

Fecha de elaboración: 22 de octubre de 2020			
Tipo de documento	TID:	Obra creación:	Proyecto investigación: X
Título: Diseño del Plan de Gestión del Ciclo de Vida de los Productos Químicos para los Laboratorios de las Sedes Medellín, Bucaramanga y Montería de la Universidad Pontificia Bolivariana			
Autor(es): María Alejandra Tangarife Zapata			
Tutor(es): Juan Carlos Acosta Quevedo			
Fecha de finalización: 22 de octubre de 2020			
Temática: Gestión del ciclo de vida de los productos químicos en una institución de educación superior			
Tipo de investigación: Estudio descriptivo, mixto			
Resumen: Mediante la aplicación de un estudio mixto, no experimental, transversal, descriptivo, se propuso el Plan de Gestión del Ciclo de Vida de los productos químicos para los Laboratorios de la Universidad Pontificia Bolivariana, ubicados en Medellín, Bucaramanga y Montería. Inicialmente, a través de un muestreo aleatorio simple con error estándar de 0,0015 y confianza del 90%, se constituyó una muestra probabilística para la aplicación de una encuesta higiénica. Seguidamente, se realizaron visitas de inspección, lo que permitió consolidar un inventario con 760 referencias de sustancias químicas, así como el ciclo de vida del producto químico en la Universidad, constituido por las etapas de la adquisición, almacenamiento, dosificación, transporte interno, consumo y gestión interna de residuos. Finalmente, se plantearon las actividades del plan de gestión propuesto, esperando que éste sea incluido en el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo y socializado con las partes interesadas.			
Palabras clave: Gestión; ciclo de vida; riesgo químico; productos químicos; laboratorios			
Planteamiento del problema: La sociedad moderna posiciona a las sustancias químicas como parte esencial para mejorar el nivel de vida de las poblaciones. En la actualidad, estas son utilizadas en la producción de artículos para el cuidado de la salud, la producción de alimentos, el transporte, las telecomunicaciones, entre otras aplicaciones. Además, según el Departamento Nacional de Planeación, cada año aparecen aproximadamente 500 mil nuevas sustancias. Mundialmente se comercializan más de 115 millones de sustancias, de las cuales menos del 1% están reguladas o inventariadas y de las 100 mil que se encuentran incluidas en el Inventario Europeo de Sustancias Químicas Existentes, el 75% no dispone de información sobre los efectos en seres vivos, mientras que el restante 25% presenta datos limitados. Esto plantea que las formas de producción, transporte, almacenamiento y uso de estas sustancias actualmente generan riesgos para la salud humana y el ambiente, impactando diversos sectores. La población directamente afectada corresponde a aquellos individuos que trabajan en la fabricación, manipulación y aplicación de esas sustancias. En segundo término, resulta afectada la comunidad por su uso en el hogar, la contaminación que generan al aire, el suelo y las fuentes de agua, el consumo de residuos de plaguicidas en la dieta diaria, entre otros. Es importante señalar que cada producto químico tiene riesgos específicos y sus efectos dependen del tipo de peligro, la duración de la exposición, la ruta de entrada y la susceptibilidad de cada individuo. Cuando estos son liberados al ambiente, afectan la			

calidad de los recursos naturales, se movilizan a través de la cadena trófica de los seres vivos y en algunos casos, magnifican sus efectos hasta llegar al último eslabón que puede ser el ser humano.

Por tal razón, resulta importante realizar la evaluación de la exposición al riesgo químico en los entornos educativos para elegir los controles apropiados y proteger así la salud de todos sus usuarios.

Pregunta: ¿Cómo diseñar el plan de gestión del ciclo de vida los productos químicos en los Laboratorios de las sedes Medellín, Bucaramanga y Montería de la Universidad Pontificia Bolivariana?

Objetivos:

Objetivo general

Diseñar el plan de gestión del ciclo de vida de los productos químicos para los Laboratorios de las sedes Medellín, Bucaramanga y Montería de la Universidad Pontificia Bolivariana.

Objetivos específicos

- Realizar el diagnóstico de los productos químicos consumidos en los Laboratorios de las sedes Medellín, Bucaramanga y Montería de la Universidad y su ciclo de vida en la institución, mediante el análisis del plan anual de compras, la aplicación de una encuesta higiénica y la ejecución de visitas de inspección cualitativa.
- Caracterizar los productos químicos identificados en los diferentes laboratorios en cuanto a sus propiedades fisicoquímicas y clasificaciones internacionales, mediante la construcción de un inventario global y el desarrollo de una herramienta informática en Microsoft Excel.
- Describir las actividades planteadas para la gestión del ciclo de vida de los productos químicos en los Laboratorios de las sedes Medellín, Bucaramanga y Montería de la Universidad, con base a los lineamientos del Convenio número 170 de la OIT.

Marco teórico:

Diferentes estudios se han enfocado en la implementación de programas de gestión del riesgo químico, enfatizando en que las organizaciones deben identificar los riesgos y peligros asociados a su actividad productiva, para asegurar sus resultados de acuerdo con los controles definidos para estos. De manera general, la prevención de accidentes, morbilidad y fatalidad obedece a la jerarquía de control en orden ascendente: a) reducción; b) sustitución; y c) eliminación del peligro.

Los agentes químicos están constituidos por sólidos, como polvo o fibras; líquidos, como neblinas y rocíos; humos metálicos y no metálicos; gases y vapores que al entrar al organismo mediante inhalación, absorción cutánea o ingestión provocan intoxicación, quemaduras, entre otras reacciones, dependiendo de la concentración y el tiempo de exposición.

En este sentido, es importante caracterizar los productos químicos mediante el levantamiento de información asociada a sus propiedades físicas, químicas y toxicológicas. Esto constituye el punto de partida para la evaluación de sus impactos físicos, al ambiente y la salud, así como la base para determinar el destino de las emisiones y descargas al ambiente.

Dentro de cada organización, los productos químicos experimentan ciclos de vida diferentes. Específicamente, el Convenio número 170 de la OIT especifica los elementos que debe contener el programa para el manejo seguro de productos químicos en el lugar de trabajo.

La sexta revisión del SGA es la versión adoptada en Colombia. En esta edición se clasifican los productos químicos en tres clases de peligros: físicos, para la salud y para el ambiente.

Un aspecto clave a verificar en condiciones de almacenamiento de productos químicos es la incompatibilidad entre estos. La incompatibilidad es la condición por la cual determinados productos se tornan peligrosos cuando se manipulan o almacenan próximos a otros con los cuales pueden reaccionar violentamente, generando calor, incendios, explosiones y/o gases tóxicos. (pag, 14)

Una comunicación efectiva de los peligros logra crear conciencia en los trabajadores sobre los riesgos a los que están expuestos y las medidas de protección requeridas para evitar los efectos adversos que estos podrían ocasionar.

El modo de comunicar los peligros de los productos químicos puede variar según la etapa del ciclo de vida en que se encuentra. Para el caso puntual de clasificación y etiquetado de residuos químicos, aplica el SGA durante la etapa de almacenamiento, mientras que, para la etapa de transporte, aplica el modelo las Naciones Unidas establecido en el Libro Naranja (pag. 17, ver cuadro, pag. 18)

Para realizar el manejo adecuado de RESPEL, resulta imprescindible diseñar e implementar un Plan de Gestión Integral de Residuos Peligrosos que debe ser dinámico, estar disponible y ser difundido a todas las partes interesadas de la organización, dicho plan cuenta con una gestión interna que se realiza al interior de la organización y otra externa para que la se contrata una entidad competente.

Investigaciones han revelado que el uso de sustancias químicas en cualquier etapa de la cadena productiva es una fuente de enfermedades, accidentes e impactos graves al medio ambiente, por su parte Osorio y Londoño entre otros desarrollaron programas que le permitieron realizar un diagnóstico de la intervención prioritaria que requería el almacenamiento de las sustancias.

De otro lado Pincha encontró deficiencias en el manejo y capacitación de los empleados frente a las sustancias químicas. Aguilera propuso una metodología para el análisis de riesgo ambiental.

Finalmente, según Wolffe y colaboradores (2019), los métodos de revisión sistemática (RS) proporcionan un resumen confiable de las evidencias de los riesgos para la salud asociados a la exposición a sustancias químicas (pag. 28).

Método:

La presente investigación corresponde a un estudio mixto, porque su principal finalidad es recolectar información objetiva, que luego pueda ser generalizada a una colectividad mayor y replicada a otros contextos, haciendo uso de la estadística para la generalización del fenómeno analizado. Corresponde a un diseño de investigación no experimental, transeccional o transversal y su alcance es descriptivo, pretende recoger información de manera independiente y objetiva, sin establecer cómo las variables se relacionan entre sí, especificando las propiedades, las características y los perfiles del grupo de personas que serán sometidas al análisis.

La población de interés corresponde a la totalidad de trabajadores de la Universidad de las sedes Medellín, Bucaramanga y Montería; que hacen parte de aquellos procesos en los que se consumen o manipulan productos químicos en cualquiera de las etapas de su cadena de uso o ciclo de vida se aplicó un muestreo aleatorio simple con un error estándar de 0,015 y una confianza del 90%.

Para la recolección de datos se emplearon como instrumentos de medición las entrevistas, mediante la aplicación de un cuestionario de 22 preguntas cerradas y abiertas vía internet y los inventarios.

El proyecto de diseño del plan de gestión del ciclo de vida de los productos químicos en las tres sedes de la Universidad se realizó en tres etapas o fases; en la primera se realizó el sondeo de las unidades consumidoras de productos químicos en todas las sedes de la Universidad. En la segunda fase se realizó una caracterización de los productos químicos, se desarrolló una herramienta informática en Excel que considera la peligrosidad de las sustancias químicas con base a las indicaciones de peligro (frases H del SGA) y la exposición, para suministrar al usuario un puntaje de riesgo y sugerencias sobre las medidas de control a implementar para el uso de la sustancia en cuestión, mirando el grado de severidad en el efecto tóxico, la superficie del cuerpo expuesta, frecuencia de exposición, riesgo por contacto con la piel y absorción (ver tabla pag. 32).

Finalmente, en la fase 3 (pág. 33) Una vez detallados los inventarios localizados, construido el inventario global y caracterizados todos los productos químicos, se realizó el planteamiento de las diferentes actividades y procedimientos enmarcados en el plan de gestión del ciclo de vida de los productos químicos, así como su respectiva descripción, siguiendo los lineamientos del Convenio número 170 de la OIT.

Resultados, hallazgos u obra realizada:

El análisis del Plan Anual de compras para los años 2018, 2019 y 2020, permitió identificar las Unidades consumidoras de productos químicos en la Institución (pag 34 y 35).

De manera general, la Universidad figura en la etapa de uso por el consumidor en el ciclo de vida global de los productos químicos. Sin embargo, la Figura 12 caracteriza la cadena de uso de los productos químicos para todas las sedes y seccionales de la organización, en las que se identificaron actividades asociadas a la adquisición, almacenamiento, dosificación, transporte interno, consumo y gestión interna de residuos peligrosos. La etapa de adquisición abarca la compra, transporte y recepción. A su vez, gestión interna de REPEL considera la minimización y prevención de la generación, la separación en la fuente, el transporte interno, el acopio o almacenamiento temporal, los tratamientos internos y la disposición final de estos (pag. 40).

Cabe señalar que, en vista de que los procesos experimentales desarrollados en los laboratorios presentan alta variabilidad, no resultó factible realizar el inventario del ciclo de vida de los productos químicos caracterizando de manera cuantitativa los balances de masa y energía. Aun así, las inspecciones cualitativas permitieron la construcción de los inventarios específicos de los productos químicos en cada unidad, detallando la información de la ubicación, y las cantidades almacenadas de cada uno de estos, ya fuera en forma de materia prima, insumo, producto final o residuo.

Específicamente, durante las visitas se hizo evidente el desconocimiento de algunos de los empleados sobre las clases de peligro de los productos químicos manipulados, ya que en el cuestionario algunos afirmaron hacer uso de sustancias explosivas, pero no se encontró evidencia de esto en los inventarios localizados. Conjuntamente, las visitas permitieron identificar prácticas inseguras especialmente en las etapas de almacenamiento de productos químicos y acopio temporal de residuos peligrosos (pag. 41).

Por su parte, la herramienta digital desarrollada se implementó para realizar la estimación inicial del riesgo por inhalación y por contacto/absorción por la piel de aquellas sustancias identificadas como cancerígenas, categorías 1 y 2A, y tóxicas agudas por inhalación y/o contacto con la piel.

Se pudo establecer que todos los empleados asociados a los Laboratorios de la Universidad, sin importar el tipo de vinculación, deben ser conscientes de sus actos y jamás realizar acciones que pongan en peligro su seguridad, la de sus compañeros, el medio ambiente y/o las instalaciones físicas de la Institución.

Durante la fase diagnóstica se evidenciaron condiciones críticas en la formación de los trabajadores con respecto al riesgo químico. Específicamente, durante las visitas se hizo evidente el desconocimiento de algunos de los empleados sobre las clases de peligro de los productos químicos manipulados, ya que en el cuestionario algunos afirmaron hacer uso de sustancias explosivas, pero no se encontró evidencia de esto en los inventarios localizados.

Se encontró que para la manipulación de productos químicos se deberá suministrar protección para la cabeza y el rostro, protección de manos y brazos, protección corporal y protección de pies (pg. 49).

Conclusiones:

Los resultados de este estudio permitieron evidenciar una fuerte cultura de desconocimiento sobre la peligrosidad de los productos químicos manipulados, así como una clara necesidad de capacitación y formación en temáticas como almacenamiento, disposición y tratamiento de residuos y, en general, buenas prácticas y procedimientos seguros para trabajar en los laboratorios.

Las visitas de inspección cualitativa posibilitaron la visualización de malas prácticas de almacenamiento y falta de controles al realizar algunas actividades, así como la consolidación del ciclo de vida del producto químico para la organización, conformado por las etapas de adquisición, almacenamiento, dosificación, transporte interno, consumo y gestión interna de residuos peligrosos.

La metodología de las visitas de inspección facilitó la construcción de los inventarios localizados de todas las unidades evaluadas y la posterior consolidación de un inventario global.

Mediante la caracterización de las sustancias químicas desde el inventario global se realizó la identificación de 36 referencias con características de peligrosidad por inflamabilidad, 14 corrosivas para los metales, 24 oxidantes, 11 cancerígenas categoría 1, 5 cancerígenas categoría 2A y 10 con propiedades de toxicidad aguda: cuatro con toxicidad aguda oral, cinco con toxicidad aguda dérmica y una referencia tóxica aguda por inhalación. Las sustancias pertenecientes a los grupos antes descritos constituyen un foco importante de monitoreo y control en la institución.

Finalmente, se plantearon y describieron las actividades para asumir y llevar a cabo los procesos englobados en el ciclo de vida de los productos químicos en la universidad, definiendo las responsabilidades, a lo largo de toda la cadena, los sistemas de clasificación a implementar, los mecanismos o herramientas para la comunicación de los peligros, medidas de control, seguimiento a la exposición, procedimientos en caso de emergencia e investigación y reporte de incidentes, accidentes y enfermedades laborales.

Productos derivados:

Propuesta del plan de gestión del ciclo de vida de los productos químicos para las sedes Medellín, Bucaramanga y Montería de la Universidad Pontificia Bolivariana.

**Diseño del Plan de Gestión del Ciclo de Vida de los Productos Químicos para los
Laboratorios de las Sedes Medellín, Bucaramanga y Montería de la Universidad
Pontificia Bolivariana**

**María A. Tangarife Zapata
Cod. 11203185**

**Corporación Universitaria Unitec
Escuela de Ciencias Económicas y Administrativas
Especialización en Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo**

**Medellín
26 de octubre de 2020**

**Diseño del Plan de Gestión del Ciclo de Vida de los Productos Químicos para los
Laboratorios de las Sedes Medellín, Bucaramanga y Montería de la Universidad
Pontificia Bolivariana**

**María A. Tangarife Zapata
Cod. 11203185**

**Juan Carlos Acosta Quevedo
Director**

**Corporación Universitaria Unitec
Escuela de Ciencias Económicas y Administrativas
Especialización en Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo**

**Medellín
26 de octubre de 2020**

A mis padres por su apoyo incondicional

Tabla de contenido

Resumen	1
Palabras clave	1
Planteamiento del problema	2
Justificación	4
Pregunta de investigación	6
Objetivos	7
Objetivo general	7
Objetivos específicos	7
Marco de teórico	8
Marco conceptual	20
Marco legal	22
Estado del arte	25
Método	29
Tipo y diseño del estudio	29
Participantes o fuentes de datos	29
Recolección de datos	29
Análisis de datos	30
Etapas para diseño del plan de gestión del ciclo de vida de los productos químicos en la institución	30
<i>Fase 1. Diagnóstico de los productos químicos empleados en la institución</i>	30
<i>Fase 2. Caracterización de los productos químicos empleados en la institución</i>	31
Evaluación simplificada del riesgo por contacto y/o absorción por la piel. Método del INRS.	31

<i>Grado de severidad del efecto tóxico de la sustancia (S).</i>	31
<i>Clasificación de la severidad del efecto tóxico de las sustancias químicas</i>	32
<i>Superficie del cuerpo expuesta (PCA).</i>	32
<i>Frecuencia de exposición.</i>	33
<i>Fase 3. Planteamiento de las actividades que constituirán el plan de gestión del ciclo de vida de los productos químicos en la institución</i>	33
Resultados o hallazgos	34
Fase 1. Diagnóstico de los productos químicos empleados en la institución	34
Fase 2. Caracterización de los productos químicos empleados en la institución	41
Fase 3. Planteamiento de las actividades que constituirán el plan de gestión del ciclo de vida de los productos químicos en la institución	42
<i>Deberes, responsabilidades y obligaciones generales</i>	43
<i>Sistemas de clasificación</i>	46
<i>Comunicación de los peligros</i>	46
<i>Medidas de control</i>	48
<i>Procedimientos en caso de emergencia y primeros auxilios</i>	54
<i>Investigación y reporte de incidentes y accidentes de trabajo</i>	55
Conclusiones	56
Referencias	58
ANEXO A	64
ANEXO B	65
ANEXO C	66
ANEXO D	67

Tabla de figuras

Figura 1 <i>Antecedentes investigativos en gestión del riesgo químico</i>	8
Figura 2 <i>Ciclo de vida del producto químico</i>	10
Tabla 1 <i>Elementos de un programa de gestión de sustancias químicas según la OIT</i>	11
Tabla 2 <i>Clasificación de los productos químicos según su peligrosidad, con base al SGA</i>	13
Figura 3 <i>Pictogramas del SGA</i>	13
Tabla 3 <i>Sistema de clasificación IMCO para las sustancias químicas</i>	14
Figura 4 <i>Matriz de compatibilidad para el almacenamiento de sustancias químicas</i>	15
Figura 5 <i>Clasificación de los residuos sólidos</i>	16
Figura 6 <i>Clasificación de las sustancias químicas según Naciones Unidas</i>	17
Tabla 4 <i>Marco legal para la gestión de sustancias químicas y sus riesgos en Colombia</i>	22
Tabla 5 <i>Estado del arte para la gestión integral de productos químicos</i>	26
Tabla 6 <i>Clasificación de la severidad del efecto tóxico de las sustancias químicas</i>	32
Tabla 7 <i>Unidades consumidoras de sustancias químicas en las diferentes sedes de la Universidad Pontificia Bolivariana</i>	34
Figura 7 <i>Exposición a polvos, humos, gases o vapores nocivos o tóxicos en el puesto de trabajo</i>	37
Figura 8 <i>Exposición a sustancias químicas peligrosas para la salud</i>	38
Figura 9 <i>Exposición a sustancias químicas que representan peligros físicos</i>	38
Figura 10 <i>Condiciones de etiquetado de productos químicos peligrosos</i>	39
Figura 11 <i>Necesidad de uso de Elementos de Protección Personal</i>	39
Figura 12 <i>Ciclo de vida del producto químico en la Universidad</i>	40
Figura 13 <i>Identificación del 1,4-Dioxano en el inventario a modo de ejemplo</i>	41
Figura 14 <i>Registros fotográficos de las visitas realizadas a algunas de las unidades en la Sede Medellín</i>	41
Figura 15 <i>Estimación inicial del riesgo por inhalación de la sustancia Óxido de cromo (VI)</i>	42
Tabla 8 <i>Responsabilidades para el desarrollo de las actividades enmarcadas en el ciclo de vida del producto químico en la Universidad</i>	43

Figura 16 <i>Elementos de la etiqueta diseñada para la identificación de las sustancias químicas</i>	47
Figura 17 <i>Formato de la etiqueta diseñada para mezclas o preparaciones</i>	48
Figura 18 <i>Formato de la etiqueta diseñada para el rotulado de residuos peligrosos</i>	48
Tabla 9 <i>Actividades de capacitación propuestas</i>	49
Figura 19 <i>Ejemplo aplicación de la metodología de almacenamiento planteada</i>	52

Resumen

Mediante la aplicación de un estudio mixto, no experimental, transversal, descriptivo, se propuso el Plan de Gestión del Ciclo de Vida de los productos químicos para los Laboratorios de la Universidad Pontificia Bolivariana, ubicados en Medellín, Bucaramanga y Montería. Inicialmente, a través de un muestreo aleatorio simple con error estándar de 0,0015 y confianza del 90%, se constituyó una muestra probabilística para la aplicación de una encuesta higiénica. Seguidamente, se realizaron visitas de inspección, lo que permitió consolidar un inventario con 760 referencias de sustancias químicas, así como el ciclo de vida del producto químico en la Universidad, constituido por las etapas de la adquisición, almacenamiento, dosificación, transporte interno, consumo y gestión interna de residuos. Finalmente, se plantearon las actividades del plan de gestión propuesto, esperando que éste sea incluido en el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo y socializado con las partes interesadas.

