

Diseño de un manual para el almacenamiento y etiquetado de productos químicos en los ambientes prácticos de aprendizaje de ciencias de la salud bajo el sistema globalmente armonizado en una universidad de Villavicencio

Consultoría

Durley Tatiana Pinto Riaño y Paula Dayany Mogollón Sánchez

Trabajo de grado para optar el título de Especialista en Seguridad y Salud en el Trabajo

Director

Carlos Andrés Guzmán Rojas

Magíster en Territorio, Conflicto y Cultura

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Especialización en Seguridad y Salud en el Trabajo

2025

Dedicatoria

Paula Mogollón: a Dios, por ser mi guía en cada paso de este camino, iluminando mi vida con su amor y sabiduría.

A mi familia, por su apoyo incondicional, amor y paciencia. En especial, a mis padres, quienes con su esfuerzo y sacrificio me han brindado la oportunidad de alcanzar mis sueños, enseñándome el valor del trabajo, la dedicación y la perseverancia.

A todas aquellas personas que, de una u otra manera, han dejado huella en este proceso, inspirándome a seguir adelante con determinación y pasión.

Durley Pinto: a Dios, por iluminar mi camino con su infinita sabiduría, por darme la fortaleza necesaria para superar cada obstáculo y por bendecirme con la perseverancia para alcanzar esta importante meta académica.

A mi familia, por su amor, paciencia y apoyo constante durante todo este proceso académico, por sus palabras de aliento en los momentos difíciles y por celebrar cada pequeño logro como si fuera el más grande.

A mis profesores y mentores, por compartir generosamente sus valiosos conocimientos, por desafiarme a ser mejor cada día y por guiarme con dedicación en mi formación profesional.

Agradecimientos

Agradecemos a nuestras familias por su respaldo, a nuestros tutores por su guía y a nuestros compañeros por su apoyo incondicional. A todos quienes, de alguna manera, hicieron posible este logro, nuestra más sincera gratitud.

Contenido

Introducción	14
1. Identificación de la empresa donde se desarrolló la consultoría	16
2. Descripción del problema.....	17
2.1. Planteamiento del problema.....	17
2.1.1 Formulación del problema	19
2.2 Justificación	19
3.2 Objetivos.....	21
2.2.1 Objetivo general.....	21
2.2.2 Objetivos específicos	21
3 Marco referencial.....	22
3.1 Antecedentes	22
3.2 Marco teórico	31
3.3 Marco conceptual.....	34
3.4 Marco legal	42
4 Diseño metodológico.....	46
4.1 Fases.....	46
5 Desarrollo metodológico	50
6 Resultados.....	53
7 Cronograma	63
8 Presupuesto.....	63
8.2 Aspectos éticos.....	64

9 Lecciones aprendidas..... 64

10 Conclusiones 65

Referencias..... 69

Apéndices..... 76

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Identificación de la empresa.</i>	16
Tabla 2. <i>Tamaños de Etiqueta.</i>	51
Tabla 3. <i>No conformidades de Almacenamiento</i>	53
Tabla 4. <i>No conformidades de Manipulación</i>	57
Tabla 5. <i>Cronograma de la propuesta</i>	63
Tabla 6. <i>Presupuesto de la propuesta</i>	63

Lista de figuras

Figura 1. <i>Ejemplo Matriz de Compatibilidad de Productor Químicos</i>	41
Figura 2. <i>Matriz de Compatibilidad APA</i>	60

Lista de apéndices

Apéndice A <i>Lista de verificación</i>	76
Apéndice B. <i>Formato de Inventario</i>	85
Apéndice C. <i>Fichas de Datos de Seguridad</i>	86
Apéndice D. <i>Matriz de Compatibilidad APA</i>	87
Apéndice E. <i>Manual almacenamiento y etiquetado productos químicos</i>	89

Resumen

El presente trabajo aborda la gestión del riesgo químico en los ambientes prácticos de aprendizaje de ciencias de la salud de una institución universitaria. Mediante un proceso metodológico estructurado en fases de planeación, diagnóstico y aplicación, se identificaron falencias en el almacenamiento y etiquetado de productos químicos. El diagnóstico, realizado a través de una lista de verificación de 45 aspectos, reveló 18 no conformidades relacionadas principalmente con ventilación inadecuada, falta de señalización, deterioro de estanterías, ausencia de etiquetado según el Sistema Globalmente Armonizado (SGA), carencia de fichas de seguridad y desconocimiento del personal sobre los riesgos asociados. Como resultado, se elaboró un inventario de 78 productos químicos, se desarrolló una matriz de compatibilidad química y se diseñó un manual para el correcto almacenamiento y etiquetado de sustancias químicas. Este manual, estructurado en diez secciones, abarca desde aspectos normativos hasta las especificaciones técnicas de almacenamiento y etiquetado, desarrollando un recurso clave para fortalecer la cultura preventiva en seguridad y salud ocupacional en la institución.

Palabras clave: Sistema Globalmente Armonizado, riesgo químico, sustancias químicas, Seguridad y Salud en el trabajo, almacenamiento, etiquetado

Abstract

The present work addresses chemical risk management in the practical health sciences learning environments of a university institution. Through a methodological process structured in planning, diagnostic, and application phases, deficiencies in the storage and labeling of chemical products were identified. The diagnosis, carried out through a checklist of 45 aspects, revealed 18 non-conformities primarily related to inadequate ventilation, lack of signage, deterioration of shelving, absence of labeling according to the Globally Harmonized System (GHS), lack of safety data sheets, and personnel's lack of knowledge about associated risks. As a result, an inventory of 78 chemical products was compiled, a chemical compatibility matrix was developed, and a manual for the correct storage and labeling of chemical substances was designed. This manual, structured in ten sections, covers everything from regulatory aspects to technical specifications for storage and labeling, developing a key resource to strengthen the preventive culture in occupational safety and health at the institution.

Keywords: Globally Harmonized System, chemical risk, chemical substances, Occupational Safety and Health, storage, labeling

Glosario

Almacenamiento: “edificio, área o recinto en edificios o al aire libre que cumple con los requerimientos especiales para la protección de empleados, terceras personas y el medio ambiente y cuyo propósito es almacenar productos químicos peligrosos.” (Universidad Zaragoza, 2024, párr. 6)

Etiqueta o rótulo:

Conjunto de elementos de información escritos, impresos o gráficos relativos a un producto peligroso, elegidos en razón de 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. (Naciones Unidas, 2015, p. 12)

Exposición:

Se define la exposición laboral a un contaminante (agente) químico, como la situación de trabajo en la que un individuo puede recibir la acción y sufrir el efecto de un agente químico, comportando todo ello un posible daño (riesgo) para su salud. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, s.f., p. 1)

Hoja o Ficha de Datos Seguridad:

Es un importante documento que permite comunicar, en forma muy completa, los peligros que ofrecen los productos químicos tanto para el ser humano como para la infraestructura y los ecosistemas. También informa acerca de las precauciones requeridas y las medidas a tomar en casos de emergencia. (ARL SURA, s.f., p. 1)

Matriz de compatibilidad:

Es una herramienta guía que permite determinar de manera segura la forma adecuada de almacenar y transportar sustancias y mezclas químicas, evitando riesgos de reacciones peligrosas o incompatibilidades. Esta matriz establece la afinidad entre diferentes productos químicos en función de su clasificación y tipo, según el Sistema Globalmente Armonizado (SGA). (Safetya, 2023)

Pictograma: “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.” (Naciones Unidas, 2015, p. 14)

Producto Químico: “sustancias químicas y mezclas (incluidas las aleaciones).” (Resolución 773 de 2021)

Riesgo químico:

Riesgo químico se encuentra asociado a la exposición no controlada de sustancias químicas en el lugar de trabajo, a menudo con efectos agudos en la salud que se pueden detectar a corto plazo y/o Crónicos con detecciones o presencia de síntomas a largo plazo. (AXA Colpatria, s.f. párr. 2)

Sistema Globalmente Armonizado (SGA): denominado “Libro Morado”, es un documento donde “se establecen disposiciones acordadas para la comunicación y clasificación de peligros, con información explicativa sobre cómo aplicar el Sistema.” (Ministerio de Salud y Protección Social, 2014, p. 30)

Sustancia:

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.

