechos peligrosos (RESPEL). Es importante mencionar que para el año 2019, se tuvo un aumento del 0.7% con respecto al 2018 de residuos, generando 640.035 T, de las cuales 304.953 T por medio de celda de seguridad fueron enviados a disposición final con terceros, siendo 271.129 T las que recibieron tratamiento, y así mismo el 96% fue ejecutado por medio de gestores autorizados. De acuerdo con lo anterior, el desarrollo de este proyecto es el diseño de un sistema de gestión integral de los residuos peligrosos para el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible de la Universidad de América y de esta forma evitar el crecimiento de cifras a nivel nacional y local. [3]

Ahora bien, como aporte al desarrollo del país se requiere educar a las nuevas generaciones bajo una perspectiva que genere procesos industriales amigables y seguros con el ambiente, de ahí que los centros de enseñanza deban brindar el apoyo y la formación necesaria para alcanzar las metas de desarrollo; de hecho, la universidad de América al ser una institución de educación superior que cuenta con diferentes programas académicos orientados a la docencia, investigación y educación de manera integral, apoya la investigación permanente e innovación constante, y que además, se encuentra a la vanguardia de las últimas tecnologías y tendencias, busca ser reconocida por la formación de profesionales con excelencia académica, generadores de conocimiento comprometidos con la responsabilidad social en el desarrollo sostenible del país mediante los diferentes programas que ofrece la facultad de ingeniería, desde la cual surge el proyecto “**planta piloto**”. Dicho proyecto cuenta con la dirección del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible, el cual pretende fomentar un crecimiento profesional en su cuerpo estudiantil y docente.[4]

Debido al desconocimiento de las técnicas industriales para la prevención y aprovechamiento de los residuos peligrosos, los RESPEL son enviados a los rellenos sanitarios o incluso, muchos de ellos van a parar a fuentes hídricas contribuyendo así con el daño ambiental y la propagación de plagas o medios de cultivos fértiles para los microorganismos patógenos o virulentos, además que muchos de estos tienen propiedades fisicoquímicas que atentan contra la seguridad y salud de la población general, aumentando la dificultad de tratar correctamente el agua para la potabilización, contaminación de suelos, y serios daños medioambientales.[5] Por lo mencionado, se destaca la pérdida económica que produce la falta de atención por parte de los diferentes procesos industriales para prevenir la formación de residuos.

Debido a los diferentes procesos de producción que se llevarán a cabo dentro del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible, se generarán residuos que deben ser tratados y dispuestos de manera adecuada para evitar problemas económicos ya que por normativas ambientales se les debe garantizar una correcta manipulación, tratamiento y almacenamiento a todo tipo de RESPEL que se genere en el CEPIIS. Además, al ser tratados como residuos, a los RESPEL no se les realizan investigaciones alternas para su aprovechamiento, evitando así ser considerados materia prima para un proceso químico o su utilización en líneas de investigación para todo tipo de industrias. [6]

Debido a la necesidad de diseñar un protocolo para los residuos peligrosos en el proyecto de la planta piloto que se lleva a cabo por parte de la universidad y teniendo en cuenta las disposiciones locales, se pretende minimizar la generación del RESPEL dentro de las instalaciones del CEPIIS, garantizando un correcto tratamiento y almacenamiento de residuos que asegure una adecuada manipulación de los trabajadores, el cuerpo docente y el estudiantado. De igual forma y teniendo en cuenta que el ambiente dentro de la universidad es de carácter académico, se incentivará la investigación por parte de los directivos hacia los estudiantes en la generación de métodos de aprovechamiento más eficientes de dichos RESPEL, esto con un énfasis educativo y económicamente factible para la universidad.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Diseñar el protocolo interno de manipulación, almacenamiento y tratamiento de los residuos peligrosos en estado sólido, semisólido y líquido del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS) de la Universidad de América.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diagnosticar los requerimientos en el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible teniendo en cuenta las normativas locales relacionadas con la gestión y manejo de RESPEL en laboratorios y centros académicos.
- Proyectar la generación de RESPEL por unidades y espacios de trabajo en el CEPIIS considerando las especificaciones técnicas del fabricante y sus capacidades instaladas para el registro legal solicitado por el gobierno.
- Establecer el plan de caracterización y compatibilidad química de los RESPEL en el área de almacenamiento desde la estrategia del posconsumo.
- Desarrollar el conjunto de reglas y estándares para la manipulación, almacenamiento y tratamiento de los RESPEL proyectados en el CEPIIS de la Universidad de América con fines de minimizar el riesgo químico.

## 1. MARCO REFERENCIAL

Apoyándose de las normativas nacionales y locales, se busca prevenir el aumento en el impacto ambiental a nivel nacional, por ende, la Universidad de América se ve en la necesidad de diseñar un protocolo que se apropie de la manipulación, el tratamiento y almacenamiento de residuos peligrosos que se puedan llegar a generar en las instalaciones del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible, puesto que en la planta piloto se verán involucrados diferentes procesos químicos, de los cuales se obtendrán residuos o desechos que deben ser cuantificados y clasificados.

Para ello, se cuenta con el respaldo tanto financiero como técnico-industrial de la Universidad de América, con el objetivo de analizar y desarrollar un protocolo para las diferentes líneas de RESPEL dentro del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible.

### 1.1. Conceptual

A continuación, se presentan diversos conceptos claves para contextualizar y entender acerca del objetivo de la investigación de una manera más completa.

- **Residuos peligrosos (RESPEL)**

Es aquel residuo o desecho que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas, pueden causar riesgos, daños o efectos no deseados, directos e indirectos, a la salud humana y el ambiente. Así mismo, se considera residuo peligroso a los empaques, envases y embalajes que estén en contacto con ellos. [7]

- **Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS)**

Proyecto estructural y académico de la Universidad de América por el cual se pone en marcha la planta piloto y sus diferentes áreas de trabajo, dicho proyecto está siendo ejecutado por docentes y estudiantes, los cuales tienen la misión y responsabilidad de diseñar protocolos para las líneas de producción a las que se les ha asignado, esto con la finalidad de generar un crecimiento académico en el cuerpo docente, alumnos y egresados.

- **Manipulación**

El manejo de residuos en las instituciones es una de las labores más complejas por razones de las características de los residuos que son de tipo peligrosos, por lo que se deben establecer criterios de control en relación al manejo de cada residuo, mejorando las condiciones laborales en razón a la disminución del riesgo. [8]

- **Tratamiento**

Es el conjunto de operaciones, procesos o técnicas mediante los cuales se modifican las características de los residuos o desechos peligrosos, teniendo en cuenta el riesgo y grado de peligrosidad de los mismos, para incrementar sus posibilidades de aprovechamiento y/o valorización, así como para minimizar los riesgos a la salud humana y el ambiente. [9]

- **Caracterización**

Métodos que permiten tener procedimientos adecuados para estudiar características definidas de residuos peligrosos, llegando a conocer más a fondo que se puede hacer con estos en su manejo, tratamiento y disposición. [10]

- **Compatibilidad**

El término compatibilidad va asociado al correcto almacenamiento de sustancias químicas peligrosas, la omisión de las características fisicoquímicas puede aumentar el riesgo dentro del área de almacenamiento por incompatibilidades si llega a ocurrir una eventualidad generada por el contacto de residuos o por inestabilidad de los mismos. Por lo tanto, es necesario que se mantengan alejadas sustancias químicas de grupos particulares; un ejemplo claro es la necesidad de que las sustancias corrosivas deben mantenerse alejadas de las sustancias inflamables para evitar riesgos a la salud y al medio ambiente. [11]

- **Posconsumo**

Devolución y acopio de productos posconsumo que al desecharse se convierten en residuos peligrosos, con el fin de que sean enviados a instalaciones en las que se sujetarán a procesos que permitan su aprovechamiento y/o valorización, tratamiento y/o disposición final controlada. [9]

- **Riesgo químico**

Probabilidad o posibilidad de que el manejo, la liberación al ambiente y la exposición a un material o residuo, ocasionen efectos adversos en la salud humana y/o al ambiente. [9]

- **Safety Data Sheet (SDS)**

Documento en el cual se describen los productos desde el punto de vista funcional, químico, especificaciones técnicas, aplicaciones y presentación, entre otros.

- **Technical Data Sheet (TDS)**

Es un documento técnico, en el cual se describe el conjunto de normas para la manipulación, almacenamiento y transporte del producto, además de las acciones a tomar en casos de emergencia.

## **1.2.Teórico**

### ***1.2.1. Gestión de residuos o desechos peligrosos en Colombia***

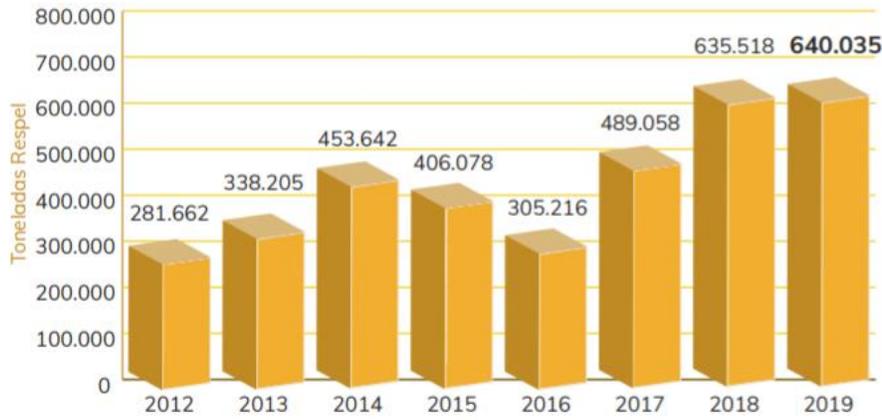
En 1996 Colombia comprometida con el manejo de residuos o desechos peligrosos, adopta el convenio de Basilea con la “ley 253 de 1996”, con lo que se adelantaron legislaciones ambientales para así culminar con el decreto de política ambiental para la gestión integral de los residuos o desechos peligrosos en el 2005. [3]

A raíz de ello, se crea el Registro de Generadores de Residuos Peligrosos supervisado por el IDEAM, en el cual se establecen los procedimientos que deben seguir los generadores de residuos para registrarse ante la autoridad ambiental y así, llevar el registro anual de residuos en el territorio nacional. [3]

Para el año 2019 se vio un incremento del 0,7% con respecto al año anterior en la generación de residuos peligrosos con una cifra de 640.036 t, tendencia que viene en aumento desde el año 2012 como se muestra en la Figura 1, datos de los cuales se puede concluir que la situación en desarrollo industrial ha aumentado significativamente y que se ha llevado un control pertinente de los registros y normativas estipuladas por las autoridades competentes. [3]

**Figura 1.**

*Producción de Residuos Peligrosos en Colombia desde el 2012 hasta el 2019.*



**Nota.** La grafica representa los residuos peligrosos generados en Colombia en el periodo entre 2012 y 2019. Tomado de: IDEAM, «Informe nacional de residuos o desechos peligrosos en Colombia, 2019,» Bogotá D.C, 2019.

Cuando se revisa la generación de residuos por departamento y municipio, se evidencia una variación de la tendencia ya que los tres departamentos con mayor generación fueron: Antioquia con un 18%, seguido por Casanare con el 11% y por último Bogotá con un 10% como se observa en la tabla 1, dichos aumentos se asocian con las actividades de extracción y refinación en Antioquia, y la fabricación de productos químicos en Bogotá, por otra parte se registró una disminución de residuos mayor al 27% en Santander y Valle del cauca. [3]

**Tabla 1.**

*Generación de Residuos en Colombia desde el 2012 hasta el 2019.*

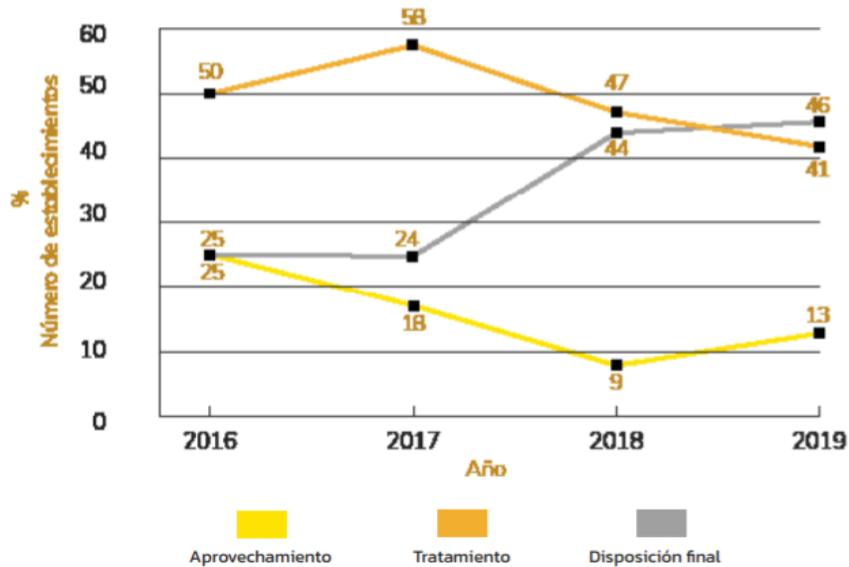
Departamento	Residuos Generados
Antioquia	116,485
Casanare	70,095
Bogotá D.C.	66,517
Santander	57,024
Meta	48,433
Atlántico	47,589
Valle del Cauca	36,464
Cundinamarca	34,965
Arauca	27,652
Bolívar	22,309

**Nota.** La tabla representa los residuos peligrosos generados en Colombia en el periodo entre 2012 y 2019 por departamentos. Tomado de: IDEAM, «Informe nacional de residuos o desechos peligrosos en Colombia, 2019,» Bogotá D.C, 2019.

Los generadores de residuos deben declarar el tipo de manejo que se les da a sus RESPEL basados en las opciones exigidas, las cuales son: aprovechamiento, tratamiento, almacenamiento y disposición final.

En el 2019 fueron aprovechados los residuos en un 13% con un aumento del 9% con respecto al año anterior, tratados el 41% con una disminución del 6% con respecto al 2018 y enviados a disposición final el 46% aumentando un 4% por medio de celdas de seguridad. El número de establecimientos que cumplen las funciones de manejo se puede observar en la Figura 2. [3]

**Figura 2.**  
*Establecimientos en Colombia que cumplen las funciones de RESPEL desde el 2016.*



*Nota.* La figura representa el número de establecimientos que cumplen con la normativa de RESPEL desde el 2016.. Tomado de: IDEAM, «Informe nacional de residuos o desechos peligrosos en Colombia, 2019,» Bogotá D.C, 2019.

### 1.2.2. Caracterización de los RESPEL

Debido a la naturaleza de los diversos residuos y a sus propiedades fisicoquímicas, éstos se deben clasificar de acuerdo con el decreto 4741 de 2005. Las características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radioactivas causan alteraciones en la salud y el ambiente, también debe considerarse como RESPEL a los envases, empaques y embalajes que se encontraran en contacto con sustancias de dichas características. [11]

- La característica corrosiva hace que un residuo o desecho cause daños a los tejidos vivos y a otros materiales. Presentan pH menor o igual a 2 o mayor o igual a 12,5; al ser una sustancia de naturaleza líquida y corroer el acero a una tasa mayor de 6.35 mm/año a 55 °C. [3]
- Para categorizar una sustancia como reactiva, se debe mezclar o ponerse en contacto con otros elementos, compuestos, sustancias o residuos y poseer entre sus componentes: cianuro,

sulfuros, peróxidos orgánicos, que al reaccionar liberen gases, vapores o humos tóxicos en cantidades que pongan en riesgo la salud humana o el ambiente, por otro lado, ser capaces de producir reacciones explosivas o detonantes bajo condiciones de estímulo inicial o por fuentes de calor en ambientes confinados y provocar o favorecer la combustión, para finalizar, producir reacciones endotérmicas o exotérmicas al ponerse en contacto con el aire, agua o cualquier otro elemento o sustancia son las características para clasificar el residuo como reactivo. [3]

- Un Residuo o desecho sólido o líquido puede ser clasificado como explosivo si por reacción química o espontáneamente desprende gases a una temperatura, velocidad y presión que pueda llegar a ocasionar daños a la salud o el ambiente, además presentan propiedades que al entrar en contacto con el agua son explosivas, producen reacciones y se descomponen de manera detonante o explosiva a temperaturas de 25 °C y presión de 1 atm. [3]

- Para ser un residuo inflamable, debe arder si se es provocado por una fuente de ignición a condiciones de temperatura y presión estandarizadas; ser un gas que a temperatura de 20 °C y 1 atm arda en mezcla igual o menor al 13% del volumen del aire, ser un oxidante que pueda liberar oxígeno dando resultado la combustión aumentando el fuego en otro material, un sólido que a temperatura de 25°C y 1 atm pueda producir fuego por fricción, absorción de humedad o alteraciones químicas espontáneas que persisten y dificultan la extinción. [3]

- La característica infecciosa se le adjunta a un residuo cuando contiene agentes patógenos; microorganismos como bacterias, parásitos, virus, rickettsias y hongos con suficiente concentración o virulencia que pueda causar enfermedades a los humanos o animales. [3]

- Para caracterizar un residuo como radiactivo, debe contener compuestos, elementos o isótopos con actividad radioactiva superior a 70 KBq/kg (setenta kilos becquerelios por kilogramo) o  $2 \text{ nCi/g}$  (dos nanocuries por gramo), con emisión directa o indirecta, radiaciones ionizantes de naturaleza corpuscular o electromagnética que en su interacción con la materia produce ionización en niveles superiores a la radiación natural. [3]