Palabras clave

Gestión; ciclo de vida; riesgo químico; productos químicos; laboratorios

Planteamiento del problema

La sociedad moderna posiciona a las sustancias químicas como parte esencial para mejorar el nivel de vida de las poblaciones. En la actualidad, estas son utilizadas en la producción de artículos para el cuidado de la salud, la producción de alimentos, el transporte, las telecomunicaciones, entre otras aplicaciones (Patiño, 2017). Además, según el Departamento Nacional de Planeación, cada año aparecen aproximadamente 500 mil nuevas sustancias (Departamento Nacional de Planeación, 2016).

De acuerdo con lo anterior, según la Agencia Europea de Sustancias y Mezclas Químicas (ECHA), la producción mundial de sustancias químicas ha pasado del millón de toneladas en 1930 a los cientos de millones de toneladas actuales (Patiño, 2017). Mundialmente se comercializan más de 115 millones de sustancias, de las cuales están reguladas menos del 1% y de las 100 mil que se encuentran incluidas en el Inventario Europeo de Sustancias Químicas Existentes, el 75% no reporta información sobre efectos para los seres vivos, mientras que el porcentaje restante cuenta con datos limitados (Departamento Nacional de Planeación, 2016). Esto plantea que las formas de producción, transporte, almacenamiento y uso de estas sustancias actualmente generan riesgos para la salud humana y el ambiente (Patiño, 2017), impactando diversos sectores.

La población directamente afectada corresponde a aquellos trabajadores involucrados en las etapas de fabricación, manipulación y aplicación de esas sustancias. En segundo término, resulta afectada la comunidad por su uso en la etapa de consumo, así como por la contaminación que estos generan a las fuentes de agua, el aire y el suelo, entre otros (Ministerio de Salud, 2017).

Informes recientes del Instituto Nacional de Salud, afirman que 4.9 millones de muertes se vinculan a enfermedades causadas por exposición ambiental y manejo de sustancias químicas, lo que corresponde al 8,3% de la carga global y equivale a 86 millones de años de vida ajustados por discapacidad, 5,7% del total. El estudio de carga de enfermedad realizado por esta entidad en el 2015 permitió concluir que 4.866.869 años de vida ajustados por discapacidad están relacionados con 86.352 muertes por intoxicaciones causadas por sustancias químicas (Instituto Nacional de Salud, 2017). Por su parte, el Departamento Nacional de Planeación plantea que la exposición a estas se relaciona directamente con el 5% de los casos de enfermedades como cáncer, desórdenes

neuropsiquiátricos y enfermedades vasculares (Departamento Nacional de Planeación, 2016).

Es importante señalar que cada producto químico tiene riesgos específicos y sus efectos dependen del tipo de peligro, la duración de la exposición, la ruta de entrada (Zeverdegani, Barakat, & Yazdi, 2016) y la susceptibilidad de cada individuo. Cuando estos son liberados al ambiente, afectan la calidad de los recursos naturales, se movilizan a través de la cadena trófica de los seres vivos, magnificando sus efectos en algunos casos al llegar a su último eslabón, el ser humano (Departamento Nacional de Planeación, 2016).

El uso de productos químicos es esencial en la educación. Para el caso puntual de los laboratorios, operarios, maestros, investigadores y estudiantes resultan expuestos a estos en forma de gases, vapores y partículas en suspensión sólidas o líquidas. Por tal razón, resulta importante realizar la evaluación de la exposición al riesgo químico en los entornos educativos para elegir los controles apropiados y proteger así la salud de todos sus usuarios (Zeverdegani, Barakat, & Yazdi, 2016).

Justificación

Diversos estudios demuestran que para enseñar a las generaciones actuales resulta trascendental que los docentes empleen estrategias didácticas que les permitan recrear el trabajo de los científicos. De este modo, los estudiantes se sienten atraídos e interesados y afianzan los conceptos, procedimientos y competencias científicas. En este sentido, la realización de prácticas de laboratorio es la más notable de estas estrategias, ya que constituye una oportunidad valiosa en el desarrollo cognitivo y de motivación en los estudiantes (Espinosa, González, & Hernández, 2016).

En consecuencia, la implementación de prácticas de laboratorio en el contexto de la educación superior en Colombia resulta de suma importancia, siendo el uso de productos químicos esencial para el desarrollo de estas, lo que resulta en exposición a gases, vapores y/o partículas por parte de los usuarios que las manipulan, desconociendo en gran parte sus efectos para la salud y el ambiente.

Por esta razón, se hace necesario profundizar en el estudio de los riesgos asociados al uso de sustancias químicas para conocer su comportamiento (Consejo Colombiano de Seguridad, 2003) y definir directrices orientadas a la reducción de estos durante todo su ciclo de vida.

La institución educativa de interés en el presente cuenta con áreas de almacenamiento, manipulación, transporte y eliminación de sustancias químicas peligrosas, por lo que resulta prioritario implementar un sistema de gestión del riesgo químico que proporcione un marco de referencia institucional para estas actividades.

De este modo y en alineación con el contexto nacional, el presente trabajo plantea el diseño y puesta en marcha del programa de mitigación del riesgo químico en los laboratorios de las instalaciones de una institución de educación superior en Medellín, abarcando todas las etapas del ciclo de vida o cadena de uso de las sustancias químicas: compra, almacenamiento, transporte o distribución interna y uso, así como tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos generados.

Con el diseño de este programa durante el 2020, se pretende establecer una base para la prevención, reducción, el control y la atención de las situaciones de riesgo, así como su materialización en accidentes que ocasionen impactos a la salud, el ambiente y/o las instalaciones físicas (Departamento Nacional de Planeación, 2016), tales como derrame y

reacción de sustancias químicas, conato incendio o incendio, intoxicación del personal, lesiones (heridas, abrasiones, quemaduras, entre otras) y muerte de funcionarios, estudiantes o visitantes, daños a la infraestructura y al medio ambiente por la emisión de humos, gases y/o vapores, el vertimiento de compuestos ecotóxicos a cuerpos de agua y la inadecuada disposición final de residuos al suelo, así como pérdidas económicas, retraso en procesos y todas las implicaciones que de estos eventos se pueden derivar (Casallas, Diseño de un programa de gestión en riesgo químico para los laboratorios de la facultad de medicina de la Universidad Militar Nueva Granada, 2016).

Pregunta de investigación

¿Cómo diseñar el plan de gestión del ciclo de vida los productos químicos en los Laboratorios de las sedes Medellín, Bucaramanga y Montería de la Universidad Pontificia Bolivariana?

Objetivos

Objetivo general

Diseñar el plan de gestión del ciclo de vida de los productos químicos para los Laboratorios de las sedes Medellín, Bucaramanga y Montería de la Universidad Pontificia Bolivariana.

Objetivos específicos

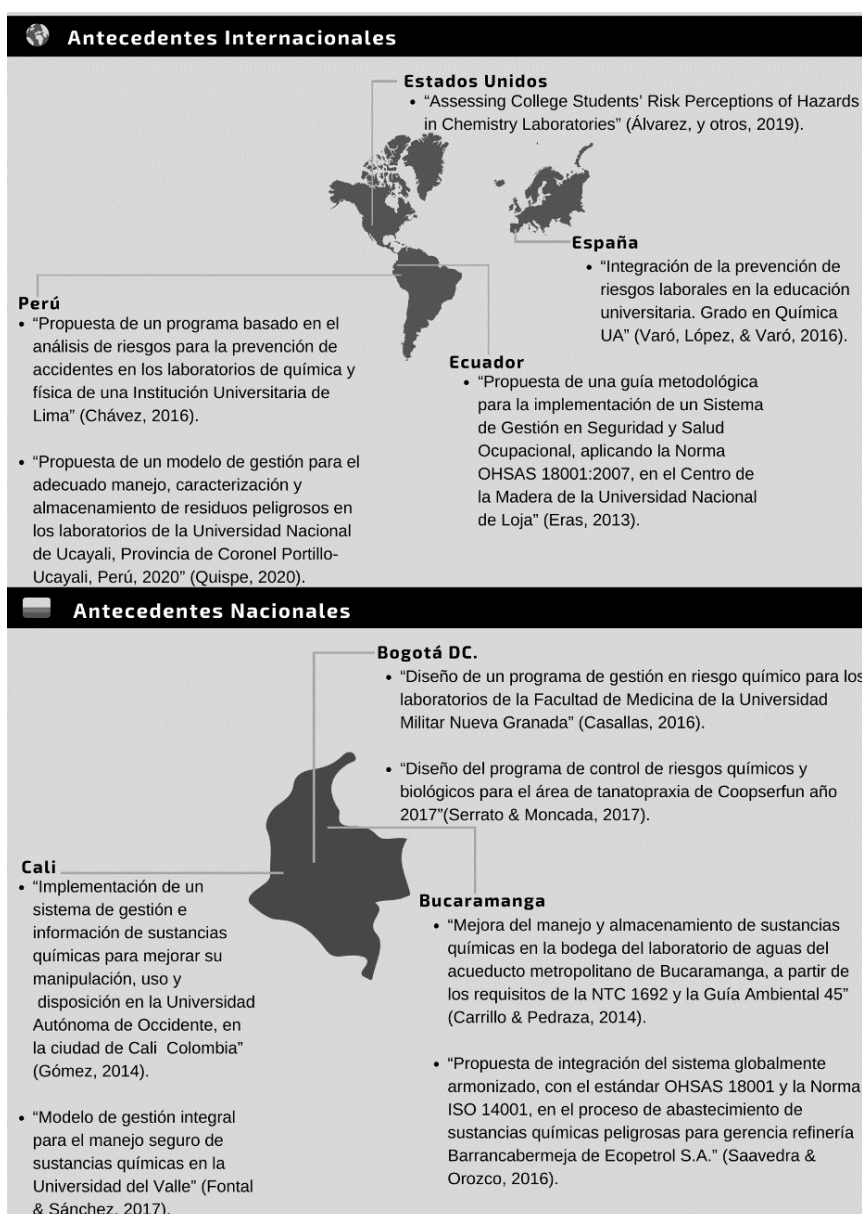
- Realizar el diagnóstico de los productos químicos consumidos en los Laboratorios de las sedes Medellín, Bucaramanga y Montería de la Universidad y su ciclo de vida en la institución, mediante el análisis del plan anual de compras, la aplicación de una encuesta higiénica y la ejecución de visitas de inspección cualitativa.
- Caracterizar los productos químicos identificados en los diferentes laboratorios en cuanto a sus propiedades fisicoquímicas y clasificaciones internacionales, mediante la construcción de un inventario global y el planteamiento inicial de una herramienta informática en Microsoft Excel.
- Describir las actividades planteadas para la gestión del ciclo de vida de los productos químicos en los Laboratorios de las sedes Medellín, Bucaramanga y Montería de la Universidad, con base a los lineamientos del Convenio número 170 de la OIT.

Marco de teórico

Numerosos proyectos de investigación se han enfocado en la implementación de programas para la gestión del riesgo químico en los últimos años. La Figura 1 presenta una compilación de los estudios más relevantes en conformidad con lo evaluado en el presente trabajo:

Figura 1

Antecedentes investigativos en gestión del riesgo químico



Todas las organizaciones deben identificar los riesgos y peligros asociados a su actividad productiva, para asegurar así sus resultados de acuerdo con los controles que defina para estos. De manera general, la prevención de accidentes, morbilidad y/o fatalidad obedece a la siguiente jerarquía de control en orden ascendente:

1. Reducción del peligro: luego de buscar la eliminación o sustitución del peligro sin éxito, se procede a reducir las propiedades peligrosas mediante la aplicación de controles de ingeniería, controles administrativos y elementos de protección personal (EPP). Los controles de ingeniería involucran el rediseño del equipamiento, del proceso o de la organización del trabajo e implementan dispositivos tecnológicos que contienen o aíslan los peligros. Los controles administrativos, por su parte, buscan generar conciencia y advertir al trabajador acerca de un peligro determinado y de las medidas que debe tomar para mitigarlo. Brindar capacitación, documentar y difundir procedimientos y señalar áreas específicas, son medidas de control administrativas. Finalmente, el uso de los equipos de protección personal se implementa cuando ya no es posible aplicar los otros controles. Aunque existe gran variedad de equipos para proteger las diferentes partes del cuerpo de los trabajadores, estos siempre deben seleccionarse según el riesgo al que se esté expuesto y no deben imposibilitar el adecuado desarrollo de las actividades del empleado (Conexionesan).
2. Sustitución del peligro: cuando se detecta un peligro específico, y al tenerse posibilidades técnicas para hacerlo, se procede a sustituirlo mediante el reemplazo del material, la sustancia o el proceso por uno menos peligroso.
3. Eliminación del peligro: esto se concibe desde la fase de diseño de la instalación, proceso u operación. Se debe tener como objetivo transmitir que el ambiente es lo más seguro posible.

El riesgo químico está constituido por productos sólidos, líquidos, humos metálicos y no metálicos, gases y vapores que al ingresar al cuerpo por inhalación, absorción cutánea o ingestión provocan intoxicación, quemaduras, irritaciones, lesiones sistémicas, entre otras reacciones, dependiendo del grado de concentración y el tiempo de exposición a estos (Serrato & Moncada, 2017).

En este sentido, resulta siempre necesaria la caracterización de los productos químicos en las organizaciones, mediante el levantamiento de información asociada a sus propiedades físicas, químicas y toxicológicas. Esto constituye el punto de partida para la evaluación de los peligros físicos, al ambiente y a la salud, así como la base para determinar el destino de las emisiones y/o descargas al ambiente.

La identificación del producto químico se realiza mediante la obtención de la siguiente información: a) fabricante y país de origen; b) nombre químico IUPAC; c) otros nombres o

sinónimos; d) número CAS; e) fórmula química; f) peso molecular; g) grupo químico; h) grado de pureza; i) aditivos e impurezas; j) aspecto o apariencia; k) punto de fusión, ebullición y presión de vapor; y l) densidad y otras propiedades físicas de interés.

Seguidamente, se debe realizar la clasificación de peligros con base al Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA), información que se obtiene a partir de las Fichas de Datos de Seguridad (FDS) suministradas por el fabricante del producto en idioma local, o de las pruebas experimentales de laboratorio que se realicen para tal fin.

Finalmente, la caracterización del producto químico implica conocer los aspectos relacionados con uso y asociarlo a una etapa del ciclo de vida, es decir, especificar si este se fabrica, se usa en emplazamiento industrial, en actividades profesionales o simplemente es usado por el consumidor (Consortio Ecodes IIA, 2017).

Dentro de cada organización, los productos químicos experimentan un ciclo de vida diferente. El concepto ciclo de vida hace alusión a la cadena de uso del producto dentro de la organización. De manera general, el ciclo de vida de un producto químico, enfocado al uso por el consumidor puede asumirse como se ilustra en la Figura 2.

Figura 2

Ciclo de vida del producto químico



En el Consortio Ecodes IIA, se reitera la importancia del inventario del ciclo de vida, el cual consiste en realizar el balance de masa de todas las corrientes del proceso, incluyendo

emisiones atmosféricas, descargas de residuos sólidos y aguas residuales, así como cualquier liberación que pueda tener el químico de interés (Consortio Ecodes IIA, 2017).

Según Casallas (2016), un programa de gestión del riesgo químico comprende las etapas de identificación, evaluación y control de los agentes de riesgo químico en las diferentes etapas del ciclo de vida de los productos químicos que apliquen en la organización. Su implementación se realiza mediante el desarrollo de las siguientes actividades en el lugar de trabajo:

1. La consulta del mapa de procesos de la organización.
2. La identificación de las unidades, procesos y actividades en que se hace uso de productos químicos, en cualquiera de las etapas de su ciclo de vida.
3. La localización de las áreas en que se realizan las actividades previamente identificadas.
4. La inspección física de dichas áreas para comprender los procedimientos que se realizan y construir el inventario de los productos químicos que allí se usan.
5. La identificación de los peligros asociados a cada químico inventariado.
6. La construcción de la matriz de peligros para localizar los riesgos presentes en cada actividad, evaluarlos y valorarlos con base a la Guía Técnica Colombiana 45 (Casallas, 2016).
7. La implementación de los controles requeridos para garantizar condiciones de trabajo seguras en todas las actividades que involucren productos químicos peligrosos en alguna de las etapas de su ciclo de vida.

Específicamente, el Convenio número 170 de la OIT sobre la seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo (1990) especifica los elementos que debe contener el programa para el manejo seguro de productos químicos en el lugar de trabajo. La Tabla 1 compila cada componente.

Tabla 1

Elementos de un programa de gestión de sustancias químicas según la OIT

<i>Elementos del programa</i>	<i>Descripción</i>
Deberes, responsabilidades y obligaciones generales	Rol de las autoridades competentes, responsabilidades, deberes y derechos de los empleadores, trabajadores y contratistas e información confidencial.
Sistemas de clasificación	Criterios y métodos para la clasificación de riesgos.
Comunicación de los peligros	Etiquetado: naturaleza y tipo de marcado sobre los contenedores y envases de productos químicos peligrosos. Fichas de Datos de Seguridad (FDS): provisión de información, contenido de la FDS.
Medidas de control	Evaluación de las necesidades de control, medidas de control del riesgo en cada etapa: Controles de ingeniería: diseño e instalación, sistemas cerrados, áreas separadas para los procesos peligrosos para disminuir exposiciones, prácticas y equipo que minimice la liberación,

	condiciones de ventilación. Controles administrativos: sistemas de trabajo y prácticas: limpieza, mantenimiento de quipos, provisión de almacenamiento seguro para los productos químicos peligrosos, información y capacitación. Protección personal: equipo de protección personal, ropa de protección, instalaciones de bienestar e higiene personal, prácticas para el mantenimiento del equipo y ropa cuando sea necesario. Métodos de medición, estrategias de medición, mantenimiento de registros, interpretación y aplicación de datos.
Seguimiento de la exposición	Exámenes médicos, mantenimiento de registros, uso de resultados para evaluar el programa.
Vigilancia médica y de salud	Planificar para anticipar posibles emergencias y tener procedimientos para atenderlas. Contar con puntos para la atención de primeros auxilios.
Procedimientos en caso de emergencia y primeros auxilios	Todos los incidentes deberán ser investigados para determinar por qué ocurrieron, cuáles fueron las fallas en el centro de trabajo o en el plan de emergencia y notificar a las autoridades según los requerimientos nacionales.
Investigación y reporte de incidentes, accidentes de trabajo y enfermedades laborales	

Nota: Tomado de *La Seguridad y la Salud en el Uso de Productos Químicos en el Trabajo* (Organización Internacional del Trabajo, 2014).

El Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Sustancias Químicas (SGA) constituye una herramienta contundente para la mitigación del riesgo químico; su implementación permite abordar tanto la clasificación de los productos químicos según su peligrosidad, como la comunicación de dichos peligros. Otros instrumentos importantes constituyen la verificación de compatibilidad durante las etapas de almacenamiento, manipulación y transporte de los productos químicos y el accionamiento de un Plan de Gestión Integral de Residuos Peligrosos-RESPEL.

El SGA, es un estándar internacional para la identificación de los peligros intrínsecos de las sustancias químicas, sus mezclas o aleaciones y para la información de estos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017) mediante etiquetas y fichas de datos de seguridad, que comprenden indicaciones de peligro, símbolos o pictogramas y palabras de advertencia armonizados (Organización de las Naciones Unidas, 2015). Este sistema aplica para todos los productos químicos, exceptuando productos farmacéuticos, aditivos alimenticios y cosméticos.