(Naciones Unidas, 2015, p. 15)

Introducción

El riesgo químico es un factor importante en el ámbito de la seguridad y salud en el trabajo, en donde resulta de gran importancia establecer procedimientos técnicos que consideren criterios nacionales e internacionales para la prevención, mitigación y control de riesgos. Las instituciones de educación superior que ofrecen servicios en sus ambientes prácticos de aprendizaje, donde se almacenan y manipulan sustancias químicas están obligadas a garantizar que entornos de aprendizaje sean seguros tanto para sus trabajadores de planta como para los usuarios en general. El uso de estas sustancias químicas debe cumplir con unos criterios específicos de almacenamiento y etiquetado, con el fin de minimizar la probabilidad de ocurrencia de accidentes y enfermedades laborales.

De tal forma que, para la Universidad objeto de esta consultoría es importante establecer de manera clara y concisa un manual donde se detallen aspectos técnicos para el correcto etiquetado y almacenamiento de sus productos químicos, con el propósito de poder divulgar a sus trabajadores las buenas prácticas en gestión del riesgo químico en sus laboratorios y fortalecer la cultura preventiva en seguridad y salud en el trabajo.

Por consiguiente, en el desarrollo de este documento, las fases metodológicas permiten evaluar los aspectos más relevantes que, de acuerdo con los hallazgos identificados, requieren una atención prioritaria. Con el diseño de un manual se busca consolidar las responsabilidades de la alta gerencia, personal administrativo y profesoral. Asimismo, pretende unificar en un solo documento los criterios de almacenamiento y etiquetado, generando una referencia que, en el futuro, pueda extenderse a otras áreas donde también se utilizan productos químicos.

La adopción del Sistema Globalmente Armonizado como referencia principal para este manual responde a la necesidad de implementar criterios uniformes y científicamente validados que faciliten la comprensión de los riesgos químicos presentes en los ambientes de aprendizaje, ofreciendo un lenguaje común mediante pictogramas, frases de peligro y consejos de prudencia que resultan esenciales para la comunicación efectiva de los riesgos en entornos educativos donde interactúan diversos grupos de usuarios. Al basar este manual en los criterios establecidos en el SGA, se garantiza que las prácticas de etiquetado y almacenamiento propuestas sean coherentes con los más altos estándares internacionales, facilitando la implementación de medidas preventivas adecuadas y contribuyendo significativamente a la cultura de seguridad química que la Universidad busca fortalecer en sus instalaciones.

1. Identificación de la empresa donde se desarrolló la consultoría

Tabla 1. *Identificación de la empresa.*

Razón social	Descripción
Nombre representante legal	N/A
NIT	N/A
Ciudad	Villavicencio
Departamento	Meta
Dirección	N/A
Teléfono	N/A
Sucursales o agencias	N/A
Nombre de la ARL	SURA
Clase de riesgo asignado por la ARL	1
Código de la actividad económica SIU	1854401
Actividad económica	Educación de universidades, incluye la enseñanza que ofrece fundamentación teórica y metodológica de una profesión y una amplia formación para la dirección, el diseño y la gestión.

La Tabla 1 presenta los datos de identificación de una institución educativa ubicada en Villavicencio, departamento del Meta, cuya actividad económica principal es la educación superior.

2. Descripción del problema

2.1. Planteamiento del problema

Los Ambientes Prácticos de Aprendizaje (de ahora en adelante APA) de ciencias de la salud, se han desarrollado como espacios de interacción experimental, donde los estudiantes aplican sus conocimientos teóricos, en espacios simulados o reales. En estos procesos de aprendizaje se realizan actividades con diferentes elementos disponibles para su ejecución, tales como, instrumentos, simuladores, materiales, sustancias químicas, entre otros. Las actividades desarrolladas en estos APA, cuentan con el acompañamiento del personal profesoral y administrativo quienes son los encargados de suministrar los recursos necesarios y brindar la asesoría para su ejecución. Según lo descrito, los trabajadores de los APA (profesores y personal administrativo) están en constante exposición a sustancias químicas, que pueden derivar en una enfermedad o accidente laboral si no se toman medidas de prevención y protección para garantizar la seguridad y salud en el trabajo.

Según Mosquera y Benjumea, (2020), la exposición de los trabajadores a distintas sustancias químicas, de acuerdo con el tiempo de exposición y frecuencia de uso, puede ser una causalidad de enfermedades y accidentes laborales, siendo esta la razón principal para identificar la peligrosidad de estas sustancias y establecer las medidas de control adecuadas. En este sentido, el diseño de un manual para el almacenamiento y etiquetado de productos químicos en los Ambientes Prácticos de Aprendizaje de ciencias de la salud, se convierte en una herramienta necesaria para fortalecer la gestión del riesgo químico y garantizar un manejo seguro de estas sustancias.

En la actualidad, el manejo adecuado de sustancias químicas en instituciones educativas, especialmente en los ambientes prácticos de aprendizaje de ciencias de la salud, representa un desafío significativo en términos de gestión del riesgo químico y en el cumplimiento de la normatividad legal vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo. Según la World Health Organization, (2019), se ha estimado que el 3.6 % de las muertes a nivel mundial y el 2.1% del total de AVAD (Años de vida ajustados por discapacidad) se deben a la exposición ocupacional a productos químicos. Adicionalmente, en el informe *The Public Health Impact Of Chemicals: Knowns And Unknowns* del 2016 se indicó que las sustancias químicas que se clasifican como cancerígenas en el sector ocupacional llegan a causar entre el 2% y el 8% de todos los cánceres, lo que resalta la importancia de implementar herramientas que permitan la mitigación de los riesgos a los que están expuestos los trabajadores que tienen contacto directo e indirecto con sustancias químicas.

Por otra parte, la accidentalidad es también, un factor relevante para la gestión de las sustancias químicas Nasrallah y otros, (2022) evidenciaron que en una universidad del Líbano, cerca del 45% de accidentes en laboratorios de aprendizaje, ocurrieron debido a la exposición a productos químicos, resaltando la importancia de capacitar y regular el riesgo químico con medidas preventivas de seguridad en el laboratorio. Estas medidas también las han mencionado otros autores como AlShammari y otros, (2021) quienes identificaron la importancia de implementar medidas de control en el almacenamiento adecuado de productos químicos, lo cual, según los autores, reduciría significativamente el riesgo de accidentes y lesiones en los laboratorios biomédicos educativos.

En este contexto, el Sistema Globalmente Armonizado (SGA) de clasificación y etiquetado de productos químicos, adoptado por las Naciones Unidas desde el año 2003 y en Colombia establecido a partir del Decreto 1496 de 2018 y la Resolución 773 de 2021, establece los criterios para la clasificación, etiquetado de sustancias químicas. Este sistema, proporciona un marco normativo y criterios estandarizados a nivel internacional, sin embargo, su implementación en los Ambientes Prácticos de Aprendizaje del área de Ciencias de la salud de la institución educativa presenta irregularidades debido a la falta de un inventario actualizado y detallado de los productos químicos utilizados en las prácticas de laboratorio de los programas académicos de medicina y odontología. Consecuentemente, las condiciones de almacenamiento, etiquetado y manipulación de sustancias químicas, no se encuentran alineadas con los criterios establecidos por el SGA, lo que significa un riesgo potencial para la integridad y seguridad de todos los trabajadores y demás actores involucrados en esta actividad.

2.1.1 Formulación del problema

¿Cuáles son los criterios que determina el Sistema Globalmente Armonizado para el diseño de un manual de almacenamiento y etiquetado de productos químicos en los Ambientes Prácticos de Aprendizaje de ciencias de la salud en una Universidad de Villavicencio, con el fin de mejorar la gestión del riesgo químico y garantizar un manejo seguro de sustancias químicas?