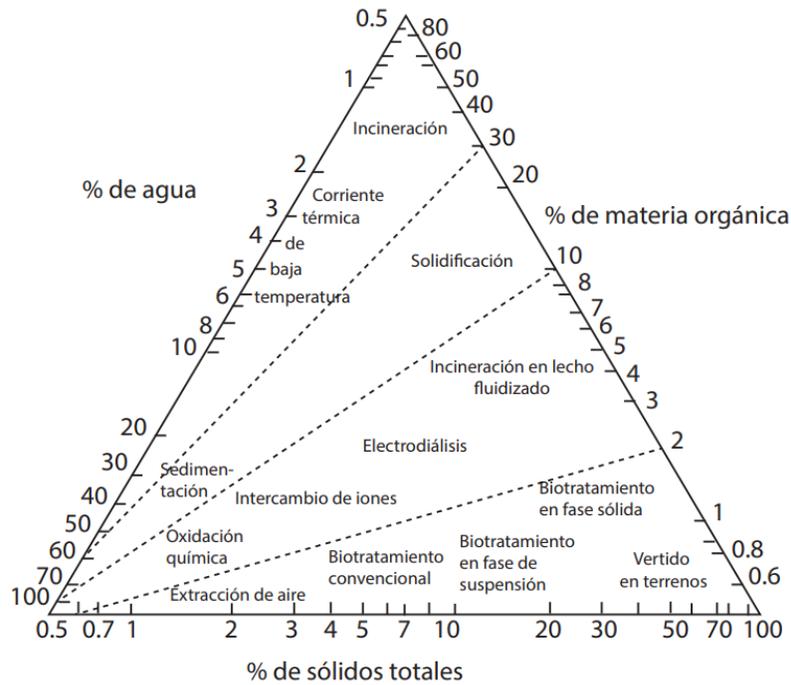
- Se considera residuo tóxico, aquel que provoca efectos biológicos indeseables o adversos contra la salud y el ambiente. Se consideran tóxicos los residuos que se clasifiquen de acuerdo con los criterios de toxicidad (agudos, retardados o crónicos y ecotóxicos) definidos en el Decreto 4741 anexo III sección 7. [3]

### ***1.2.3. Tratamiento RESPEL***

Desde un punto de vista ambiental, la principal alternativa para darle manejo a los RESPEL debería ser la prevención de la generación, sin embargo, si no es posible evitar la generación, se deben buscar alternativas que minimicen el riesgo, teniendo en cuenta la reducción, el reciclaje y la reutilización, aprovechando los componentes y la energía que contienen los residuos. Por otra parte, se pueden analizar métodos de tratamiento para reducir la cantidad o peligrosidad de los RESPEL antes de ser enviados a disposición final. [11]

Algunas de las alternativas de pretratamiento que se efectúan al residuo antes de ser enviado a disposición final es la neutralización, procesos que se aplica a los residuos que así lo requieran. Este consiste en agregar bicarbonato y posteriormente aserrín, ya que al cambiar de estado líquido a sólido disminuye la peligrosidad de las sustancias. En la evaluación de las metodologías adecuadas para el tratamiento, se tienen en cuenta variables como: cantidad de agua, materia orgánica y sólidos totales presentes. Los métodos de tratamiento idóneos se pueden llegar a seleccionar por las características de idoneidad de los métodos, tal como se muestra en la Figura 3. [11]

**Figura 3.**  
*Métodos de tratamiento según las características de los RESPEL.*



**Nota.** La figura ilustra los métodos de tratamiento de RESPEL según su naturaleza físico-química. Tomado de: R. Benítez B., D. V. Ruiz G., M. A. Obando M., C. D. Miranda y J. C. Gil M., «Gestión integral de residuos químicos generados en los laboratorios de docencia en química de la Universidad del Cauca,» Ciencia en Desarrollo, vol. 4, n° 2, pp. 63-72, 2013

#### 1.2.4. Compatibilidad química

Debido a los antecedentes de accidentalidad causada por sustancias químicas peligrosas en plantas de producción aledañas a zonas residenciales o comerciales, se debe evaluar la seguridad del sitio de almacenaje de dichas sustancias, evitando las condiciones que aumentan el nivel de peligrosidad y de esta forma fortalecer la capacidad de respuesta en caso de siniestros relacionados con los residuos peligrosos. [1]

Cuando se realiza la caracterización de los RESPEL, en el área de almacenamiento temporal se toman medidas de precaución teniendo en cuenta el mapa de compatibilidad química, el cual se puede observar en la Figura 4. Datos como clases de riesgo, número de naciones unidas, código NFPA, estado físico y condiciones de almacenamiento son dispuestos por la hoja de seguridad (HDS). Con la información obtenida tanto por la caracterización y los datos de la HDS, se propone la distribución de residuos peligrosos en las áreas de almacenamiento. [1]

Cabe resaltar que muchas de las sustancias ingresadas a caracterización pueden llegar a tener incompatibilidades entre ellas, aun cuando cuenten con la misma clase de riesgo, por este motivo es importante destinar los residuos a espacios previamente designados. [1]

**Figura 4.**  
*Mapa de compatibilidad Química.*

		TABLA DE COMPATIBILIDAD PARA ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUIMICOS																
IDENTIFICACIÓN DE PELIGRO		Líquido inflamable	Sólido inflamable	Experimentan calentamiento espontáneo	Contacto con el agua reacciona	Líquido comburente	Sólido comburente	Peligro Orgánico	Corrosivos (S)	Corrosivos (L)	Tóxico agudo (S)	Tóxico agudo (L)	Tóxico crónico (S)	Tóxico crónico (L)	Peligro ambiental	Sustancias Peligrosas Varias	Nocivo Irregular (S)	Nocivo Irregular (L)
Líquido inflamable																		
Sólido inflamable																		
Experimentan calentamiento espontáneo																		
Contacto con el agua reacciona																		
Líquido comburente																		
Sólido comburente																		
Peligro Orgánico																		
Corrosivos (S)																		
Corrosivos (L)																		
Sustancias tóxicas efecto agudo (S)																		
Sustancias tóxicas efecto agudo (L)																		
Sustancias tóxicas efecto crónico (S)																		
Sustancias tóxicas efecto crónico (L)																		
Sustancias peligrosas para el ambiente																		
Sustancias Peligrosas Varias																		
Nocivo Irregular (S)																		
Nocivo Irregular (L)																		

Si pueden almacenar juntos  
Revisar las secciones 7 y 10 de hoja de seguridad del producto químico  
Almacenar separados. Se debe almacenar separados por mucho si a una distancia  
L= Sustancias en estado Líquido      S= Sustancias en estado Sólido

**Nota.** La figura representa el mapa de compatibilidad química general para diferentes clasificaciones de sustancias. Tomado de: K. Y. Soriano Rivera, «Pontificia Universidad Javeriana,» 14 Agosto 2015. [En línea]. Available: [https://www.javeriana.edu.co/siso/procedimiento-para-la-gestion-de-peligro-quimico?p\\_p\\_id=110\\_INSTANCE\\_9lqrN7P8DzAv&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column1&p\\_p\\_col\\_count=2&\\_110\\_INSTANCE\\_9lqrN7P8DzAv\\_struts\\_action=%2Fdocument\\_lib](https://www.javeriana.edu.co/siso/procedimiento-para-la-gestion-de-peligro-quimico?p_p_id=110_INSTANCE_9lqrN7P8DzAv&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column1&p_p_col_count=2&_110_INSTANCE_9lqrN7P8DzAv_struts_action=%2Fdocument_lib). [Último acceso: Noviembre de 2021].

### 1.2.5. Almacenaje

Una vez realizada la caracterización de los residuos y revisada la disposición adecuada según la compatibilidad química, se continúa con el almacenamiento para ser usados, eliminados o entregados a disposición final. Como se mencionó anteriormente el riesgo no solo es debido a la incompatibilidad sino también a las cantidades que se almacenan, por esto se debe tener en cuenta las características de riesgo más alto de cada uno de los residuos. [11]

Con respecto a los envases originales, se deben mantener con etiquetas legibles y éstas deben contener el nombre de la sustancia química, índice de peligrosidad o aviso de seguridad, característica de peligrosidad principal y distribuidor o fabricante. Algunas de las condiciones de almacenamiento de residuos se asignan y rotulan en un material de polietileno de alta densidad para asegurar así su resistencia; además, se llena el correspondiente registro interno en el acta de entrega y por último, se llena el recipiente, se sella y se revisa el rotulado. [11]

## **2. NORMATIVAS REQUERIDAS EN LA MANIPULACIÓN, ALMACENAMIENTO Y TRATAMIENTO DE LOS RESPEL**

Debido a que las principales actividades productivas, generan cantidades importantes de residuos peligrosos y al déficit en el manejo adecuado de estos desechos, nace la necesidad de implementar normativas que regulen el control de los residuos o desechos generados a nivel nacional y local para evitar una afectación negativa al medio ambiente generando así un deterioro en la calidad de vida.

Dichas normativas son el instrumento de gestión de información mediante el cual se captura información normalizada, homogénea y sistemática sobre la generación y manejo de residuos o desechos peligrosos, originados por las diferentes actividades productivas y sectoriales del país. El registro de generadores permite realizar un seguimiento a las empresas generadoras de residuos o desechos y al responsable del diligenciamiento de información, además captura información del consumo de materias primas que generarían residuos peligrosos, así como llevar el control de la producción anual de desechos por las entidades.

### **2.1. Decreto 4741 de 2005 “Regulación nacional para la prevención y manejo de sustancias peligrosas”**

Este decreto presenta las medidas necesarias para la prevención, reducción y disposición de residuos peligrosos según la gestión integral ya que para la implementación del proyecto se necesita conocer inicialmente las normativas nacionales que regulan la clasificación de sustancias peligrosas, obligaciones y responsabilidades, además de la reglamentación de almacenamiento y sus correspondientes prohibiciones. Por otro lado, se encarga de entregar las listas de clasificación de RESPEL en las diferentes líneas de residuos. [13]

La iniciativa fue establecida por el ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, con el objetivo de prevenir la generación y regular el manejo de residuos o desechos peligrosos, lo que dará como resultado proteger la vida humana y el ambiente dentro del territorio nacional.

Para comprender la importancia del cuidado medioambiental se muestra a continuación la relevancia de los artículos más importantes en dicho decreto, los cuales enfatizan las consecuencias y consideraciones a tener en cuenta para evitar derrames, realizar una correcta eliminación o disposición final de los diferentes residuos.

- ARTÍCULO 5°

En el presente artículo se estipulan las clasificaciones de los residuos o desechos peligrosos por las características fisicoquímicas de las diferentes sustancias, por esta razón, el generador estará en la facultad de demostrar ante las autoridades ambientales si los residuos presentan peligrosidad o no.

Se considera toda mezcla de sustancias peligrosas con otra no peligrosa, como peligrosa, ya que se confieren características de peligrosidad. Los desechos o residuos incluidos en el anexo I del decreto “Lista de residuos o desechos peligrosos por procesos o actividades” y anexo II del decreto “Residuos o desechos peligrosos por corrientes de residuos”, se consideran peligrosos a menos que no presenten características descritas en el anexo III del decreto “Características de peligrosidad de los residuos o desechos peligrosos”.

- ARTÍCULO 6°

Debido a que las diferentes sustancias o residuos químicos presentan particularidades en sus propiedades físico químicas, se determinan algunas de estas para la clasificación de un residuo o desecho como peligroso, por ello se debe revisar que contenga una o más de las siguientes características: corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas y radiactivas; las anteriores, no se caracterizan sustancias como infecciosas y radiactivas dentro del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible debido a los métodos de evaluación de las mencionadas características.

- ARTÍCULO 9°

Ya que los RESPEL son sustancias químicas contaminantes y peligrosas, la presentación original o la respectivas dispensaciones de los residuos o desechos peligrosos deben ser rotulados, embalados, etiquetados y transportados como lo estipula el **Decreto 1609 de 2002**, el cual establece los requisitos técnicos y de seguridad para el manejo y transporte de mercancías peligrosas en todo el territorio nacional, con el fin de minimizar el riesgo químico.

- ARTÍCULO 10°

Este artículo tiene el fin de estipular las obligaciones y responsabilidades que tienen los generadores de residuos, por ello se presentan a continuación dichas obligaciones. En primera instancia, se debe garantizar la gestión y manejo de los residuos generados; para cumplir éste propósito, se debe elaborar un plan de gestión integral de residuos que prevenga la generación de residuos por cada una de las diferentes fuentes de producción, además de minimizar la cantidad y peligrosidad de las sustancias que se producen en las diferentes líneas de producción, en este caso para el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible definiendo la fuente, cantidades y disposición final.

Para la realización de dicho plan, se deben identificar las propiedades fisicoquímicas de las sustancias y determinar las características de peligrosidad, esto con el fin de garantizar el correcto envasado, embalado y etiquetado para de esta manera cumplir la normativa de transporte al entregar la hoja de seguridad a la correspondiente autoridad contratada para la disposición final. Para poder realizar lo contemplado anteriormente se debe capacitar al personal encargado del manejo de residuos, así mismo, la divulgación del riesgo para la salud y el ambiente, además brindar al personal los elementos de protección personal necesarios.

Cuando se realiza un correcto manejo de los residuos y se cumplen los protocolos establecidos para una correcta manipulación, tratamiento, almacenamiento y transporte no deberían ocurrir accidentes, aunque al ser un centro educativo para diferentes ingenierías, se debe prevenir los accidentes por malas prácticas o la inexperiencia de los estudiantes; por este motivo, se debe

contar con un plan de contingencia para atender cualquier eventualidad, este plan debe seguir los lineamientos del **Decreto 321 de 1999**. El cual adopta el plan nacional de contingencia contra derrames de hidrocarburos, derivados y sustancias nocivas en aguas marinas, fluviales y lacustres.

Para evitar el cierre, clausuras o desmantelamientos de las instalaciones dentro de la universidad, se deben seguir los reglamentos establecidos y por ello se deben tomar medidas preventivas o contratar un servicio externo, el cual se encarga de divulgar los requerimientos establecidos por el **Decreto 4741 de 2005**. Se debe mantener el certificado de registro emitido por los receptores durante 5 años. Por último se enfatiza que el almacenamiento de los residuos peligrosos no puede superar los 12 meses en las instalaciones del generador, pero que, si es sustentado, el generador puede solicitar una extensión de tiempo ante las entidades ambientales y que para la elaboración del plan integral se cuenta con un plazo de 12 meses.

- **ARTÍCULO 11° y 12°**

Se especifica que el generador es responsable de los residuos que genere y se extiende a los afluentes, emisiones, productos y subproductos generados para los efectos de la salud y el ambiente. La responsabilidad del generador va hasta que el residuo sea aprovechado como insumo o dispuesto con carácter definitivo.

Así como los generadores tienen obligaciones y responsabilidades, los fabricantes o importadores, transportistas y receptores también cuentan con sus respectivas obligaciones, las cuales se estipulan en los artículos: 14, 15, 16, 17 y 18. Uno de los más importantes es el 16, el cual exige al transportador contar con la compatibilidad química dentro del vehículo y el 17, el cual establece que se deben entregar certificaciones de cumplimiento de la entrega de la sustancia peligrosa por parte de los receptores a los generadores para su respectivo seguimiento.

- ARTÍCULO 22°

El ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial establece de manera general y/o específica los elementos que deben ser considerados en los planes de gestión de devolución de productos posconsumo, los periodos establecidos se ven en la figura 5.

**Figura 5.**

*Cuadro de Residuos o Desechos Sujetos al Plan de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo.*

<b>Código</b>	<b>Residuos</b>	<b>Plazo máximo para la presentación del plan de devolución a partir de lo establecido en el artículo 22°</b>
Y4	Plaguicidas en desuso, sus envases o empaques y los embalajes que se hayan contaminado con plaguicidas.	6 meses
Y3	Fármacos o medicamentos vencidos	12 meses
Y31	Baterías usadas plomo-ácido	18 meses

*Nota.* El cuadro presenta los residuos que se deben acoger a las estrategias de posconsumo para la devolución de productos. Tomado de: Presidente de la república de Colombia, «Decreto Número 4741,» Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2005.

Teniendo en cuenta las líneas de proceso dentro del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible, en las cuales se desarrollará el estudio de las diferentes áreas de producción, no se contemplan sustancias indicadas en dicha tabla, por lo cual se descarta la opción de devolución de productos posconsumo dentro de las instalaciones de la universidad.

- ARTÍCULO 28°

Los generadores de residuos o desechos peligrosos están obligados a inscribirse en el Registro de Generadores de la autoridad ambiental encargada, el centro de procesos no se encuentra exento de esto, para el debido registro se debe tener en cuenta lo estipulado en este artículo y de esta

manera saber los plazos de registros, los cuales se muestran en la figura 6, allí se categoriza a los generadores de la siguiente manera:

- a) Gran generador: Persona que genera residuos o desechos peligrosos en una cantidad igual o mayor a 1000,0 kg/mes calendario considerando los períodos de tiempo de generación del residuo y llevando promedios ponderados y media móvil de los últimos seis (6) meses de las cantidades pesadas.
- b) Generador mediano: Persona que genera residuos o desechos peligrosos en una cantidad igual o mayor a 100,0 kg/mes y menor a 1000,0 kg/mes calendario, considerando los períodos de tiempo de generación del residuo y llevando promedios ponderados y media móvil de los últimos seis (6) meses de las cantidades pesadas.
- c) Pequeño Generador: Persona que genera residuos o desechos peligrosos en una cantidad igual o mayor a 10,0 kg/mes y menor a 100,0 kg/mes calendario considerando los períodos de tiempo de generación del residuo y llevando promedios ponderados y media móvil de los últimos seis (6) meses de las cantidades pesadas.

**Figura 6.**

*Cuadro de Plazos para el Registro de Generadores.*

<b>Tipo de Generador</b>	<b>Plazo Máximo para el Registro a partir de lo establecido en el Art. 27°</b>
Gran Generador	12 meses
Mediano Generador	18 meses
Pequeño Generador	24 meses

*Nota.* El cuadro presenta el plazo máximo para registrarse como generador de residuos. Tomado de: Presidente de la república de Colombia, «Decreto Número 4741,» Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2005.

- **ARTÍCULO 32°**

Este decreto no solo presenta las normativas o regulaciones con respecto a los residuos que se generan en diferentes líneas de producción, sino que estipula las prohibiciones a nivel nacional.

Por este motivo, algunas de las prohibiciones más importantes son las de introducir al territorio nacional residuos nucleares y desechos tóxicos, importar desechos orgánicos persistentes, quemar residuos a cielo abierto, ingresar desechos a rellenos sanitarios si no existen celdas de seguridad dentro de este, transferir equipos electrónicos en desusos con aceites, enterrar residuos en sitios no autorizados y el abandono de residuos o desechos peligrosos en vías, suelos, humedales, parques, cuerpos de agua o en cualquier otro sitio.