La sexta revisión del SGA, publicada en el año 2015 corresponde a la versión adoptada oficialmente en Colombia, mediante el Decreto 1494 del 2018. En esta edición se clasifican los productos químicos en tres clases de peligros: físicos, para la salud y para el ambiente. Cada clase deriva a su vez en varias categorías de peligro, de manera que existen 17 categorías de peligros físicos, 10 de peligros para la salud y 2 categorías para el medio ambiente. En la Tabla 2 se especifican las clases y categorías de peligro abordadas en el SGA:

Tabla 2

Clasificación de los productos químicos según su peligrosidad, con base al SGA










Clases de peligro	Categorías de peligro
Peligros físicos	Explosivos, gases inflamables, aerosoles, gases comburentes, gases a presión, líquidos inflamables, sólidos inflamables, autorreactivos, líquidos pirofóricos, sólidos pirofóricos, sustancias y mezclas que experimentan calentamiento espontáneo, sustancias y mezclas que, en contacto con el agua, liberan gases inflamables, líquidos comburentes, sólidos comburentes, peróxidos orgánicos, sustancias y mezclas corrosivas para los metales y explosivos insensibilizados.
Peligros para la salud	Toxicidad aguda (oral/cutánea/por inhalación), corrosión/irritación cutánea, lesiones oculares graves/irritación ocular, sensibilización respiratoria o cutánea, mutagenicidad en células germinales, carcinogenicidad, toxicidad para la reproducción, toxicidad específica de órganos diana (exposición única), toxicidad específica de órganos diana (exposiciones repetidas) y peligro por aspiración.
Peligros para el medio ambiente	Peligrosos para el medio ambiente acuático y peligrosos para la capa de ozono.

Nota: Tomado de *Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos, sexta edición*. (Naciones Unidas, 2015)

Una comunicación efectiva de los peligros asociados a los productos químicos usados en el lugar de trabajo logra crear conciencia en los trabajadores acerca de los riesgos a los que están expuesto, así como sobre las medidas de protección necesarias para evitar los efectos adversos que estos podrían ocasionar. Por tal razón, resulta importante facilitar el acceso a esta información y capacitar a los trabajadores en su interpretación (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017). La Figura 3 muestra los pictogramas que plantea el SGA para comunicar las diferentes clases de peligros.

Figura 3

Pictogramas del SGA

		
GHS01. Bomba explotando	GHS02. Llama	GHS03. Llama sobre círculo
		
GHS04. Botella de gas	GHS05. Corrosión	GHS06. Calavera y tibias cruzadas
		
GHS07. Signo de exclamación	GHS08. Peligro para la salud	GHS09. Medio ambiente

Un aspecto clave a verificar en condiciones de almacenamiento de productos químicos es la incompatibilidad entre estos. Según Carranza (2013), la incompatibilidad es la condición por la cual determinados productos se tornan peligrosos cuando se manipulan o almacenan próximos a otros con los cuales pueden reaccionar violentamente, generando calor, incendios, explosiones y/o gases tóxicos. De manera general, para evitar que esta condición se materialice, los productos químicos deben separarse según el grupo al que pertenezcan, de la siguiente manera:

1. Los compuestos sólidos deben separarse de los líquidos. Ambos deben separarse de los gases.
2. Las sustancias corrosivas y las oxidantes no pueden almacenarse cerca de las inflamables.
3. Los ácidos y las bases deben mantenerse separados.
4. Los solventes orgánicos se deben mantener separados de los compuestos inorgánicos.
5. Los ácidos fuertes deben separarse de los ácidos débiles.
6. Las sustancias oxidantes deben alejarse de reductoras.
7. Las sustancias químicas que reaccionan violentamente con el agua deben mantenerse alejadas de ventanas o lugares donde existan filtraciones (Carranza, 2013).

Por otra parte, la Organización Consultiva Marítima Intergubernamental, propone el Sistema IMCO para la clasificación de sustancias químicas, método que permite verificar de manera práctica su compatibilidad con otras sustancias (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017), agrupándolas mediante números que hacen alusión a diferentes grados de peligro. Esta clasificación se detalla en la Tabla 3.

Tabla 3

Sistema de clasificación IMCO para las sustancias químicas

<i>Clave LGK</i>	<i>Clasificación</i>
1	Sustancias explosivas (grupos de almacenamiento 1.1-1.4)
2A	Gases comprimidos, licuados o disueltos bajo presión
2B	Envases de gas a presión (aerosoles)
3A	Líquidos inflamables (punto de inflamación por debajo de 55°C)
3B	Líquidos combustibles (clase de peligro A III)
4.1A	Sólidos inflamables (clase de peligro I-III)
4.1B	Sólidos inflamables (método A 10 de la CE)
4.2	Sustancias inflamables de combustión espontánea

4.3	Sustancias que desprenden gases inflamables en contacto con agua
5.1A	Agentes oxidantes (TRGS 515 grupo 1)
5.1B	Agentes oxidantes (TRGS 515 grupos 2+3)
5.1C	Agentes oxidantes (TRGS 511 grupos A-C)
6.1A	Compuestos tóxicos inflamables
6.1B	Compuestos tóxicos no inflamables
6.2	Sustancias infecciosas
7	Materiales radiactivos
8A	Compuestos corrosivos inflamables
8B	Compuestos corrosivos no inflamables
10	Líquidos inflamables si no pertenecen a las clases de almacenamiento 3A o 3B
11	Sólidos inflamables
12	Líquidos no inflamables en envases no inflamables
13	Sólidos no inflamables en envases no inflamables

Nota: Tomado de *Clasificación de almacenamiento* (Merck KGaA).

Esta clasificación, en conjunto con la propuesta por las Naciones Unidas (SGA) y la aplicación de matrices de compatibilidad, proporciona una metodología para reducir los riesgos en el almacenamiento y transporte de sustancias químicas peligrosas. La Figura 4 muestra la matriz de compatibilidad que relaciona ambos sistemas de clasificación.

Figura 4

Matriz de compatibilidad para el almacenamiento de sustancias químicas

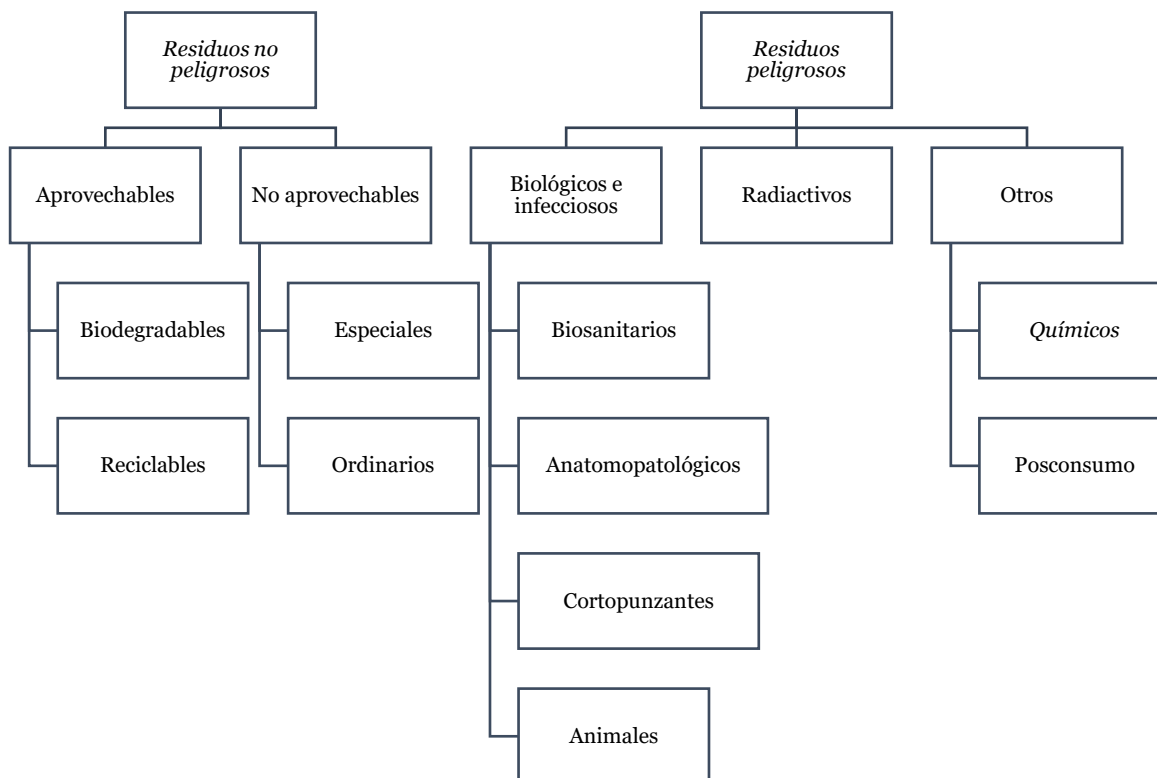
Storage class	GHS-Pictogram*	Hazard labels**	10-12	13	11	10	9B	9A	7	6.2	6.1D	6.1C	6.1B	6.1A	5.2	5.1C	5.1B	5.1A	4.3	4.2	4.1B	4.1A	3	2B	2A	1	
Explosive substances	1	Explosive																									
Gases	2A	Gas	2		2																						
Aerosols	2B	Gas																									
Flammable liquids	3	Flammable		5		5																					
Flammable solids (explosive)	4.1A	Flammable	1	1	1	1	1	1	1																		
Flammable solids and desensitized substances	4.1B	Flammable																									
Substances liable for spontaneous combustion	4.2	Flammable		6		6	6	6	6																		
Substances that form flammable gases in contact with water	4.3	Flammable		6		6	6	6	6																		
Oxidizing substances (strong oxidizer)	5.1A	Oxidizing																									
Oxidizing substances	5.1B	Oxidizing		7		4	4	4	4																		
Oxidizing substances (ammonium nitrate)	5.1C	Oxidizing		6	6	6	6	6	1	1																	
Organic peroxides and self-reactive substances	5.2	Flammable		1		1	1																				
Combustible acute toxic substances	6.1A	Toxic		5		5																					
Non-combustible acute toxic substances	6.1B	Toxic		5		5																					
Combustible toxic substances or substances with chronic effect	6.1C	Toxic																									
Non-combustible toxic substances or substances with chronic effect	6.1D	Toxic																									
Infectious substances	6.2	Biological																									
Radioactive substances	7	Radioactive								1																	
Corrosible corrosive substances	8A	Corrosive																									
Non-combustible corrosive substances	8B	Corrosive																									
Other combustible liquids	90																										
Other combustible solids	11																										
Other non-combustible liquids	12																										
Other non-combustible solids	13																										
Other combustible and non-combustible substances	10-13																										

Nota: Tomado de *Clasificación de almacenamiento* (Merck KGaA)

Los residuos peligrosos de tipo químico se generan en actividades industriales, agrícolas, de servicios y domésticas, constituyendo una amenaza para el medio ambiente y la salud. La Figura 5 presenta la clasificación de los residuos sólidos según su peligrosidad.

Figura 5

Clasificación de los residuos sólidos


















El modo de comunicar los peligros de los productos químicos puede variar según la categoría del producto o la etapa del ciclo de vida en que se encuentra. Para el caso puntual de clasificación y etiquetado de residuos químicos, aplica el SGA durante la etapa de almacenamiento, mientras que, para la etapa de transporte, aplica el modelo las Naciones Unidas establecido en el Libro Naranja (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) plantea la clasificación de los productos peligrosos en nueve clases de riesgos, cada una con sus respectivas subclases (Devia & Lozano, 2014). La Figura 6 presenta la clasificación de las sustancias químicas y sus respectivos pictogramas según el modelo de las Naciones Unidas.

Figura 6

Clasificación de las sustancias químicas según Naciones Unidas

		
1 Explosivos	2.1 Gases inflamables	2.2 Gases no inflamables, no tóxicos
		
2.3 Gases tóxicos	3 Líquidos inflamables	4.1 Sólidos inflamables
		
4.2 Sólidos espontáneamente combustibles	4.3 Sólidos que emiten gases inflamables al contacto con el agua	5.1 Sustancias oxidantes
		
5.2 Peróxidos orgánicos	6.1 Sustancias tóxicas	6.2 Materiales infecciosos
		
7 Materiales fisionables	8 Sustancias corrosivas	9 Sustancias y artículos misceláneos varios

El adecuado manejo de los residuos peligrosos genera beneficios económicos, ambientales y sociales a una organización, además, este aspecto constituye un requerimiento de la normativa colombiana.

Para realizar ese manejo adecuado de RESPEL, resulta imprescindible diseñar e implementar un Plan de Gestión Integral de Residuos Peligrosos que debe ser dinámico, estar disponible y ser difundido a todas las partes interesadas de la organización. Además, este se debe actualizar cuando se presenten cambios en el proceso productivo, en las materias primas o insumos o en otros aspectos que incidan en la generación de los residuos peligrosos. También, se debe encontrar disponible cuando lo solicite la Autoridad Ambiental con fines de control y vigilancia

En el Plan de Gestión Integral RESPEL, existe una gestión interna, que se realiza al interior de la organización, y una gestión externa, para la cual se contrata una entidad competente y autorizada. La gestión interna debe iniciar con el diagnóstico del estado actual de la organización y comprende las siguientes actividades:

1. Identificación de estrategias de prevención y minimización. Capacitación a los empleados, estrategias y acciones de minimización y buenas prácticas.
2. Identificación e inventario de materias primas e insumos. Para identificar el estado actual de la organización y definir los posibles RESPEL a generar en cada actividad, así como acciones de devolución posconsumo requeridas.
3. Generación de residuos peligrosos. Identificación de unidades y procesos de la organización, de los centros generadores de RESPEL, de las áreas críticas y las herramientas requeridas para la clasificación y cuantificación de los RESPEL generados. La cuantificación detallada de los desechos generados en cada una de las actividades se determina considerando el aporte parcial de cada una de las sustancias empleadas (Área Metropolitana del Valle de Aburrá & Universidad Pontificia Bolivariana, 2011). Además, se determinan los volúmenes generados por familia en cada práctica. Finalmente, se cuantifica la cantidad y el tipo de desecho depositado en cada uno de los recipientes recolectores (Benavides, Vargas, Chaves, & Rodríguez, 2012).
4. Separación en la fuente. Incluye las actividades de envasado y etiquetado, rotulación y señalización.
5. Recolección y transporte interno. Diseño de rutas internas y horarios, medios adecuados para el transporte de residuos, uso de equipos de protección personal y de seguridad.
6. Almacenamiento. Identificación del sitio y de los requerimientos técnicos, verificación de compatibilidades y registro del peso de los RESPEL generados.
7. Tratamiento interno. Aprovechamiento, tratamiento o disposición final interno, aplicando controles en los vertimientos y emisiones.
8. Otras. Elaboración del registro de generadores de RESPEL, de planes de contingencia, seguimiento a indicadores y control.

Por su parte, la gestión externa abarca las actividades de a) rotulado y preparación de RESPEL para la etapa de transporte; b) elaboración de manifiestos para el transporte; c) recolección y transporte por parte del gestor externo y c) tratamiento, aprovechamiento y disposición final. El gestor externo debe contar con licencia ambiental vigente y la organización debe hacer seguimiento a su labor, mediante auditorías, listas de verificación, entre otros mecanismos (Área Metropolitana del Valle de Aburrá & Universidad Pontificia Bolivariana, 2011).

Marco contextual

La Universidad Pontificia Bolivariana (UPB) es una organización privada y católica cuyas actividades se desarrollan en Colombia. La institución fue fundada por la Arquidiócesis de Medellín en 1936, convirtiéndose en la primera Universidad Bolivariana de América Latina. Además de su sede principal en Medellín, cuenta con seccionales en Bucaramanga, Montería, Palmira y Bogotá. Adicionalmente, cuenta con un colegio con sedes en Medellín y Marinilla, así como una Clínica Universitaria en Medellín, un sello editorial y su emisora cultural Radio Bolivariana A.M y F.M.

Su oferta académica abarca desde la educación preescolar hasta el doctorado, contando con 75 pregrados, 109 especializaciones, 62 maestrías y 10 doctorados, constituyendo una población estudiantil de 25 823 alumnos.

En el año 2018, el Ministerio de Educación Nacional le otorgó la Acreditación de Alta Calidad Multicampus por un período de seis años; su sede central fue certificada en 2019 como "Carbono Neutro" por el ICONTEC y la edición 2020 del ranking de impacto de Times Higher Education (THE), posicionó a la institución en el top 10 a nivel mundial por sus contribuciones al Objetivo de Desarrollo Sostenible Acción por el Clima.

La universidad cuenta con unidades de apoyo administrativo y académicas. Estas últimas se dividen en escuelas, facultades, programas, institutos y centros. Está conformada por 8 escuelas (sede central), 19 centros, fundaciones e institutos (Medellín) y en sus seccionales cuenta con 13 centros, fundaciones e institutos en conjunto. Ofrece 42 programas de pregrado, y en postgrados, se ofrecen 11 doctorados, 97 especializaciones, 48 maestrías, para un total de 156 postgrados.

El bloque 11 de la universidad, ubicado en la sede central, corresponde al Edificio de Ingenierías que fue remodelado e inaugurado el año 2019 con una inversión de 120 mil millones de pesos colombianos. Cuenta con 66 laboratorios, 54 aulas, áreas para estudiantes de pregrado y postgrado y oficinas para la escuela de ingeniería distribuidos en un espacio de 6.500 m² con una dimensión de 10.831 m² (Universidad Pontificia Bolivariana, s.f.).

En su sede central, cuenta con una población de 16803 estudiantes de pregrado y posgrado, 3372 docentes, 290 empleados de apoyo auxiliar y técnico. Por su parte, la

seccional Bucaramanga, cuenta con 5081 estudiantes, 705 docentes y 188 empleados de apoyo auxiliar y técnico. A su vez, la sede Montería cuenta con una población de 2743 estudiantes, 582 docentes y 94 empleados de apoyo auxiliar y técnico.

En los diferentes procesos constituidos en las sedes de la Institución, se hace uso de productos químicos en las etapas de compra, almacenamiento, transporte, consumo y disposición final del ciclo de vida de las sustancias químicas.

Marco conceptual

A continuación, se definen algunos de los conceptos más importantes a tener en cuenta para la gestión segura de productos químicos.

Aspiración: La entrada de un producto químico líquido o sólido en la tráquea o en las vías respiratorias inferiores directamente por vía oral o nasal, o indirectamente por regurgitación (Naciones Unidas, 2015).

Categoría de peligro: el desglose de criterios en cada clase de peligros; por ejemplo, existen cinco categorías de peligro en la toxicidad aguda por vía oral y cuatro categorías en los líquidos inflamables. Esas categorías permiten comparar la gravedad de los peligros dentro de una misma clase y no deberán utilizarse para comparar las categorías de peligros entre sí de un modo más general (Naciones Unidas, 2015).

Ciclo de vida del producto químico: Todas las etapas por las que pasa una sustancia química en cualquier actividad productiva, desde su producción, compra, distribución, almacenamiento, transporte y uso, hasta la disposición final de los residuos generados. También puede considerarse como la cadena de uso de esta dentro de cualquier organización (Organización de los Estados Americanos).

Clase de peligro: la naturaleza del peligro físico, del peligro para la salud o del peligro para el medio ambiente, por ejemplo, sólido inflamable, cancerígeno, toxicidad aguda por vía oral (Naciones Unidas, 2015).

Consejo de prudencia o precaución: una frase, pictograma (o ambos) que describe las medidas recomendadas que conviene adoptar para reducir al mínimo o prevenir los efectos nocivos de la exposición a un producto peligroso, por causa de la conservación o almacenamiento incorrecto del producto (Organización de las Naciones Unidas, 2015).

Enfermedad laboral: Todo estado patológico que sobrevenga como consecuencia obligada de la clase de trabajo que desempeña el trabajador, o del medio en que se ha visto obligado a trabajar, bien sea determinado por agentes físicos, químicos o biológicos (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012).

Etiqueta: un conjunto de elementos de información escritos, impresos o gráficos relativos a un producto peligroso, elegidos debido a su pertinencia para el sector o los

sectores de que se trate, que se adhieren o se imprimen en el recipiente que contiene el producto peligroso o en su embalaje/envase exterior, o que se fijan en ellos (Organización de las Naciones Unidas, 2015).

Ficha de datos de seguridad (FDS): documento en donde se recopila información relacionada con las propiedades físicas y químicas de una sustancia, sus efectos potenciales sobre la salud y el ambiente, su manipulación y almacenamiento seguro, entre otras (Benavides, Vargas, Chaves, & Rodríguez, 2012).

Identidad química: El nombre con el que se designa un producto químico y sólo él. Puede ser el nombre que figure en los sistemas de nomenclatura de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) o el Chemical Abstracts Service (CAS), o un nombre técnico (Organización de las Naciones Unidas, 2015).

Indicación de peligro: Una frase que, asignada a una clase o categoría de peligro, describe la naturaleza del peligro que presenta un producto y, cuando corresponda, el grado de peligro (Organización de las Naciones Unidas, 2015).

Mezcla: Mezcla o disolución compuesta por dos o más sustancias químicas que no reaccionan entre ellas (Organización de las Naciones Unidas, 2015).

Número CAS: Es una identificación numérica única para compuestos químicos, polímeros, secuencias biológicas, preparados y aleaciones. Aunque el número CAS es el más utilizado existen otros métodos de identificación como ICSC (International Chemical Safety Cards) y RTECS (Registry of Toxic Effects of Chemical Substances) (Educaplus).

Pictograma: Una composición gráfica que contenga un símbolo, así como otros elementos gráficos, tales como un borde, un motivo o un color de fondo, y que sirve para comunicar informaciones específicas (Organización de las Naciones Unidas, 2015).