2.2 Justificación

Los programas de ciencias de la salud de una universidad en Villavicencio cuentan con una estructura curricular que incluye trabajos prácticos, científicos y de investigación que van

directamente relacionados con el uso de laboratorios e insumos químicos. Por ello, surge la necesidad de desarrollar un manual para garantizar el manejo seguro de las sustancias químicas de acuerdo con el decreto 1496 de 2018, por el cual, en Colombia se adopta el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos y otras disposiciones en materia de seguridad química, considerando que es de gran importancia adoptar medidas de seguridad que prevengan los posibles efectos secundarios que puedan causar alteraciones en la salud humana y el ambiente.

La manipulación de sustancias químicas sin ningún tipo de orientación o información clara y concisa sobre las propiedades fisicoquímicas o peligros asociados a cada una de ellas expone de manera significativa la salud y la integridad de los colaboradores, razón por la cual es apremiante la necesidad de establecer un manual como medida de prevención del riesgo químico dentro de los laboratorios. Este compone de manera integral las matrices de caracterización y compatibilidad de las sustancias, procedimientos detallados, recomendaciones y directrices para el correcto almacenamiento y etiquetado bajo el lineamiento del Sistema Globalmente Armonizado. El cual garantiza la prevención y alteración en el ambiente por la mezcla de sus componentes y en consecuencia prevenir algún tipo de accidentalidad.

Por último, el manual debe generar un impacto de sensibilización al cambio con responsabilidad por parte de directivos frente a los procedimientos y protocolos establecidos para el uso y almacenamiento de las sustancias peligrosas que se emplean en los Ambientes Prácticos de Aprendizaje de ciencias de la Salud.

3.2 Objetivos

2.2.1 Objetivo general

Diseñar un manual para el almacenamiento y etiquetado de productos químicos en los Ambientes Prácticos de Aprendizaje de ciencias de la salud de una Universidad de Villavicencio, siguiendo los criterios y lineamientos establecidos por el Sistema Globalmente Armonizado (SGA), con el fin de fortalecer la gestión del riesgo químico y garantizar un manejo seguro de sustancias peligrosas.

2.2.2 Objetivos específicos

Diagnosticar el estado actual del almacenamiento y etiquetado de productos químicos en los Ambientes Prácticos de Aprendizaje de ciencias de la salud, mediante la aplicación de listas de verificación, inventario y revisión documental, para identificar las no conformidades con el Sistema Globalmente Armonizado.

Establecer los componentes para el desarrollo de la matriz de caracterización y compatibilidad de productos químicos en los Ambientes Prácticos de Aprendizaje de ciencias de la salud, basado en las normas vigentes, identificación de los productos químicos utilizados, condiciones de almacenamiento, disposición y etiquetado de productos químicos conforme a los lineamientos del Sistema Globalmente Armonizado.

Esbozar un manual integral, que incorpore la matriz de caracterización y compatibilidad de productos químicos, así como procedimientos detallados, recomendaciones y directrices para el correcto almacenamiento y etiquetado bajo el Sistema Globalmente Armonizado, adaptado a las

necesidades específicas de los Ambientes Prácticos de Aprendizaje de ciencias de la salud, con el fin de ser socializado y aplicado en la entidad universitaria.

3 Marco referencial

3.1 Antecedentes

El manejo seguro de productos químicos en entornos educativos, especialmente en los Ambientes Prácticos de Aprendizaje de ciencias de la salud, representa un desafío crucial para las instituciones de educación superior. La implementación del Sistema Globalmente Armonizado (SGA) para el etiquetado y almacenamiento de sustancias químicas, se ha convertido en una necesidad imperativa para garantizar la seguridad de estudiantes, docentes y personal auxiliar.

En los últimos años, ha habido un interés creciente en la gestión del riesgo químico en el sector educativo, especialmente en los laboratorios para el aprendizaje de las ciencias de la salud, como en la investigación de Ménard y Trant, (2020) titulada, “Una revisión y crítica de la investigación sobre seguridad en laboratorios académicos”. Este estudio tuvo como objetivo realizar una revisión las investigaciones existentes sobre la seguridad en laboratorios académicos de química, discutir las barreras culturales para realizar e implementar los resultados de esta investigación, y hacer un llamado a la reexaminación y compromiso del papel de la química académica en la investigación y prevención de accidentes. Este estudio es relevante para esta investigación porque establece la necesidad de investigar en mayor profundidad acerca de la seguridad química en los laboratorios académicos, incluyendo la recopilación de datos sobre accidentes, causas, actitudes, prácticas y efectividad de la capacitación.

Por otra parte, Straut y Nelson (2020) en el estudio titulado “Mejorando la Seguridad Química con Control y Contabilidad de Materiales y Gestión de Inventario”, establecieron como objetivo de estudio, desarrollar un marco de trabajo para un Sistema de Gestión de Inventario Químico (CIMS), por sus siglas en inglés, para instituciones académicas con el fin de reducir los riesgos de seguridad química. La metodología para este estudio fue de tipo descriptiva, teniendo una muestra de estudio de más de 300 instituciones académicas que han colaborado con el grupo Global Chemical and Biological Security (GCBS). La implementación del CIMS ha dado como resultado mejoras significativas en el control de acceso a productos químicos, la creación de procedimientos operativos estándar (SOPs) y la gestión eficiente de la información de inventario. Este estudio aporta un valor significativo a esta investigación porque resalta la importancia de implementar un sistema integral de gestión de inventarios para reducir los riesgos asociados con el manejo de productos químicos.

En un estudio relacionado, Torres y Reyes, (2020) en su tesis titulada, “Propuesta para el manejo y almacenamiento de reactivos en el Laboratorio de Química de la UDEP” abordaron la problemática de la gestión de sustancias químicas. El objeto de estudio de esta investigación fue evaluar y optimizar las condiciones de almacenamiento y manejo de reactivos químicos en el Laboratorio de Química de la Universidad de Piura-Perú, con el fin de establecer prácticas seguras que cumplan con la normativa legal y de seguridad laboral vigente en Perú, aunado a desarrollar estrategias efectivas para mitigar estos peligros y mejorar la seguridad en el entorno del laboratorio. Para el desarrollo de esta investigación, Torres y Reyes, (2020) realizaron el inventario y clasificación de 527 reactivos. Asimismo, adoptaron el sistema de clasificación de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) para reactivos peligrosos, mediante el cual,

desarrollaron una matriz de compatibilidad que permitió optimizar la distribución y almacenamiento de los reactivos, minimizando los riesgos de reacciones adversas entre sustancias incompatibles. Adicionalmente, implementaron un sistema de codificación y etiquetado, diseñado para facilitar la rápida identificación de peligros y proporcionar información detallada sobre cada reactivo. Este estudio se erige como referente fundamental para desarrollar esta investigación, ya que, se enmarca en un contexto educativo universitario similar, abordando las variables de almacenamiento, etiquetado y clasificación de productos químicos bajo estándares internacionales.

En el mismo año, se desarrollaron en Colombia dos investigaciones que enfatizan la importancia del manejo del riesgo químico en los ambientes educativos. Por un lado, Herrera, (2020) en su tesis de grado titulada, “Análisis de peligrosidad de los reactivos usados en las prácticas de laboratorios de la Facultad de Ingeniería Ambiental, Universidad Santo Tomás – sede Villavicencio”, en donde se evalúa la peligrosidad de los reactivos empleados en prácticas universitarias. La metodología empleada es analítica, donde evalúa la relación causa-efecto de las variables, el tipo de intervención es observacional y el análisis de datos es cuantitativo y cualitativo. Este estudio reviste particular relevancia por su afinidad contextual, tanto en el ámbito regional como académico. De igual manera, tiene como marco de referencia la aplicación del Sistema Globalmente Armonizado, SGA, para el análisis y manejo de productos químicos peligrosos. Por consiguiente, facilita la comparabilidad y aplicabilidad de los resultados en el entorno local de las instituciones de educación superior en Villavicencio.