## **2.2. Resolución 1754 de 2011 “Adopción del plan para la gestión integral de residuos peligrosos para el distrito capital”**

También se tendrá en cuenta la resolución 1754 de 2011 de la secretaría distrital de ambiente, este documento “adopta el plan para la gestión integral de residuos peligrosos para el distrito capital”, siendo la normativa local que establece la guía de la gestión de residuos para Bogotá D.C. Fué estipulada con el fin de garantizar el manejo de sustancias de manera ambientalmente segura. Este documento relaciona las ideas principales del proyecto con un énfasis a la planta piloto y de esta manera obtener las pautas a seguir según el distrito. [9]

En esta resolución se adopta el plan para la gestión integral de residuos peligrosos para Bogotá D.C, así como sus documentos integrales, el plan a ejecutar es el instrumento de planeación a corto, mediano y largo plazo que define las líneas estratégicas para la gestión de los residuos peligrosos para Bogotá D.C. Fue establecido por la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C – Secretaría Distrital de Ambiente.

El objetivo general es prevenir y minimizar la generación de los residuos peligrosos en el distrito capital, garantizando un manejo seguro en el marco de la protección a la salud y del medio ambiente, los objetivos específicos y metas se ven reflejadas en la figura 7.

**Figura 7.**

*Cuadro de Objetivos Específicos y Metas del distrito capital.*

<b>OBJETIVO</b>	<b>META</b>
Prevenir y minimizar la generación de residuos peligrosos - respel	Reducir el 40% de la intensidad generada
Promover la gestión y manejo de los residuos peligrosos generados	Aumentar la cantidad de residuos peligrosos gestionados con empresas autorizadas, en un 40% y promover la gestión adecuada de diez (109 corrientes de residuos prioritarias para el distrito capital.
Promover el cumplimiento de los compromisos internacionales relacionados con sustancias y residuos peligrosos	Identificar el 100% de los residuos peligrosos prioritarios objeto de compromisos internacionales (COP's - SAO's)
Fortalecer instrumentos de gestión	Garantizar la cobertura del 100% de los generadores de residuos peligrosos prioritarios a través de los instrumentos de control ambiental.

*Nota.* El cuadro presenta los objetivos específicos y las metas establecidas en el distrito capital para la implementación del plan RESPEL contemplado nivel nacional. Tomado de: Secretario distrital de ambiente, «Resolución 1754,» Secretaría Distrital de Ambiente, Bogotá D.C, 2011.

Cada municipio debe garantizar un manejo adecuado de los residuos, promoviendo el cumplimiento de los compromisos internacionales a los cuales se acogió el país para fortalecer la gestión ambiental y en este caso, Bogotá no es la excepción, el distrito capital tiene como meta aumentar la cantidad de desechos que se gestionen a nivel local por parte de las empresas con esto se tienen en cuenta las diferentes corrientes de residuos, la exigencia del distrito se regula con los instrumentos de control que deben garantizar el 100% de los generadores de RESPEL, para esto se debe identificar los diferentes residuos y así reducir la intensidad de las características de peligro.

- ARTÍCULO 5°

La adopción del plan de gestión integral de residuos o desechos peligrosos para el distrito capital se implementará mediante la ejecución de estrategias, programas y proyectos presentados en las figura 8 y 9

**Figura 8.**

*Cuadro de la Estructura Programática de las estrategias para el distrito capital.*

<b>ESTRATEGIAS</b>	<b>PROGRAMAS</b>	<b>PROYECTOS</b>
Prevención y minimización	Producción y consumo sostenible (PyCS)	Desarrollo de instrumentos informativos
		Desarrollo de Incentivos
		Investigación en PyCS
	Hogares responsables	“Aquí disminuimos respel”
	Sello Ambiental y etiquetado	Fomentar el uso materias primas, bienes y servicios con sello ambiental
		Fomentar la certificación de bienes y servicios con sello ambiental
Promoción y fortalecimiento de la cadena de gestión	Fortalecimiento de Gestores	Plan semilla
		Apoyo Empresarial
		Corrientes de bajo volumen
		Creación y/o desarrollo de la Bolsa de respel para Bogotá D.C.
	Nuevas instalaciones para gestión y manejo de Respel	Articulación POT
	Introducción del componente Respel en las nuevas obras civiles	Lineamientos de diseño para el manejo de Respel en nuevas instalaciones
	Fortalecimiento del transporte de Respel	Marco Normativo

*Nota.* El cuadro presenta la programación de las diferentes estrategias plantadas por el distrito capital para la implementación del plan RESPEL. Tomado de: Secretario distrital de ambiente, «Resolución 1754,» Secretaría Distrital de Ambiente, Bogotá D.C, 2011.

- ARTÍCULO 7°

Ya que esta resolución tiene como fundamento el decreto 4741 de 2005, cabe aclarar que las acciones relacionadas a la gestión y/o el manejo de los residuos peligrosos en el Distrito Capital deberán articularse con el acompañamiento de la Secretaría Distrital de Ambiente como autoridad ambiental, esto se estipula ya que al encontrarse dentro de las limitaciones de Bogotá, la Universidad de América se debe registrar ante las autoridades locales para el debido registro, en el cual se entrega información de las cantidades, el tratamiento y la disposición final que tuvieron los RESPEL generados dentro de las diferentes instalaciones educativas, todo esto en el marco del cuidado a la salud y al ambiente.

**Figura 9.***Cuadro de la Estructura Programática del distrito capital.*

<b>ESTRATEGIAS</b>	<b>PROGRAMAS</b>	<b>PROYECTOS</b>
Promoción y fortalecimiento de la cadena de gestión (cont)	Gestión Regional	Proyecto Enlace
	Parques industriales Ecoeficientes	Identificación de pequeños generadores con posibilidad de alianza
		Promover el desarrollo de parques ecoeficientes
	Prevención y manejo de emergencias con Respel	Incidentes durante el manejo de Respel
		Abandono de Respel
Promoción y fortalecimiento de la cadena de gestión (cont)	Gestión de corrientes prioritarias	Investigación en corrientes prioritarias
		Fortalecimiento a la gestión de corrientes prioritarias
		Marco Normativo
	Actores ilegales en la cadena de gestión. Acciones a tomar	Identificar actores ilegales en la cadena de gestión
		Acciones a tomar con los actores ilegales en la cadena de gestión
Desarrollo del convenio de Estocolmo	Apoyo al Programa Nacional del Convenio de Estocolmo	El Convenio de Estocolmo
Desarrollo del Protocolo de Montreal	Apoyo al Programa País	Disminuyendo SAOs en Bogotá
Fortalecimiento Industrial	Seguimiento y Control	Fortalecimiento del recurso humano en la SDA para atender la gestión de los respel
		Fortalecer el registro de Generadores

**Nota.** El cuadro representa la estructura programática de los programas y proyectos establecidos por el distrito capital. Tomado de: Secretario distrital de ambiente, «Resolución 1754,» Secretaría Distrital de Ambiente, Bogotá D.C, 2011.

### **2.3. Ley 1252 “Dictamen de normativas prohibitivas en materia ambiental, referente a residuos y desechos peligrosos y se dictan disposiciones”**

Además de las normativas, se debe analizar las prohibiciones estipuladas en la Ley 1252 de 2008 del Congreso de Colombia “Por el cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referente a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones”. El objetivo principal de dicha ley es la regulación de sustancias peligrosas según lo establecido en el convenio de Basilea con el énfasis en producción limpia, la eliminación responsable dentro del país y por último estipula las sanciones correspondientes debido a las malas prácticas. [7]

- **ARTÍCULO 2°**

Uno de los principios de la presente Ley se alinea con la meta de la Universidad ya que se busca la minimización en la generación de residuos aplicando nuevas tecnologías limpias y de planes integrales, además, fundamenta la iniciativa del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible al desarrollar un plan de diseño que cuide la salud de los estudiantes y colaboradores por medio de los diferentes planes limpios y eficientes de tratamiento, almacenamiento y transporte de residuos peligrosos.

Al desarrollar planes y actividades que se fundamenten en la política ambiental de residuos peligrosos, se tiene como finalidad el aumento de riquezas para fomentar la creación de fuentes de empleos que mejoren el desempeño ambiental y que no afecte sectores sociales que manejen los residuos. De esta manera al crear políticas de producción limpia con estrategia empresarial, se induce a la innovación en los procesos de producción con buenas prácticas de manufactura que sustituyan procesos contaminantes en los diferentes sectores industriales.

- **ARTÍCULO 4° - 5° - 6°**

Debido al deterioro ambiental que tienen consigo los RESPEL se establecen las normativas nacionales referentes a la concientización de los diferentes residuos y así estos artículos dan potestad al ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial de ejercer el juicio

correspondiente para definir como desecho o sustancia peligrosa a las sustancias bajo los criterios para su clasificación.

Por otro lado, se dicta la prohibición principal que es la introducción o tráfico ilícito de residuos peligrosos al país y así mismo, la recepción de dichas sustancias para disposición final en rellenos sanitarios que no cumplan con las capacidades ni condiciones adecuadas, además, si llegase a detectarse el ingreso al territorio nacional de residuos peligrosos, se debe devolver estos desechos con estricto acompañamiento de las entidades regulatorias, las cuales impondrán también las multas y sanciones correspondientes.

- ARTÍCULO 7°- 8° - 9° - 11°

En el capítulo dos de la presente ley, se estipulan las responsabilidades que tienen los generadores, transportadores y receptores de los residuos peligrosos, adicional a esto se estipulan los límites en los cuales actúan como responsables cada uno de estos.

Como se ha mencionado anteriormente, el generador tiene la responsabilidad sobre los residuos que sean generados en sus instalaciones, pero también se hará cargo de lo que suceda con los afluentes, las emisiones, productos y subproductos, equipos en uso o desuso, epp que sean utilizadas en el manejo, fabricación, almacenaje y transporte de estas sustancias.

Cabe resaltar que las responsabilidades del generador se extienden hasta que el residuo peligroso sea aprovechado como materia prima en algún proceso productivo o sea enviado a disposición final que no genere riesgo a la salud ni al ambiente. Aunque se continuará siendo responsable de los efectos que traigan consigo los residuos de naturaleza química o biológica no declarada al receptor.

- ARTÍCULO 12°

Cuando se habla de otras disposiciones legales, se debe incluir las obligaciones correspondientes a los generadores de residuos peligrosos, las mencionadas son las que se han estipulado en el

**decreto 4741 de 2005** como la realización de la caracterización fisicoquímica y/o microbiológica para la identificación del grado de peligrosidad, transmitir la información a los encargados de las diferentes actividades relacionadas con los residuos, la formulación de planes integrales de gestión que minimicen los riesgos, garantizar el envasado y etiquetado según lo estipulado en la normativa, cumplir con la documentación de cada una de las sustancias que se encuentren en las áreas del CEPIIS, realizar capacitaciones al personal interno para el manejo adecuado de los desechos, y por último, llevar el debido registro ante la autoridad ambiental competente.

Todas estas se deben tener claras en el momento de llevar a cabo los protocolos y/o actividades correspondientes a los RESPEL, ya que el incumplimiento de estas obligaciones carga consigo multas y sanciones tanto económicas como las clausuras correspondientes por actividades indebidas que generen algún tipo de riesgo a la salud y el ambiente.

- **ARTÍCULO 17°**

Como se mencionó anteriormente, el incumplimiento o violación de las obligaciones o prohibición estipuladas en la Ley 1252 de 2008, conllevarán a diferentes sanciones penales, administrativas o disciplinarias por daños a los ecosistemas, la salud humana o integridad física de la sociedad, las cuales serán interpuestas por el ministerio de ambiente y las corporaciones autónomas regionales.

Las sanciones que se pueden llegar a interponer por los entes regulatorios son multas hasta de 300 SMMLV, suspensión de licencias, cierre temporal o definitivo del establecimiento, demolición de la obra y decomiso de productos. Debido a las fuertes sanciones, se han generado medidas preventivas que van desde amonestaciones verbales o escritas y decomiso preventivo. Por último, se aclara que el pago de multas no exime al generador o infractor de la remediación del medio ambiente afectado por las actividades que se lleven a cabo con malas prácticas dentro de las instalaciones. [7]

## **2.4. Resolución 1362 de 2007 “Requisitos y procedimiento para el registro de generadores de residuos o desechos peligrosos”**

Por otra parte, se revisa la resolución 1362 de 2007 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial, el cual lleva por título “Requisitos y procedimiento para el Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos, a que hacen referencia los artículos 27° y 28° del **Decreto 4741** del 30 de diciembre de 2005”. En el presente se muestran las categorías por las cuales se clasifican según las cantidades a los generadores de residuos, el plazo máximo de registro, además de presentar un informe detallado de los pasos a seguir y las guías para la divulgación de información. [14]

- **CAPÍTULO 1 “Disposiciones generales sobre el registro de generadores”**

Teniendo el enfoque principal del **decreto 4741** referente a la minimización de la generación de residuos peligrosos, se fomenta la reglamentación correspondiente para el debido registro de desechos peligrosos. Como objetivo principal de esta resolución, se encuentran los requisitos y el procedimiento para el registro de generadores de residuos o desechos peligrosos con el fin de tener información verídica y cuantificable del manejo de RESPEL originados por actividades productivas.

Para iniciar el proceso de registro, se debe realizar la solicitud de inscripción al ministerio de ambiente de la jurisdicción correspondiente de manera escrita, ésta solicitud se realiza teniendo en cuenta el plazo por categoría a la que pertenece el generador, dichas categorías se estipulan en el artículo 28 del **decreto 4741** y como se puede observar en la figura 7. Con la solicitud realizada, el ministerio de ambiente tiene un plazo máximo de 15 días hábiles para responder la solicitud y generar el número de registro asignado para la instalación generadora de residuos.

- CAPÍTULO 2 “Acopio, procesamiento, transmisión y divulgación de la información del registro de generadores de residuos o desechos peligrosos”

En el presente capítulo se expresan los artículos 8, 9 y 10 en los cuales principalmente se habla del acopio que se realizará por parte del IDEAM, siendo esta entidad la encargada de administrar la información en el sistema de información ambiental (SIA), la recaudación de esta información se realizará vía web en excel, donde estarán disponibles a todo público en el sitio web, además de esto, el IDEAM debe suministrar los manuales y guías correspondientes para la correcta alimentación de dichas bases de datos.

Toda la información que se recolecta por las autoridades ambientales será transmitida al IDEAM para su consolidación y de esta manera realizar la divulgación relacionada con los residuos peligrosos a nivel nacional, esta información será consolidada de la siguiente manera: cantidad anual generada por actividad productiva, cantidad anual de residuos generados por corrientes o tipos de residuos y por último, la cantidad anual y tipo de residuo almacenados, aprovechados, tratados y dispuestos a través de receptores.

Con la información mencionada anteriormente por el IDEAM, las autoridades ambientales deberán consolidar la información en cantidades anuales generadas por actividades productivas en los diferentes municipios o departamentos de su jurisprudencia, además de la información que ya ha entregado el ente regulatorio (IDEAM).

- CAPÍTULO 3 “Disposiciones finales”

Por último, en el artículo 11 y 12 del presente capítulo, se encuentra el seguimiento y monitoreo que deberán realizar las autoridades ambientales mediante programas y actividades para corroborar que la información entregada por los generadores es verídica, debido a la importancia del cumplimiento de esta resolución, las entidades ambientales tendrán la potestad de imponer medidas preventivas y sancionatorias que eviten la violación de estas disposiciones. [14]

## **2.5. Decreto 1609 de 2002 “Reglamentación del manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera”**

Para finalizar con la última de las normativas nacionales revisadas dentro del sistema de gestión integral de residuos peligrosos, se encuentra el **decreto 1609 de 2002**, el cual estipula la reglamentación de etiquetado, transporte, clasificación y rotulado. En este caso se abordará la importancia del etiquetado según se establece en la Norma Técnica colombiana NTC 1692 y el más relevante del enfoque de transporte. [15]

- **ARTÍCULO 4°**

En el presente artículo se presenta la Norma Técnica Colombiana NTC 1692, en la cual se estipula cómo debe realizarse el rotulado y etiquetado de los embalajes y envases de los residuos peligrosos que van a ser transportados por el territorio nacional, adicional a esto, las pruebas de marcado son requisitos de embalaje y envasado. Dichas pruebas se realizan por entidades acreditadas para cada una de las diferentes clasificaciones de las sustancias.

Por lo anterior y según la NTC 4702 con sus respectivos anexos, se debe realizar la clasificación de las sustancias en nueve grupos, los cuales son: explosivos, gases inflamables, líquidos inflamables, sólidos inflamables y/o sustancias de combustión espontánea, sustancias comburentes y/o peróxidos orgánicos, tóxicas e infecciosas, radioactivos, corrosivas y por último las sustancias peligrosas varias. Para tener a consideración, algunas de estas clasificaciones no tendrán en cuenta dentro del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible debido a las características de los procesos que se llevarán a cabo.

- **ARTÍCULO 11°**

Como se había mencionado anteriormente en el Decreto 4741 de 2005, los generadoras de residuos no solo tienen que cumplir normas sino que también deben cumplir algunas obligaciones ante las diferentes entidades regulatorias y el Centro de Procesos e Innovación para

la Industria Sostenible al pertenecer a la cadena del transporte como remitente y/o propietario de mercancías peligrosos debe cumplir algunos requisitos estipulados en este artículo.

Teniendo en cuenta el enfoque académico de la universidad, no se puede dejar de lado la capacitación a los funcionarios que hagan parte del ciclo respectivo al manejo de los RESPEL generados en la planta piloto, por ende, se debe diseñar un programa de capacitaciones que logre entrenar a todo el personal que intervenga en dicho ciclo y de esta manera garantizar las prácticas seguras referentes a la utilización o manipulación de productos químicos.

Por otro lado, si se llegase a realizar la movilización de residuos peligrosos en las vías del país con un vehículo propio, se deben llevar a cabo diferentes actividades como lo son capacitaciones al conductor del vehículo, elaboración de las tarjetas de emergencia referentes a las sustancias químicas que se transporten y el diseño de un plan de contingencia para un supuesto accidente de derrame.

Debido a que los residuos peligrosos son extraídos de la universidad por entidades externas a esta, se debe entregar la documentación correspondiente al destinatario ya que será la guía para la respectiva disposición final de las sustancias peligrosas, dentro de esta información se debe entregar la tarjeta de seguridad, hojas de seguridad y fichas técnicas de los RESPEL, adicional a esto, se debe estar dispuesto a brindar ayuda técnica en caso de accidentes donde se encuentren sustancias químicas provenientes del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible.