Producto químico: según el Convenio de la OIT sobre seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo, la expresión productos químicos designa los elementos y compuestos químicos y sus mezclas, ya sean naturales o sintéticos. Los productos químicos peligrosos se clasifican en función del tipo y grado de los riesgos físicos, para la salud y el medio ambiente que representan. Para las mezclas, los peligros podrán determinarse evaluando los riesgos que entrañan las sustancias que las componen (Fontal & Sánchez, 2017).

Residuo o desecho peligroso: Aquel residuo o desecho que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas puede causar riesgo o daño para la salud humana y el ambiente. Así mismo, se considera, residuo o desecho peligroso los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012).

Riesgo tecnológico: Es la probabilidad de que un objeto, material o proceso peligroso, una sustancia tóxica o peligrosa o bien un fenómeno debido a la interacción de estos, ocasione un número determinado de consecuencias a la salud, la economía, el medio ambiente y el desarrollo integral de un sistema. Pueden presentarse en una amplia gama de variedades y según la amenaza se clasifican en riesgo por incendio o explosión, riesgo por escapes o derrames y riesgo de intoxicación y exposición a radiaciones ionizantes (Centro de Información sobre Desastres y Salud, 1997).

Sustancia química: Un elemento químico y sus compuestos en estado natural u obtenidos mediante cualquier proceso de producción, incluidos los aditivos necesarios para conservar la estabilidad del producto y las impurezas que resulten del proceso utilizado, y excluidos los disolventes que puedan separarse sin afectar a la estabilidad de la sustancia ni modificar su composición (Organización de las Naciones Unidas, 2015).

Marco legal

Según el reporte consolidado en el Perfil Nacional de Sustancias Químicas en Colombia y otras revisiones realizadas durante los últimos años, existe un total aproximado de 119 instrumentos jurídicos relacionados con la gestión de sustancias químicas en Colombia, siendo el principal, la Constitución Política colombiana. Postulados como el derecho a la vida (art. 11) y a la salud (art. 49) de las personas la protección del medio ambiente (art. 79) y del trabajo (art. 25), y las garantías otorgadas para el desarrollo de actividades agrícolas (art. 65) e industriales (art.333), se constituyen en la base normativa para la regulación jurídica de las sustancias químicas a nivel nacional (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012). En la Tabla 4 se recopilan los instrumentos legales más relevantes en el marco de la seguridad química en Colombia (Mejora & Soluciones S.A.S & Acoplásticos, 2019):

Tabla 4

Marco legal para la gestión de sustancias químicas y sus riesgos en Colombia

Instrumento	Objetivo de la legislación	Aplicación atinente
Ley 55 de 1993	Aprobar el Convenio 170 y la Recomendación 177 sobre la seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo, incluidos en la 77 ^a Reunión de la Conferencia General de la OIT de 1990 en Ginebra (Congreso de la República, 1993).	Prevención de enfermedades y accidentes causados por los productos químicos en el lugar de trabajo. Aplicable a todas las etapas del ciclo de vida de la sustancia química dentro de la Institución.
Resolución 3700 de 2001	Modificar el artículo 2 de la Resolución 4093 de 1991 sobre el transporte de sustancias químicas de uso restringido (Ministerio de Transporte, 2001).	Aplicable a la etapa de compra, ya que se debe verificar que los vehículos de la empresa proveedora cuenten con la autorización para el transporte de sustancias catalogadas de uso

		restringido por la Dirección Nacional de Estupefacientes.
Decreto 1609 de 2002	Reglamentar el manejo y transporte terrestre automotor por carretera de mercancías peligrosas (Ministerio de Transporte, 2002).	Aplicable a la etapa de compra, ya que se debe verificar que la empresa proveedora aplique los lineamientos de esta norma durante la etapa de transporte de mercancías peligrosas.
Resolución 1164 de 2002	Adoptar el Manual de Procedimientos para la Gestión Integral de los Residuos Hospitalarios y Similares en Colombia (Ministerio del Medio Ambiente, 2002).	Aplicable a la etapa de disposición final de residuos, específicamente para aquellos generados en las instalaciones de Bienestar Universitario de la seccional Medellín-Laureles y la Facultad de Medicina de la seccional Medellín-Robledo.
Decreto 2090 de 2003	Definir las actividades de alto riesgo para la salud del trabajador, así como modificar y señalar las condiciones, requisitos y beneficios del régimen de pensiones de los trabajadores que laboran en dichas actividades. Específicamente el Artículo 2, Numeral 4, que trata de trabajos con exposición a sustancias comprobadamente cancerígenas (Ministerio de Salud, 2003).	Aplicable a todas las etapas del ciclo de vida de la sustancia química en la Institución, ya que se realizan actividades con sustancias químicas cancerígenas.
Ley 960 de 2005	Ratificar la Enmienda de Beijing del Protocolo de Montreal sobre las sustancias que agotan la capa de ozono (Congreso de la República, 2005).	Aplicable a la etapa de consumo de la cadena, ya que la Institución cuenta con un centro especializado en refrigeración en la sede Medellín-Laureles, sustancias que se encuentran listadas en el Protocolo.
Decreto 4741 de 2005	Reglamentar de manera parcial la prevención y manejo de los residuos peligrosos generados en el marco de la gestión integral (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005).	Proporciona los lineamientos para la gestión integral de residuos o desechos peligrosos. Aplicable en las etapas de consumo y disposición final de la sustancia química.
Resolución 1402 de 2006	Desarrollar parcialmente del Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005 en cuanto a residuos peligrosos (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2006).	Complementa los lineamientos para la gestión integral de residuos o desechos peligrosos. Aplicable en las etapas de consumo y disposición final de la sustancia química.
Ley 1196 de 2008	Adoptar el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (Congreso de la República, 2008).	Aplicable a la etapa de disposición final de sustancias químicas en la Institución, específicamente residuos peligrosos con contaminantes orgánicos persistentes.
Ley 1252 de 2008	Suministrar normas prohibitivas y otras disposiciones ambientales en relación a los	Aplicable a la etapa de disposición final de sustancias químicas en la

	desechos peligrosos (Congreso de la República, 2008).	Institución. Específicamente residuos o desechos peligrosos.
NTC 4435 de 2010	Transporte de mercancías peligrosas: Hojas de Datos de seguridad para materiales. Preparación (ICONTEC, 2010).	Aplicable a todas las etapas del ciclo de vida de la sustancia química en la Institución, ya que suministra los lineamientos sobre las Fichas de Seguridad.
NTC1692 de 2012	Transporte de mercancías peligrosas: Definiciones, clasificación, marcado, etiquetado y rotulado (ICONTEC, 2012).	Aplicable a las etapas de transporte y disposición final en la Institución.
Decreto 1477 de 2014	Presentar los agentes etiológicos o factores de riesgo ocupacional a tener en cuenta para la prevención de las enfermedades laborales. Suministra la Tabla de enfermedades laborales (Presidencia de la República, 2014).	Aplicable a la etapa de consumo de sustancias químicas, específicamente de aquellos agentes para los cuales se ha demostrado relación entre la exposición y enfermedades laborales.
Decreto 351 de 2014	Reglamentar la gestión integral de los residuos generados en la atención en salud y otras actividades (Presidencia de la República, 2014).	Aplicable a la etapa de disposición final de residuos, específicamente para aquellos generados en las instalaciones de Bienestar Universitario de la seccional Medellín-Laureles y la Facultad de Medicina de la seccional Medellín-Robledo.
Resolución 1223 de 2014	Establecer los requisitos del Curso básico obligatorio de capacitación para los conductores de vehículos de carga públicos y privados que transportan mercancías peligrosas. Curso de 60 horas antes del 15 de mayo de 2016 (Ministerio de Transporte, 2014).	Aplicable a la etapa de compra, ya que se debe verificar que la empresa proveedora aplique los lineamientos de esta norma durante la etapa de transporte de mercancías peligrosas.
Resolución 0001 de 2015	Actualizar y unificar la normatividad sobre el control de sustancias y productos químicos que pueden ser destinados directa o indirectamente en la extracción, transformación y refinación de drogas ilícitas (Dirección Nacional de Estupefacientes, 2015).	Aplicable a las etapas de compra, consumo, almacenamiento y disposición final de la sustancia química en la Institución, ya que se realizan diferentes actividades con sustancias químicas controladas por estupefacientes en todas las sedes de la Universidad.
Resolución 2328 de 2016	Modificar el párrafo 1 del artículo 3 de la Resolución 1223 de 2014, ampliando el plazo para obtener el certificado del curso obligatorio para los conductores que transportan mercancías peligrosas hasta el 31 de diciembre de 2016. Curso 60 horas hasta el 31 de diciembre de 2016 (Ministerio de Transporte, 2016).	Aplicable a la etapa de compra, ya que se debe verificar que la empresa proveedora aplique los lineamientos de esta norma durante la etapa de transporte de mercancías peligrosas.
Resolución 5747 de 2016	Modificar el párrafo 10 del artículo 30 y el artículo 60 de la Resolución 1223 de 2014, modificada por la Resolución 2328 de 2016. Curso de 60 horas hasta el 31 de diciembre de 2017. Curso de 20 horas quienes al 31 de diciembre de 2019 tengan	Aplicable a la etapa de compra, ya que se debe verificar que la empresa proveedora aplique los lineamientos de esta norma

	2 años o más (Ministerio de Transporte, 2016).	durante la etapa de transporte de mercancías peligrosas
Decreto 1496 de 2018	Adoptar el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos, así como dictar otras disposiciones en materia de seguridad química. Ministerio del Trabajo (Presidencia de la República, 2018).	Aplicable para todas las sustancias químicas en su etapa de compra, almacenamiento y consumo.
Resolución 312 de 2019	Definir los estándares mínimos del Sistema de gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo SST para las personas naturales y jurídicas. Artículo 16 Estándares Mínimos. Artículo 18 Prevención de accidentes en industrias mayores: Las empresas fabricantes, importadoras, distribuidoras, comercializadoras y sus productos químicos peligrosos, deberán tener un programa de trabajo con actividades, recursos, responsables, metas e indicadores para la prevención de accidentes en industrias mayores, con la respectiva clasificación y etiquetado de acuerdo al Sistema Globalmente Armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos observando al respecto la Ley 320 de 1996 y las diferentes obligaciones y deberes de las empresas o contratantes (Presidencia de la República, 2019).	Principal argumento de la necesidad del diseño y futura implementación del programa de riesgo químico en la Institución.
Resolución () de 2020 (Borrador)	Reglamentar las acciones que deban desarrollar los empleadores para la aplicación del Sistema Globalmente Armonizado (SGA) de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos en los lugares de trabajo y se dictan otras disposiciones en materia de seguridad química (Ministerio del Trabajo & Ministerio de Salud y Protección Social, 2020).	Aplicable para todas las sustancias químicas en su etapa de compra, almacenamiento y consumo.

Estado del arte

Investigaciones han revelado que el uso de sustancias químicas en cualquier etapa de la cadena productiva es una fuente de enfermedades, accidentes e impactos graves al medio ambiente. La mayoría de las empresas en Colombia ha reconocido en sus actividades relacionadas con sustancias químicas peligrosas e impactos considerables, identificando consecuencias como lesiones, intoxicaciones, incendios y quemaduras de diferente grado, impactos al suelo, aire y fuentes de agua, entre otras. De esta manera, el riesgo químico se ha constituido como un factor prioritario a gestionar dentro de las organizaciones (Devia & Lozano, 2014).

La Tabla 5 proporciona un marco de referencia de los aportes realizados a la temática de interés en el presente estudio en los últimos años.

Tabla 5

Estado del arte para la gestión integral de productos químicos

Título	Enlace web	Autor	Resumen	Objetivo	Método	Conclusiones	Temática de interés
Análisis de riesgo ambiental por el manejo de sustancias químicas peligrosas en las instalaciones de la Facultad de Ingenierías de la UASLP	http://nive.uaslp.mx/xmlui/bitstream/handle/i/3558/MCA1A_NA01101.pdf?sequence=3&isAllowed=y	Miguel Mauricio Aguilera Flores, 2011	Propuesta de una metodología para realizar el análisis de riesgo ambiental asociado al uso de sustancias químicas en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis de Potosí (UASLP), que puede ser aplicada cualquier institución educativa que cuente con laboratorios en los que se manipulen sustancias químicas peligrosas para el medio ambiente. Este método abarca las etapas de elaboración de los inventarios en las áreas donde se manejan sustancias químicas, clasificación de estas sustancias con base al Diamante de Riesgo BFPA y el código Winkler de almacenamiento por comunidad de riesgos, la priorización de las áreas de trabajo de acuerdo con el nivel de riesgo y las recomendaciones finales.	Definir los elementos de un Sistema de Manejo Ambiental de sustancias químicas peligrosas para la Facultad de Ingeniería de UASLP, que permiten minimizar el riesgo al que están expuestas las personas, la infraestructura y el ambiente de esta dependencia universitaria.	Metodología de Análisis de Riesgo Ambiental para obtener el inventario de las áreas de trabajo, los inventarios de las sustancias químicas que se manejan, su cantidad y periodicidad de uso, el modelado de las sustancias peligrosas, la visualización de las áreas de afectación y las recomendaciones de mejora.	La metodología propuesta puede ser aplicada a otras facultades de la UASLP u otras instituciones educativas, en función de sus necesidades (Aguilera, 2011).	Su enfoque hacia el impacto ambiental asociado al uso de productos químicos en una Universidad.
Gestión de sustancias químicas bajo el enfoque GIZ, a empresas pertenecientes a Proaburrá Norte	http://www.udea.edu.co/wps/wcm/connect/udea/08a30080-4f2c-404a-8bd4-2e0e5e745670/Evaluacion%20de%20la%20gesti%C3%B3n%20de%20sustancias%20qu%C3%ADmicas%20en%20empresas%20que%20operan%20bajo%20el%20enfoque%20GIZ%20en%20Proaburr%C3%A1%20Norte	Libia Osorio Roldán, 2014	La gestión de las sustancias químicas como conjunto de acciones direccionadas y planificadas, de carácter administrativo permiten coordinar, controlar los procesos y asegurar la manipulación y el almacenamiento	Verificar la conformidad de la gestión de sustancias químicas de 10 empresas pertenecientes a Proaburrá Norte, bajo el enfoque GIZ.	Se realizó un estudio descriptivo de corte transversal, se aplicaron dos listas de chequeo de la metodología GIZ, que contienen información sobre las prácticas de gestión de las sustancias químicas y su manipulación. Con el fin de valorar el estado de implementación de la GIZ en cada empresa, se elaboró y aplicó un	De las empresas en estudio se encontró que el 20% presentó una excelente GIZ, buena el 40% de ellas mientras que el 20% mostró una deficiente gestión y las restantes alcanzaron una calificación aceptable. Adicionalmente,	El método aplicado para el diagnóstico de las 10 empresas auditadas constituye un marco de referencia para realizar el diagnóstico del presente estudio.

	3%B3n+ de+sust ancias+ quimica s+bajo+ el+giz.p df?MOD =AJPER ES		de las sustancias químicas, con el fin de minimizar el impacto adverso a la salud de las personas, al medio ambiente y a las instalaciones. En este estudio, se auditaron 10 empresas pertenecientes a la Corporación Proaburrá Norte, que hacen parte del Convenio de Producción más Limpia, con respecto a la Gestión de las Sustancias Químicas bajo el enfoque de la Agencia de Cooperación International Alemana-GIZ.		instrumento cuantitativo basado en las listas de chequeo	se observó que un 30% de las empresas evaluadas no realizaba un manejo adecuado de las sustancias químicas, no tenían hojas de seguridad de un número significativo de las sustancias químicas presentes en la empresa, no poseían protocolos de operación y los operarios tenían poca formación para el manejo seguro de sustancias químicas (Osorio, 2014).	
Elaboración del Plan de Contingencia ante Emergencias para la Facultad de Ciencias Químicas y Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Central del Ecuador período mayo-noviembre 2015	http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/6060/3/T-UCE-0006-011.pdf	Luis Armando Pincha Chicaisa, 2016	Se realizó un estudio previo, identificando amenazas y vulnerabilidades en la infraestructura de la Facultad de Ciencias Químicas. El análisis realizado con el Método Simplificado de Evaluación de Riesgos Contra Incendios (MESERI), arrojó una puntuación de 3.18, catalogado como riesgo grave, lo que se debe a que la Facultad no lleva un adecuado manejo de desechos, no posee personal capacitado para la manipulación ni información de los riesgos asociados a las sustancias químicas, ni cuenta con las medidas necesarias para evitar o controlar algún tipo de evento adverso. En este sentido, se propuso el Plan de Contingencias ante Emergencias y algunas recomendaciones preventivas.	Elaborar un plan de contingencia ante una emergencia de las Facultades de Ciencias Químicas e Ingeniería Química durante el período Mayo - Noviembre del 2015.	Aplicación del Método Simplificado de Evaluación de Riesgos Contra Incendios (MESERI)	Laboratorios con defectuosas instalaciones de tubería sin señalización según la norma INEN 404, en la bodega existe almacenamiento de materiales inflamables, líquidos, gaseosos, tóxicos, materiales de oficina que se encuentran acumulados en los alrededores de la Facultad sin tener un adecuado manejo de desechos lo que podría ser un foco de incendio. Se propone el plan de contingencias (Pincha, 2016).	Marco teórico sirve como fundamento para la investigación de interés.
Chemical Risk	https://www.sci	Evelyn Tjoe-Nij	Se propone el desarrollo de una	Proponer una	CTES es una herramienta de	La herramienta proporciona una	Inspiración para el

Assessment Screening Tool of a Global Chemical Company	encedire.com/science/article/pii/S2093791117303141?via%3DiHub	Cristophe Rochin Nathalie Berne Alessandro Sassi Antoine Leplay, 2018	herramienta de fácil uso en Excel para la detección de exposición a sustancias químicas peligrosas (CTES). La herramienta fue estructurada por Tjoe-Nij y sus colaboradores (2018) para una industria química e incluye la puntuación del riesgo por inhalación, la identificación del peligro cutáneo con las advertencias de efectos adversos locales y sistémicos y los posibles efectos cancerígenos, mutágenos y/o reprotóxicos	herramienta de fácil uso para la detección confiable de tareas críticas en una empresa química, llamada Criticcal Task Exposure Screening-CTES	Microsoft Excel, donde la puntuación de riesgo de inhalación se calcula relacionando la estimación de exposición con el límite de exposición ocupacional (OEL) o la banda de exposición ocupacional (OEB) correspondiente. La exposición por inhalación se estima para tareas por clases de actividad ART1.5 preasignadas y factor de modificación (Tjoe-Nij, Rochin, Berne, Sassi, & Leplay, 2018)	manera eficaz de detectar rápidamente las tareas de baja preocupación, así como aquellas que involucran sustancias que necesitarán una revisión adicional. Después de dos años de uso extensivo en todo el mundo dentro de la empresa, CTES es bien percibido por los usuarios, incluida la gerencia del piso de producción, y cumple su objetivo de herramienta de detección.	desarrollo de la herramienta computacional propuesta en el presente estudio.
Programa de gestión integral del riesgo químico para la industria metalmecánica en Medellín	http://repositorio.poligran.edu.co/bitstream/handle/10823/1571/Proyecto%20Astrid%20Londo%C3%B1o%20Jorge%20Cardona%20Juan%20Felipe%20Guti%C3%A9rrez,2019	Astrid Johana Londoño Jorge Alberto Cardona Juan Felipe Gutiérrez, 2019	El objetivo de este proyecto de grado es diseñar un programa de gestión integral del riesgo químico a fin de minimizar los riesgos relacionados al manejo de sustancias químicas para una empresa de la industria metalmecánica, que busca establecer los riesgos asociados a sustancias químicas para los colaboradores que interactúan con los diferentes procesos.	Diseñar el programa de gestión integral del riesgo químico a fin de minimizar los riesgos relacionados a la manipulación y/o manejo de sustancias químicas para la empresa Metal Max S.A de la industria metalmecánica	Estudio de tipo descriptivo en el que se aplicaron herramientas como recolección de datos a través de visitas a campo, entrevistas y acceso a bases de datos de las áreas relacionadas en los procesos de compra, distribución y manejo de productos químicos al interior de la organización que permitieron su diagnóstico. (Londoño, Cardona, & Gutiérrez, 2019)	Es imperativo realizar un cambio en el proceso de manejo de las sustancias químicas en la compañía, haciendo énfasis en el almacenamiento, etiquetado y rotulado adecuado de los productos químicos que interactúan con los procesos productivos de la empresa.	