Del mismo modo, Espinosa y López, (2020) en su tesis titulada, “Identificación, clasificación y control de las principales sustancias químicas que se manejan en los laboratorios del Colegio Montessori British School a través del sistema globalmente armonizado” La

investigación implementó una metodología de carácter descriptivo y aplicado, para analizar las condiciones actuales de gestión del riesgo químico en los laboratorios del Montessori British School. Se evaluó el nivel de adherencia al Sistema Globalmente Armonizado (SGA), obteniéndose un porcentaje de cumplimiento del 61%. Se identificó la peligrosidad de 102 reactivos almacenados en los laboratorios académicos y finalmente se elaboró un instructivo de clasificación y etiquetado de sustancias químicas. Este estudio es relevante para esta investigación, ya que, proporciona una guía metodológica en la elaboración de un documento sobre la clasificación y etiquetado de sustancias químicas. Adicionalmente destaca el uso de herramientas como eChamPortal de la OECD, para la obtención de datos precisos y actualizados.

AlShammari et al., (2021) en su estudio titulado, “Evaluación de riesgos y recomendaciones para estudiantes, personal y trabajadores de la salud en laboratorios biomédicos educativos”. Tuvo como objeto de estudio la seguridad en los laboratorios educativos de ciencias biomédicas (BMS) de la Universidad de Qatar (QU). Se centró en evaluar los riesgos potenciales presentes en estos laboratorios y desarrollar estrategias para gestionarlos. Para este estudio se utilizó una metodología transversal prospectivo y retrospectivo, donde se emplearon diversas herramientas para evaluar los riesgos, tales como, lluvia de ideas, matriz de riesgos y AMEF (Análisis de Modos y Efecto de Fallas). Los resultados de este estudio muestran que los peligros químicos, ergonómicos y biológicos fueron los más comunes en los laboratorios estudiados. Además, se encontró que la implementación de las medidas de control como: almacenamiento adecuado de productos químicos, trabajar bajo gabinetes de bioseguridad y el uso de equipos de protección personal, reduciría significativamente el riesgo de accidentes y lesiones en los laboratorios biomédicos educativos. Este estudio es importante para la presente investigación,

considerando que, señala los riesgos que presentan los laboratorios biomédicos educativos, especialmente por químicos y factores ergonómicos. Los autores subrayan la necesidad de fortalecer la documentación y las políticas institucionales, con el fin de garantizar la integridad de las personas vulnerables en estos entornos.

Wahab et al., (2021) en su estudio titulado, “Revisión sistemática sobre la identificación de peligros, evaluación de riesgos y control de riesgos en laboratorios académicos” Tuvo como objeto principal, fomentar prácticas de seguridad y gestión de riesgos mejoradas en los laboratorios académicos. La investigación se basó en una revisión sistemática de la literatura para identificar y analizar los métodos de evaluación de riesgos, tipos de peligros y medidas de control utilizados en laboratorios académicos. Entre los resultados relevantes de este estudio, destaca que, los peligros más comunes en los laboratorios académicos son los químicos, biológicos y físicos; la comunicación de riesgos es importante para que todos los usuarios sean conscientes de los riesgos potenciales; señala que la investigación sobre la identificación de peligros, la evaluación y el control de riesgos en laboratorios académicos es limitada. Este estudio tiene relevancia para la investigación en curso, debido a que, enriquece la base teórica y conceptual mediante definiciones actualizadas relacionadas con la gestión del riesgo químico en entornos académicos.

Nasrallah et al., (2022), mediante el estudio titulado, “Prevalencia de accidentes entre trabajadores de laboratorios científicos de la universidad pública en el Líbano y el impacto de las medidas de seguridad”, evaluó la frecuencia de accidentes entre los trabajadores del laboratorio de una universidad, identificando sus causas y analizando el impacto de las medidas de seguridad en la prevención de dichos accidentes. Para este estudio se tuvo una muestra de 220 trabajadores de laboratorio de la universidad pública del Líbano, a los cuales, se les aplicó un cuestionario,

desarrollado por el equipo de investigación, basado en literatura sobre prácticas seguras en laboratorio y directrices de las regulaciones de OSHA. Como resultado se obtuvo que, la prevalencia de accidentes entre los trabajadores de laboratorio de una universidad pública en el Líbano es del 45% la principal causa de accidentalidad es la exposición a productos químicos, principalmente por inhalación. Este estudio es relevante para esta investigación, puesto que, deja un precedente sobre el peligro al que están expuestos los trabajadores de los laboratorios universitarios. Además, pone de manifiesto la prevalencia de accidentes y detalla los factores de riesgo asociados en estos entornos académicos.

Calderón-Bedoya et al., (2023), realiza un estudio titulado, “Implementación del sistema globalmente armonizado (SGA) para el etiquetado de sustancias químicas, empleando códigos quickly reaction”. Su objeto de estudio fue implementar de un sistema de etiquetado basado en el Sistema Globalmente Armonizado (SGA) con tecnología de código QR para los reactivos químicos en laboratorios, con el fin de mejorar la gestión de la información, seguridad y accesibilidad de datos sobre sustancias químicas. La metodología utilizada, abarcó distintas fases: Inventario y organización física, revisión y actualización de hojas de seguridad, estructuración de la información para su compatibilidad con la aplicación web, desarrollo e implementación tecnológica y la adopción de estándares internacionales como el Sistema Globalmente Armonizado (SGA) para la clasificación y etiquetado. Este estudio es relevante para la investigación en curso, ya que demuestra una implementación exitosa del Sistema Globalmente Armonizado (SGA) en un entorno académico, integrando tecnologías innovadoras como una aplicación web y códigos QR para mejorar la gestión y accesibilidad de información sobre reactivos químicos.

Por su parte, Santín et al., (2023), en su estudio titulado, “Comparación De Los Sistemas Para La Clasificación, Identificación Y Comunicación De Peligros Y Riesgos De Sustancias Peligrosas” realiza una investigación documental, de carácter descriptivo y exploratorio. Los autores exploran los diferentes sistemas de clasificación, identificación y comunicación de peligros y riesgos para las sustancias peligrosas, mediante una revisión sistemática de revistas de divulgación, sitios Web y demás fuentes. Este estudio denota que existen diferentes sistemas de identificación internacional de peligros y, aunque todos transmiten coherentemente la información de peligrosidad de estas sustancias usando pictogramas, se recomienda emplear el Sistema Globalmente Armonizado, SGA, en todos los sectores que utilizan productos químicos por su relevancia actual y el uso generalizado a nivel internacional.

De igual manera, otros autores a nivel nacional. han resaltado la importancia del Sistema Globalmente Armonizado, como Medina et al., (2023) En su estudio titulado “Importancia de implementar el Sistema Globalmente Armonizado de acuerdo con el Decreto 1496 del 6 agosto 2018, la caracterización de sustancias químicas y como contribuyen a la prevención de accidentes y enfermedades laborales en el sector industrial con productos químicos en Colombia”. En su monografía, se desarrolló una metodología de investigación descriptiva, a través de revisión de literatura y análisis comparativo de estudios. Este estudio es relevante para esta investigación porque es un referente nacional y su análisis del Decreto 1496 de 2018 aporta significativamente a la construcción del marco legal vigente.

Murcia et al., (2023), en su estudio titulado “Evaluación de riesgos y química verde aplicadas a los residuos generados en laboratorios universitarios”. El objeto de estudio de esta investigación fue aplicar los conceptos de Química Verde de 21 guías de laboratorio de la Facultad

de Ingeniería Ambiental de la Universidad Santo Tomás, campus Villavicencio, con el fin de garantizar el manejo adecuado de los residuos químicos generados. Además, se estableció un manual para el manejo de estos residuos resultantes. Este estudio es un referente a nivel regional en el contexto de laboratorios universitarios similares al de la presente investigación, enriqueciendo conceptos nuevos como el de Química verde y brindando una base metodológica para la implementación del Sistema Globalmente Armonizado.