- ARTÍCULO 25°

El artículo 25 del decreto presenta el control realizado por las entidades regulatorias para el cumplimiento de las obligaciones mencionadas en el artículo 11, las más importantes son la revisión de los documentos obligatorios, la verificación de los envases, embalajes, rótulos y etiquetas según corresponda a el medio de transporte y las EPP correspondientes.

- ARTÍCULO 28°

Para finalizar, cabe destacar que de no cumplirse las obligaciones estipuladas en el artículo 11 para los remitentes de mercancías peligrosas, se llevarán a cabo ciertas sanciones por parte de las entidades regulatorias pero las multas son diferentes dependiendo el incumplimiento de los literales incumplidos, dada esta afirmación se disponen de tres tipos de multas las cuales estipulan que si se llegase a infraccionar el literal D y W, se cobrará la suma de 20 SMMLV como multa; por otro lado, al incumplirse el literal C y P del presente decreto, se multará con la suma de 100 SMMLV y por último se sancionará con 200 SMMLV al infractor de los literales F,G,J,U y V.

## **2.6. Diagnóstico**

Al hacer la revisión de los diferentes documentos de regulación nacional, se encontró la base de todo protocolo de residuos en las diferentes instalaciones o plantas de producción que tengan manejo de sustancias químicas peligrosas o contaminantes en sus procesos, por esto se tendrá en cuenta como base fundamental para el diseño de los diferentes protocolos que se establecen en el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible de la Fundación Universidad de América.

A pesar de que algunas de estas estrategias programáticas se enfatizan para las zonas urbanas del país se debe analizar cada una de las estrategias con sus debidos programas y proyectos, de esta manera se adoptan los fundamentos locales para la creación de los protocolos internos del dentro del CEPIIS, desde la recolección hasta la disposición final por medio de la entidad ejecutora contratada por la Universidad.

Las diferentes resoluciones y leyes se han basado en el decreto 4741 ya que es la normativa principal a nivel nacional, esto permite un panorama general para la creación de protocolos internos y externos a los diferentes generadores y prestadores de servicios de disposición final de RESPEL, además, fomenta en las diferentes entidades regulatorias las guías de examinación de las instalaciones donde se producen residuos y de esta manera garantizar un cumplimiento de dichos deberes gubernamentales.

### **3. PROYECCIÓN Y REGISTRO DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS EN EL CENTRO DE PROCESOS E INNOVACIÓN PARA LA INDUSTRIA SOSTENIBLE**

La proyección de residuos o desechos peligrosos en los diferentes espacios de trabajo del CEPIIS abarca un espectro muy amplio en cuanto a las diferentes unidades de proceso que se tendrán instaladas en la planta piloto propuestas por PS<sup>+</sup>E. En cada proceso se manipularán diferentes residuos con una complejidad por equipo; teniendo en cuenta lo anterior, se tomará el listado de sustancias a trabajar en el CEPIIS, el cual se ha seleccionado con el equipo directivo en conjunto con el colaborativo estudiantil del proyecto.

Por esta razón la proyección de residuos se realizará con las sustancias que se llegarán a usar en cada una de las operaciones unitarias encontradas dentro del CEPIIS y de esta manera generalizar un comportamiento riguroso referente a los desechos que se llevarán a pretratamiento o a una disposición final.

Debido a que los equipos dispuestos para el Centro de Procesos Biológicos y la PTAR del CEPIIS han sido suministrados por un ente externo diferente a PS<sup>+</sup>E. El equipo estudiantil que se encuentra trabajando en los proyectos complementarios revisa las sustancias con el apoyo de los directores y proveedores, las sustancias de estas unidades del proceso se deberán evaluar en cuanto el proyecto del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible culmine.

#### **3.1. Tren de evaporación triple efecto**

Uno de los equipos que se someterán a una cantidad mínima de sustancias, se encuentra en la zona de evaporación, él (TE-M) o la unidad de tren de evaporadores dispuesto para el equipo del CEPIIS, se utilizará de simple o múltiple efecto. Está compuesto por una chaqueta y dos calandrias las cuales tendrán aplicación en investigación, docencia y producción a pequeña escala lo que para fines prácticos del proyecto será adecuada en la planta piloto de la universidad. [16]

Las sustancias que se trabajarán en este equipo, serán las dispuestas en la figura 10. Ya que las especificaciones técnicas del fabricante recomiendan el uso de agua como sustancia pura a

evaporar, se estaría generando una reducción en la peligrosidad de las sustancias por disminución de concentración en los RESPEL que se puedan llegar a producir [16]

**Figura 10.**

*Cuadro de sustancias a trabajar en la TE-M del CEPIIS.*

<b>LISTADO DE SUSTANCIAS A TRABAJAR EN EL CEPIIS</b>		
<b>Unidad / Centro</b>	<b>Sustancias / Compuestos</b>	<b>Notas</b>
Tren de evaporadores (control manual)	Residuos de Biomasa, residuos de alimentos, Cloruro de sodio, Soda cáustica, Glicerina, Sales orgánicas e inorgánicas.	N/A

*Nota.* El cuadro presenta las posibles sustancias que se trabajaran en el tren de evaporación del CEPIIS de la Universidad de América. Tomado de: Tomado de Informe CEPIIS segundo semestre 2022

**3.2. Secador de bandejas**

La unidad en la cual se presentará una menor cantidad y variedad de residuos es el secador de bandejas, este equipo permite variar la velocidad el ventilador, así como modificar la humedad del aire en el interior del sistema permitiendo de esta manera realizar una transferencia de masa adecuada y controlada mediante las celdas de carga. Por otra parte, se encuentra construido en acero inoxidable, lo que aumenta la vida útil y permite la aplicación en investigación, docencia y producción a pequeña escala. [16]

La proyección de residuos a trabajar en este equipo se encuentra en la figura 11. Este tipo de residuos al ser componentes orgánicos tienen una facilidad en la manipulación, clasificación y disposición final por su naturaleza física. Esto favorece la recolección y extracción del material a desechar o tratar.

**Figura 11.**

*Cuadro de sustancias a trabajar en el secador de bandejas del CEPIIS.*

<b>LISTADO DE SUSTANCIAS A TRABAJAR EN EL CEPIIS</b>		
<b>Unidad / Centro</b>	<b>Sustancias / Compuestos</b>	<b>Notas</b>
Secador de bandejas	Residuos de Biomasa, residuos de alimentos	Puede ser empleado para el secado de una gran variedad de productos (alimentos, minerales, biomasa)

*Nota.* El cuadro presenta las posibles sustancias que se trabajaran en el secador de bandejas del CEPIIS de la Universidad de América. Tomado de: Tomado de Informe CEPIIS segundo semestre 2022

### **3.3. Planta de extracción sólido - líquido y líquido – líquido**

Uno de los equipos más robustos del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible es la unidad PESL que corresponde a la planta de extracción Sólido - Líquido, este tipo de operación unitaria es utilizada ampliamente en la industria debido a su aplicación en la transferencia de masa ya que aprovecha el principio de la diferencia de concentración del soluto y el solvente. [16]

La diferencia natural de algunos líquidos permite realizar un tipo de extracción líquido - líquido ya que debido a su afinidad selectiva permite la transferencia de masa entre dos sustancias de la misma fase, otro factor importante es la inmiscibilidad debido a que al mezclar las sustancias se separan obteniendo los componentes de interés del soluto. [16]

La planta de extracción PESL es un prototipo diseñado por PS<sup>+</sup>E, que utiliza el principio de percolador con funcionamiento de una extracción SOXHET; este equipo permite realizar procesos continuos y por lotes que pueden ser utilizados en diferentes aplicaciones de docencia e investigación. [16]

Los compuestos que se manipularán en la unidad PESL serán las estipuladas en la figura 12. En su mayoría contarán con solventes de naturaleza orgánica y algunos inorgánicos que deben ser manipulados y dispuestos de la manera más segura para las personas que se encuentren en el edificio. La mayoría de estas sustancias contarán con propiedades físicas peligrosas que serán

analizadas en el laboratorio, por este motivo la movilización deberá ser de gran cuidado para evitar derrames que pueden causar daños ambientales graves.

**Figura 12.**

*Cuadro de sustancias a trabajar en la planta de extracción PESL del CEPIIS.*

<b>LISTADO DE SUSTANCIAS A TRABAJAR EN EL CEPIIS</b>		
<b>Unidad / Centro</b>	<b>Sustancias / Compuestos</b>	<b>Notas</b>
Planta de extracción sólido líquido y líquido – líquido	Aceites esenciales, Solventes orgánicos (alifáticos, aminas, hidrocarburos, halogenados, alcoholes, acetaldehídos, cetonas y ésteres), ácido carbónico, ácido carboxílico, ácido acético, ácidos inorgánicos, sales orgánicas e inorgánicas, alquenos	El equipo permite realizar el proceso de extracción, concentración de extracto y la recuperación del solvente, construido en acero inoxidable 304. Puede ser utilizado por una gran variedad de aplicaciones de extracción con solventes.

*Nota.* El cuadro presenta las posibles sustancias que se trabajaran en la planta de extracción sólido líquido y líquido – líquido del CEPIIS de la Universidad de América. Tomado de: Tomado de Informe CEPIIS segundo semestre 2022

**3.4. Planta de destilación continua**

La destilación aprovecha una de las propiedades físicas de las sustancias (la volatilidad) para purificar y separar mezclas multicomponentes, cuando este proceso se realiza en serie, se obtienen componentes de alta pureza de producto destilado que al incorporarse al proyecto del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible permite que los estudiantes tengan un acercamiento práctico al proceso más utilizado en las diferentes industrias. [16]

La planta de destilación continua del CEPIIS (PDC3-M) es un prototipo experimental diseñado por PS<sup>+</sup>E que tiene la finalidad de estudiar el desempeño de la destilación de diferentes mezclas ideales y no ideales, esta unidad permite actividades de docencia e investigación tradicionales, con azeótropos y/o extractivos en procesos de destilación simples, continuos o BATCH con rectificación. [16]

Las sustancias que se tendrán en cuenta en este proceso son entregados en la figura 13. Al igual que en el proceso de extracción, estas sustancias contienen propiedades de características peligrosas lo que genera más riesgosa su manipulación. Los residuos que se pueden llegar a

originar en este proceso deben ser manipulados de manera adecuada, de modo que su transporte y almacenamiento serán con todas las medidas de seguridad.

**Figura 13.**

*Cuadro de sustancias a trabajar en la planta de destilación PDC3 - M del CEPIIS.*

<b>LISTADO DE SUSTANCIAS A TRABAJAR EN EL CEPIIS</b>		
<b>Unidad / Centro</b>	<b>Sustancias / Compuestos</b>	<b>Notas</b>
Planta de destilación continua (control manual)	Solventes orgánicos (alifáticos, aminas, hidrocarburos aromáticos, hidrocarburos halogenados, alcoholes, cetonas y ésteres), ácido carbónico, ácido acético, ácidos inorgánicos, aceites, alquenos	Utilizado para destilación de diversidad de mezclas ideales y no ideales, destilación tradicional, extractiva y azeotrópica

*Nota.* El cuadro presenta las posibles sustancias que se trabajaran en la Planta de destilación continua del CEPIIS de la Universidad de América. Tomado de: Tomado de Informe CEPIIS segundo semestre 2022

**3.5. Planta de absorción de gases**

La absorción puede ser un proceso físico o químico que consiste en eliminar una o más compuestos de una corriente gaseosa al hacerse pasar a través de una corriente líquida. El proceso químico consiste en seleccionar un solvente que reaccione con el gas mientras que en el físico el gas debe tener mayor solubilidad en el solvente. [16]

La unidad PAG-M diseñada por PS<sup>+</sup>E puede ser utilizada para una gran variedad de aplicaciones de absorción, ya que al ser un prototipo experimental que se basa en las condiciones de presión y temperatura a la que se someten los fluidos, permite estudiar el desempeño de la operación manipulando variables como flujos, temperaturas de ingreso, tipo de gas, etc. [16]

Al ser una de las operaciones más utilizadas en la industria para la separación de mezclas multicomponentes, la planta piloto del CEPIIS someterá el equipo a diferentes sustancias que se mencionan en la figura 14. Los compuestos aquí mencionados, en su mayoría son de naturaleza orgánica como las aminas, que deben ser consideradas peligrosas tanto para la seguridad humana como para el medioambiente, por ende su manipulación debe ser de extremo cuidado.

**Figura 14.**

*Cuadro de sustancias a trabajar en la Planta de absorción PAG - M del CEPIIS.*

<b>LISTADO DE SUSTANCIAS A TRABAJAR EN EL CEPIIS</b>		
<b>Unidad / Centro</b>	<b>Sustancias / Compuestos</b>	<b>Notas</b>
Planta de absorción de gases	Partículas sólidas, aceites lubricantes, purgas de agua, etanol, benceno, solventes orgánicos tipo (MDEA, DEA, DGA, DIPA, TEA...), Organosulfurados, Butadieno, Aminas en general, ácido fosfórico.	Estructura modular construida en acero

*Nota.* El cuadro presenta las posibles sustancias que se trabajaran en la Planta de absorción de gases del CEPIIS de la Universidad de América. Tomado de: Tomado de Informe CEPIIS segundo semestre 2022

### **3.6. Banco de reactores**

Los reactores químicos son equipos robustos muy complejos en los que se presentan fenómenos de transferencia de calor, masa difusión y fricción. El banco de reactores (BR) dispuesto por PS<sup>+</sup>E para el CEPIIS de la Universidad de América se compone de 4 reactores CSTR y 4 PFR, tres con capacidad de un litro y uno de cuatro litros para cada tipo de reactores, por último, cuenta con uno multitubular de lecho empacado PBR de 9 tubos con capacidad de 3 L, perfectos para trabajar en docencia e investigación. [16]

Los tipos de reactores más usados en la industria son reactores BATCH para procesos por lotes, continuos de tanques agitados (CSTR) generalmente para reacciones en fase líquida, reactores tubulares PFR para reacciones de gases y reactores empacados PBR para reacciones catalíticas. [16]

Los reactores son los equipos principales de un proceso químico que pueden trabajar reacciones homogéneas líquidas, heterogéneas, catalíticas entre otras, pero en el caso de banco de reactores de CEPIIS se manipulan sustancias en fase líquida lo que complica la disposición final, a pesar de ello, las sustancias expresadas en la figura 15 tendrán la similitud natural de los otros procesos.

**Figura 15.**

*Cuadro de sustancias a trabajar en el banco de reactores BR del CEPIIS.*

<b>LISTADO DE SUSTANCIAS A TRABAJAR EN EL CEPIIS</b>		
<b>Unidad / Centro</b>	<b>Sustancias / Compuestos</b>	<b>Notas</b>
Banco de reactores	Aceites, hidrocarburos, catalizadores sólidos, aminas, alcoholes, cetonas, aldehídos, ésteres, ácidos carboxílicos, nitrilos (?), halogenados, fenoles, éteres, alquenos, sales orgánicas e inorgánicas.	En la unidad se pueden llevar a cabo procesos químicos y bioquímicos en fase líquida. El material es de acero inoxidable. Se manejan sustancias con cambio de fase y a temperatura elevada

*Nota.* El cuadro presenta las posibles sustancias que se trabajaran en el Banco de reactores del CEPIIS de la Universidad de América. Tomado de: Tomado de Informe CEPIIS segundo semestre 2022

**Tabla 2.**

*Capacidad de los Equipos Instalados.*

<b>Equipo</b>	<b>Volumen lleno (L)</b>	<b>Capacidad ciclos día (L)</b>
<b>Banco de Reactores</b>	75	225
<b>Columna Absorción</b>	100	200
<b>Columna Destilación</b>	200	200
<b>Extractor SL/LL</b>	111	333
<b>Secador</b>	0	0
<b>Tren Evaporación</b>	108	300

*Nota.* La tabla representa la capacidad instalada de cada uno de los equipos que se encuentran en el CEPIIS de la Universidad de América. Tomado de Informe CEPIIS segundo semestre 2022

Por otro lado los equipos cuentan con una capacidad definida por el proveedor en el cual aseguran la integridad del equipo y del operario en cuanto a riesgo operativo. Estas capacidades se presentan en la tabla 2 la cual nos entrega el volumen permitido por cada equipo y su capacidad de ciclos al día.

### 3.7. Recepción, movilización y ubicación de los RESPEL en el CEPIIS

Debido a la necesidad de extraer los residuos generados en las diferentes zonas de producción que se atienden en el CEPIIS, se plantea la ruta más adecuada para realizar una correcta y segura movilización de los residuos peligrosos hacia la zona de almacenaje temporal, para esto se tienen en cuenta los diferentes espacios dentro y fuera del edificio con respectivas rutas externas de la universidad.

Como se observa en la Figura 16, al ser un departamento ubicado en las instalaciones de un centro académico, se logra visualizar la problemática que puede llegar a ser la movilidad de los diferentes envases de plástico rígidos de residuos peligrosos, teniendo en cuenta lo anterior, se debe garantizar la seguridad de los estudiantes, docentes y/o colaboradores que se encuentren ingresando o movilizándose en los alrededores del CEPIIS, de esta manera evitar una exposición, accidente o incidente que pueda llegar ocasionar las tareas de transporte.

**Figura 16.**

*Proyección general “Render” del edificio CEPIIS.*



**Nota.** La figura representa la proyección del Edificio CEPIIS de la Universidad de América. Tomado de Informe CEPIIS segundo semestre 2022

El punto de partida para la recolección de los residuos peligrosos es el cierre de las zonas más cercanas a la ruta que será planteada a continuación en la Figura 16, el CEPIIS cuenta con la ruta más transitada del área de bienestar, aquí se encuentra la cafetería y las diferentes canchas de

esparcimiento estudiantil, por ello se debe garantizar la seguridad de todas y cada una de las personas que se encuentran en el interior. Para garantizar estas disposiciones se plantea un cercado alrededor de las entradas del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (línea amarilla), iniciando desde el quiosco de ingreso, rodeando la ruta que tiene dirección a la parte alta de la universidad hasta la vía de acceso a cafetería y oficinas del departamento de humanidades.