Método

Tipo y diseño del estudio

La presente investigación corresponde a un estudio mixto, debido a que su principal finalidad es recolectar información objetiva, que luego pueda ser generalizada a una colectividad mayor y replicada a otros contextos, haciendo uso de la estadística para la generalización del fenómeno analizado (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014). Además, Corresponde a un diseño de investigación no experimental, transeccional o transversal, porque la recolección de los datos se realizará en un solo momento y su alcance es descriptivo, ya que se pretende recoger información de manera independiente y objetiva, sin establecer cómo las variables se relacionan entre sí, especificando las propiedades, las características y los perfiles del grupo de personas que serán sometidas al análisis (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

Participantes o fuentes de datos

La población de interés corresponde a la totalidad de trabajadores que hacen parte de aquellos procesos en los que se consumen o manipulan productos químicos en cualquiera de las etapas de su cadena de uso o ciclo de vida. Para el presente estudio, se determinó una muestra probabilística constituida de la siguiente manera: Para una población de 70 personas pertenecientes a los Laboratorios y Talleres de las sedes y seccionales de la Universidad ubicadas en Medellín, Bucaramanga y Montería, se aplicó un muestreo aleatorio simple con un error estándar de 0,015 y una confianza del 90%, definiendo una muestra de 59 personas que brinda un comportamiento representativo de la población. Cabe señalar que no se diferenció entre sexo, edad, cargo, tiempo o tipo de contratación.

Recolección de datos

En el presente estudio, se emplearon como instrumentos de medición las entrevistas, mediante la aplicación de un cuestionario de 22 preguntas cerradas y abiertas vía internet y los inventarios. Antes de aplicar el cuestionario de la encuesta higiénica, los participantes del estudio leyeron y firmaron el consentimiento informado descrito en el Anexo A.

Inicialmente se pretendía aplicar el cuestionario a manera de entrevista personal, así como visitar presencialmente los laboratorios ubicados en las diferentes sedes. Sin embargo,

por causas de la pandemia SARS-CoV-2 el cuestionario se aplicó de manera digital y solo se realizaron las inspecciones cualitativas presenciales a los laboratorios de la seccional Laureles-Medellín, delegando las demás visitas e inventarios al personal ubicado en estas sedes (Robledo, Bucaramanga y Montería).

Análisis de datos

Los datos fueron evaluados mediante análisis cuantitativos, tomando en cuenta los niveles de medición de las variables por medio de la estadística descriptiva (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014)

Etapas para diseño del plan de gestión del ciclo de vida de los productos químicos en la institución

El proyecto de diseño del plan de gestión del ciclo de vida de los productos químicos en las tres sedes de la Universidad se realizó en tres etapas o fases. A continuación, se detalla cada una de estas:

Fase 1. Diagnóstico de los productos químicos empleados en la institución

Inicialmente, se realizó el sondeo de las unidades consumidoras de productos químicos en todas las sedes de la Universidad, por medio del estudio detallado del Plan Anual de Compras para los años 2018, 2019 y 2020. Cabe señalar que se revisaron años previos al de interés debido a que el 2020 se ha considerado un año anómalo por causa de la pandemia SARS-CoV-2. Una vez identificadas las unidades, se delimitó el alcance del presente estudio a los Laboratorios de las sedes Medellín, Bucaramanga y Montería de la Universidad, junto con sus respectivas seccionales.

Posteriormente, se aplicó una encuesta higiénica a los trabajadores de los procesos de interés, para realizar el diagnóstico de sus puestos de trabajo, identificar de manera preliminar el tipo de agentes químicos a los que estos se encuentran expuestos y su cualificación para el cumplimiento de las tareas asignadas.

Seguidamente, se realizaron visitas de inspección cualitativa a los puestos de trabajo ubicados en la seccional Laureles-Medellín con el objetivo de verificar la veracidad de la información recolectada por medio del cuestionario, construir los inventarios localizados e identificar las etapas de la cadena de vida de los productos químicos involucradas en su proceder. Las visitas de las sedes Robledo, Bucaramanga y Montería, así como los inventarios de estas seccionales fueron realizados por personal delegado perteneciente a dichas sucursales

Fase 2. Caracterización de los productos químicos empleados en la institución

Una vez detallados los inventarios localizados para cada laboratorio visitado, se construyó un inventario global de los productos químicos identificados en todas las sedes, armonizado bajo el parámetro de número CAS. Seguidamente, los productos químicos fueron caracterizados en cuanto a su presentación y uso, así como en relación a sus propiedades fisicoquímicas, haciendo uso de fuentes de información como las Fichas de Datos de Seguridad (MSDS), los registros de la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC), la Agencia de Protección Ambiental (EPA), del NIOSH y de la Organización Mundial de la Salud (OMS), además de las fuentes autorizadas por el ministerio para evaluar la peligrosidad de las sustancias European Chemicals Agency (ECHA), GESTIS, e-ChemPortal.

Durante esta etapa, se desarrolló una herramienta informática en Excel que considera la peligrosidad de las sustancias químicas con base a las indicaciones de peligro (frases H del SGA) y la exposición, para suministrar al usuario un puntaje de riesgo y sugerencias sobre las medidas de control a implementar para el uso de la sustancia en cuestión.

Para el alcance del estudio en cuestión, esta herramienta se diseñó para la evaluación y valoración de riesgos asociados a sustancias químicas cancerígenas, mutágenas y sensibilizantes por inhalación y/o contacto con la piel y se fundamentó en los métodos de evaluación simplificada del riesgo por Inhalación (II) y por contacto y/o absorción por la piel, ambos propuesto por el Instituto Nacional de Investigación de la Seguridad (INRS por su sigla en francés), cuyos modelos se describen a continuación:

Evaluación simplificada del riesgo por contacto y/o absorción por la piel.

Método del INRS. La información requerida para el desarrollo del método, la diligencia directamente el usuario que requiera usar la sustancia química. Este modelo considera los siguientes aspectos:

Grado de severidad del efecto tóxico de la sustancia (S). La severidad se clasifica en cinco categorías, que se asignan de menor a mayor efecto esperado. A cada una de estas se le asigna un puntaje según las frases R asignadas al agente específico y con base a la clasificación de peligrosidad de la Unión Europea, como se ilustra en la Tabla 5.

Tabla 6*Clasificación de la severidad del efecto tóxico de las sustancias químicas*

Categoría	Clasificación del peligro	Frases de riesgo	Puntaje de severidad
1	Inocuo	Ninguna	1
2	Irritante	R36, R37, R38, R66, R36/37, R36/38, R36/37/38, R37/38 H303, H305, H313, H315, H316, H320, H335	10
3	Nocivo	R20, R21, R22, R33, R34, R40, R42, R43, R62, R63, R64, R65, R67, R68, R20/21, R20/22, R20/21/22, R21/22, R42/43, R48/20, R48/21, R48/22, R48/20/21, R48/20/22, R48/21/22, R48/20/21/22, R68/20, R68/21, R68/22, R68/20/21, R68/20/22, R68/21/22, R68/20/21/22 H302, H304, H312, H314, H317, H319, H332, H334, H336, H341, H351, H361, H361F, H371	100
4	Tóxico	R23, R24, R25, R29, R31, R35, R41, R45, R46, R48, R49, R60, R61, R15/29, R23/24, R23/25, R23/24/25, R24/25, R 39/23, R39/24, R39/25, R39/23/24, R39/23/25, R39/24/25, R39/23/24/25, R48/23, R48/24, R48/25, R48/23/24, R48/23/25, R48/24/25, R48/23/24/25 H301, H311, H318, H331, H340, H350, H360, H360DF, H362, H372, H373	1000
5	Muy toxico	R26, R27, R28, R32, R39, R26/27, R26/28, R26/27/28, R27/28, R39/26, R39/27, R39/28, R39/26/27, R39/26/28, R39/27/28, R39/26/27/28 H300, H310, H330, H370	10000

Superficie del cuerpo expuesta (PCA). Para la parte del cuerpo expuesta se establecen cuatro categorías cuyas puntuaciones se asignan según la extensión y la parte del cuerpo que está en contacto con el agente químico. Los valores asignados corresponden a: a) 1, si la PCA es una mano; b) 2, si la PCA comprende ambas manos o una mano y el antebrazo; c) 3, si la PCA incluye ambas manos y el antebrazo, o un brazo completo; y c) 10, si la PCA incluye miembros superiores y el torso y/o las piernas.

Frecuencia de exposición. El puntaje por tiempo de exposición (T) se establece según cuatro categorías: a) 1 punto, si la exposición es menor de 30 minutos por día; b) 2 puntos si la exposición es de 30 minutos a 2 horas por día; c) 5 puntos, si la exposición va de 2 a 6 horas por día; y d) 10 puntos, si la exposición es de más de 6 horas por día.

Puntuación del riesgo por contacto con la piel y/o absorción. Finalmente, se calcula la puntuación del riesgo por contacto con la piel y/o absorción como se determina en la ecuación 1:

$$NEG = SxPCAxT$$

Ecuación 1

La interpretación de los resultados obtenidos y la acción por seguir de acuerdo con estos son las siguientes: a) si el puntaje es mayor a 1 000, la exposición se considera de máximo riesgo y se requiere una intervención inmediata; b) si el puntaje se encuentra entre 100 y 1 000, existe un riesgo moderado y deben implementarse acciones correctivas; y c) si el puntaje es inferior a 100, se considera que la situación está controlada, no se requiere modificación (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2017).

Una vez finalizada la evaluación de la peligrosidad de los productos químicos identificados en las diferentes sedes de la Universidad, se propondrán las diferentes actividades para conformar el plan de gestión de productos químicos Multicampus, siguiendo los lineamientos de la OIT.

Fase 3. Planteamiento de las actividades que constituirán el plan de gestión del ciclo de vida de los productos químicos en la institución

Una vez detallados los inventarios localizados, construido el inventario global y caracterizados todos los productos químicos, se realizó el planteamiento de las diferentes actividades y procedimientos enmarcados en el plan de gestión del ciclo de vida de los productos químicos, así como su respectiva descripción, siguiendo los lineamientos del Convenio número 170 de la OIT.

Resultados o hallazgos

Fase 1. Diagnóstico de los productos químicos empleados en la institución

El análisis del Plan Anual de compras para los años 2018, 2019 y 2020, permitió identificar las Unidades descritas en la Tabla 6 como consumidoras de productos químicos en la Institución.

Tabla 7

Unidades consumidoras de sustancias químicas en las diferentes sedes de la Universidad Pontificia Bolivariana

Unidad	Sede	Seccional
Servicios Generales	Medellín	Laureles
Operaciones Unitarias	Medellín	Laureles
Pulpa y Papel	Medellín	Laureles
Monitoreo de Aire	Medellín	Laureles
Monitoreo de Residuos	Medellín	Laureles
Molienda	Medellín	Laureles
Almacén de Sustancias Químicas	Medellín	Laureles
Centro de Acopio de Residuos Peligrosos	Medellín	Laureles
Monitoreo de Agua	Medellín	Laureles
Nanotecnología	Medellín	Laureles
Caracterización Gravimétrica	Medellín	Laureles
Bioambiental	Medellín	Laureles
Daphnia	Medellín	Laureles
Análisis Térmico y de Superficies	Medellín	Laureles
Absorción Atómica	Medellín	Laureles
Espectrofotometría	Medellín	Laureles
Cromatografía	Medellín	Laureles
Análisis Físicoquímico	Medellín	Laureles
Análisis Elemental	Medellín	Laureles

Laboratorios de Química 1, 2 y 3	Medellín	Laureles
Análisis Ambiental	Medellín	Laureles
Síntesis y Procesos Electroquímicos	Medellín	Laureles
Área de Biotecnología	Medellín	Laureles
Procesos Biotecnológicos	Medellín	Laureles
Análisis de Alimentos	Medellín	Laureles
Análisis de Materiales Biológicos	Medellín	Laureles
Celulosa Bacteriana	Medellín	Laureles
Procesos Agroindustriales 1 y 2	Medellín	Laureles
Almacén Equipos y Suministros Eléctricos	Medellín	Laureles
Bioingeniería	Medellín	Laureles
Químico Textil / Físico Textil	Medellín	Laureles
Laboratorio de Refrigeración y Climatización	Medellín	Laureles
FAB Estudio	Medellín	Laureles
Síntesis II	Medellín	Laureles
Laboratorio de Refrigeración y Climatización	Medellín	Laureles
Laboratorio Resistencia de Materiales	Medellín	Laureles
Laboratorio de Materiales	Medellín	Laureles
Laboratorio de Síntesis y Procesos Especiales	Medellín	Laureles
Laboratorio de Óptica y Espectroscopía	Medellín	Laureles
Taller Modelos y Prototipos	Medellín	Laureles
Almacén de Herramientas	Medellín	Laureles
Taller Máquinas y Herramientas	Medellín	Laureles
Taller de Soldadura y Fundición	Medellín	Laureles
Taller de Cerámicos	Medellín	Laureles
Taller de Marroquinería y Calzado	Medellín	Laureles
Taller Técnicas Gráficas	Medellín	Laureles
Taller de Joyería	Medellín	Laureles
Laboratorio de Química y Biología	Medellín	Laureles
Laboratorio de Química y Biología	Medellín	Marinilla
Laboratorio Anatomía	Medellín	Robledo
Laboratorio de Patología	Medellín	Robledo

Laboratorio de Investigación	Medellín	Robledo
Laboratorio Microbiología	Medellín	Robledo
Laboratorio Biología Molecular	Medellín	Robledo
Laboratorio de Nanociencia y Nanotecnología	Bucaramanga	NA
Laboratorio de Estudios Ambientales-LEA	Bucaramanga	NA
Laboratorio de Suelos y Geotecnia	Bucaramanga	NA
Laboratorio de Calidad de Aguas	Montería	NA

Con base al inventario de los procesos consumidores de productos químicos, se seleccionó como población de interés el personal de los Talleres y Laboratorios de las sedes Medellín, Bucaramanga y Montería, con sus respectivas seccionales, dando paso a la aplicación de la encuesta higiénica a una muestra constituida por 59 trabajadores, conformada por hombres en un 45% y mujeres en un 14%, con un rango de edades entre 19 y 60 años, para una edad media de 37 años.

El 10.17% de las personas entrevistadas completó sus estudios secundarios, el 35.59% cuenta con educación superior técnica o tecnológica, el 25.42% terminó sus estudios de educación superior profesional y el porcentaje restante tiene estudios de posgrado. De manera particular, el 55.93% de los empleados tiene una vinculación a término fijo con la Universidad, el 35.59% a término indefinido, el 6.78% presentan contrato por prestación de servicios y el porcentaje restante de la muestra tiene contrato de aprendizaje; todos los entrevistados trabajan con una dedicación de tiempo completo en la institución.

Cabe señalar que el 35.59% realiza sus actividades en un local semicerrado y el 64.41% restante las realizan en un local cerrado, lo que constituye un factor determinante de la necesidad de contar con sistemas de ventilación adecuados, que permitan disminuir la exposición de los trabajadores. Adicionalmente, el 47.47% manipula las sustancias químicas con compañeros no implicados en la actividad a su alrededor, situación que deberá revisarse con mayor detalle, debido a que es probable que las personas que comparten el mismo espacio se estén exponiendo a los agentes químicos sin hacer uso de elementos o equipos de protección personal, ya que no son conscientes de estar expuestos a estos.

Por otra parte, resulta de suma importancia resaltar que el 15.25% de los trabajadores encuestados considera que precisa de una mayor formación para el correcto desarrollo de las actividades asignadas, afirmando que es necesario profundizar en temas como el almacenamiento y compatibilidad de productos químico (especialmente mezclas), el tratamiento in situ de residuos químicos para darles un reúso aplicando técnicas de bajo costo e impacto ambiental, procedimientos de trabajo seguro, disposición adecuada de

residuos peligrosos, operación de equipos robustos de análisis, sistemas integrados de gestión, entre otras temáticas.

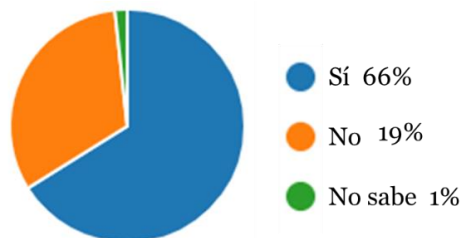
En un contexto similar, tan solo el 25.42% de los trabajadores expuestos a agentes químicos afirmó haber recibido formación pagada por su del empleador y tan solo el 16.95% ha recibido algún tipo de capacitación en su puesto de trabajo, por parte de sus supervisores o coordinadores, lo que constituye una cifra muy alta de trabajadores expuestos al riesgo químico sin haber recibido información contundente para la prevención de su materialización.

Cabe resaltar que todas las personas entrevistadas afirmaron que manipulan productos químicos en alguna de las siguientes actividades: ensayos de laboratorio, manipulación, preparación de sustancias químicas, almacenamiento y distribución, trasvasado, asistencia a la docencia, montaje de prácticas de laboratorio para estudiantes, apoyo a la investigación, investigación, mantenimientos, proyectos, pruebas y ensayos para la industria, estampación y serigrafías, entre otras.

Al realizar el sondeo, como se muestra en la Figura 7, se determinó que el 66% de los empleados encuestados respiran polvos, humos, gases o vapores nocivos o tóxicos, mientras que el 1% no sabe si en su oficio se encuentra expuesto a este tipo de agentes.

Figura 7

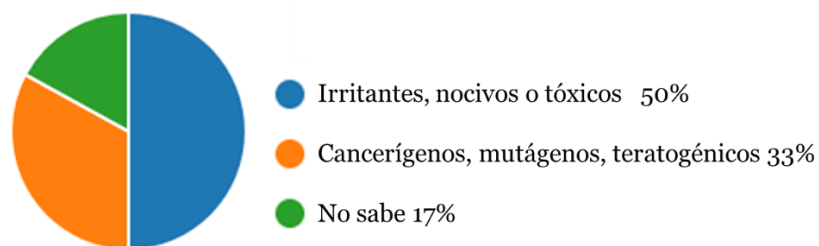
Exposición a polvos, humos, gases o vapores nocivos o tóxicos en el puesto de trabajo



Adicionalmente, se logró determinar que el 50% de los empleados manipula productos químicos irritantes, nocivos o tóxicos, el 33% cancerígenos, mutágenos o teratógenos y el 17% no sabe si ha estado expuesto a alguno de los anteriores. Esto confirma que los productos de mayor incidencia son aquellos irritantes, nocivos y tóxicos, información que se había identificado previamente por medio de los inventarios construidos para cada Unidad. Sin embargo, aunque se cuenta con mayores cantidades de este tipo de productos, no se debe restar importancia a la manipulación de cancerígenos, ya que estos representan las mayores calificaciones de riesgo para la salud de los trabajadores. Esta información corresponde aquellos productos que podrían causar enfermedad laboral, tanto en el mediano como en el largo plazo y se ilustran en la Figura 8.

Figura 8

Exposición a sustancias químicas peligrosas para la salud

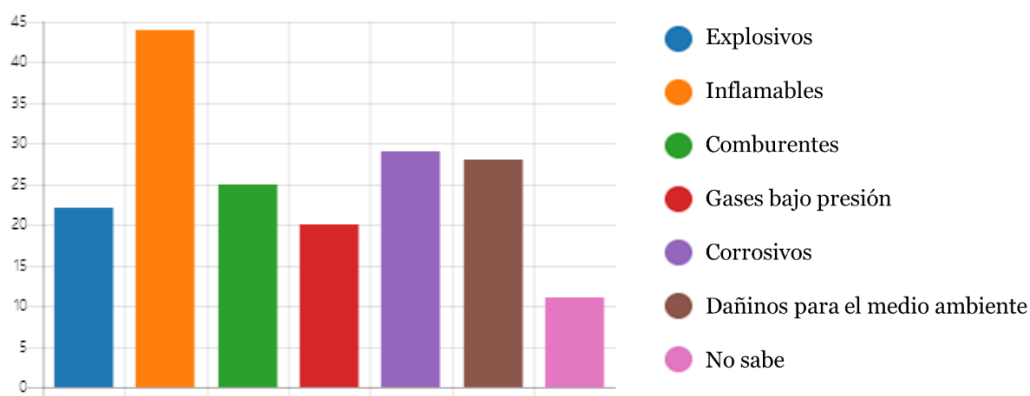


En particular, el 3.39% afirmó tener contacto directo con materiales que puedan ser infecciosos, tales como desechos, fluidos corporales, materiales de laboratorio, animales, etc. de forma deliberada o intencionada, el 32% confirmó manipular estos materiales de manera involuntaria o esporádica, mientras que el 2% no sabe.

Por su parte, la incidencia de productos químicos con peligros físicos también es de considerar, identificando que el riesgo preponderante corresponde al uso de productos inflamables, seguido por aquellos corrosivos y aquellos que representan riesgos para el medio ambiente. Los primeros son foco especial de atención, ya que podrían desencadenar accidentes e incidentes, mientras los segundos, al causar impactos negativos en el ambiente, afectan también la salud de los trabajadores y la población en general. La Figura 9 compila los resultados obtenidos con respecto a los peligros físicos identificados.

Figura 9

Exposición a sustancias químicas que representan peligros físicos



Los datos presentados en la Figura 13, permiten evidenciar la existencia de una cultura de desconocimiento de la peligrosidad de los productos químicos manipulados en la Institución. Esto debido a que en los inventarios realizados no se identificó ningún producto químico clasificado como explosivo. Adicionalmente, al consultar sobre la comunicación de los peligros, el 64% respondió que todos los recipientes con productos químicos peligrosos manipulados llevan una etiqueta informando su peligrosidad, el 25% respondió que solo

algunos de estos la llevan y el 25% que no saben. Estos datos se compilan en la Figura 10. Con respecto a las etiquetas, el 83% de los empleados considera que su información es fácil de entender, mientras que el 9% considera que en algunas ocasiones es complicado.