Otros autores en Colombia, han desarrollado documentos que establecen las pautas para llevar a cabo un manejo adecuado de sustancias químicas. Rincón Marquez, (2023) realiza un trabajo de grado titulado, “Protocolo para el manejo seguro de sustancias químicas de la empresa “Pozas y Tanques del Magdalena”. Adaptado al modelo - SGA- en Colombia”, el cual tuvo como objeto de estudio, diseñar un protocolo bajo los criterios del SGA, focalizado en fumigadores en el Departamento del Magdalena. Este estudio tomó como muestra 8 trabajadores de la empresa Pozas y Tanques del Magdalena, donde utilizó como herramientas listas de chequeo, Hoja de Datos de Seguridad de Materiales (MSDS) y análisis cualitativo del cumplimiento de la reglamentación nacional.

Ariza y Calderón, (2023) realizaron un estudio titulado, “Diseño de un protocolo para el manejo seguro de sustancias químicas en la Clínica Foscal según requisitos del sistema globalmente armonizado.” Los autores utilizaron una metodología de investigación descriptiva, con un enfoque cualitativo y cuantitativo. Los resultados relevantes encontrados en esta investigación fueron la identificación de deficiencias en el manejo de sustancias químicas en el laboratorio de la clínica Foscal, concretamente en el cumplimiento de los criterios de almacenamiento y etiquetado, según el Decreto 1496 de 2018 y la Resolución 0773 de 2021.

Ortega et al., (2023) realizaron una consultoría titulada, “Diseño de programa de uso y almacenamiento adecuado de sustancias químicas en la fábrica de calzado NACAR de Bucaramanga- Santander”. Los autores usaron una metodología descriptiva con un enfoque cualitativo, basada en el ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar) con una muestra de 30 trabajadores. Como resultado se establece el programa para uso y almacenamiento de sustancias químicas incluyendo matriz de compatibilidad, creación de fichas de seguridad, etiquetas y procedimientos.

Triana et al., (2023) realizan un estudio titulado, “Diseño del programa de riesgo químico bajo el Sistema Globalmente Armonizado (SGA) para el laboratorio farmacéutico Farmacol Chinoín S.A.S.” en donde se realizó el diagnóstico y recopilación de datos para el desarrollo del programa, teniendo en cuenta las fichas de seguridad y la actualización de la matriz de compatibilidad para sustancias químicas. Este estudio proporciona evidencia reciente de la gestión del riesgo químico y la implementación del SGA en Colombia.

Por otra parte, estudios recientes como el de Ho y Tenkate, (2024) en su estudio titulado, “Fichas de Datos de Seguridad como herramienta de comunicación de riesgos: Una evaluación de la idoneidad y la legibilidad” analizan la eficacia de estas herramientas para la comunicación de riesgos a los trabajadores, focalizando a la población de baja alfabetización. La metodología de estudio que se tuvo en cuenta para esta investigación fue de tipo descriptiva, en donde se utilizaron métodos específicos para la recopilación de datos, tales como, pruebas de legibilidad y pruebas de Evaluación de la Idoneidad de los Materiales (SAM). Los resultados mostraron que la mayoría de las Fichas tenían un nivel de lectura superior al noveno grado, lo cual dificulta la comprensión de personas con un nivel de alfabetización inferior. Además, la idoneidad de las FDS no resultó

adecuada, puesto que, el lenguaje técnico y la coherencia de conceptos no era de fácil comprensión. Por lo anterior, este estudio aporta conceptos clave para la correcta comunicación y divulgación de peligros en cualquier sector.

3.2 Marco teórico

Atendiendo a la descripción y al planteamiento del problema realizado dentro de la presente investigación se puede evidenciar que para el desarrollo del objetivo principal el cual corresponde al Diseño de un manual para el almacenamiento y etiquetado de productos químicos en los Ambientes Prácticos de Aprendizaje de ciencias de la salud de una Universidad de Villavicencio, siguiendo los criterios y lineamientos establecidos por el Sistema Globalmente Armonizado (SGA), con el fin de fortalecer la gestión del riesgo químico y garantizar un manejo seguro de sustancias peligrosas.

En este estudio se revisaran metodologías identificadas en la búsqueda de las discusiones y análisis del tema seleccionado en el planteamiento del problema, con esta investigación se demuestra la importancia de tener un programa de riesgo químico completo e implementado y encontrar una base única de la principal fuente del peligro químico que constantemente se presenta en los ambientes prácticos de la universidad, como también se enfoca en darle una solución que en la medida de su aplicación, disminuya y prevenga cualquier tipo de accidente o riesgo para la salud humana o el ambiente.

Wahab et al., (2021) en su investigación titulada “Revisión sistemática sobre la identificación de peligros, evaluación de riesgos y control de riesgos en laboratorios académicos” analizaron los diferentes métodos para la identificación de peligros y la evaluación de riesgos en

los laboratorios académicos. En su investigación tomaron como referencia y siguieron los pasos establecidos en la revisión sistémica propuesta por Xiao y Watson, que explican los recursos, criterios de inclusión y exclusión del proceso de revisión y la recopilación de datos aplicados. Una de sus investigaciones es del año 2008 donde la universidad de California hizo el respectivo reporte de dos accidentes que fueron instrumentos para la investigación sobre la evaluación del riesgo que se realizó. Los cuales fueron analizados bajo los métodos cualitativo, cuantitativo y semi cualitativo, donde finalmente se resolvió que el mayor riesgo discutido fue el químico, adicional a esto se determinó que los accidentes generalmente fueron causados por actos, condiciones inseguras, por violaciones a las reglas de operación, envejecimiento del equipo, fallas o defectos, cables envejecidos, cortocircuitos, procedimientos inadecuados, y por último se afirman que el riesgo también está asociado con las habilidades y conocimientos del personal de investigación y con el uso inadecuado de los productos químicos. Adicional a esto Los investigadores proponen medidas de control de ingeniería, control administrativo y controles en el ambiente, mencionando la importancia de comunicar eficazmente los riesgos del laboratorio con el fin de eliminar o reducir la accidentalidad. Esta investigación a través de sus resultados logra sustentar de manera sólida la necesidad que presenta la universidad de Villavicencio con respecto al manejo y almacenamiento de las sustancias químicas manejadas en los ambientes prácticos de aprendizaje de la universidad.

Por otro lado, Ménard y Trant, (2020), con su investigación “A Review and Critique of Academic Lab safety Research” refuerza lo mencionado anteriormente con respecto a las necesidades de implementar del SGA y matrices de caracterización. como resultados de la investigación referida, los autores identifican la falta de datos sobre la frecuencia y tipos de accidentalidad en los ambientes prácticos de aprendizaje, donde menciona el estado actual sobre

la seguridad que se maneja en estos ambientes, afirmando que se requiere atención y aplicación del tema, manifestando que es de gran importancia establecer programas de investigación a la accidentalidad para contrarrestar el impacto, es decir gestionando el desarrollo para la implementación de protocolos o manuales que prevengan o mitiguen los efectos adversos provenientes del uso de productos químicos

Dándole un enfoque a la investigación a través de la exhausta recopilación de la búsqueda de la literatura, se propone un modelo de manual para la gestión del riesgo químico dentro de la universidad y sus ambientes prácticos de aprendizaje, Herrera, (2020) en su investigación proponen una solución a través del análisis de cada una de las fases que comprende un programa de riesgo químico, definiendo que el primer objetivo generar un diagnóstico de la composición de los reactivos usados en las practicas, y que este proceso se divide en tres fases, la primera contempla la recolección de la información, es decir, clasifica las sustancias que se utilizan, la segunda consiste en el análisis de la información e implementación de un inventario sólido y completo, y en la última fase, analiza la peligrosidad de las sustancias químicas en base a los lineamientos del Sistema Globalmente Armonizado (SGA), El estudio permite conocer cuál es la necesidad de mejorar las prácticas de seguridad y el manejo de las sustancias peligrosas.