Como acto seguido, se inicia el recorrido del personal que realizará la recepción y ubicación de los residuos en su respectiva área de almacenamiento, el punto de partida será la entrada del quiosco de ingreso a la universidad, ya que a partir de esta ubicación se termina el cierre del área de seguridad. La movilización será dirigida hacia la puerta de acceso posterior como se indica en las Figuras 17 y 18.

**Figura 17.**  
*Proyección “Render” costado frontal derecho del edificio CEPIIS.*



**Nota.** La figura representa la proyección del Edificio CEPIIS y la correspondiente ruta para la recolección de los residuos. Tomado de Informe CEPIIS segundo semestre 2022

**Figura 18.**

*Proyección “Render” costado lateral izquierdo del edificio CEPIIS.*



**Nota.** La figura representa la proyección del Edificio CEPIIS al costado derecho y la correspondiente ruta para la recolección de los residuos. Tomado de Informe CEPIIS segundo semestre 2022

En el ingreso del edificio se deben considerar las rutas más rápidas para la recolección de los envases de plástico rígidos que se encuentran con los residuos peligrosos provenientes de las diferentes líneas de proceso, se plantea contar con una garrafa en cada zona donde se generen residuos de cualquier naturaleza.

La recolección de los envases de plástico rígidos iniciará en la PTAR, como se puede visualizar en la Figura 19, es la zona que se ubica al costado izquierdo de la entrada principal del CEPIIS y al ser el proceso unitario de tratamiento de aguas se establece la movilización de los residuos obtenidos de esta línea hacia el interior del edificio. Se continúa en el área de procesos térmicos el cual se puede ver en la Figura 20, éste proceso no genera residuos por esto se desprecia la recolección en la zona para continuar en la siguiente línea de proceso.

**Figura 19.**

*Proyección de la PTAR en el “Render” del CEPIIS.*



*Nota.* La figura representa la proyección del Edificio CEPIIS al interior y la correspondiente ruta para la recolección de los residuos. Tomado de Informe CEPIIS segundo semestre 2022

**Figura 20.**

*Proyección de la Caldera en el “Render” del CEPIIS.*



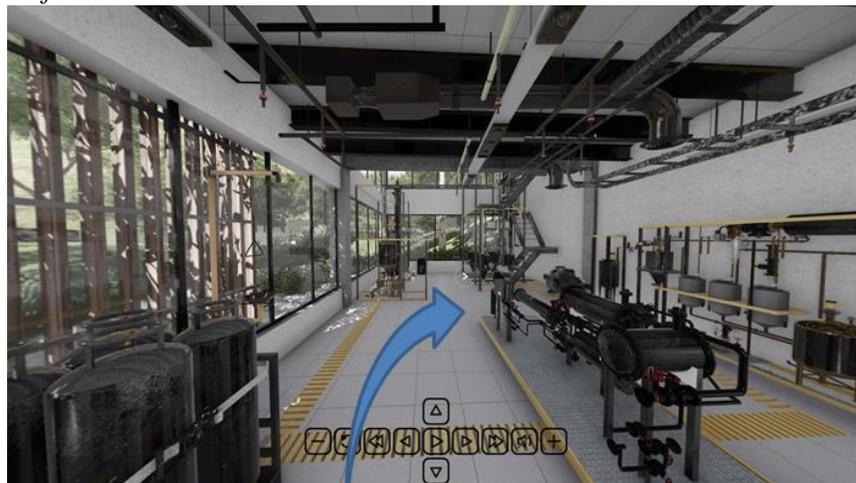
*Nota.* La figura representa la proyección del Edificio CEPIIS al interior y la correspondiente ruta para la recolección de los residuos. Tomado de Informe CEPIIS segundo semestre 2022

Al realizar la recolección de los respectivos desechos de la PTAR se debe realizar un aseguramiento de los envases de plástico rígidos para evitar derrames y de esta manera continuar

a la parte posterior del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible, allí se realiza el acercamiento a la zona en donde se encuentra el tren de evaporación triple efecto como se puede observar en la Figura 21. Por otra parte, se realiza la revisión de los correspondientes envases de plástico rígidos que se encuentran en la zona de intercambiadores de calor, la cual se ilustra en la Figura 22 y de esta manera, continuar a la zona final de la primera planta del CEPIIS.

**Figura 21.**

*Proyección de la zona de intercambiadores en el “Render” del edificio CEPIIS.*



*Nota.* La figura representa la proyección del Edificio CEPIIS al interior y la correspondiente ruta para la recolección de los residuos. Tomado de Informe CEPIIS segundo semestre 2022

**Figura 22.**

*Proyección del TE-M en el “Render” del edificio CEPIIS.*



**Nota.** La figura representa la proyección del Edificio CEPIIS al interior y la correspondiente ruta para la recolección de los residuos. Tomado de Informe CEPIIS segundo semestre 2022

Para terminar con la planta baja del edificio se dispone de la zona de separación la cual cuenta con el secador de bandejas (Figura 23.), planta de extracción sólido - líquido y líquido, planta de destilación continua, planta de absorción de gases (Figura 24.), la recolección de dichos galones se debe hacer de la manera más rápida y ordenada posible, teniendo en cuenta las disposiciones de seguridad, se debe salir del edificio con los envases de plástico rígidos previamente revisados realizando de esta manera una extracción exitosa de la primera parte de la operación.

**Figura 23.**

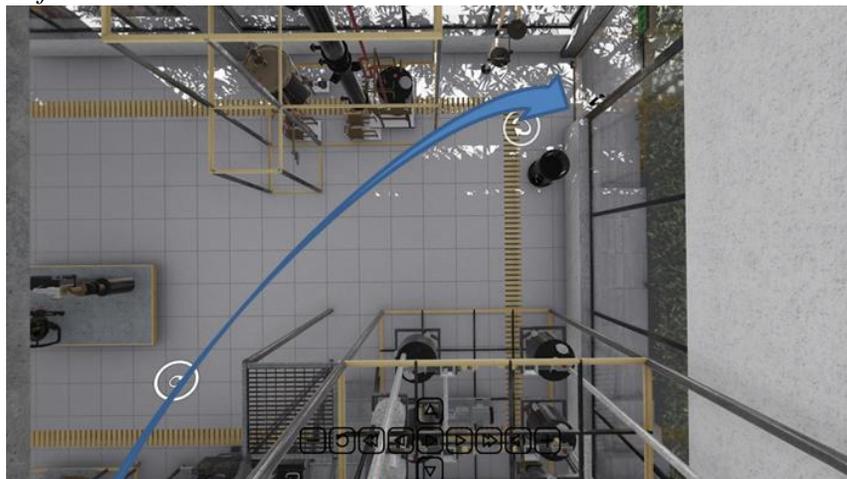
*Proyección “Render” costado frontal derecho - interior del edificio CEPIIS.*



*Nota.* La figura representa la proyección del Edificio CEPIIS al interior y la correspondiente ruta para la recolección de los residuos. Tomado de Informe CEPIIS segundo semestre 2022

**Figura 24.**

*Proyección “Render” costado superior derecho - interior del edificio CEPIIS.*



*Nota.* La figura representa la proyección del Edificio CEPIIS al interior y la correspondiente ruta para la recolección de los residuos. Tomado de Informe CEPIIS segundo semestre 2022

Cuando se extraen los residuos de la planta principal del edificio, se continúa inmediatamente a la zona superior en donde se encuentra el laboratorio de procesos biológicos, el banco de reactores y el COCO. Como se puede observar en la Figura 25, se debe realizar la movilización de los envases de plástico rígidos en una superficie inestable como lo son las escaleras del costado frontal derecho que se encuentran a las afueras del edificio CEPIIS en la universidad.

Ya que toda carga superior a los 3 kg se considera como riesgosa para la salud debido a qué puede ocasionar problemas lumbares, se propone la implementación de un carro sube escaleras para movilizar los envases de plástico rígidos a la zona de almacenaje correspondiente, para de esta manera evitar problemas en la seguridad y salud del trabajo, ésta maquinaria se ilustra en la Figura 27. Al subir la carga se continuará con la zona de procesos biológicos y la sala de reactores. [17]

Los residuos biológicos tienen una particularidad, debido a temas de salubridad no es permitido el ingreso al laboratorio de procesos biológicos para poder hacer la extracción, por ende se realizará una recepción. Para el ingreso al laboratorio se debe seguir un protocolo de limpieza y desinfección que tiene el fin de evitar contaminación cruzada, por el motivo anterior no se va a realizar el ingreso por la puerta principal del laboratorio biológico la cual se puede ver en la Figura 26, por ende se reciben los galones del material biológico en la salida del laboratorio como se observa en la Figura 15, para continuar el recorrido a la sala de reactores.

**Figura 25.**

*Proyección “Render” costado inferior derecho - exterior del edificio CEPIIS.*



*Nota.* La figura representa la proyección del Edificio CEPIIS al exterior para continuar con la correspondiente ruta para la recolección de los residuos. Tomado de Informe CEPIIS segundo semestre 2022

**Figura 26.**

*Proyección “Render” costado superior derecho - exterior del edificio CEPIIS.*



*Nota.* La figura representa la proyección del Edificio CEPIIS al exterior para continuar con la correspondiente ruta para la recolección de los residuos. Tomado de Informe CEPIIS segundo semestre 2022

**Figura 27.**  
*Carro carga plegable escaleras 60 kg.*



**Nota.** La figura representa la herramienta planteada para la movilización de los bidones de plástico rígido en el exterior e interior del edificio CEPIIS. Tomado de: Homecenter. "Carro Carga Plegable Escaleras 60 Kg". Homecenter – Decoración, Muebles, Electrodomésticos, Herramientas y Construcción. <https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/330417/carro-carga-plegable-escaleras-60-kg/330417/> (accedido el 23 de agosto de 2022).

Siguiendo el recorrido observado en la Figura 28 y 29 a la zona de almacenaje, se debe extraer los residuos peligrosos obtenidos del banco de reactores, para esto se ingresa en la zona de reactores por la puerta principal de la planta superior del edificio al costado izquierdo ilustrado en la Figura 18.

**Figura 28.**

*Proyección “Render” costado posterior del edificio CEPIIS.*



*Nota.* La figura representa la proyección del Edificio CEPIIS al exterior para continuar con la correspondiente ruta para la recolección de los residuos. Tomado de Informe CEPIIS segundo semestre 2022

**Figura 29.**

*Proyección “Render” costado posterior izquierdo del edificio CEPIIS.*



*Nota.* La figura representa la proyección del Edificio CEPIIS al exterior para continuar con la correspondiente ruta para la recolección de los residuos. Tomado de Informe CEPIIS segundo semestre 2022

Ya en el interior del cuarto donde se encuentra el banco de reactores, se debe pensar en el flujo continuo de estudiantes por este motivo se realiza la extracción de manera organizada recolectando así los galones de esta zona, revisando el correcto cerrado de los galones se protegerá la integridad de los estudiantes, docentes y equipos, evitando posibles derrames peligrosos. En las Figuras 30 y 31 se evidencia como debe ser el recorrido por los corredores, finalizando de esta manera la extracción de todos los galones provenientes de las diferentes líneas de proceso.

**Figura 30.**

*Proyección de la zona de reactores en el “Render” del edificio CEPIIS.*



**Nota.** La figura representa la proyección del Edificio CEPIIS al interior en la zona de reactores para continuar con la correspondiente ruta para la recolección de los residuos. Tomado de Informe CEPIIS segundo semestre 2022

**Figura 31.**

*Proyección del interior de la zona de reactores en el “Render” del edificio CEPIIS.*



**Nota.** La figura representa la proyección del Edificio CEPIIS al interior en la zona de reactores para continuar con la correspondiente ruta para la recolección de los residuos. Tomado de Informe CEPIIS segundo semestre 2022

En este punto la extracción y recepción de RESPEL ha concluido, por este motivo las Figuras 32 y 33 son una representación del inicio del recorrido hacia la zona de almacenaje en la cual se puede observar de nuevo que se debe subir a la parte alta del departamento CEPIIS de la Universidad, en esta movilización de los correspondientes envases de plástico rígidos se debe efectuar subiendo de nuevo escaleras por lo cual continúa con la utilización del carro sube escaleras de la Figura 16.

**Figura 32.**

*Proyección “Render” zona de ingreso superior al edificio CEPIIS.*



*Nota.* La figura representa la proyección del Edificio CEPIIS al exterior para continuar con la correspondiente ruta para la recolección de los residuos. Tomado de Informe CEPIIS segundo semestre 2022

**Figura 33.**

*Proyección “Render” ruta de ingreso a la zona RESPEL del proyecto CEPIIS.*



*Nota.* La figura representa la proyección del Edificio CEPIIS al exterior para continuar con la correspondiente ruta para la recolección de los residuos. Tomado de Informe CEPIIS segundo semestre 2022

Para finalizar el recorrido, la movilización en la parte alta se observa en la Figura 33, En la cual se realiza un giro hacia la zona de almacenaje que se ve en la Figura 34, con esto se termina el proceso de movilización e inicia la caracterización de los RESPEL para posteriormente dirigirse a la zona de almacenamiento.

**Figura 34.**

*Proyección posterior de la zona RESPEL en el “Render” del proyecto CEPIIS.*



**Nota.** La figura representa la proyección del Edificio CEPIIS al exterior para continuar con la correspondiente ruta para la recolección de los residuos. Tomado de Informe CEPIIS segundo semestre 2022

**Figura 35.**

*Proyección de la zona RESPEL en el “Render” del proyecto CEPIIS.*



**Nota.** La figura representa la proyección de la zona RESPEL del CEPIIS para finalizar la recolección de los residuos. Tomado de Informe CEPIIS segundo semestre 2022

La ruta seleccionada para la extracción se ha contemplado para los residuos de naturaleza líquida y sólida, pero cabe recordar la importancia de la extracción por separado de dichos residuos, por este motivo se realiza la recolección de los residuos líquidos los días Lunes, Miércoles, Viernes y los residuos sólidos los días Martes, Jueves y Sábados en el horario de 7 am a 8 am ya que este es el horario en el cual el flujo de estudiantes es mínimo con respecto al resto del horario académico.

El mapa de la ruta de recolección de residuos para el Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible de la Fundación Universidad de América en Bogotá D.C. busca garantizar el cumplimiento de la resolución 1164 del 2002 el cual indica la adopción del Manual de Procedimientos para la Gestión Integral de los residuos hospitalarios y similares, de esta manera se ilustra en la figura 34 el inicio del recorrido en la salida del edificio CEPIIS y terminando en la zona RESPEL del CEPIIS ilustrado en la figura 35, el recorrido de recolección cubre la totalidad de las áreas del edificio en el cual se generan residuos.

### **3.8. Matriz “registro de RESPEL generados en el CEPIIS”**

Con referencia a los artículos 27° y 28° del **Decreto 4741** y a la resolución 1362, los cuales se encargan de entregar el plazo máximo a los generadores de residuos para su correspondiente registro de divulgación ante los entes regulatorios, la Universidad de América al ser un centro educativo teórico-práctico en la cual se manipulan sustancias químicas constantemente en los diferentes laboratorios dispuestos para la variedad de programas de pregrado con los que cuenta, ha generado un formato que cumple con los requisitos legales y las normativas exigidas por el gobierno nacional.

Dicho formato ha contemplado las diferentes características interpuestas para un correcto registro de residuos con la finalidad de entregar información verídica, cuantificable y confiable de las diferentes líneas de producción que generan residuos dentro del CEPIIS a los entes regulatorios autorizados. Teniendo en cuenta que la universidad cuenta con el registro ante el ministerio de ambiente como generador de residuos, se evita la solicitud para asignación de número de registro de instalaciones generadoras, ahorrando el tiempo de plaza asignado por el **Decreto 4741**.

Con el apoyo de la coordinación de laboratorios de la universidad, se ha contemplado la importancia de continuar utilizando el mismo formato ya que se evitaría la segmentación por departamentos, de esta manera la información recolectada por el departamento RESPEL del CEPIIS se encargará de alimentar el formato y transmitirlo a la coordinación de laboratorios, la cual realizará una consolidación general de residuos para hacer una sola divulgación a nivel institucional al proveedor de disposición final de RESPEL contratado por la Universidad y al ente regulatorio.

El formato “FO-LAB-28” presentado en el Anexo 2 se encarga de recopilar la información de los residuos peligrosos de la siguiente manera: fecha, nombre del usuario, cantidad, estado (sólido, semisólido, líquido), actividad generadora (laboratorios, mantenimiento, servicios administrativos), características de peligrosidad (corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable, infeccioso y radioactivo), clasificación 4147/2005 (A, Y), presentación (envases de plástico rígidos, bolsas, cajas de cartón). [19]

#### **4. PLAN DE CARACTERIZACIÓN Y COMPATIBILIDAD QUÍMICA EN LA ZONA DE ALMACENAJE**

Como se ha mencionado anteriormente, las actividades académicas dentro del CEPIIS tendrán un enfoque académico en el cual se complementarán las competencias de los estudiantes de las diferentes carreras de la Universidad de América, éstas actividades tendrán una participación significativa de procesos químicos, en las cuales se manipulan sustancias y residuos peligrosos, por este motivo se debe tener una visión clara de los riesgos que conllevan dichas actividades para lograr evitar accidentes para el ambiente y la salud.

La historia ha enseñado qué por la negligencia corporativa y/o gubernamental, se han generado diferentes accidentes catastróficos en muchas partes del mundo, esto ha desencadenado una serie de medidas tomadas por los países en desarrollo con el fin de evitar que uno de los siniestros se repita en los alrededores de establecimientos que manipulen sustancias o residuos químicos. [1]

Algunas medidas que se deben tener para atenuar las implicaciones de peligrosidad en la actividad de manipulación de sustancias químicas se deben a la correcta realización de una evaluación de seguridad en la zona de almacenamiento con controles específicos y rigurosos tanto en el transporte como en la manipulación, con la evaluación de estos riesgos se fortalece y crea conciencia de prevención de accidentes en especial el CEPIIS de la Universidad de América. [1].