Figura 10

Condiciones de etiquetado de productos químicos peligrosos

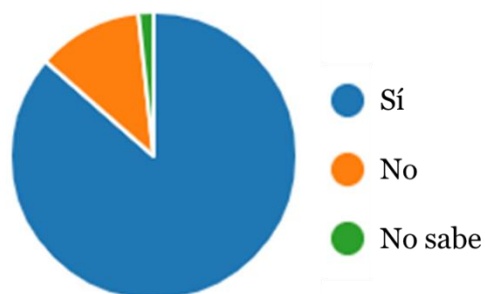


Dando continuidad al diagnóstico del estado actual de la gestión de productos químicos en la institución, se identificó que el 93% de los empleados considera que conoce los posibles efectos perjudiciales para la salud asociados a la manipulación de los productos químicos en su lugar de trabajo, sin embargo, tan solo el 88% afirma que en la empresa se le ha informado sobre las medidas adoptar para prevenir dichos efectos o la materialización de accidentes o incidentes.

Finalmente, como se ilustra en la Figura 11, el 86% de los empleados entrevistados manifestó ser consciente de la necesidad del uso de equipos o elementos de protección personal para realizar sus actividades. Sin embargo, sólo el 96% confirmó que hace uso de estos cuando así lo requiere la labor. Este es ítem en particular constituye un importante tema a considerar en los planes de cualificación y capacitación a generar para los empleados.

Figura 11

Necesidad de uso de Elementos de Protección Personal

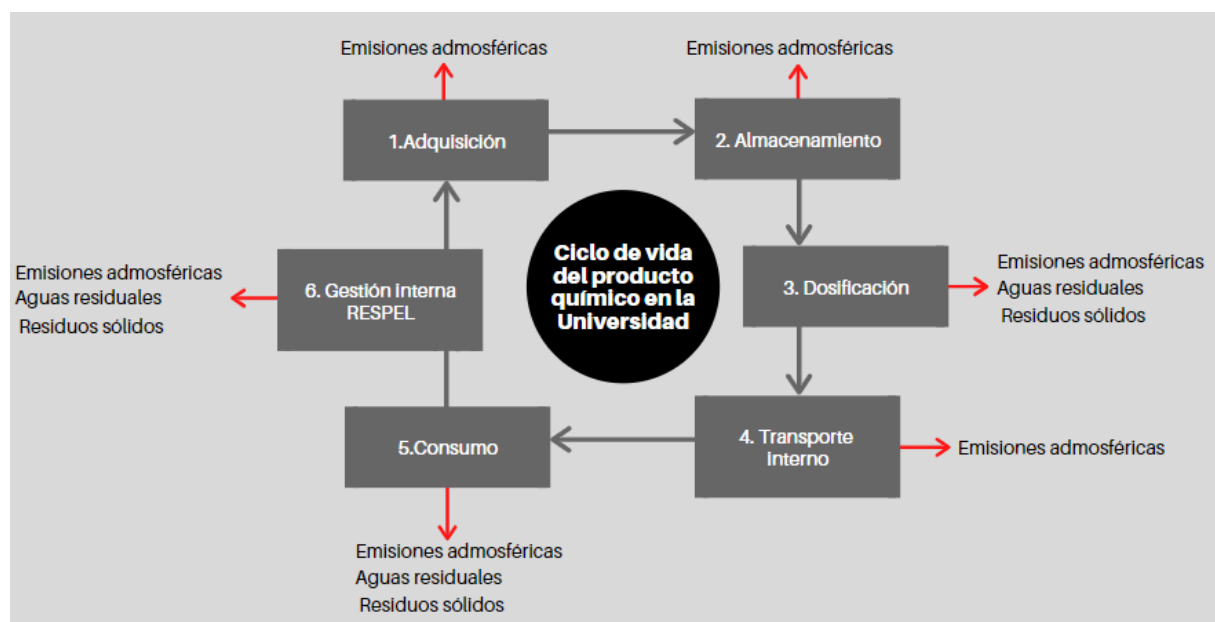


Por otro lado, las inspecciones cualitativas realizadas a los laboratorios permitieron conocer la situación actual de la organización, así como obtener una visión general de las tareas, procesos y factores que influyen en la exposición de los trabajadores, así como las medidas de control existentes. Esta información se compiló en los informes de hallazgos realizados para cada visita.

De manera general, la institución figura en la etapa de *uso por el consumidor* en el ciclo de vida global de los productos químicos. Sin embargo, en la Figura 12 se caracteriza la cadena de uso de los productos químicos para todas las sedes y seccionales de la Universidad, en las que se identificaron actividades asociadas a las etapas de adquisición, almacenamiento, dosificación, transporte o distribución interna, consumo y gestión interna de residuos peligrosos. La etapa de adquisición abarca las actividades de compra, transporte y recepción. A su vez, la etapa de gestión interna de REPEL considera la minimización y prevención de la generación, la separación en la fuente, el transporte interno, el acopio o almacenamiento temporal, los tratamientos internos y la disposición final de estos.

Figura 12

Ciclo de vida del producto químico en la Universidad



Cabe señalar que, en vista de que los procesos experimentales desarrollados en los laboratorios presentan alta variabilidad, no resultó factible realizar el inventario del ciclo de vida de los productos químicos caracterizando de manera cuantitativa los balances de masa y energía. Aun así, las inspecciones cualitativas permitieron la construcción de los inventarios específicos de los productos químicos en cada unidad, detallando la información de la ubicación, y las cantidades almacenadas de cada uno de estos, ya fuera en forma de materia prima, insumo, producto final o residuo. El formato empleado para el levantamiento de los inventarios localizados se presenta en el Anexo B del presente documento. La Figura 13 describe una de las sustancias químicas del inventario a modo de ejemplo.

Figura 13

Identificación del 1,4-Dioxano en el inventario a modo de ejemplo

Sustancia química				Responsable		Datos de fabricación	Sistema Globalmente Armonizado (SGA)			
No. CAS	Nombre	Cantidad	Ubicación	Unidad	Usuario	Marca: Sigma Lote: SHBG2778V Vencimiento: NR	Pictogramas de peligro	Declaraciones de peligro	Palabra de advertencia	Clase de almacenam.
123-91-1	1,4-Dioxano	950 mL	Y05-3	Laboratorio de Síntesis y Procesos Especiales	Lina Marcela Hoyos			GHS02 GHS07 GHS08	H225 H319 H335 H351 EUH019 EUH066	Peligro

Específicamente, durante las visitas se hizo evidente el desconocimiento de algunos de los empleados sobre las clases de peligro de los productos químicos manipulados, ya que en el cuestionario algunos afirmaron hacer uso de sustancias explosivas, pero no se encontró evidencia de esto en los inventarios localizados. Conjuntamente, las visitas permitieron identificar prácticas inseguras especialmente en las etapas de almacenamiento de productos químicos y acopio temporal de residuos peligrosos. Algunas de estas evidencias se presentan en la Figura 14.

Figura 20

Registros fotográficos de las visitas realizadas a algunas de las unidades en la Sede Medellín



Fase 2. Caracterización de los productos químicos empleados en la institución

Partiendo de los inventarios localizados construidos en la Fase 1 del presente estudio, se consolidó un inventario global institucional, incluyendo la información recopilada de todas las sedes y seccionales. En consecuencia, resultaron 1 838 unidades totales y se

reconocieron 760 referencias diferentes de sustancias químicas en todas las sedes de la Universidad, de las cuales se identificaron 36 referencias con características de peligrosidad por inflamabilidad, 14 corrosivas para los metales, 24 oxidantes, 11 cancerígenas categoría 1, 5 cancerígenas categoría 2A y 10 con propiedades de toxicidad aguda: cuatro con toxicidad aguda oral, cinco con toxicidad aguda dérmica y una referencia tóxica aguda por inhalación.

Por su parte, la herramienta digital desarrollada se implementó para realizar la estimación inicial del riesgo por inhalación y por contacto/absorción por la piel de aquellas sustancias identificadas como cancerígenas, categorías 1 y 2A, y tóxicas agudas por inhalación y/o contacto con la piel. El formato implementado para la caracterización de las sustancias químicas y la interfaz de la herramienta digital se presentan en los Anexos C y D del presente documento.

Particularmente, en la Figura 15 se ilustran los resultados obtenidos en la herramienta digital para la estimación inicial del riesgo por inhalación de la sustancia Óxido de cromo (VI), con número CAS 1333-82-0, suponiendo las siguientes condiciones de trabajo... cabe señalar que el caso analizado representa un ejemplo, ya que en circunstancias cotidianas el usuario diligenciaría la información con las condiciones reales en las que manipularía la sustancia química.

Figura 15

Estimación inicial del riesgo por inhalación de la sustancia Óxido de cromo (VI)

Identificación de la sustancia	Número CAS	Unidad/Proceso	H340; H350; H271; H301; H311; H314; H317; H330; H334; H335; H361f; H372; H410	Clase de peligro	5	VLA	≤ 0,1	Clase de cantidad	≥ 1000 g y < 10 kg	2	Clase de frecuencia	≤ 30 min Ocasional	Clase de exposición potencial	2	Clase de riesgo potencial	4
Óxido de cromo (VI)	1333-82-0	Laboratorio Ambiental														
PUNTUACIÓN DEL RIESGO POR INHALACIÓN:																
35 000																
Riesgo muy elevado. Se requieren medidas correctivas de inmediato.				Puntuación de riesgo notencial	10 000	Clase de volatilidad o solubilidad	Material en forma de polvo en grano (1-2 mm). El polvo sedimenta rápidamente en la	Puntuación de volatilidad o solubilidad	10	Procedimiento	Abierto Clase 3 0,5	Protección colectiva	Ventilación mecánica general Clase 3 0,7	FCVLA	10	

Fase 3. Planteamiento de las actividades que constituirán el plan de gestión del ciclo de vida de los productos químicos en la institución

A continuación, se proponen las actividades que componen el programa de gestión del riesgo químico Multicampus en la Universidad Pontificia Bolivariana, con base a los lineamientos del Convenio 170 de la OIT (Organización Internacional del Trabajo, 2014).

Deberes, responsabilidades y obligaciones generales

Todos los empleados asociados a los Laboratorios de la Universidad, sin importar el tipo de vinculación, deben ser conscientes de sus actos y jamás realizar acciones que pongan en peligro su seguridad, la de sus compañeros, el medio ambiente y/o las instalaciones físicas de la Institución. De este modo, todas las personas que se vinculen en cualquier etapa del ciclo de vida de los productos químicos en la Universidad deben cumplir, además de la normatividad nacional vigente, los lineamientos que se presentarán a lo largo de esta sección. La Tabla 8 especifica los deberes asociados a cada eslabón de la cadena de uso de los productos químicos en la Institución, así como sus responsables.

Tabla 8

Responsabilidades para el desarrollo de las actividades enmarcadas en el ciclo de vida del producto químico en la Universidad

<i>Etapa del ciclo de vida</i>	<i>Actividad</i>	<i>Responsable</i>
Adquisición	Identificación del requerimiento de compra.	Coordinador, Gestor de sustancias químicas, profesional o técnico de laboratorio.
Adquisición	Solicitud de ofertas comerciales a los proveedores verificados.	Gestor de sustancias químicas.
Adquisición	Creación de la requisición en el sistema.	Gestor de sustancias químicas.
Adquisición	Aprobación de la requisición.	Jefe de Laboratorios y Asuntos Experimentales.
Adquisición	Creación de la orden de compra o requisición en el sistema.	Profesional de compras.
Adquisición	Recepción de mercancías: verificación del cumplimiento de proveedores y calidad de los productos.	Gestor de sustancias químicas, profesional o técnico de laboratorio.
Adquisición	Implementación periódica de listas de chequeo para verificar cumplimiento de vehículos transportadores.	Profesional o técnico de laboratorio
Adquisición	Visita anual de verificación de proveedores.	Profesional de compras, profesional de SST, gestor de sustancias químicas.
Almacenamiento	Creación de etiquetas y Fichas de Datos de Seguridad.	Gestor de sustancias químicas
Almacenamiento	Creación del producto químico en el inventario y caracterización de este.	Gestor de sustancias químicas
Almacenamiento	Asignación de etiqueta y códigos QR de FDS impresos.	Gestor de sustancias químicas.

Almacenamiento	Clasificación de los productos químicos según su peligrosidad, con base al SGA.	Gestor de sustancias químicas.
Almacenamiento	Clasificación de los productos químicos según su peligrosidad, con base al sistema IMCO.	Gestor de sustancias químicas.
Almacenamiento	Verificación de reactividad con base a matrices de compatibilidad.	Gestor de sustancias químicas.
Almacenamiento	Asignación de ubicación con base a las tres clasificaciones anteriores.	Gestor de sustancias químicas.
Almacenamiento	Verificación periódica de las condiciones de almacenamiento.	Gestor de sustancias químicas, profesional o técnico de laboratorio.
Almacenamiento	Revisión anual de inventarios.	Gestor de sustancias químicas, profesional o técnico de laboratorio.
Dosificación	Verificación de stock de los productos químicos requeridos.	Gestor de sustancias químicas, profesional o técnico de laboratorio
Dosificación	Identificación y aplicación de los controles requeridos para el uso del producto químico, por medio de la herramienta diseñada en Excel.	Gestor de sustancias químicas, profesional o técnico de laboratorio
Dosificación	Identificación del material de envase adecuado según las características fisicoquímicas del producto.	Gestor de sustancias químicas, profesional o técnico de laboratorio.
Dosificación	Asignación de etiquetas y códigos QR de FDS a los recipientes seleccionados.	Gestor de sustancias químicas, profesional o técnico de laboratorio.
Dosificación	Pesaje o dispensado de productos químicos requeridos.	Gestor de sustancias químicas, profesional o técnico de laboratorio.
Dosificación	Diligenciar el formato de consumos con los números de inventario	Gestor de sustancias químicas, profesional o técnico de laboratorio.
Transporte o distribución interna	Instalar las divisiones requeridas al vehículo transportador para evitar mezcla de incompatibles durante el transporte.	Gestor de sustancias químicas.
Transporte o distribución interna	Cargar el kit de recolección de derrames.	Gestor de sustancias químicas.
Transporte o distribución interna	Cargar los productos químicos en el vehículo transportador.	Gestor de sustancias químicas.
Transporte o distribución interna	Demarcar los ascensores en el caso que se requiera.	Gestor de sustancias químicas.
Transporte o distribución interna	Realizar el transporte de las mercancías peligrosas siguiendo las rutas que se tienen predeterminadas para esto.	Gestor de sustancias químicas.

Consumo	Diligenciar formulario para la solicitud de productos químicos.	Coordinador, profesional o técnico de laboratorio, investigador.
Consumo	Identificación y adecuación de los controles requeridos para el uso del producto químico, por medio de la herramienta diseñada en Excel.	Coordinador, profesional o técnico de laboratorio, investigador.
Consumo	Recepción de los productos químicos solicitados.	Coordinador, profesional o técnico de laboratorio, investigador.
Consumo	Uso consciente de los productos químicos requeridos, minimizando, en lo posible, la generación de residuos, aplicando prácticas seguras en cuanto a manipulación, almacenamiento y disposición de los residuos generados.	Coordinador, profesional o técnico de laboratorio, investigador.
Gestión interna de RESPEL	Realizar adecuada disposición, separación en la fuente y marcación de los residuos peligrosos generados.	Coordinador, profesional o técnico de laboratorio, investigador.
Gestión interna de RESPEL	Solicitar servicio de recolección de RESPEL	Coordinador, profesional o técnico de laboratorio, investigador.
Gestión interna de RESPEL	Realizar recolección de RESPEL siguiendo las rutas que se tienen predeterminadas para esto.	Profesional o técnico de laboratorio.
Gestión interna de RESPEL	Clasificación de los RESPEL según su peligrosidad, con base al Sistema de las Naciones Unidas.	Profesional o técnico de laboratorio.
Gestión interna de RESPEL	Verificación de reactividad con base a matrices de compatibilidad.	Gestor de sustancias químicas, profesional o técnico de laboratorio.
Gestión interna de RESPEL	Acopio temporal de los RESPEL recolectados.	Profesional o técnico de laboratorio.
Gestión interna de RESPEL	Diligenciar formato de generación de RESPEL.	Profesional o técnico de laboratorio.
Gestión interna de RESPEL	Aplicación de tratamientos internos para el reúso de algunos de los RESPEL generados.	Gestor de sustancias Profesional o técnico de laboratorio, profesional o técnico de laboratorio.
Gestión interna de RESPEL	Diligenciar declaratoria para solicitud de RESPEL no aprovechables al Gestor Externo.	Profesional o técnico de laboratorio.
Gestión interna de RESPEL	Verificación de los tratamientos propuestos por el Gestor Externo.	Profesional o técnico de laboratorio.
Gestión interna de RESPEL	Preparación de los RESPEL para la etapa de transporte.	Profesional o técnico de laboratorio.

Gestión interna de RESPEL	Entrega de los RESPEL a Gestor Externo.	Profesional o técnico de laboratorio.
Gestión interna de RESPEL	Elaboración del informe de disposición final, asociando fecha de recolección, factura y certificados de disposición.	Profesional o técnico de laboratorio.
Gestión interna de RESPEL	Visita anual de verificación al Gestor Externo.	Delegado del equipo de jurídica, delegado de UPB Ambiental, Gestor de sustancias químicas, profesional o técnico de laboratorio.
Gestión interna de RESPEL	Implementación periódica de listas de chequeo para verificar cumplimiento de vehículos transportadores.	Profesional o técnico de laboratorio.
Gestión interna de RESPEL	Verificación periódica del Centro de Acopio de Residuos Peligrosos.	Profesional o técnico de laboratorio.

Sistemas de clasificación

El principal criterio para la clasificación de productos químicos en la Universidad es la implementación del SGA, según los requisitos del Decreto 1496 del 2018, por el cual se adopta la sexta versión revisada de este sistema en Colombia (Presidencia de la República, 2018). En este sentido, todos los productos químicos se clasificarán en peligros físicos, para la salud y para el medio ambiente. Este mecanismo se combinará con el sistema IMCO para soportar la verificación de compatibilidades químicas.

Por otra parte, para el almacenamiento temporal de residuos peligrosos, se implementará el Sistema de Clasificación de las Naciones Unidas, según las disposiciones nacionales y regionales, también en coordinación con el sistema IMCO para la verificación de compatibilidades.

Adicionalmente, la Universidad deberá realizar periódicamente la identificación de los peligros y valoración de los riesgos asociados a la manipulación de productos químicos en cualquier etapa del ciclo de vida, en cabeza de la Unidad de Seguridad y Salud en el Trabajo, con apoyo de todos los niveles de la organización.

Comunicación de los peligros

Todos aquellos empleados, estudiantes y usuarios en general que manipulen productos químicos en cualquier etapa de su cadena de uso tendrán acceso permanente a los certificados de análisis, fichas técnicas y fichas de datos de seguridad. Adicionalmente, podrán acceder a los inventarios localizados en tiempo real, para conocer la información de los peligros de los productos químicos requeridos, así como las medidas de precaución a

tomar para su manipulación. Toda esta información se encontrará en una plataforma online de fácil acceso.

Adicionalmente, los usuarios contarán con la herramienta digital diseñada para fines del presente trabajo, en la que podrán realizar una estimación inicial de riesgos asociados a inhalación, contacto y/o absorción cutánea, así como identificar algunas medidas de control sugeridas.

Por otra parte, se contará con una base de datos de etiquetas para que los usuarios realicen la descarga de aquellas requeridas, según la concentración y los componentes de las mezclas y diluciones preparadas en el laboratorio. La Figura 16 ilustra y detalla la etiqueta desarrollada para la comunicación de los peligros de sustancias químicas, mientras la Figura 17 detalla la etiqueta diseñada para mezclas y preparaciones que se realicen en el laboratorio, de manera que de inmediato se cuente con una herramienta que permita a los demás usuarios conocer el contenido de los recipientes. Cabe señalar que ambas etiquetas fueron realizadas con base a los lineamientos del SGA y que el código QR representa el vínculo al otro elemento de comunicación propuesto por el mismo sistema, las Fichas de Datos de Seguridad.

Figura 16

Elementos de la etiqueta diseñada para la identificación de las sustancias químicas

1 Palabra de advertencia.

2 Categoría de peligro y color de identificación (SAF-T- DATA).

3 Símbolos GHS (Pictogramas de peligro).

4 Indicaciones de peligro.

5 Información para emergencias.

6 Indicadores adicionales del producto.

7 Indicaciones de precaución/Primeros auxilios.

8 Nombre del producto o identificadores.

9 Código QR para FDS

Etiqueta de Dicromato de Potasio (Solución al 10%)

Peligro

H340: Puede provocar defectos genéticos.
 H350: Puede provocar cáncer.
 H360FD: Puede perjudicar a la fertilidad. Puede dañar al feto.
 H272: Puede agravar un incendio; comburente.
 H302: Tóxico en caso de ingestión.
 H302: Nocivo en contacto con la piel.
 H304: Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.
 H305: Puede provocar una reacción alérgica en la piel.
 H330: Mortal en caso de inhalación.
 H334: Puede provocar síntomas de alergia o asma o dificultades respiratorias en caso de inhalación.
 H335: Puede irritar las vías respiratorias.
 H372: Provoca daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas.
 H410: Muy tóxico para los organismos acuáticos; con efectos nocivos duraderos.