Con la monografía desarrollada por Medina et al., (2023) se logra identificar que adicional a la aplicación del SGA (Sistema Globalmente Armonizado), es importante la implementación de las matrices de caracterización y compatibilidad ya que brindan la información necesaria para complementar las condiciones de almacenamiento que se debe tener de las sustancias químicas dentro del laboratorio, evitando así la incompatibilidad y en consecuencia provocar un accidente dentro del mismo.

3.3 Marco conceptual

Riesgo químico

De acuerdo con Seguros de Riesgos Laborales Suramericana, (2009) se define al riesgo químico con la posibilidad de que se produzca algún daño a la salud de las personas o al ambiente debido a la exposición no controlada a agentes químicos. Por eso la implementación de un programa de riesgo químico es esencial para proteger la salud y seguridad de los trabajadores, reducir los accidentes y enfermedades laborales, cumplir con las normas legales, mejorar la productividad, proteger el medio ambiente y obtener otros beneficios adicionales. Es una inversión inteligente que puede tener un impacto positivo y significativo, tiene algunas exigencias en cuanto a la presentación ya que debe ser legible y que presente las ideas para todo tipo de personal, sean de salud, trabajadores, administrativos, entre otros.

Inventario de sustancias químicas

Este documento registra la información sobre las características físicas y químicas de las sustancias químicas que se encuentran almacenadas en determinado lugar, como un laboratorio en este caso, es indispensable garantizar que dicho inventario se mantenga debidamente actualizado y cuente con su respectivo control para aquellas sustancias que ingresan al proceso y de la misma manera el control de las que salen del proceso o que son eliminadas del inventario. Por último, para completar esta información es importante contar con la existencia de las hojas de seguridad de los productos están deben estar debidamente actualizadas a las últimas especificaciones del SGA. (Seguros de Riesgos Laborales Suramericana, 2009).

A continuación, se describe cada uno de los ítems que debe contener un inventario dando cumplimiento a la normativa establecida.

1. Identificación de la sustancia química:
 - Nombre químico o comercial
 - Número CAS (si está disponible)
 - Fórmula química (si está disponible)
 - Número de identificación ONU (si está disponible)
2. Clasificación del peligro según el SGA:
 - Clase de peligro y categoría de peligro (por ejemplo, 1, 2, 3)
 - Pictogramas de peligro
 - Indicaciones de peligro (H-phrases)
 - Consejos de prudencia (P-phrases)
3. Información sobre las propiedades físicas y químicas:
 - Estado físico (sólido, líquido, gas)
 - Punto de ebullición
 - Punto de fusión
 - Densidad
 - Solubilidad
 - Presión de vapor
4. Información sobre los peligros para la salud:
 - Efectos agudos para la salud
 - Efectos crónicos para la salud
 - Vía de entrada (inhalación, ingestión, contacto dérmico)

- Síntomas de intoxicación
 - Primeros auxilios
5. Información sobre los peligros para el medio ambiente:
- Ecotoxicidad
 - Persistencia y biodegradabilidad
 - Potencial de bioacumulación
 - Toxicidad para el medio ambiente acuático
6. Información sobre la manipulación y almacenamiento:
- Precauciones de manipulación
 - Condiciones de almacenamiento
 - Incompatibilidades
7. Información sobre la eliminación:
- Métodos de eliminación adecuados
 - Precauciones de eliminación
 - Otra información relevante:
 - Fecha de creación del inventario
 - Fecha de la última revisión
 - Persona responsable del inventario
8. Otra información relevante:
- Fecha de creación del inventario
 - Fecha de la última revisión

- Persona responsable del inventario (Seguros de Riesgos Laborales Suramericana, 2009)

Fichas de datos de seguridad

Es un documento con un alto nivel de importancia y responsabilidad que permite comunicar de manera muy completa, los peligros para la salud de las personas y el impacto si hay contacto con el ambiente, las respectivas especificaciones de su contenido como características físicas, fisicoquímicas y por ende también informa sobre las medidas a tomar en caso de emergencia. Estos productos, deben tener su respectiva ficha de seguridad, por eso deben ser emitidas por el fabricante, quien la elabora y conoce a detalle las propiedades y características de las sustancias. Se resalta también que para la construcción de dicho documento es necesario enviar pruebas o que estos pasen por pruebas especializadas de toxicología, propiedades fisicoquímicas entre otras especificaciones para verificar la reacción con el ambiente o otras sustancias. El propósito de las FDS (Fichas de Datos de Seguridad) aparte de comunicar es generar una base de datos que en su medida sea accesible para todo el personal de la empresa. (Naciones Unidas, 2015)

En el Libro Púrpura, se presentan 16 elementos sugeridos en donde se describe de manera breve y completa la información establecida que debe plasmarse en las Fichas de Seguridad, tales como: Identificación del producto y de peligros, composición sobre los componentes, primeros auxilios, medidas en caso de emergencias, como incendios y vertido accidental, manipulación y almacenamiento, controles de exposición y protección personal, propiedades físicas y químicas, estabilidad y reactividad de la sustancia, información toxicológica y ecotoxicológica, información sobre la eliminación de los productos, información sobre el transporte, información de reglamentación y otras.

La información que se contempla en las Fichas de Seguridad, debe ser clara y verás, teniendo en cuenta que son una guía para todos los trabajadores al momento de tomar acciones pertinentes en caso de un derrame, situación de contacto o demás emergencias que se puedan presentar y que pongan en riesgo su salud. (Naciones Unidas, 2015)

Etiquetas

Para el desarrollo de las etiquetas la guía o documento establecido “libro purpura” resultado del SGA, determina los siguientes pasos para la construcción o preparación de estas, es un complemento para la clasificación armonizada de las sustancias químicas que se utilizan en el laboratorio. (Naciones Unidas, 2015)

A continuación, la información requerida en una etiqueta del SGA

a. *Palabras de advertencia*

Una palabra de advertencia sirve para indicar la mayor o menor gravedad del peligro y alerta al lector de la etiqueta sobre un posible peligro, según el tipo de peligro se clasifican en “Peligro” y “Atención”. La primera se usa generalmente para la categoría más graves de peligro (casi siempre para categorías de 1 y 2), mientras que la segunda se reserva generalmente para categorías menos graves. (Naciones Unidas, 2015, p. 30)

b. *Indicación de peligro*

“Estas indicaciones son frases asignadas a una clase y categoría de peligro que describen la índole de este último para el producto peligroso de que se trate, incluyendo, cuando proceda, el grado de peligro.” (Naciones Unidas, 2015, p. 30)

c. *Consejos de prudencia y pictogramas de precaución*

“Un consejo de prudencia es una frase (o un pictograma o ambas cosas a la vez) que describe las medidas recomendadas que deberían tomarse para minimizar o prevenir efectos adversos causados por la exposición a un producto de riesgo, o por una manipulación o almacenamiento inapropiados de un producto peligroso.” (Naciones Unidas, 2015, p. 30)

d. *Identificación del producto*

“En toda etiqueta del SGA debería figurar una identificación del producto, que ha de ser la misma que la utilizada en la FDS.” (Naciones Unidas, 2015, p. 31)

e. *Identificación del proveedor*

“En la etiqueta deberían figurar el nombre, dirección y número de teléfono del fabricante o proveedor de la sustancia o mezcla.” (Naciones Unidas, 2015, p. 31)

f. *Peligros múltiples y orden de prioridad de la información sobre peligros*

“Las siguientes disposiciones relativas al orden de prioridad de la información se aplican cuando una sustancia o mezcla presenta más de un peligro de entre los que figuran en el SGA.” (Naciones Unidas, 2015, p. 31)

g. *Ubicación de la información del SGA en la etiqueta*

“Los pictogramas de peligro del SGA, la palabra de advertencia y las indicaciones de peligro deberían figurar en la etiqueta.” (Naciones Unidas, 2015, p. 32)

h. *Disposiciones especiales de etiquetado*

“La autoridad competente puede decidir que se dé información sobre los peligros en el caso de carcinógenos, toxicidad para la reproducción y toxicidad específica de órganos diana (tras exposiciones repetidas), en la etiqueta y en la FDS.” (Naciones Unidas, 2015, p. 33)