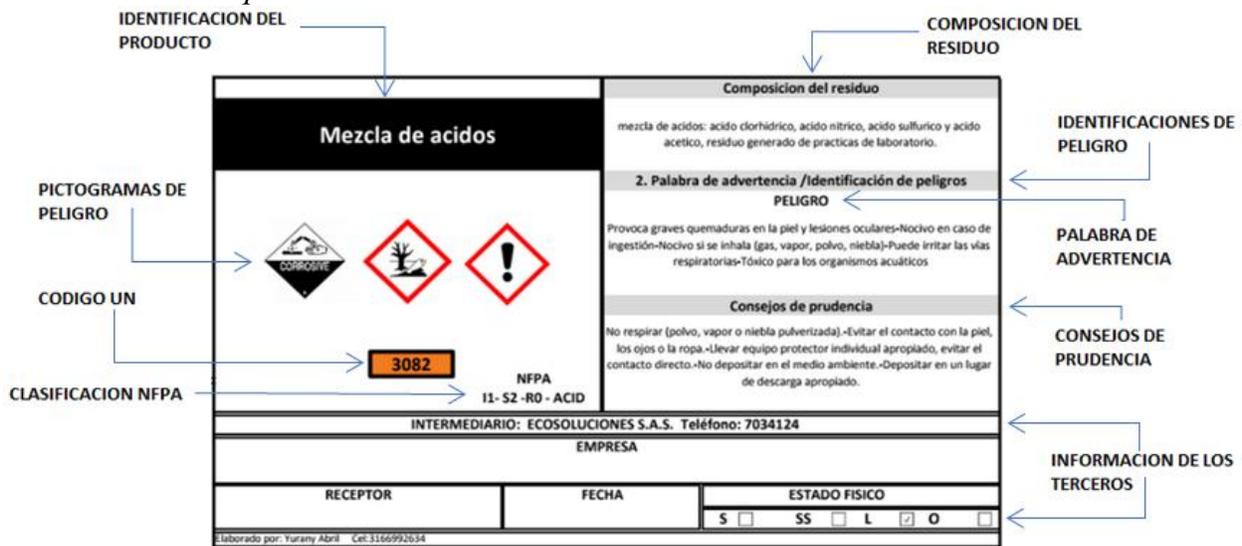
##### **4.1. Plan de caracterización de residuos**

Tal como se ha sustentado en el **Decreto 4741**, las sustancias químicas se clasifican de acuerdo a sus características fisicoquímicas más peligrosas las cuales son: corrosivo, explosivo, tóxico, infeccioso, reactivo, reactivo o inflamable, y teniendo en cuenta que se les realice algún tipo de mezcla a las sustancias que no presenten peligrosidad con materias primas que cuenten con alguna de las diferentes clasificaciones de peligro se considerarán peligrosas, la Universidad ha contemplado una clasificación interna que se ajusta a la normativa legal.

Para ser considerado un proceso organizado, el CEPIIS dispondrá de la misma clasificación realizada por la coordinación de laboratorios de la Universidad de América. Esta clasificación tiene en cuenta los grupos de mezclas de sustancias químicas peligrosas que se trabajan en las diferentes actividades académicas.

Ya que el objetivo de realizar una caracterización de RESPEL peligrosos se basa en revisar los residuos para presentar un informe que registre los residuos generados en las diferentes áreas productivas, los envases de plástico rígido de 20 kg deberán estar etiquetados de acuerdo a lo estipulado en la NTC 1692, por lo anterior, la Universidad ha dispuesto de un formato de rotulado y etiquetado diseñado por Yurany Abril para la Universidad de América el cual se compone de:

**Figura 36.**  
*Formato de las etiquetas RESPEL Universidad de América.*



**Nota.** La figura representa las etiquetas dispuestas por la universidad de América para la correspondiente clasificación de residuos. Tomado de Universidad de América, «PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS,» Fundación Universidad de America, Bogota D.C, 2021.

En el Anexo 4 se encuentran estipulados los formatos de las etiquetas establecidas por la coordinación de laboratorios de la Universidad. Con las correspondientes alternativas que se pueden llegar a presentar en mezclas, éstas etiquetas abarcan todos los posibles escenarios de peligrosidad de residuos peligrosos, lo que lleva a llevar un seguimiento más detallado de qué sustancias se generan en el CEPIIS y así determinar si se encuentran sujetos al plan de devolución del posconsumo las cuales se observan en la figura 6.

**Figura 37.***Cuadro de las sustancias a trabajar en el CEPIIS.*

SUSTANCIA	CLASIFICACIÓN
Residuos de Biomasa	Sólidos Contaminados
Residuos de alimentos	Sólidos Contaminados
Cloruro de sodio	Residuo Mezcla de Sales
Soda cáustica	Mezcla de Bases
Sales orgánicas e inorgánicas.	Residuo Mezcla de Sales
Aceites esenciales	Residuo de Mezcla de solventes
Solventes orgánicos (alifáticos, aminas, hidrocarburos, halogenados, alcoholes, acetaldehídos, cetonas y ésteres)	Residuo de Mezcla de solventes
Ácido carboxílico	Mezcla de ácidos
Ácido carbónico	Mezcla de ácidos
Ácido acético	Mezcla de ácidos
Ácidos inorgánicos	Mezcla de ácidos
Aceites	Residuo lodos de perforación
Alquenos	Residuo lodos de perforación
Aceites lubricantes	Residuo lodos de perforación
Etanol	Residuo de Mezcla de solventes
Benceno	Residuo de Mezcla de solventes
Solventes orgánicos tipo (MDEA, DEA, DGA, DIPA, TEA...)	Residuo de Mezcla de solventes
Ácido fosfórico	Mezcla de ácidos
Catalizadores sólidos	Sólidos Contaminados
Hidrocarburos	Residuo lodos de perforación
Fenoles	Mezcla de ácidos

**Nota.** El cuadro presenta las sustancias que se manipularan en los diferentes equipos del CEPIIS y sus correspondientes clasificaciones.

Con la proyección de las sustancias generadas por equipos y unidades instaladas en el CEPIIS, en la figura 37. Se ha realizado la clasificación de las sustancias anteriormente mencionadas teniendo en cuenta su naturaleza fisicoquímica, de esta manera poder ser clasificadas las sustancias y residuos en el mapa de compatibilidad química del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible.

#### **4.2. Compatibilidad química**

Los diferentes capítulos que han hecho parte de este documento se intercalan en una misma finalidad, la cual es la minimización de la generación de residuos que aumente el riesgo químico en las instalaciones que se encuentran actualmente en el traslado de equipos a el edificio CEPIIS, al manipular, trasladar y trabajar con sustancias químicas no se está exento de generar algún tipo de producto indeseado con características peligrosas, por ende como se mostró en la Figura 4 - Anexo 3 “Mapa de compatibilidad Química” se desea minimizar el riesgo de accidentalidad debido a los diferentes sucesos ocurridos a lo largo de la historia, los cuales no solo han causado daños ambientales irreparables sino que además, han generado la pérdida de innumerables vidas humanas.

Siguiendo los lineamientos establecidos para salvaguardar la vida, la universidad ha dispuesto de un mapa de compatibilidad química el cual se puede observar en la Figura 38.

**Figura 38.**

*Mapa de compatibilidad química FUA.*

COMPATIBILIDAD PARA ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS															
	Mezcla de solventes (3)	Residuos de varsol y crudo (3)	Residuos de Mercurio (6)	Luminarias de mercurio(6)	Mezcla de ácidos (8)	Mezcla de bases (8)	Baterías usadas (8)	Residuos lodos de perforación (9)	Mezcla de sales (9)	Sólidos contaminados (9)	Residuo de aceite mineral y crudo (9)	Viruta de acero (9)	Pilas usadas (9)	Cartuchos de impresora (9)	Sólidos contaminados con HC y/o derivados (9)
Mezcla de solventes (3)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Residuos de varsol y crudo (3)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Residuos de Mercurio (6)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Luminarias de mercurio(6)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mezcla de ácidos (8)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mezcla de bases (8)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Baterías usadas (8)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Residuos lodos de perforación (9)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mezcla de sales (9)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Sólidos contaminados (9)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Residuo de aceite mineral y crudo (9)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Viruta de acero (9)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Pilas usadas (9)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Cartuchos de impresora (9)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Sólidos contaminados con HC y/o derivados (9)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

■ Se pueden almacenar juntos  
■ Revisar las secciones 7 y 15 de hoja de seguridad del producto químico  
■ Almacenar separados, de cada uno mantener separados por mínimo 6 m de distancia  
 L= Sustancias en estado Líquido      S= Sustancias en estado Sólido

**Nota.** La figura representa el mapa de compatibilidad química establecido para la universidad de américa en cuanto a sus diferentes clasificaciones de residuos. Tomado de Universidad de América, «PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS,» Fundación Universidad de America, Bogota D.C, 2021.

El mapa de Compatibilidad química de las sustancias que genera la Universidad debe ser tenido en cuenta cuando se realice una clasificación y separación de residuos en la zona asignada por el departamento CEPIIS. Una de las dificultades a las que se enfrentó este proyecto fue el tiempo en culminación de equipos, por este motivo no se cuenta con las capacidades inmobiliarias para realizar la asignación de las zonas por clasificación de residuos.

### **4.3. Condiciones mínimas de almacenaje**

#### ***4.3.1. Aislamiento***

El punto de acopio se encuentra en la parte superior del área asignada para el CEPIIS, en un espacio con bajo flujo de estudiantes, docentes y colaboradores, alejado de fuentes de agua y edificios.

#### ***4.3.2. Acceso***

A pesar de que el punto de acopio se encuentra alejado, cuenta con facilidad de acceso peatonal y con recursos como un carro de tres ruedas transportador, que permite trasladar los residuos desde los puntos generadores hasta el punto de acopio, como se encuentra ubicado sobre la puerta principal de bienestar permite el acceso a los organismos de emergencias.

#### ***4.3.3. Ventilación***

Se cuenta con ventilación natural para evitar confinamiento de gases e incremento de temperatura, adicional se plantea la implementación de ventilación artificial que permita extraer los gases que se puedan llegar a generar en caso de vertimiento accidental.

#### ***4.3.4. Señalización***

Se debe imponer señalizaciones que impida el acceso a personal no autorizado, con información correspondiente al área ya que se trata de un depósito de residuos peligrosos, por último se tiene que contar con pictogramas de peligro.

#### ***4.3.5. Medidas para contención de derrames***

Se tiene un kit de derrames que cuenta con un sistema de recolección de líquidos contaminados, en caso de emergencia se dispondrá del plan de contingencia estipulado por la universidad en el cual se atienden las diferentes contingencias posibles dentro de las instalaciones de la institución.

#### ***4.3.6. Diseño***

Se cuenta con estantes antiderrames que permiten almacenar los residuos peligrosos en sus respectivos envases de plástico rígido y desarrollar la actividad de acuerdo a la matriz de compatibilidad química.

#### ***4.3.7. Manejo de emergencias***

Se cuenta con elementos de protección personal, extintor, tarjetas de emergencia de cada residuo almacenado en la que se indica el instructivo de cómo actuar en caso de emergencia.

## **5. PROTOCOLO INTERNO DE MANIPULACIÓN, ALMACENAJE Y TRATAMIENTO DE LOS RESPEL EN EL CENTRO DE PROCESOS E INNOVACIÓN PARA LA INDUSTRIA SOSTENIBLE**

Con el fin de diseñar un protocolo interno de manipulación, almacenamiento, tratamiento de residuos peligrosos para el departamento del Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible desarrollado actualmente por la Universidad de América, se tuvo en cuenta toda la información encontrada en este documento.

Debido a la complejidad e importancia que se le dio a el cuidado en prevención para minimización de riesgos, se ha detallado un paso a paso de las actividades a realizar cuando se habla de una recolección, extracción y puesta en punto de acopio por parte de los encargados de cada uno de los procesos, por este motivo se entrega el diseño del protocolo interno en el anexo 5 “PROTOCOLO PARA EL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS (RESPEL)”

## 6. CONCLUSIONES

Se revisó la normativa legal a nivel nacional y local referente al manejo de los residuos peligrosos y de esta manera se evaluaron cuáles son las diferentes regulaciones aplicables que rigen el funcionamiento y las correctas prácticas para prevenir daños a la salud y el ambiente. De esta manera continuar con el proyecto CEPIIS sin causar un perjuicio a la universidad en términos legales, cuidando y asegurando la reserva ambiental del eco-campus los cerros.

Teniendo en cuenta las capacidades de los equipos instalados actualmente, se realizó la proyección de las sustancias por unidades y espacios de trabajo en el CEPIIS, clasificándolas por sus indicaciones de peligro bajo el debido registro para el manejo y control de sustancias peligrosas; por otro lado, se planteó la ruta más adecuada para movilizar los residuos teniendo en cuenta opiniones profesionales y las actividades viablemente seguras.

Al revisar las sustancias individualmente con sus respectivas indicaciones de peligro, se cruzó con la clasificación establecida en el Decreto 4741 de 2005, lo cual por indicaciones permite modelar y/o establecer una respectiva caracterización de sustancias, de esta manera al compartir el mismo objetivo con la coordinación de laboratorios se concluyó la unificación del procesos y así garantizar un modelo único con el CEPIIS, con dicha clasificación se entrega el plan almacenamiento por compatibilidad química en el espacio asignado para acopio temporal de residuos peligrosos.

Con la importancia de cada una de las actividades que se desarrollarán en la manipulación, almacenamiento y tratamiento de residuos peligrosos, se establecieron las respectivas reglas y estándares que permiten la realización de las actividades de manera segura, minimizando el riesgo químico dentro de los espacios asignados para estas.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] L. A. García Villanueva y G. Fernández Villagómez, «Propuesta de una metodología para la prevención de accidentes químicos en el almacenamiento seguro de materiales y residuos peligrosos,» *VIRTUALPRO*, 2008.
- [2] Sistema de las Naciones Unidas en Guatemala , «Objetivos de Desarrollo,» 2018. [En línea]. Available: <https://onu.org.gt/objetivos-de-desarrollo/>. [Último acceso: Octubre 2021].
- [3] IDEAM, «Informe nacional de residuos o desechos peligrosos en Colombia, 2019,» Bogotá D.C, 2019.
- [4] Fundación Universidad de América, «U. América,» 2014. [En línea]. Available: <https://www.uamerica.edu.co/la-universidad/mision-vision-y-objetivos/>. [Último acceso: Septiembre 2021].
- [5] P. C. Castro Sánchez y P. A. Delgado Garcia, Propuesta de alternativas para el aprovechamiento de los lodos generados en la planta de tratamiento de agua potable del municipio de subachoque, Bogotá: Fundación Universidad de América, 2020.
- [6] Subdirección Administrativa y Financiera, «Plan de gestión integral de residuos peligrosos 2020-2024 PGIRESPEL,» Ministerio del Interior, 2020
- [7] Congreso de Colombia, «Ley 1252,» 2008.
- [8] J. F. Corso Hernandez, Propuesta para el control del riesgo biológico en el manejo, almacenamiento y manipulación de los residuos sólidos peligrosos en el instituto Roosevelt - Bogotá, Bogotá D.C: Corporación Universitaria Minuto de Dios, 2018.
- [9] Secretario distrital de ambiente, «Resolución 1754,» Secretaría Distrital de Ambiente, Bogotá D.C, 2011.
- [10] C. Becerra Contreras, Implementación de métodos para la caracterización de residuos peligrosos, Bogotá D.C: Universidad de los Andes, 2004.
- [11] R. Benítez B., D. V. Ruiz G., M. A. Obando M., C. D. Miranda y J. C. Gil M., «Gestión integral de residuos químicos generados en los laboratorios de docencia en química de la Universidad del Cauca,» *Ciencia en Desarrollo*, vol. 4, nº 2, pp. 63-72, 2013
- [12] K. Y. Soriano Rivera, «Pontificia Universidad Javeriana,» 14 Agosto 2015. [En línea]. Available: [https://www.javeriana.edu.co/siso/procedimiento-para-la-gestion-de-peligro-quimico?p\\_p\\_id=110\\_INSTANCE\\_9lqrN7P8DzAv&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-](https://www.javeriana.edu.co/siso/procedimiento-para-la-gestion-de-peligro-quimico?p_p_id=110_INSTANCE_9lqrN7P8DzAv&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-)

1&p\_p\_col\_count=2&\_110\_INSTANCE\_9lqrN7P8DzAv\_struts\_action=%2Fdocument\_li  
b. [Último acceso: Noviembre de 2021].

- [13] Presidente de la república de Colombia, «Decreto Número 4741,» Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2005.
- [14] Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, «Resolución 1362,» Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2007.
- [15] Función Publica Colombia. "Decreto 1609 de 2002 - Gestor Normativo". Inicio - Función Pública.<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=6101#:~:text=El%20presente%20decreto%20tiene%20por,y%20el%20medio%20ambiente,%20de> (accedido el 23 de agosto de 2022).
- [16] P. SAS, «MANUAL DE OPERACIÓN,» PROCESS SOLUTIONS EQUIPMENT, BOGOTA, 2021.
- [17] Alcaldía Municipal de Ibagué. "INSTRUCTIVO PARA LA MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS". Alcaldía Municipal de Ibagué - Ibagué Vibra. <https://ibague.gov.co/portal/admin/archivos/publicaciones/2015/12311-DOC-20151130.pdf> (accedido el 23 de agosto de 2022).
- [18] Homecenter. "Carro Carga Plegable Escaleras 60 Kg". Homecenter – Decoración, Muebles, Electrodomésticos, Herramientas y Construcción. <https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/330417/carro-carga-plegable-escaleras-60-kg/330417/> (accedido el 23 de agosto de 2022).
- [19] Universidad de America, «PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS,» Fundación Universidad de America, Bogota D.C, 2021.