P201: Solicitar instrucciones especiales antes del uso.
 P221: Tomar todas las precauciones necesarias para no mezclar con materias combustibles, compuestos de metales pesados, ácidos y alcalis.
 P273: Evitar su liberación al medio ambiente.
 P280: Llevar guantes/ prendas/ gafas/ máscara de protección.
 P301 + P310 + P331: EN CASO DE INGESTIÓN: Enjuagar la boca. NO provocar el vómito.
 P302 + P352: EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL: Lavar con agua y jabón abundantes.
 P304 + P340: EN CASO DE INHALACIÓN: Transportar a la víctima al exterior y mantenerla en reposo en una posición confortable para respirar.
 P305 + P351 + P338: EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado.
 P308 + P313: EN CASO DE exposición manifiesta o presunta: Llamar inmediatamente a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA o a un médico.

UN: 2088
 CAS: 7782-50-9
 EMERGENCIA: 354 46 17/211 534-42 03

2000 mL

Figura 17

Formato de la etiqueta diseñada para mezclas o preparaciones

Nombre de la mezcla

Universidad Pontificia Bolivariana

Componentes			
Nombre	Cantidad	Concentración	CAS

Responsable: _____ Fecha de preparación: _____

Ubicación: _____ Fecha de disposición: _____

EMERGENCIA: 354 451 7/311 634 42 03

Por otra parte, la comunicación de los peligros asociados a los residuos peligrosos generados como consecuencia de la manipulación de los productos químicos en cualquier etapa se realizará mediante la etiqueta ilustrada en la Figura 18. Esta fue diseñada siguiendo los parámetros del sistema de clasificación de las Naciones Unidas.

Figura 18

Formato de la etiqueta diseñada para el rotulado de residuos peligrosos

Etiquetado de Residuos Peligrosos

Universidad Pontificia Bolivariana

CÓDIGO: _____ VERSIÓN: _____

Corrosivo

Reactivo

Explosivo

Tóxico

Inflamable

Biológico/Infeccioso

Ecotóxico

Radiactivo

Componentes		
Nombre	Cantidad	Concentración

Dependencia/Laboratorio: _____

Centro de Costos: _____ Cantidad (kg): _____

Generador: _____ Fecha de recolección: _____

Finalmente, no debe restarse importancia a la señalización y demarcación de los espacios, especialmente los almacenes de productos químicos y acopios temporales de residuos peligrosos. Estos se demarcarán con señales informativas, acciones de mando y preventivas, según los lineamientos institucionales de Plan Maestro y la NTC 146.

Medidas de control

Durante las actividades comprendidas en la fase de diagnóstico se generalizó una condición crítica de la formación de los trabajadores con respecto al riesgo químico y su

gestión en las diferentes etapas. De esta manera, una medida de control que se debe implementar con carácter prioritario es la capacitación de las personas implicadas en los procesos. La propuesta para el plan inicial de capacitación se presenta en la En la Tabla 8.

Asimismo, resulta apremiante la consolidación de los procedimientos, instructivos, guías, etc. para aquellas actividades que implican la manipulación de productos químicos y la divulgación de los procedimientos de emergencia, ya que, aunque la Universidad los tiene establecidos, estos no son conocidos ampliamente por el personal.

Tabla 9

Actividades de capacitación propuestas

Temática	Etapas del ciclo de vida relacionada	Partes interesadas a intervenir
Conceptos generales y normatividad vigente.	Todas	Jefe de Laboratorios Profesional de compras Coordinadores Profesionales o técnicos de laboratorio Docentes Investigadores
Sistemas de clasificación de los productos químicos y comunicación de sus peligros: SGA, Naciones Unidas.	Todas	Coordinadores Profesionales o técnicos de laboratorio Docentes Investigadores
Almacenamiento de productos químicos.	Almacenamiento Gestión interna RESPEL	Coordinadores Profesionales o técnicos de laboratorio Docentes Investigadores
Agentes químicos y sus peligros.	Todas	Coordinadores Profesionales o técnicos de laboratorio Docentes Investigadores
Manejo seguro de los productos químicos.	Todas	Coordinadores Profesionales o técnicos de laboratorio Docentes Investigadores
Gestión integral de residuos peligrosos.	Consumo Gestión interna RESPEL	Coordinadores Profesionales o técnicos de laboratorio Docentes Investigadores
Uso y mantenimiento de EPP.	Dosificación Transporte interno Consumo Gestión interna RESPEL	Profesional de compras Coordinadores Profesionales o técnicos de laboratorio

		Docentes Investigadores
Socialización del procedimiento para la compra de productos químicos.	Compra	Proveedores incluidos en el Plan Anual de Compras Profesional de compras Jefe de laboratorios Coordinadores Profesionales o técnicos de laboratorio Docentes Investigadores
Socialización del Manual de Contratación.	Compra Gestión interna RESPEL	Proveedores incluidos en el Plan Anual de Compras Coordinadores
Socialización del procedimiento de gestión de RESPEL.	Gestión interna RESPEL	Coordinadores Profesionales o técnicos de laboratorio Docentes Investigadores Personal de servicios generales
Socialización de procedimientos de emergencias: ¿qué hacer en caso de fuego, derrame, exposición?	Todas	Coordinadores Profesionales o técnicos de laboratorio Docentes Investigadores Personal de seguridad
Socialización del procedimiento de reporte de accidentes e incidentes de trabajo relacionados a agentes químicos.	Todas	Jefe de laboratorios Coordinadores Profesionales o técnicos de laboratorio Docentes Investigadores

Los controles sugeridos para aplicar en las diferentes etapas de la cadena de uso de los productos químicos se especifican a continuación:

Adquisición. El principal control para esta etapa consiste en capacitar a los profesionales de compra de las diferentes sedes e implementar mejoras en el sistema de comunicación con estos, ya que se presentan errores recurrentes como la adquisición de productos químicos de características inadecuadas, en cantidades muy superiores a las requeridas o referencias con costos elevados. Esto representaría un impacto inmediato en los indicadores financieros, ambientales y de seguridad en la universidad, ya que, a menor cantidad, menor exposición, por tanto, menor riesgo.

Por otra parte, la verificación de proveedores se realizará con una frecuencia anual. En esta evaluación participará siempre un profesional de compras, un delegado del equipo de Seguridad y Salud en el Trabajo y el gestor de sustancias químicas.

Particularmente, la fase de transporte de las mercancías compradas a las instalaciones de las diferentes sedes debe monitorearse mediante la implementación periódica de la lista de verificación de los vehículos, para asegurar el cumplimiento de la legislación nacional relacionada al transporte de mercancías peligrosas.

Finalmente, la recepción de estos productos se realizará únicamente en los almacenes de productos químicos de las diferentes sedes. Los vehículos podrán ingresar solo por las puertas indicadas y estacionarse en los espacios destinados para tal fin, únicamente en los horarios preestablecidos para la recepción de mercancías.

Almacenamiento. Durante esta etapa, se verificará que las condiciones locativas cumplan con las legislaciones nacionales vigentes. Esto se evaluará mediante el formato para realizar la verificación de los lugares de acopio de residuos peligrosos en la Universidad.

Para almacenar las mercancías peligrosas, sean productos químicos o residuos peligrosos, se aplicarán los siguientes pasos: a) clasificar el producto según su peligrosidad, con base al SGA o el sistema de las Naciones Unidas, según corresponda; b) clasificar el producto según el sistema IMCO; c) asignar un color de almacenamiento de la siguiente manera: azul para aquellos que representen riesgos a la salud, gris para corrosivos, amarillo para reactivos o comburentes, rojo para inflamables, verde para aquellos que presentan riesgos para el medio ambiente y, finalmente, blanco para los que no presentan peligro; d) verificar incompatibilidades específicas en el capítulo reactividad de la FDS del producto; e) aplicar la matriz de compatibilidad; y f) asignar una ubicación de almacenamiento acorde a las características identificadas, lo que se logra haciendo coincidir el color asignado al producto con el del armario específico.

Cabe señalar que todos los productos deben estar etiquetados o rotulados, según corresponda, antes de ser almacenados, según los lineamientos suministrados en la sección de comunicación de los peligros. La Figura_ ejemplifica la aplicación del método de almacenamiento descrito. Adicionalmente, los lugares para el almacenamiento de mercancías peligrosas deben contar con control de acceso.

Figura 19

Ejemplo aplicación de la metodología de almacenamiento planteada



Transporte interno. El transporte de mercancías peligrosas al interior de las sedes y seccionales de la Universidad se realizará siempre en los vehículos transportadores especializados para tal fin, que incluyan recipientes contenedores de derrames, en horarios de baja afluencia de personas y haciendo uso de las rutas que han sido establecidas para tal fin. En caso de requerir del uso de ascensores, estos serán debidamente demarcados.

Para realizar esta actividad, el usuario deberá haber completado la capacitación respectiva, siempre deberá portar todos los EPP requeridos y se verá en la obligación de realizar un recorrido directo (sin desviaciones o pausas) entre el almacén y el laboratorio en el que hará uso del producto, sin abandonar la ruta preestablecida.

Consumo. Ningún usuario estará habilitado para la manipulación de productos químicos peligrosos sin haber asistido antes a las capacitaciones de agentes químicos y sus riesgos, y manejo seguro de productos químicos y residuos peligrosos. Por políticas internas, no está permitido realizar trabajos en los laboratorios mientras se encuentra solo. Todos los usuarios, sin importar su cargo o nivel de experiencia, deberán desarrollar sus actividades mientras coexistan más personas en el lugar. Particularmente los docentes jamás deberán dejar solos a sus estudiantes durante las prácticas de laboratorio, ya que estos al estar en formación, requieren de un acompañamiento permanente.

Cada usuario es responsable de hacer correcto uso de los equipos y elementos de protección que la Universidad le suministre, así como de cuidar su integridad y la de sus compañeros de laboratorio.

Las solicitudes de productos químicos que se encuentren en los diferentes almacenes se realizarán a través del Formulario para solicitudes, con una antelación de mínimo 24 horas para garantizar la asignación de las etiquetas y la planeación de las fases de dosificación y transporte de los productos.

Una vez finalizado el uso del producto químico, se deberá reportar la cantidad consumida para terminar de diligenciar el Formato de consumos, y solicitar el servicio de recolección de los residuos químicos generados al almacén correspondiente.

Gestión interna de residuos peligrosos. Esta etapa constituye un nuevo ciclo de vida completo para los residuos peligrosos, abarcando las etapas y controles que se describen a continuación:

Minimización y prevención de la generación-Separación en la fuente. Se plantea realizar el diagnóstico detallado de los residuos sólidos generados en las actividades rutinarias de cada laboratorio, con el fin de ubicar la cantidad y clase de recipientes adecuados, con su debida demarcación. Una importante estrategia para la minimización de la generación de residuos constituye el suministro de la cantidad justa requerida por el usuario, mediante la implementación de dosificación.

La estrategia a implementar para ejercer seguimiento y control de la generación y los generadores consiste en la codificación de las bolsas rojas entregadas para la disposición de residuos peligrosos y la recolección de estas solo por parte del personal delegado de los almacenes. Adicionalmente, los usuarios deben diligenciar el formato de generación de residuos peligrosos, registrando la información correspondiente a la composición y peso del residuo entregado.

Recolección. Para esta etapa aplican las mismas condiciones descritas en fase de transporte interno.

Acopio o almacenamiento temporal. Para esta etapa aplican las mismas condiciones descritas en fase de almacenamiento.

Tratamientos internos. Se realizan reacciones de neutralización ácido-base y precipitación de metales. Se pretende aprovechar la capacidad instalada, los recursos físicos y humanos de la Universidad para tratar el 20% de los RESPEL generados y aprovechar o reusar el 10% de estos en otros procesos como prácticas de docencia y limpieza.

Disposición final. Se diligenciarán las declaratorias para el gestor externo, verificando que los tratamientos propuestos sean los más adecuados y aquellos que representen menor impacto ambiental. Se establecerá un cronograma de recolecciones, predeterminando las vías de acceso. Siempre se solicitará el aval de la Jefatura de Monitoreo para el ingreso de los vehículos. Mensualmente se cargará la tasa de disposición a las sucursales generadoras.

Finalmente, se aclara que la Universidad deberá suministrar a todos los empleados expuestos a agentes químicos todos los equipos y/o elementos de protección personal que sean requeridos para el desarrollo seguro de la actividad. Estos deberán ser de calidad adecuada y deberán sustituirse en los tiempos establecidos según sus horas de uso acumuladas. De manera particular, para la manipulación de productos químicos se deberá suministrar protección para la cabeza y el rostro (gafas, respiradores con cartuchos, etc.), protección de manos y brazos (guantes del material adecuado según la sustancia a manipular y el tiempo de exposición a esta), protección corporal (bata antifluido, manga larga, delantal en PVC), protección de pies (calzado con suela antideslizante, protección química, etc.)

Procedimientos en caso de emergencia y primeros auxilios

En las visitas de inspección realizadas durante la fase de diagnóstico se evidenció que todos los laboratorios y talleres cuentan con extintores de fuego acordes a la naturaleza de las actividades que allí se realizan. También se comprobó que gran parte del personal se encuentra capacitado para el uso de estos.

De esta manera, se sugiere reforzar el plan de capacitación en el uso de extintores para aquellos lugares en que se hace uso de productos químicos inflamables recurrentemente, pretendiendo que todo el personal adscrito a estos reciba la formación y se encuentre preparado para atender de inmediato un incidente de este tipo.

Adicionalmente, se identificó que los planes para la sustitución de estos se encuentran al día. El panorama no resultó igual para los kits de recolección de derrames, ya que se observó que algunos laboratorios contaban con este elemento, pero su personal no se había

capacitado sobre el correcto uso de este, no llevaban registro de su uso, ni contaban con un plan para su actualización o la reposición de los insumos gastados, mientras que otros espacios no contaban siquiera con este elemento.

En ese orden de ideas, se debe realizar un diagnóstico para identificar la clase de kit requerido en cada laboratorio y su capacidad, de acuerdo con la cantidad y naturaleza de la sustancia química almacenada; posteriormente, se debe realizar el plan para la compra de estos, designar una persona responsable del registro de los usos y la reposición de los faltantes e instalarlos en los puntos seguros diseñados para contenerlos, junto con los libros que compilan los códigos QR de las FDS.

De manera general, los kits deben contener: a) guantes de nitrilo de calibre grueso; b) paños absorbentes; c) barreras absorbentes; d) bolsas rojas para la disposición de residuos; e) espátula o pala plástica antichispa; f) tapabocas o respirador con filtros; g) traje u overol antilíquidos; h) escoba sin palo; i) gafas de seguridad; j) material absorbente; k) cinta señalizadora; e l) instructivo o guía de uso.

En caso de exposición a sustancias químicas, consultar la FDS, comunicarse de inmediato con la Línea Segura y Emergencias al número 311 634 42 03 y brindar información clara y completa sobre la sustancia implicada en el incidente, así como la requerida por el personal de atención. Nunca suministre atención de primeros auxilios si no se encuentra capacitado para tal fin.

Investigación y reporte de incidentes y accidentes de trabajo

En caso de sufrir un incidente o accidente de trabajo, comuníquese a la Línea Segura y Emergencias al número 311 634 42 03 para ser atendido. Una vez ocurrido el evento, participe de inmediato lo sucedido al coordinador de su unidad o jefe inmediato. Relátele con precisión la manera en que ocurrieron los hechos. Él o ella se encargará de realizar el reporte al área de Seguridad y Salud en el Trabajo por medio del correo electrónico seguridadysalud.trabajo@upb.edu.co, para que ellos den inicio a la investigación subsecuente.

Conclusiones

El estudio del Plan Anual de Compras de los años 2018, 2019 y 2020 permitió identificar las unidades consumidoras de productos químicos en la Universidad y asociarlas con procesos y responsables a nivel Multicampus, lo que dio paso a la delimitación del alcance del estudio a los Laboratorios y Talleres de las sedes Medellín, Bucaramanga y Montería de la Universidad, con sus respectivas seccionales.

Para los procesos y unidades comprendidos en el alcance del estudio, se seleccionó una muestra representativa de todas las sedes conformada por 59 empleados, para aplicar la encuesta higiénica e identificar condiciones de su puesto de trabajo. Los resultados de este estudio permitieron evidenciar una fuerte cultura de desconocimiento sobre la peligrosidad de los productos químicos manipulados, así como una clara necesidad de capacitación y formación en temáticas como almacenamiento, disposición y tratamiento de residuos y, en general, buenas prácticas y procedimientos seguros para trabajar en los laboratorios.

Al avanzar en el diagnóstico, las visitas de inspección cualitativa posibilitaron la visualización de malas prácticas de almacenamiento y falta de controles al realizar algunas actividades, así como la consolidación del ciclo de vida del producto químico para la organización, conformado por las etapas de adquisición, almacenamiento, dosificación, transporte interno, consumo y gestión interna de residuos peligrosos.

La metodología de las visitas de inspección facilitó la construcción de los inventarios localizados de todas las unidades evaluadas y la posterior consolidación de un inventario global con 1838 unidades y 760 referencias diferentes de sustancias químicas, que luego fueron caracterizadas por medio de datos de fuentes internacionales, tales como IARC y ACGIH.

Mediante la caracterización de las sustancias químicas desde el inventario global se realizó la identificación de 36 referencias con características de peligrosidad por inflamabilidad, 14 corrosivas para los metales, 24 oxidantes, 11 cancerígenas categoría 1, 5 cancerígenas categoría 2A y 10 con propiedades de toxicidad aguda: cuatro con toxicidad aguda oral, cinco con toxicidad aguda dérmica y una referencia tóxica aguda por inhalación. Las sustancias pertenecientes a los grupos antes descritos constituyen un foco importante de monitoreo y control en la institución.

Adicionalmente, durante esta fase se diseñó una herramienta digital en Microsoft Excel para la estimación inicial del riesgo por inhalación y contacto por la piel con base en el método de la INRS. Esta herramienta es práctica y de fácil uso, basta con diligenciar la información correspondiente a las condiciones de uso de la sustancia, sus indicaciones de peligro y algunas propiedades fisicoquímicas para que el usuario obtenga percepción inicial de los riesgos asociados al uso de esta y el reporte de los controles sugeridos para la actividad, interviniendo el hallazgo relacionado a la falta de información por parte de los empleados y la poca aplicación de controles. A futuro se espera continuar con el desarrollo de esta herramienta para ampliar su alcance a la valoración de otras clases de riesgos.

Finalmente, se plantearon y describieron las actividades para asumir y llevar a cabo los procesos englobados en el ciclo de vida de los productos químicos en la universidad, definiendo las responsabilidades, a lo largo de toda la cadena, los sistemas de clasificación a implementar, los mecanismos o herramientas para la comunicación de los peligros, medidas de control, procedimientos en caso de emergencia e investigación y reporte de incidentes, accidentes y accidentes de trabajo. Se espera socializar el programa diseñado para que este sea incluido en el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo de la organización.