Sistema globalmente armonizado (SGA) de clasificación y etiquetado de los Productos químicos

Es un sistema acordado a nivel internacional con el objetivo de armonizar la clasificación y comunicación de las sustancias y mezclas químicas que pueden generar algún daño a la salud humana o al ambiente, esto lo hace a través de las etiquetas y hojas de seguridad, este sistema contempla algunos otros factores importantes como reducir la necesidad de efectuar ensayos y evaluaciones de los productos químicos, proporcionar un marco reconocido a los países que carecen de un sistema previsto a tal efecto y por último facilitar el comercio internacional de los productos químicos. (Naciones Unidas, 2015)

Matriz de compatibilidad y caracterización

Documento que permite identificar la compatibilidad entre sustancias y mezclas químicas con base en la clase y tipo de sustancia, este documento permite conocer cómo se deben ser su almacenamiento y transporte. En el caso de la universidad, solo se almacenan, ya que los proveedores realizan la entrega de los mismos en almacén. Con su implementación permite prevenir y mitigar el riesgo de accidentalidad, la base de esta metodología es el SGA, el cual comprende un conjunto de elementos que son fundamentales para recolectar la información y a su vez establecer con solidez, responsabilidad un buen inventario. (Seguros de Riesgos Laborales Suramericana, 2011).

- *Clasificar los productos químicos:* Clasificar los productos químicos según el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA). Esto permitirá identificar los grupos de riesgo y establecer las medidas de control adecuadas.
- *Contenedores adecuados:* Utilizar contenedores resistentes, herméticos y compatibles con los productos químicos almacenados. Los contenedores deben estar en buen estado y libres de daños.
- *Etiquetado correcto:* Etiquetar los contenedores con información clara y legible sobre el contenido, su clasificación de peligro, según el SGA.
- *Almacenamiento ordenado:* Organizar los productos químicos de manera ordenada, siguiendo criterios de compatibilidad, clase de peligro y frecuencia de uso.
- *Áreas designadas:* Designar áreas específicas para el almacenamiento de productos químicos, separadas de otras áreas como oficinas, comedores o zonas de paso.
- *Ventilación adecuada:* Asegurar una ventilación adecuada en las áreas de almacenamiento para eliminar gases, vapores y otros contaminantes.
- *Condiciones ambientales controladas:* Mantener condiciones ambientales controladas de temperatura, humedad y luz, según las características de los productos químicos almacenados.

3.4 Marco legal

En el ámbito de seguridad y salud en el trabajo, el riesgo químico se ha convertido en un aspecto central a tener en cuenta en el desarrollo y aplicación del marco normativo y legal para las

organizaciones, en vista de las consecuencias y afectaciones que puede tener en los trabajadores, una exposición directa o indirecta a estas sustancias químicas. Desde la creación del Código Sustantivo del Trabajo se han expuesto las obligaciones de los empleadores hacia sus trabajadores en aras de minimizar los peligros que puedan poner en riesgo su integridad en el ejercicio de sus labores, tal como se indica en su artículo 57, en donde establece la obligación del empleador para proporcionar sitios de trabajo seguros y elementos de protección contra accidentes y enfermedades. Además, en su Artículo 348, establece las medidas de higiene y seguridad que deben tener en cuenta los empleadores para proteger la vida, salud de los trabajadores en cuanto suministro de recursos, equipos de trabajo, acondicionamiento de locales y exámenes médicos ocupacionales.

En Colombia el manejo de sustancias químicas se ha venido incluyendo dentro de su marco normativo desde la Constitución Política de Colombia de 1991 como norma fundamental. específicamente en el artículo 81 donde se prohíbe la fabricación, importación, posesión y uso de armas químicas, biológicas y nucleares.

Por otra parte, en el año 1979 se crea la Ley 9 de 1979, Por la cual se dictan Medidas Sanitarias, en sus artículos 101 al 104 brindan un marco legal enfocado en la prevención de riesgos, el control adecuado, la divulgación de información y la adopción de medidas necesarias para el manejo seguro de agentes químicos y biológicos en los lugares de trabajo, con el fin de proteger la salud y el bienestar de los trabajadores y la población en general, así como prevenir la contaminación ambiental.

En sus artículos 131 al 135 se establecen las medidas y precauciones necesarias en la importación, fabricación, almacenamiento, transporte, comercio, manejo o disposición de sustancias peligrosas para prevenir riesgos, de acuerdo con la reglamentación del Ministerio de

Salud. Además, se reglamentan las medidas y precauciones necesarias en la importación, fabricación, almacenamiento, transporte, comercio, manejo o disposición de sustancias peligrosas para prevenir riesgos.

Durante ese mismo año, se crea la Resolución 2400 de 1979, por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo. En sus artículos 164 y 213, se establecen requisitos complementarios para el etiquetado y rotulado de recipientes que contienen sustancias peligrosas, con el fin de garantizar su identificación adecuada y brindar información esencial para su manejo en caso de exposición accidental o intoxicación.

Otro referente legal importante para esta investigación es la Ley 55 de 1993, por medio de la cual se aprueba el "Convenio No. 170 de 1990 y la Recomendación número 177 sobre la Seguridad en la Utilización de los Productos Químicos en el trabajo", adoptados por la 77a. Reunión de la Conferencia General de la O.I.T., Ginebra, 1990. Se establecen disposiciones para proteger a los trabajadores contra los riesgos derivados de la exposición a productos químicos en los lugares de trabajo. Además, se contemplan la identificación de riesgos, medidas de prevención y protección, capacitación, monitoreo de exposición, sistemas de información, suministro de fichas de seguridad por parte de los proveedores, etiquetado, transferencia de productos químicos, disposición de desechos y cooperación entre empleadores y trabajadores para garantizar un ambiente de trabajo seguro y saludable en relación con el manejo de sustancias químicas.

El Decreto 1072 de 2015, por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo, es una compilación de regulaciones laborales en Colombia. En el Libro 2, Parte 2, Título 4, Capítulo 6, se definen las directrices de obligatorio cumplimiento para empleados públicos y privados en materia de seguridad y salud en el trabajo. En este Decreto también se

mencionan algunos conceptos importantes sobre el manejo de sustancias químicas, como instalaciones y establecimientos, almacenamiento, sustancias químicas peligrosas, Sistema Globalmente Armonizado (SGA), entre otros.

El Sistema Globalmente Armonizado (SGA) surge bajo la necesidad de estandarizar los procesos de clasificación y etiquetado de productos químicos a nivel internacional. Es por ello por lo que, esta iniciativa cobró relevancia durante la Conferencias de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, celebrado en 1992. Durante la Agenda 21, se definieron seis áreas de programas que impulsan a la gestión adecuada de sustancias químicas. Entre estas, se destaca el ítem c) respecto a la armonización en clasificación y etiquetado de productos químicos, el cual sienta las bases para continuar desarrollando el SGA.

En Colombia la implementación del Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA) se adopta a partir del Decreto 1496 de 2018. Este Decreto es fundamental para el desarrollo de la presente investigación, en vista que, define el objeto y ámbito de aplicación, establece los criterios para la clasificación y comunicación de peligros, asigna las responsabilidades y demás disposiciones para su implementación.

Posteriormente, se expidió la Resolución 773 de 2021, por la cual se definen las acciones que deben 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. Esta resolución detalla los requisitos de obligatorio cumplimiento para la clasificación de peligros, etiquetado, elaboración de fichas de datos de seguridad, capacitación, vigilancia de la salud y transición para su implementación, entre otras disposiciones. Por lo expuesto, la Resolución 773 de 2021 (Ministerio del Trabajo, 2021)

constituye un marco normativo fundamental para el desarrollo de esta consultoría, por cuanto es trascendental para la implementación del sistema globalmente armonizado en los Ambientes Prácticos de Aprendizaje de ciencias de la salud de una Universidad en Villavicencio, a fin de dar cumplimiento a los requisitos legales expuestos y contribuir a la creación de entornos seguros para el personal administrativo y profesoral.