# **ANEXOS**



## ANEXO 2

### “MAPA GENERAL DE COMPATIBILIDAD QUÍMICA”

IDENTIFICACIÓN DE PELIGRO		TABLA DE COMPATIBILIDAD PARA ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS																
		Líquido inflamable	Sólido inflamable	Experimentan calentamiento espontáneo	Contacto con el agua reaccionan	Líquido comburente	Sólido comburente	Peróxido Orgánico	Corrosivos (S)	Corrosivos (L)	Tóxico agudo (S)	Tóxico agudo (L)	Tóxico crónico (S)	Tóxico crónico (L)	Peligro ambiental	Sustancias Peligrosas Varias	Nocivo Irritante (S)	Nocivo Irritante (L)
Líquido inflamable																		
Sólido inflamable																		
Experimentan calentamiento espontáneo																		
Contacto con el agua reaccionan																		
Líquido comburente																		
Sólido comburente																		
Peróxido Orgánico																		
Corrosivos (S)																		
Corrosivos (L)																		
Sustancias tóxicas efecto agudo (S)																		
Sustancias tóxicas efecto agudo (L)																		
Sustancias tóxicas efecto crónico (S)																		
Sustancias tóxicas efecto crónico (L)																		
Sustancias peligrosas para el ambiente																		
Sustancias Peligrosas Varias																		
Nocivo/Irritante (S)																		
Nocivo/Irritante (L)																		

Se pueden almacenar juntos

Revisar las secciones 7 y 10 de hoja de seguridad del producto químico

Almacenar separados. Se debe almacenar separados por muros o a una distancia

L= Sustancias en estado Líquido      S=Sustancias en estado Sólido

**Nota.** La figura representa el mapa de compatibilidad química para el almacenamiento de sustancias peligrosas. Tomado de Universidad de América. Tomado de: K. Y. Soriano Rivera, «Pontificia Universidad Javeriana,» 14 Agosto 2015. [En línea]. Available: [https://www.javeriana.edu.co/siso/procedimiento-para-la-gestion-de-peligro-quimico?p\\_p\\_id=110\\_INSTANCE\\_9lqrN7P8DzAv&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-1&p\\_p\\_col\\_count=2&\\_110\\_INSTANCE\\_9lqrN7P8DzAv\\_struts\\_action=%2Fdocument\\_lib](https://www.javeriana.edu.co/siso/procedimiento-para-la-gestion-de-peligro-quimico?p_p_id=110_INSTANCE_9lqrN7P8DzAv&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=2&_110_INSTANCE_9lqrN7P8DzAv_struts_action=%2Fdocument_lib). [Último acceso: Noviembre de 2021].

### ANEXO 3

#### “ETIQUETAS RESPEL FUA”

**Figura 39.**  
*Baterías plomo acido*

<h2 style="background-color: black; color: white; padding: 5px;">Baterías plomo acido</h2> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 20px;">    </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px; background-color: orange;">2794</div> <div style="text-align: center;"> <p>NFPA</p> <p>10-S3-R2-ACID</p> </div> </div>		<b>Composicion del residuo</b>
		<p>Sólido de color oscuro, empaque metalico o plástico que contenia ácido sulfurico y plomo.</p>
<b>2. Palabra de advertencia /Identificación de peligros</b>		
<b>ATENCION</b>		
<p>Provoca graves quemaduras en la piel y lesiones oculares-Tóxico en caso de ingestión-Nocivo si se inhala (gas, vapor, polvo, niebla)-Puede irritar las vías respiratorias-Tóxico para los organismos acuáticos</p>		
<b>Consejos de prudencia</b>		
<p>Potencialmente peligroso para el medio ambiente, No depositar en el medio ambiente.-Depositar en un lugar de descarga apropiado.</p>		
<b>INTERMEDIARIO: ECOSOLUCIONES S.A.S. Teléfono: 7034124</b>		
<b>EMPRESA</b>		
<b>RECEPTOR</b>	<b>FECHA</b>	
<b>ESTADO FISICO</b>		
S <input checked="" type="checkbox"/> SS <input type="checkbox"/> L <input type="checkbox"/> O <input type="checkbox"/>		
<small>Elaborado por: Yurany Abril Cel:3166992534</small>		

*Nota.* La figura representa el formato de etiqueta para baterías plomo acido establecido por la coordinación de laboratorios para la correspondiente clasificación de los residuos peligrosos generados en la universidad de América. Tomado de Universidad de América

**Figura 40.**

*Lámpara de mercurio - luminarias*

<b>Lámpara de mercurio - Luminarias</b>	
	<p style="text-align: center;"><b>Composicion del residuo</b></p> <p>luminarias en general o Vidrio triturado contaminado con mercurio y otros gases inertes como argón, neón y filamentos de tungsteno; de color blanco, inoloro, pueden tener contenido de sodio.</p>
<p style="background-color: orange; color: black; padding: 2px 10px; display: inline-block;"><b>3077</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>2. Palabra de advertencia /Identificación de peligros</b></p> <p style="text-align: center;"><b>PELIGRO</b></p> <p>Residuo nocivo para salud y el medio ambiente. Muy tóxico para los organismos acuáticos</p>
<p>NFPA 10- S3 -R0-</p>	<p style="text-align: center;"><b>Consejos de prudencia</b></p> <p>No depositar en el medio ambiente.-No depositar con basura, residuos u otros desechos sólidos domésticos.-Depositar en un lugar de descarga apropiado.</p>
<b>INTERMEDIARIO: ECOSOLUCIONES S.A.S. Teléfono: 7034124</b>	
<b>EMPRESA</b>	
<b>RECEPTOR</b>	<b>FECHA</b>
<b>ESTADO FISICO</b>	
S <input checked="" type="checkbox"/> SS <input type="checkbox"/> L <input type="checkbox"/> O <input type="checkbox"/>	
<small>Elaborado por: Yurany Abril Cel:3166992634</small>	

*Nota.* La figura representa el formato de etiqueta para lámparas de mercurio – luminarias establecidas por la coordinación de laboratorios para la correspondiente clasificación de los residuos peligrosos generados en la universidad de América. Tomado de Universidad de América

**Figura 41.**  
*Mezcla de ácidos*

<b>Mezcla de ácidos</b>		<b>Composicion del residuo</b>	
 <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; gap: 20px;"> <div style="border: 2px solid orange; padding: 5px; background-color: orange; color: black; font-weight: bold;">3082</div> <div style="text-align: left;"> <p><b>NFPA</b>  <b>11- S2 -R0 - ACID</b></p> </div> </div>		mezcla de ácidos: ácido clorhídrico, ácido nítrico, ácido sulfúrico y ácido acético, residuo generado de prácticas de laboratorio.	
		<b>2. Palabra de advertencia /Identificación de peligros</b>	
		<b>PELIGRO</b>	
		Provoca graves quemaduras en la piel y lesiones oculares-Nocivo en caso de ingestión-Nocivo si se inhala (gas, vapor, polvo, niebla)-Puede irritar las vías respiratorias-Tóxico para los organismos acuáticos	
		<b>Consejos de prudencia</b>	
		No respirar (polvo, vapor o niebla pulverizada).-Evitar el contacto con la piel, los ojos o la ropa.-Llevar equipo protector individual apropiado, evitar el contacto directo.-No depositar en el medio ambiente.-Depositar en un lugar de descarga apropiado.	
<b>INTERMEDIARIO: ECOSOLUCIONES S.A.S. Teléfono: 7034124</b>			
<b>EMPRESA</b>			
<b>RECEPTOR</b>	<b>FECHA</b>	<b>ESTADO FISICO</b>	
		<b>S</b> <input type="checkbox"/> <b>SS</b> <input type="checkbox"/> <b>L</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>O</b> <input type="checkbox"/>	
Elaborado por: Yurany Abril Cel:3166992634			

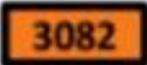
*Nota.* La figura representa el formato de etiqueta para mezcla de ácidos establecidas por la coordinación de laboratorios para la correspondiente clasificación de los residuos peligrosos generados en la universidad de América. Tomado de Universidad de América

**Figura 42.**  
*Mezcla de bases*

<b>Mezcla de Bases</b>		<b>Composicion del residuo</b>	
 <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; gap: 20px;"> <div style="border: 2px solid orange; padding: 5px; font-weight: bold;">3082</div> <div style="text-align: center;"> <p><b>NFPA</b></p> <p><b>I1- S2 -R0 - ALC</b></p> </div> </div>		mezcla de bases: hidroxido de sodio, hidroxido de potasio, hidroxido de amonio	
		<b>2. Palabra de advertencia /Identificación de peligros</b>	
		<b>PELIGRO</b>	
		Provoca graves quemaduras en la piel y lesiones oculares-Nocivo en caso de ingestión-Nocivo si se inhala (gas, vapor, polvo, niebla)-Puede irritar las vías respiratorias-Tóxico para los organismos acuáticos	
		<b>Consejos de prudencia</b>	
		No respirar (polvo, vapor o niebla pulverizada).-Evitar el contacto con la piel, los ojos o la ropa.-Llevar equipo protector individual apropiado, evitar el contacto directo.-No depositar en el medio ambiente.-Depositar en un lugar de descarga apropiado.	
		<b>INTERMEDIARIO: ECOSOLUCIONES S.A.S. Teléfono: 7034124</b>	
<b>EMPRESA</b>			
<b>RECEPTOR</b>	<b>FECHA</b>	<b>ESTADO FISICO</b>	
		<b>S</b> <input type="checkbox"/> <b>SS</b> <input type="checkbox"/> <b>L</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>O</b> <input type="checkbox"/>	
Elaborado por: Yurany Abril Cel:3166992634			

*Nota.* La figura representa el formato de etiqueta para mezcla de bases establecidas por la coordinación de laboratorios para la correspondiente clasificación de los residuos peligrosos generados en la universidad de América. Tomado de Universidad de América

**Figura 43.**  
*Residuo de mezcla de sales*

<b>Residuo de mezcla de sales</b>		<b>Composicion del residuo</b>	
 		MEZCLA DE SALES: CLORURO DE SODIO, CLORURO DE POTASIO, ACETATO DE AMONIO, ACETATO DE SODIO, CLORURO DE HIERRO, SULFATO DE COBRE, TIOSULFATO DE SODIO, CARBONATO DE CALCIO	
		<b>2. Palabra de advertencia /Identificación de peligros</b>	
		<b>ATENCION</b>	
NFPA 10- S2 -R0 -		Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos	
<b>INTERMEDIARIO: ECOSOLUCIONES S.A.S. Teléfono: 7034124</b>		<b>Consejos de prudencia</b>	
<b>EMPRESA</b>		No depositar en el medio ambiente.- Depositar en un lugar de descarga apropiado.	
<b>RECEPTOR</b>	<b>FECHA</b>	<b>ESTADO FISICO</b>	
		S <input type="checkbox"/> SS <input checked="" type="checkbox"/> L <input checked="" type="checkbox"/> O <input type="checkbox"/>	
Elaborado por: Yurany Abril    Cel:3166992634			

*Nota.* La figura representa el formato de etiqueta para residuos de mezcla de sales establecidas por la coordinación de laboratorios para la correspondiente clasificación de los residuos peligrosos generados en la universidad de América. Tomado de Universidad de América

**Figura 44.**  
Residuos lodos de perforación

<b>Residuos Lodos de perforacion</b>		<b>Composicion del residuo</b>			
  <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 2px solid orange; padding: 5px; font-weight: bold;">3082</div> <div style="text-align: center;"> <p>NFPA</p> <p>10- S2 -R0 -</p> </div> </div>		<p>RESIDUOS DE LODOS DE PERFORACION: Bentonita, barita, carbonato de calcio, lignita, CMC, Pac-L, Pac-R</p>			
		<b>2. Palabra de advertencia /Identificación de peligros</b>			
		<p><b>ATENCION</b></p> <p>Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos</p>			
<p>INTERMEDIARIO: ECOSOLUCIONES S.A.S. Teléfono: 7034124</p> <p style="text-align: center;">EMPRESA</p>		<b>Consejos de prudencia</b>			
		<p>No depositar en el medio ambiente.- Depositar en un lugar de descarga apropiado.</p>			
<b>RECEPTOR</b>	<b>FECHA</b>	<b>ESTADO FISICO</b>			
		S <input type="checkbox"/>	SS <input checked="" type="checkbox"/>	L <input type="checkbox"/>	O <input type="checkbox"/>
Elaborado por: Yurany Abril Cel:3166992634					

*Nota.* La figura representa el formato de etiqueta para residuos de lodos de perforación establecidas por la coordinación de laboratorios para la correspondiente clasificación de los residuos peligrosos generados en la universidad de América. Tomado de Universidad de América

**Figura 45.**  
*Residuo de mezcla de solvente*

<b>Residuo de Mezcla de solventes</b>		
		
<b>1993</b>	<b>NFPA I3- S2 -R0 -</b>	
<b>INTERMEDIARIO: ECOSOLUCIONES S.A.S. Teléfono: 7034124</b>		
<b>EMPRESA</b>		
<b>RECEPTOR</b>	<b>FECHA</b>	<b>ESTADO FISICO</b>
		<b>S</b> <input type="checkbox"/> <b>SS</b> <input type="checkbox"/> <b>L</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>O</b> <input type="checkbox"/>
<small>Elaborado por: Yurany Abril Cel:3166992634</small>		

*Nota.* La figura representa el formato de etiqueta para residuos de mezcla de solventes establecidas por la coordinación de laboratorios para la correspondiente clasificación de los residuos peligrosos generados en la universidad de América. Tomado de Universidad de América

**Figura 46.**

*Residuos de aceite mineral y crudo*

<h1 style="text-align: center;">Residuos de aceite mineral y crudo</h1>		<b>Composicion del residuo</b>			
		El residuo esta compuesto por un 90% de aceite mineral y 10% de crudo			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="border: 2px solid orange; padding: 5px; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">3082</div> <div style="text-align: center;"> <p>NFPA</p> <p>I1- S2 -R0 -</p> </div> </div>		<b>2. Palabra de advertencia /Identificación de peligros</b>			
		<p><b>ATENCION</b></p> <p>Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos</p>			
<p style="text-align: center;"><b>INTERMEDIARIO: ECOSOLUCIONES S.A.S. Teléfono: 7034124</b></p> <p style="text-align: center;"><b>EMPRESA</b></p>		<b>Consejos de prudencia</b>			
		No depositar en el medio ambiente.- Depositar en un lugar de descarga apropiado.			
<b>RECEPTOR</b>	<b>FECHA</b>	<b>ESTADO FISICO</b>			
		S <input type="checkbox"/>	SS <input type="checkbox"/>	L <input checked="" type="checkbox"/>	O <input type="checkbox"/>
Elaborado por: Yurany Abril Cel:3166992634					

*Nota.* La figura representa el formato de etiqueta para residuos de aceite mineral y crudo establecidas por la coordinación de laboratorios para la correspondiente clasificación de los residuos peligrosos generados en la universidad de América. Tomado de Universidad de América

**Figura 47.**  
Residuos de mercurio

<b>Residuos de Mercurio</b>		<b>Composicion del residuo</b>	
 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 2px solid orange; padding: 5px; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">3082</div> <div style="text-align: center;"> <p><b>NFPA</b> 10- S4 -R0 -</p> </div> </div>		El mercurio se encuentra contaminado con vidrio, papel, rastros de tierra, materiales inertes.	
		<b>2. Palabra de advertencia /Identificación de peligros</b>	
		<b>PELIGRO</b>	
		Provoca una leve irritación cutánea;Provoca irritación ocular;Tóxico en contacto con la piel;Tóxico para los organismos acuáticos;Tóxico en caso de ingestión;Nocivo si se inhala (gas, vapor, )	
		<b>Consejos de prudencia</b>	
		No respirar (polvo, vapor o niebla pulverizada).-Evitar el contacto con la piel, los ojos o la ropa.-Llevar equipo protector individual apropiado, evitar el contacto directo.-No depositar en el medio ambiente.-Depositar en un lugar de descarga apropiado.	
		<b>INTERMEDIARIO: ECOSOLUCIONES S.A.S. Teléfono: 7034124</b>	
<b>EMPRESA</b>			
<b>RECEPTOR</b>	<b>FECHA</b>	<b>ESTADO FISICO</b>	
		<b>S</b> <input type="checkbox"/> <b>SS</b> <input type="checkbox"/> <b>L</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>O</b> <input type="checkbox"/>	
Elaborado por: Yurany Abril Cel:3166992634			

*Nota.* La figura representa el formato de etiqueta para residuos de mercurio establecidas por la coordinación de laboratorios para la correspondiente clasificación de los residuos peligrosos generados en la universidad de América. Tomado de Universidad de América

**Figura 48.**  
Residuos de varsol y crudo

<b>Residuos de varsol y crudo</b>		<b>Composicion del residuo</b>	
<p style="text-align: center;"><b>1993</b></p> <p style="text-align: center;"><b>NFPA</b> I3- S2 -R0 -</p>		<p style="text-align: center;">VARSOL USADO (90% varsol 10% crudo)</p>	
		<b>2. Palabra de advertencia /Identificación de peligros</b>	
		<b>PELIGRO</b>	
		<p>Puede provocar graves quemaduras en la piel y lesiones oculares-Nocivo en caso de ingestión-Nocivo si se inhala (gas, vapor, polvo, niebla)-Puede irritar las vías respiratorias-Tóxico para los organismos acuáticos</p>	
		<b>Consejos de prudencia</b>	
		<p>No respirar (polvo, vapor o niebla pulverizada).-Evitar el contacto con la piel, los ojos o la ropa.-Llevar equipo protector individual apropiado, evitar el contacto directo.-No depositar en el medio ambiente.-Depositar en un lugar de descarga apropiado. Mantener alejado de material combustible.</p>	
<b>INTERMEDIARIO: ECOSOLUCIONES S.A.S. Teléfono: 7034124</b>			
<b>EMPRESA</b>			
<b>RECEPTOR</b>	<b>FECHA</b>	<b>ESTADO FISICO</b>	
		S <input type="checkbox"/>	SS <input type="checkbox"/> L <input checked="" type="checkbox"/> O <input type="checkbox"/>
Elaborado por: Yurany Abril Cel:3166992634			

*Nota.* La figura representa el formato de etiqueta para residuos de varsol y crudo establecidas por la coordinación de laboratorios para la correspondiente clasificación de los residuos peligrosos generados en la universidad de América. Tomado de Universidad de América