Referencias

- Aguilera, M. M. (2011). *Análisis de riesgo ambiental por el manejo de sustancias químicas peligrosas en las instalaciones de la Facultad de Ingenierías de la UASLP*. Obtenido de <http://ninive.uaslp.mx/xmlui/bitstream/handle/i/3558/MCA1ANA01101.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá & Universidad Pontificia Bolivariana. (2011). *Guía para la Gestión de Residuos Peligrosos*. Medellín: Impregón S.A.
- Benavides, A. C., Vargas, X., Chaves, G., & Rodríguez, J. Á. (2012). *Hacia una gestión de residuos y reactivos químicos en los laboratorios de docencia de la escuela química en la Universidad Nacional*. Obtenido de <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/uniciencia/article/view/3863/3704>
- Carranza, Y. M. (Agosto de 2013). *Evaluación del Sistema de Gestión de las Sustancias Químicas y sus Residuos en los Laboratorios de Química, Toxicología y Ambiental del Departamento de Ciencias Forenses, Poder Judicial*. Recuperado el 17 de Mayo de 2020, de <https://core.ac.uk/download/pdf/60992236.pdf>
- Carrillo, L. F., & Pedraza, A. L. (2014). *Propuesta para la mejora del manejo y almacenamiento de sustancias químicas y peligrosas en bodega del laboratorio de aguas del acueducto metropolitano de Bucaramanga a partir de los requisitos de la NTC 1692 Y Guía Ambiental 45*. (U. I. Santander, Ed.) Obtenido de <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2014/155546.pdf>
- Casallas, N. D. (2016). *Diseño de un programa de gestión en riesgo químico para los laboratorios de la facultad de medicina de la Universidad Militar Nueva Granada*. (U. D. Caldas, Ed.) Obtenido de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/2904/1/CasallasOrtegaNicolasDavid2016.pdf>
- Casallas, N. D. (2016). *Diseño de un programa de gestión en riesgo químico para los laboratorios de la facultad de medicina de la Universidad Militar Nueva Granada*. (U. D. Caldas, Ed.) Obtenido de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/2904/1/CasallasOrtegaNicolasDavid2016.pdf>
- Centro de Información sobre Desastres y Salud. (Enero de 1997). *Modulo de Capacitación Desastres y Emergencias Tecnológicas*. Obtenido de <http://cidbimena.desastres.hn/docum/ops/publicaciones/cne05/cne05.2.htm>
- Conexionesan. (s.f.). *La importancia de la jerarquía de control de riesgo*. Obtenido de <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2016/10/la-importancia-de-la-jerarquia-de-control-de-riesgo/>
- Congreso de la República. (1993). *Ley 55 de 1993*. Obtenido de <https://www.ins.gov.co/Normatividad/Leyes/LEY%200055%20DE%201993.pdf>

- Congreso de la República. (1996). *Ley 320 de 1996*. Obtenido de <https://www.ins.gov.co/Normatividad/Leyes/LEY%200320%20DE%201996%20CO NV.%20174.pdf>
- Congreso de la República. (17 de Febrero de 2005). *Ley 945*. Obtenido de http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0945_2005.html
- Congreso de la República. (2005). *Ley 945 de 2005*. Obtenido de http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0945_2005.html
- Congreso de la República. (28 de Junio de 2005). *Ley 960*. Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Legislacion/ley_0960_280605.pdf
- Congreso de la República. (2005). *Ley 960 de 2005*. Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Legislacion/ley_0960_280605.pdf
- Congreso de la República. (2007). *Ley 1259 de 2007*. Obtenido de http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1259_2008.html
- Congreso de la República. (2008). *LEY 1196 de 2008*. Obtenido de http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1196_2008.html
- Congreso de la República. (2008). *Ley 1252 de 2008*. Obtenido de http://quimicos.minambiente.gov.co/images/Respel/l1252_2008_prohibitivas_resp el.pdf
- Consejo Colombiano de Seguridad. (2003). *Guías para el manejo seguro y gestión ambiental de 25 sustancias químicas*. Bogotá D.C.: El Ministerio. Recuperado el 3 de Marzo de 2020, de https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias_qu%C3%ADmicas_y_residuos_peligrosos/guia_25_sustancias.pdf
- Consortio Ecodes IIA. (2017). *Términos de referencia para la elaboración del programa de reducción y manejo del riesgo para el ambiente de sustancias químicas de uso industrial*. Obtenido de <http://www.andi.com.co/Uploads/TdR%20Programa%20de%20gesti%C3%B3n%20de%20sustancias.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación. (5 de Octubre de 2016). *Consejo Nacional de Política Económica y Social CONPES 3868*. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3868.pdf>
- Devia, Á. P., & Lozano, L. M. (Diciembre de 2014). *Diseño del programa de riesgo químico para empresas de transporte masivo en la ciudad de Bogotá*. Obtenido de Universidad Libre: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/10652/Proyecto%20Dise%C2%A6o%20programa%20riesgo%20qu%C2%A1mico.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Dirección Nacional de Estupefacientes. (2015). *Resolución 0001 de 2015*. Obtenido de <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=30031758>
- Educaplus. (s.f.). *Número CAS*. Obtenido de <http://www.educaplus.org/elementos-quimicos/propiedades/identificacion-cas.html>

- Espinosa, E. A., González, K. D., & Hernández, L. T. (Junio de 2016). Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar. *Entramado*, 12(1), 266-281. doi:10.18041
- Fontal, R., & Sánchez, J. F. (Agosto de 2017). *Modelo de gestión integral para el manejo seguro de sustancias químicas en la Universidad del Valle*. (U. A. Occidente, Ed.) Obtenido de <http://red.uao.edu.co/bitstream/10614/9895/1/To7565.pdf>
- Ganzleben, C., Antignac, J. P., Barouki, R., Castaño, A., Fiddicke, U., Klánová, J., . . . Kolossa-Gehring, M. (Marzo de 2017). Human biomonitoring as a tool to support chemicals regulation in the European Union. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 220, 94-97. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2017.01.007>
- Gómez, N. D. (1 de Diciembre de 2014). *Implementación de un sistema de gestión e información de sustancias químicas para mejorar su manipulación, uso y disposición en la Universidad Autónoma de Occidente*. (T. d. Grado, Ed.) Obtenido de <http://red.uao.edu.co/handle/10614/7821>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. d. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mc Graw Hill Education.
- Heusinkveld, H. J., Wackers, P. F., Schoonen, W. G., Van der Ven, L., Pennings, J. L., & Luijten, M. (2018). Application of the comparison approach to open TG-GATES: a useful toxicogenomics tool for detecting modes of action in chemical risk assessment. *Food and Chemical Toxicology*, 121, 115-123. doi:<https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.08.007>
- ICONTEC. (2010). *Norma Técnica Colombiana 4435*. Bogotá: ICONTEC.
- ICONTEC. (2012). *Norma Técnica Colombiana 1692*. Bogotá: ICONTEC.
- Instituto Nacional de Salud. (29 de Diciembre de 2017). *Protocolo de vigilancia en salud pública. Intoxicaciones por sustancias químicas*. Obtenido de https://www.dadiscartagena.gov.co/images/docs/saludpublica/vigilancia/protocolos/p2018/pro_intoxicaciones_2018.pdf
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2017). *Herramientas para la gestión del riesgo químico. Métodos de evaluación cualitativa y modelos de estimación de la exposición*. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo INSHT.
- Kavlock, R., Chandler, K., Houck, K., Hunter, S., Judson, R., Kleinstreuer, N., . . . Dix, D. (21 de Abril de 2012). Update on EPA's ToxCast Program: Providing High Throughput Decision Support Tools for Chemical Risk Management. *Chemical Research in Toxicology*, 1287-1302. doi:<https://doi.org/10.1021/tx3000939>
- Londoño, A. J., Cardona, J. A., & Gutiérrez, J. F. (2019). *Programa de gestión integral del riesgo químico para la industria metalmecánica*. Obtenido de http://repository.poligran.edu.co/bitstream/handle/10823/1571/Proyecto%20Astrid%20Londo%C3%B1o%20Jorge%20Cardona%20_.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Mejora & Soluciones S.A.S & Acoplásticos. (2019). Marco legal en seguridad química en Colombia. En L. C. Gutiérrez (Ed.), *Reunión sobre el marco legal en Seguridad Química vigente en el 2019 y perspectivas para 2020*. Bogotá.
- Merck KGaA. (s.f.). *Clasificación de almacenamiento*. Recuperado el 17 de Mayo de 2020, de <https://www.merckmillipore.com/CO/es/support/safety/safe-storage/storage->

classification/G_ub.qB.8oYAAAFCyisXr75j,nav?ReferrerURL=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). *Análisis de situación y vacíos del SGA en Colombia*. Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias_qu%C3%ADmicas_y_residuos_peligrosos/A3_-_Analisis_de_situacion_y_vacios_del_SGA_2017.pdf
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). *Guía de comunicación de peligros basada en los criterios del SGA*. Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias_qu%C3%ADmicas_y_residuos_peligrosos/A6_-_Guia_de_comunicacion_de_peligros_segun_el_SGA_2017.pdf
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2004). *Resolución 734 de 2004*. Obtenido de [http://www.suin-juriscol.gov.co/clp/contenidos.dll/Resolucion/4024565?fn=document-frame.htm\\$f=templates\\$3.0](http://www.suin-juriscol.gov.co/clp/contenidos.dll/Resolucion/4024565?fn=document-frame.htm$f=templates$3.0)
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2005). *Decreto 4741 de 2005*. Obtenido de <https://www.habitatbogota.gov.co/decreto-4741-2005>
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2006). *Resolución 1402 de 2006*. Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemas/pdf/Normativa/Resoluciones/res_1402_140706.pdf
- Ministerio de Interior. (1999). *Decreto 321 de 1999*. Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/25-dec_0321_1999.pdf
- Ministerio de Salud. (2003). *Decreto 2090 de 2003*. Obtenido de http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/decreto_2090_2003.html
- Ministerio de Salud. (Noviembre de 2017). *Propuesta de lineamientos y requisitos técnicos para elaborar las evaluaciones de riesgo a la salud de las sustancias químicas de uso industrial, por parte de los usuarios*. Obtenido de http://www.andi.com.co/Uploads/EVALUACION%20RIESGO%20VERSION%20FINAL_637032741380349180.pdf
- Ministerio de Transporte. (2001). *Resolución 3700 de 2001*. Obtenido de http://legal.legis.com.co/document/Index?obra=legcol&document=legcol_75992041b9a6f034e0430a010151f034
- Ministerio de Transporte. (2002). *Decreto 1609 de 2002*. Obtenido de <https://www.habitatbogota.gov.co/decreto-1609-2002>
- Ministerio de Transporte. (2014). *Resolución 1223 de 2014*. Obtenido de http://legal.legis.com.co/document/Index?obra=legcol&document=legcol_f989409f819b019ee0430a010151019e
- Ministerio de Transporte. (2016). *Resolución 2328 de 2016*. Obtenido de <https://www.arlsura.com/index.php/decretos-leyes-resoluciones-circulares-y-jurisprudencia/206-resoluciones/2569-resolucion-2328-de-2016>

- Ministerio de Transporte. (2016). *Resolución 5747 de 2016*. Obtenido de https://www.medellin.gov.co/normograma/docs/resolucion_mintransporte_5747_2016.htm
- Ministerio del Medio Ambiente. (2002). *Resolución 1164 de 2002*. Obtenido de <http://www.udea.edu.co/wps/wcm/connect/udea/8ef2b54c-c7a3-4d32-8dde-ddf2c0bd9dc9/Resoluci%F3n+1164+de+2002.pdf?MOD=AJPERES>
- Ministerio del Trabajo & Ministerio de Salud y Protección Social. (2020). *Resolución () de 2020*. Obtenido de <https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/0/Norma+SGA+Lugares+de+Trabajo+V.2+27+03+2020.pdf/182ee43d-8e85-ad8d-5167-6f800e659d62?t=1585680609793>
- Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos SGA*. Obtenido de https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/ghs/ghs_rev06/Spanish/ST-SG-AC10-30-Rev6sp.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). *Perfil Nacional de Sustancias Químicas en Colombia*. Bogotá D.C.: Nuevas Ediciones S.a. Recuperado el 3 de Marzo de 2020, de https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias_qu%C3%ADmicas_y_residuos_peligrosos/Perfil_Nacional_de_Sustancias_Quimicas_en_Colombia_2012.pdf
- Organización de los Estados Americanos. (s.f.). *Glosario de términos para el manejo de sustancias químicas*. Obtenido de <http://www.oas.org/dsd/Quimicos/Glosario2.pdf>
- Organización Internacional del Trabajo. (28 de Abril de 2014). *La Seguridad y la Salud en el Uso de Productos Químicos en el Trabajo*. Obtenido de https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_235105.pdf
- Osorio, L. (Junio de 2014). *Evaluación de la Gestión de Sustancias Químicas bajo el enfoque GIZ, a empresas pertenecientes a PROABURRÀ NORTE, que hacen parte del Convenio de Producción más Limpia (CPML)*. Recuperado el 3 de Marzo de 2020, de <http://www.udea.edu.co/wps/wcm/connect/udea/08a30080-4f2c-404a-8bd4-2e0e5e745670/Evaluaci%C3%B3n+de+la+gesti%C3%B3n+de+sustancias+quimicas+bajo+el+giz.pdf?MOD=AJPERES>
- Patiño, R. I. (Febrero de 2017). *Riesgo químico y salud ambiental en Colombia: estudio de caso con hidrocarburos aromáticos*. Obtenido de <http://dspace.umh.es/bitstream/11000/3579/1/TD%20Pati%C3%B1o%20Fl%C3%B3rez%2C%20Rosa%20Isabel.pdf>
- Pincha, L. A. (2016). *Elaboración del Plan de Contingencia ante Emergencias para la Facultad de Ciencias Químicas y Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Central del Ecuador período mayo-noviembre 2015*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/6060/3/T-UCE-0006-011.pdf>
- Presidencia de la República. (2014). *Decreto 1477 de 2014*. Obtenido de https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/36482/decreto_1477_del_5_de_agosto_de_2014.pdf/b526be63-28ee-8a0d-9014-8b5d7b299500

- Presidencia de la República. (2014). *Decreto 351 de 2014*. Obtenido de <https://diario-oficial.vlex.com.co/vid/reglamenta-residuos-generados-actividades-493644046>
- Presidencia de la República. (2018). *Decreto 1496 de 2018*. Obtenido de <http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%201496%20DEL%2006%20DE%20AGOSTO%20DE%202018.pdf>
- Presidencia de la República. (2019). *Resolución 312 de 2019*. Obtenido de https://id.presidencia.gov.co/Documents/190219_Resolucion0312EstandaresMinimosSeguridadSalud.pdf
- RIMAC. (s.f.). *La matriz de riesgos*. Obtenido de <http://prevencionlaboralrimac.com/Herramientas/Matriz-riesgo>
- Saavedra, Y. M., & Orozco, J. A. (2016). *Propuesta de integración del sistema globalmente armonizado, con el estándar OHSAS 18001 y la Norma ISO 14001, en el proceso de abastecimiento de sustancia química peligrosas para gerencia refinería Barrancabermeja Ecopetrol S.A.* (U. S. Tomás, Ed.) Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/1729/2017-YolimaMercedesSaavedraMejia-JuliaAndreaOrozcoCacique-trabajodegrado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Serrato, M. F., & Moncada, F. (Agosto de 2017). *Diseño del programa de control de riesgos químicos y biológicos para el área de tanatopraxia de Coopserfun año 2017*. Obtenido de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/6444/1/MoncadaRiveraFabian2017.pdf>
- Serrato, M., & Moncada, F. (2017). *Diseño del programa de riesgos químicos y biológicos para el área de tanatopraxia de Coopserfun año 2017*. Obtenido de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/6444/1/MoncadaRiveraFabian2017.pdf>
- Tjoe-Nij, E., Rochin, C., Berne, N., Sassi, A., & Leplay, A. (Marzo de 2018). Chemical Risk Assessment Screening Tool of a Global Chemical Company. *Safety and Health at Work*, 84-94. doi:<https://doi.org/10.1016/j.shaw.2017.06.012>
- Universidad Pontificia Bolivariana. (s.f.). *La Universidad*. Obtenido de <https://www.upb.edu.co/es/la-universidad>
- Wolffe, T., Whaley, P., Halsall, C., Rooney, A. A., & Walker, V. R. (2019). Systematic evidence maps as a novel tool to support evidence-based decision-making in chemicals policy and risk management. *Environment International*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.05.065>
- Zevelegani, S. K., Barakat, S., & Yazdi, M. (2016). Chemical risk assessment in a chemical laboratory based on three different techniques. *Journal of Occupational Health and Epidemiology*, 168-175. doi:[10.18869](https://doi.org/10.18869)

ANEXO A

Formato de consentimiento informado para la aplicación del cuestionario de la encuesta higiénica

Consentimiento Informado para Participantes de Investigación

El propósito de este documento es proveer a los participantes de esta investigación una explicación de la naturaleza de esta, así como su rol como participante de la misma.

La presente investigación es conducida por María Alejandra Tangarife Zapata, de la Institución Universitaria UNITEC. Con este análisis se pretende diseñar el plan de gestión del ciclo de vida de los productos químicos en los Laboratorios de la Universidad Pontificia Bolivariana, estudio que servirá para elaborar una tesis de grado para la Especialización en Gerencia de la Seguridad y Salud en el Trabajo.

Si usted accede a participar en este estudio, se le pedirá responder preguntas en una encuesta digital que será enviada a su correo electrónico institucional. Esto le tomará aproximadamente 10 minutos de su tiempo. Sus respuestas serán confidenciales y anónimas y el cuestionario no cuenta con preguntas sensibles.

Si tiene alguna inquietud al respecto, puede hacer preguntas en cualquier momento. Igualmente, puede retirarse del proyecto en cualquier momento sin que eso lo perjudique en ninguna forma. Si alguna de las preguntas durante la entrevista le parece incómoda, tiene usted el derecho de hacérselo saber al investigador o de no responderlas.

Desde ya agradezco su participación.

Acepto participar voluntariamente en esta investigación, conducida por María Alejandra Tangarife Zapata. He sido informado(a) de que la meta de este estudio es elaborar una tesis de grado relacionada al diseñar el plan de gestión del ciclo de vida de los productos químicos en los Laboratorios de la Universidad Pontificia Bolivariana.

Me han indicado que tendré que responder de manera verídica y sincera un cuestionario digital, lo cual me tomará aproximadamente 10 minutos.

Reconozco que la información que yo provea en el curso de esta investigación es confidencial y no será usada para ningún otro propósito sin mi consentimiento.

En caso de tener preguntas sobre mi participación en este estudio, puedo contactar a María Alejandra Tangarife Zapata al teléfono celular 301 671 03 75.

Entiendo que una copia de esta ficha de consentimiento me será enviada vía correo electrónico y que puedo pedir información sobre los resultados de este estudio cuando haya finalizado.

Nombre del Participante

Firma del Participante

Fecha

ANEXO C

Formato para realizar la caracterización de los productos químicos según fuentes de información internacionales

Causalidad				ACGIH						IARC				Sustancias citotóxicas		
Valor	t _{exp.}	PCA	NEGD	TWA	STEL	CEILING	Notación	BEI	TLV	Clasificación	Agente	Volumen	Año	Mutágenos	Reprotóxicos	Categoría (Regl.CE 1272/2008)
Fisicoquímico	2	2	No aplica	20 ppm	0	0	Piel; A3	0	Daño hígado	2B	1,4-Dioxane	11, Sup 7, 71	1999	-	-	-
100	2	2	400	-	-	-	-	-	-	No es clasificado cancerígeno por IARC	-	-	-	-	-	-
10	2	2	40	-	-	-	-	-	-	No es clasificado cancerígeno por IARC	-	-	-	-	-	-
100	2	2	400	-	-	-	-	-	-	No es clasificado cancerígeno por IARC	-	-	-	-	-	-

ANEXO D

Interfaz de la herramienta digital diseñada para la en la Universidad.

=SI(Y(C5>0;C5<0,5);"1";SI(Y(C5>=0,5;C5<=2);"2";SI(Y(C5>2;C5<=6);"5";SI(Y(C5>6);"10";SI(Y(C5=0);"0";0))))))							
B	C	D	E	F	G	H	
Valoración del riesgo por contacto y/o absorción cutánea de la sustancias química							
CAS	108-95-2	Fenol					
TIEMPO EXPOSICION EN HORAS	2	2					
PCA	2	Ambas manos o Una mano y el antebrazo					
Conclusion sobre la sustastancia							
fuelle		medio			persona		
Se recomienda cambio de sustancia		Se recomiendan sistemas de extraccion y controles de ingenieria			Se recomienda Elementos de proteccion según lo indica la Hoja de datos de seguridad		

Por intermedio del presente documento en mi calidad de autor o titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra que adjunto, titulada **Diseño del Plan de Gestión del Ciclo de Vida de los Productos Químicos para los Laboratorios de las Sedes Medellín, Bucaramanga y Montería de la Universidad Pontificia Bolivariana**, autorizo a la Corporación universitaria Unitec para que utilice en todas sus formas, los derechos patrimoniales de reproducción, comunicación pública, transformación y distribución (alquiler, préstamo público e importación) que me corresponden como creador o titular de la obra objeto del presente documento.

La presente autorización se da sin restricción de tiempo, ni territorio y de manera gratuita. Entiendo que puedo solicitar a la Corporación universitaria Unitec retirar mi obra en cualquier momento tanto de los repositorios como del catálogo si así lo decido.

La presente autorización se otorga de manera no exclusiva, y la misma no implica transferencia de mis derechos patrimoniales en favor de la Corporación universitaria Unitec, por lo que podré utilizar y explotar la obra de la manera que mejor considere. La presente autorización no implica la cesión de los derechos morales y la Corporación universitaria Unitec los reconocerá y velará por el respeto a los mismos.

La presente autorización se hace extensiva no sólo a las facultades y derechos de uso sobre la obra en formato o soporte material, sino también para formato electrónico, y en general para cualquier formato conocido o por conocer. Manifiesto que la obra objeto de la presente autorización es original y la realicé sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es de mi exclusiva autoría o tengo la titularidad sobre la misma. En caso de presentarse cualquier reclamación o por acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de autor sobre la obra en cuestión asumiré toda la responsabilidad, y saldré en defensa de los derechos aquí autorizados para todos los efectos la Corporación universitaria Unitec actúa como un tercero de buena fe. La sesión otorgada se ajusta a lo que establece la ley 23 de 1982.

Para constancia de lo expresado anteriormente firmo, como aparece a continuación.

Firma



María Alejandra Tangarife Zapata
CC. 1037632819