**Figura 49.**

*Sólidos contaminados con sustancias químicas varias*

<p><b>Sólidos contaminados con sustancias químicas varias</b></p>  <p><b>3077</b></p> <p>NFPA 10- S2 -R0-</p>		<p><b>Composición del residuo</b></p> <p>El residuo esta compuesto por estopa, trapos, plástico, guantes de trabajo, cauchos, madera, papel, cartón, aserrín, elementos de protección personal, envases plásticos y metálicos, rodillos, papel, protectores de tubería plásticos de diferentes diámetros, material absorbentes, tela oleofílica, filtros de papel, sólidos que se encuentran impregnados con sustancias químicas varias.</p>
		<p><b>2. Palabra de advertencia /Identificación de peligros</b></p> <p><b>ATENCION</b></p> <p>Residuo nocivo para la salud y el medio ambiente, Tóxico para los organismos acuáticos</p>
<p><b>Consejos de prudencia</b></p> <p>No depositar en el medio ambiente.-No depositar con basura, residuos u otros desechos sólidos domésticos.-Depositar en un lugar de descarga apropiado.</p>		
<p><b>INTERMEDIARIO: ECOSOLUCIONES S.A.S. Teléfono: 7034124</b></p>		
<p><b>EMPRESA</b></p>		
<p><b>RECEPTOR</b></p>	<p><b>FECHA</b></p>	<p><b>ESTADO FISICO</b></p>
		<p>S <input checked="" type="checkbox"/>    SS <input type="checkbox"/>    L <input type="checkbox"/>    O <input type="checkbox"/></p>
<p>Elaborado por: Yurany Abril Cel:3166992634</p>		

*Nota.* La figura representa el formato de etiqueta para sólidos contaminados con sustancias químicas varias establecidas por la coordinación de laboratorios para la correspondiente clasificación de los residuos peligrosos generados en la universidad de América. Tomado de Universidad de América

**Figura 50.**  
Viruta de acero

<b>VIRUTA DE ACERO</b>		<b>Composicion del residuo</b>	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>9</p> </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px; background-color: orange; color: black; font-weight: bold;">3077</div> <div style="text-align: left;"> <p><b>NFPA</b> 10- S1 -R0 -</p> </div> </div>		<p>VIRUTA DE ACERO, PUEDE ESTAR CONTAMINADA CON DIFERENTES SUSTANCIAS QUIMICAS</p>	
		<b>2. Palabra de advertencia /Identificación de peligros</b>	
		<p><b>ATENCION</b></p> <p>Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos</p>	
		<b>Consejos de prudencia</b>	
		<p>No depositar en el medio ambiente.- Depositar en un lugar de descarga apropiado.</p>	
<b>INTERMEDIARIO: ECOSOLUCIONES S.A.S. Teléfono: 7034124</b>			
<b>EMPRESA</b>			
<b>RECEPTOR</b>	<b>FECHA</b>	<b>ESTADO FISICO</b>	
		S <input checked="" type="checkbox"/>	SS <input type="checkbox"/> L <input type="checkbox"/> O <input type="checkbox"/>
Elaborado por: Yurany Abril Cel:3166992634			

*Nota.* La figura representa el formato de etiqueta para viruta de acero establecidas por la coordinación de laboratorios para la correspondiente clasificación de los residuos peligrosos generados en la universidad de América. Tomado de Universidad de América

## **ANEXO 4**

### **“RECOMENDACIONES”**

Ya que al ser un centro educativo y a la inexperiencia de los estudiantes respecto a la manipulación de residuos químicos peligrosos, es necesario la creación de un protocolo referente a los posibles derrames que pueden llegar a ocurrir debido a las malas prácticas.

Teniendo en cuenta que las normativas se mantienen en constante actualización por diferentes factores nacionales e internacionales sobre los RESPEL, se recomienda revisar constantemente las normativas que se empiecen a desarrollar por parte del gobierno nacional en las cuales se regulen los residuos peligrosos, con esto se evitara posibles multas y/o problemas legales.

Debido a las diferentes sustancias que se trabajarán en los equipos del CEPIIS, es necesario tener presente la compatibilidad química de los equipos con las sustancias ya que al presentar características corrosivas en sus propiedades físicas, se pueden presentar daños en los equipos lo que a su vez conlleva a un posible accidente o incidente.

Una de las recomendaciones más importantes es realizar la revisión de la ruta más adecuada para el transporte de RESPEL a la zona de almacenamiento ya que para el momento de la redacción del documento no se ha culminado la construcción de la estructura del edificio CEPIIS, por ende se realizó la base del protocolo para el transporte interno de los residuos en la universidad.

En la actualidad el proyecto se encuentra en su fase de instalación de equipos, debido a esto, fue imposible realizar ensayos con las sustancias que se ha planteado manipular en los diferentes equipos del CEPIIS, cuando culmine la instalación y la estructuración, se continuará con la iniciación de puesta en marcha de los equipos como prueba inicial de correcto funcionamiento en planta piloto, para buscar la minimización, seguridad y prevención del riesgo químico, se debe considerar una nueva evaluación de las sustancias que se manipulen en todos los equipos del CEPIIS y de esta manera poder obtener un valor cuantificable de RESPEL.

Ya que el formato FO-LAB-28 “INVENTARIO DE RESIDUOS EN EL PUNTO DE ACOPIO” está establecido para las diferentes zonas de almacenaje de laboratorios de la universidad, se plantea una adecuación que permita especificar el origen de las sustancias por parte del departamento CEPIIS, para evitar nombrar las secciones de la planta piloto se puede generalizar en un solo ítem denominado planta piloto o CEPIIS. La realización de esta adecuación se dificulta una propuesta certera al formato debido al proceso en que se encuentra la estructura del CEPIIS.

Al finalizar la estructura del edificio CEPIIS se deben realizar ejercicios logísticos que permitan revisar tiempos y fechas adecuados para la recepción, movilización y acopio de los residuos peligrosos como se plantea en el capítulo 2 subcapítulo 2.7, de esta manera se tendrá una idea clara de cuánto tiempo se gastaría en el proceso y así se daría un estimado de cierre de seguridad en las instalaciones de la universidad.

Ya que el CEPIIS no es un centro de acopio para disposición final debe disponer de un tercero para que se encargue del tratamiento de RESPEL, la universidad de américa al contar con la infraestructura y equipos correspondientes a la producción a escala planta piloto tiene la oportunidad de generar un crecimiento académico si se propone realizar investigación de métodos nuevos o convencionales de tratamiento de residuos.

Una oportunidad de mejora es el tratamiento de los residuos peligrosos generados en el CEPIIS, para esta actividad es recomendable realizar un previo estudio de la documentación requerida para lograr establecer las normativas referentes a las buenas prácticas de tratamiento de residuos y así evaluar los métodos más efectivos.

**ANEXO 5**

**“PROTOCOLO PARA EL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS  
PELIGROSOS (RESPEL)”**

 Fundación <b>Universidad de América</b>	<b>FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA</b>	<b>Código:</b>
	<b>CENTRO DE PROCESOS E INNOVACIÓN PARA LA INDUSTRIA SOSTENIBLE</b>	<b>I-CEPIIS-01</b>
	<b>PROTOCOLO PARA EL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS (RESPEL)</b>	<b>Versión 0</b>
		<b>Agosto de 2022</b>

## OBJETIVO

Minimizar el riesgo químico con el conjunto de reglas y estándares para la manipulación, movilización, almacenamiento temporal y disposición final de los RESPEL proyectados en el CEPIIS.

## ALCANCE

Este protocolo comprende las actividades de laboratorio, desde la recolección de residuos hasta la disposición final de los residuos peligrosos generados en el CEPIIS.

## RESPONSABLE

Asistente de laboratorios CEPIIS

## DESARROLLO

### Definiciones

**Centro de Procesos e Innovación para la Industria Sostenible (CEPIIS):** Proyecto estructural y académico de la Universidad de América por el cual se pone en marcha la planta piloto y sus diferentes áreas de trabajo, dicho proyecto fue ejecutado por docentes y estudiantes los cuales tienen la misión y responsabilidad de generar un crecimiento académico en el cuerpo docente, alumnos y egresados.

**RESPEL:** Residuo o desecho que por sus características pueden causar riesgos, daños o efectos no deseados, directos e indirectos, a la salud humana y el ambiente.

**Ficha Técnica:** Documento en el cual se describen los productos desde el punto de vista funcional, químico, especificaciones técnicas, aplicaciones y presentación, entre otros.

 Fundación <b>Universidad de América</b>	<b>FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA</b>	<b>Código:</b>
	<b>CENTRO DE PROCESOS E INNOVACIÓN PARA LA INDUSTRIA SOSTENIBLE</b>	<b>I-CEPIIS-01</b>
	<b>PROTOCOLO PARA EL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS (RESPEL)</b>	<b>Versión 0</b>
		<b>Agosto de 2022</b>

**Ficha de Seguridad:** Es un documento técnico en la cual se describen el conjunto de normas para la manipulación, almacenamiento y transporte del producto, además de las acciones a tomar en casos de emergencia.

### **Generalidades**

**Frecuencia:** Diariamente según necesidad de recolección y requerimientos por parte de los coordinadores de planta.

**Equipos y accesorios:** Equipos de laboratorio, Carro sube escaleras, Herramienta Excel, Impresora de etiquetas, envases de plástico rígido.

### **Encargados**

Docentes, Estudiantes, Asistente de laboratorio CEPIIS, Coordinador de planta CEPIIS, Coordinador de laboratorios Universidad de América, Seguridad eco campus los cerros, área administrativa.

### **Actividades**

#### **Recolección**

Bajo la supervisión del docente que realizó la solicitud del trabajo en planta, los estudiantes diariamente almacenan en los bidones de plástico rígido correspondientes los residuos provenientes de cada uno de los procesos en los cuales trabajaron en el CEPIIS, la capacidad de cada bidón es revisado por el coordinador de la planta CEPIIS y cuando se supere el 50% de capacidad deberá enviar una solicitud de recolección al Asistente de laboratorios CEPIIS el cual tendrá un día para responder la solicitud en la que especificará día y hora de recolección, con respecto a los residuos en estado sólido, estos se deben almacenar en cuñetes de 20 Kg

 Fundación <b>Universidad de América</b>	<b>FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA</b>	<b>Código:</b>
	<b>CENTRO DE PROCESOS E INNOVACIÓN PARA LA INDUSTRIA SOSTENIBLE</b>	<b>I-CEPIIS-01</b>
	<b>PROTOCOLO PARA EL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS (RESPEL)</b>	<b>Versión 0</b>
		<b>Agosto de 2022</b>

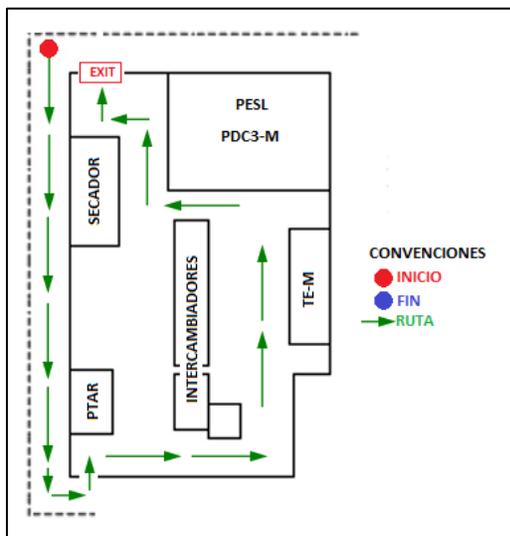
dispuestos por el asistente de laboratorios en las zonas indicadas por el coordinador de la planta CEPIIS.

*Nota:* los envases de plásticos rígidos disponibles en la planta contarán con una capacidad de 20 Litros para residuos líquidos, el asistente de laboratorio CEPIIS debe realizar la limpieza de los bidones de plástico rígido y entregar uno limpio cada vez que se realice la recolección.

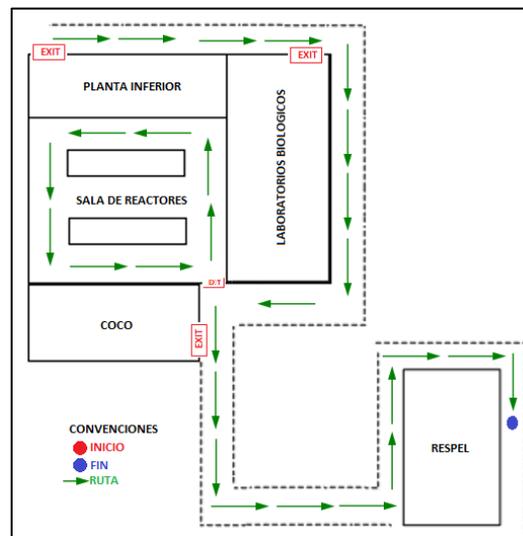
### **Movilización de los bidones de plástico rígido**

Para realizar la movilización de los bidones de plástico rígido que contienen los residuos peligrosos en las instalaciones de la Universidad de América, el asistente de laboratorio CEPIIS deberá enviar una solicitud a el área administrativa para que sea autorizado el bloqueo de la zona aledaña del edificio CEPIIS y el ingreso a bienestar universitario por parte de la seguridad del eco campus los cerros, cuando sea autorizado, el asistente de laboratorio CEPIIS bloqueara con una cinta de seguridad el área dispuesta a la movilización, una vez sea segura la movilización en las instalaciones de la universidad, el asistente de laboratorio iniciara el recorrido de recolección tal cual se especifica en la ruta interna de recolección de residuos peligrosos en la planta del CEPIIS, que se presenta a continuación.

 Fundación <b>Universidad de América</b>	<b>FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA</b>	Código: I-CEPIIS-01
	<b>CENTRO DE PROCESOS E INNOVACIÓN PARA LA INDUSTRIA SOSTENIBLE</b>	<b>Versión 0</b>
	<b>PROTOCOLO PARA EL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS (RESPEL)</b>	<b>Agosto de 2022</b>



**Recolección de residuos peligrosos en la planta baja del CEPIIS**



**Recolección de residuos peligrosos en la planta superior del CEPIIS**

Cuando culmine la movilización, el asistente de laboratorios CEPIIS deberá informar a la seguridad del Eco campus los cerros y a la zona administrativa que la actividad ha culminado para habilitar el ingreso y movilización de estudiantes, docentes y colaboradores.

### **Clasificación y cuantificación de residuos**

Cuando los residuos peligrosos sean llevados al laboratorio del CEPIIS, el asistente de laboratorio CEPIIS deberá realizar un análisis de las características fisicoquímicas de los residuos recolectados, una vez se tengan los datos de este análisis se tiene que clasificar en los grupos que se han dispuesto por la coordinación de laboratorios de la universidad en el documento “plan de manejo de residuos peligrosos” que se basó en las clasificaciones de peligrosidad del decreto 4741 de 2005.

Se unifican los residuos que cumplan con las mismas características en bidones de plástico rígido, que cuentan con tapón y tapa, con capacidad para 20 Kg y se encuentran debidamente

 Fundación <b>Universidad de América</b>	<b>FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA</b>	<b>Código:</b>
	<b>CENTRO DE PROCESOS E INNOVACIÓN PARA LA INDUSTRIA SOSTENIBLE</b>	<b>I-CEPIIS-01</b>
	<b>PROTOCOLO PARA EL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS (RESPEL)</b>	<b>Versión 0</b>
		<b>Agosto de 2022</b>

rotulados según decreto 1609 de 2002 y la Norma Técnica Colombiana NTC 1692, las etiquetas deben ser las mismas que utilice la Universidad tal como se muestra en el documento “plan de manejo de residuos peligrosos”

Haciendo uso de la báscula, el asistente de laboratorio CEPIIS cuantificara los residuos peligrosos para diligenciar el formato FO-LAB-28 “Inventario de Residuos en el Punto de Acopio” esta información se debe enviar a la Coordinador de laboratorios Universidad de América.

### **Almacenamiento**

El asistente de laboratorio CEPIIS trasladará los residuos del laboratorio a la zona de almacenamiento temporal en la cual los residuos podrán permanecer un tiempo máximo de 6 meses en la zona RESPEL del CEPIIS, deberá tener en cuenta las etiquetas de cada bidones de plástico rígido y la compatibilidad química de las sustancias almacenadas para minimizar todo tipo accidentes de riesgo químico.

*Nota:* Para el manejo de cada residuo se tiene en cuenta el grado de peligrosidad, esta información se extrae de las hojas de seguridad y fichas técnicas de cada uno de sus componentes.

### **Disposición final**

El asistente de laboratorio CEPIIS deberá movilizar los bidones de plástico rígido de 20 kg a las afueras de las instalaciones de la universidad a la ubicación dispuesta por la Coordinación de laboratorios Universidad de América ya que esta es la encargada de validar la información con los gestores autorizados para disposición final de residuos peligrosos.

 Fundación <b>Universidad de América</b>	<b>FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA</b>	<b>Código:</b>
	<b>CENTRO DE PROCESOS E INNOVACIÓN PARA LA INDUSTRIA SOSTENIBLE</b>	<b>I-CEPIIS-01</b>
	<b>PROTOCOLO PARA EL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS (RESPEL)</b>	<b>Versión 0</b>
		<b>Agosto de 2022</b>

El gestor autorizado para disposición final debe cumplir con las normativas legales dispuestas en el decreto 1609 de 2002, el Coordinación de laboratorios Universidad de América será el encargado del cumplimiento de las responsabilidades del generador de residuos peligrosos ante la autoridad ambiental asignada.

### **Plan de Contingencia**

Ya que nunca se está exento a accidentes se debe garantizar por parte del asistente de laboratorio CEPIIS el correcto uso del Plan de Contingencia planificado con el objetivo de contar con lineamientos que se deben seguir en caso de emergencias para minimizar y prevenir el riesgo a la salud del personal y la comunidad universitaria.

El asistente del laboratorio CEPIIS debe contar con el plan de contingencia de manera impresa en el edificio CEPIIS, zona de almacenamiento y de laboratorio para garantizar la divulgación de la información pertinente, el plan de contingencia impuesto para la universidad cuenta con la identificación de objetivos, actividades, situaciones de emergencia y consecuencias de los posibles riesgos, por otro lado identifica el personal que atenderá la correspondiente emergencia.

### **REFERENCIAS**

- FO-LAB-28 “Inventario de Residuos en el Punto de Acopio”
- Documento interno de la universidad “plan de manejo de residuos peligrosos”

### **REFERENCIAS DOCUMENTALES**

#### **Nombre del Documento**

#### **Código del Documento**

Inventario de Residuos en el Punto de Acopio

FO-LAB-28



	<b>FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA</b>	<b>Código:</b>
		<b>I-CEPIIS-01</b>
	<b>CENTRO DE PROCESOS E INNOVACIÓN PARA LA INDUSTRIA SOSTENIBLE</b>	<b>Versión 0</b>
	<b>PROTOCOLO PARA EL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS (RESPEL)</b>	<b>Agosto de 2022</b>