La Resolución 0312 de 2019 por la cual se definen los Estándares Mínimos del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST, establece los criterios que deben cumplir los empleadores dentro del marco de la seguridad y salud en el trabajo. En esta resolución dispone que las empresas de más de 50 trabajadores deben identificar las sustancias carcinógenas o de toxicidad aguda de acuerdo con el Sistema Globalmente Armonizado y el grupo 1 de la clasificación de la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer, con el fin de realizar acciones de intervención, prevención y almacenamiento seguro.

4 Diseño metodológico

4.1 Fases

Fase 1. Preparatoria

En esta fase inicial, se llevará a cabo la recopilación de información, datos y recursos que constituirán la base fundamental para el desarrollo integral de la consultoría. Esta etapa es esencial, ya que establece los cimientos sobre los cuales se desarrollarán todas las fases subsecuentes de la consultoría.

Documentación normativa y técnica: Se realizará la recopilación y revisión de normativas y estándares del Sistema Globalmente Armonizado (SGA) en el marco nacional e internacional.

Además, se realizará una compilación de las prácticas más relevantes y actuales en el área de estudio, relacionadas con el manejo de productos químicos y la seguridad en laboratorios educativos.

Información institucional: Se recopilarán datos específicos de la institución educativa, políticas internas, procedimientos, registros de accidentalidad, y cualquier documentación relacionada con la gestión de productos químicos.

Obtención de planos de los ambientes prácticos de aprendizaje de ciencias de la salud: Implica la recolección y análisis de los planos arquitectónicos y diseños de distribución (layouts) de todos los espacios donde se manejan productos químicos. Estos documentos serán solicitados a la oficina de Ambientes Prácticos de Aprendizaje en articulación con el Departamento de infraestructura. Su objetivo será comprender la disposición física de estos ambientes, en cuanto a, dimensiones y capacidad de los espacios, ubicación de equipos de emergencia (duchas, lavaojos, extintores, botiquines), rutas de evacuación, áreas de prácticas (laboratorios) y de almacenamiento.

Identificación poblacional: se solicitará a la Oficina de Ambientes Prácticos de aprendizaje el listado del personal que manipula sustancias químicas, para establecer la muestra poblacional.

Acceso a inventarios: Se solicitará el acceso a inventarios existentes de productos químicos y sus respectivas Hojas de Seguridad (HDS), con el fin de identificar sustancias peligrosas y sus riesgos potenciales.

Fase 2. Diagnóstica

En esta fase, se utilizarán herramientas e instrumentos de diagnóstico, seleccionados y diseñados para recopilar y analizar la información, las cuales evidencien el estado actual del manejo de sustancias químicas en los Ambientes Prácticos de Aprendizaje seleccionados. Esta

fase permitirá conocer cuáles son las fortalezas y oportunidades de mejora, abarcando aspectos técnicos, operativos y humanos.

Lista de chequeo o verificación: esta herramienta se aplicará para evaluar el cumplimiento de los estándares del Sistema Globalmente Armonizado (SGA). Actualmente, la institución educativa cuenta con esta herramienta (Ver apéndice A.), sin embargo, se adaptará para que sea aplicable a los Ambientes Prácticos de Aprendizaje de Ciencias de la Salud.

Formato de inventario: Se verificará el estado de la información relacionada de cada producto químico almacenado. La Universidad cuenta con un formato de inventario cuyas secciones relacionadas corresponden a las Fichas de datos de seguridad (FDS) bajo Sistema Globalmente Armonizado -SGA. (Ver apéndice B.)

Matriz de identificación de peligros: Se consultará la matriz de identificación, evaluación, valoración de peligros y riesgos de la Universidad. Esta herramienta, basada en la Guía Técnica Colombiana GTC 45 (2012) permitirá identificar de manera sistemática todos los peligros químicos presentes en los Ambientes Prácticos de Aprendizaje, determinar el nivel de riesgo de las actividades asociadas al uso, manipulación y almacenamiento de productos químicos, la probabilidad y severidad de los riesgos asociados a cada peligro identificado y la efectividad de los controles existentes.

Fase 3. Planificación de la acción

En esta fase se establece la ruta detallada para la elaboración del manual de gestión de sustancias químicas; define mediante sus actividades la transición entre el análisis de la información compilada y la planificación estructurada de acciones que conlleven al cumplimiento del objetivo principal de esta consultoría.

Definición de objetivos específicos para el manual: Se realizará el diseño de los objetivos específico del manual.

Diseño de la estructura preliminar del manual: Basado en la compilación previa de antecedentes y estudios destacados en la implementación del Sistema Globalmente Armonizado (SGA) en el sector educativo y bajo los criterios establecidos allí, se definirá la estructura preliminar del manual.

Fase 4. Aplicación

Durante esta fase se desarrollarán los componentes específicos del manual; se ejecutarán las acciones que den el sustento técnico bajo el cumplimiento de los estándares del Sistema Globalmente Armonizado (SGA)

Desarrollo de la matriz de compatibilidad química: Posterior a la actualización del inventario de productos químicos y su respectiva caracterización, se realizará una guía visual que muestre las sustancias químicas que son incompatibles, basándose en sus propiedades reactivas y peligros potenciales.

Procedimientos para almacenamiento y etiquetado: Se describirán las instrucciones paso a paso para el almacenamiento y etiquetado de los productos químicos y según los estándares del SGA.

Diseño gráfico y diagramación del manual: de acuerdo con el manual de marca de la Universidad, se elaborará el diseño del manual, el cual sea de fácil comprensión y visualización sustancias químicas, cumpliendo así con los objetivos y alcance de esta consultoría.

Fase 5. Terminación

Durante esta fase se culminará la consultoría, realizando la entrega del Manual al área de riesgos laborales de la Universidad. De igual forma, se realizará la entrega de la documentación generada, inventario actualizado, fichas de seguridad, etiquetas y matrices de caracterización y compatibilidad de sustancias químicas, cumpliendo así con los objetivos y alcance de esta consultoría.

5 Desarrollo metodológico

Inicialmente se determinó con el apoyo del departamento de riesgos laborales y la consultora de ARL SURA, cuál era el área que presentaba un mayor riesgo químico en la institución, teniendo en cuenta la cantidad de químicos almacenados. Dando como área prioritaria, el laboratorio de los ambientes prácticos de aprendizajes de ciencias de la salud, en donde se desarrollan prácticas para los programas de odontología, medicina y enfermería. A raíz de esta propuesta, se identificó la normatividad legal vigente, como lo son el Decreto 1496 de 2018, que adopta el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA) y la Resolución 0773 de 2021 por la cual se definen las acciones que deben desarrollar los empleadores para la aplicación del SGA.

Posteriormente, se ejecutaron las fases propuestas en la metodología, que abarcan la planeación, diagnóstico y aplicación para la elaboración de un manual para el almacenamiento y etiquetado de productos químicos. En donde, en la fase preparatoria se estableció comunicación con el Departamento de Ambientes Prácticos de Aprendizaje, con el fin de solicitar la información inicial requerida para su posterior análisis, tales como, planos del laboratorio, distribución de equipos de emergencia y rutas de evacuación. Sin embargo, se pudo evidenciar que esta

información no se encuentra disponible y los planos arquitectónicos existentes, no se encuentran actualizados.

Como instrumento de diagnóstico se utilizó una lista de verificación que actualmente tiene la universidad, la cual está diseñada con 45 preguntas relacionadas al almacenamiento y manipulación de los productos químicos. Mediante esta lista, se pudo determinar el estado de la gestión del riesgo químico en el laboratorio calificando aspectos de infraestructura, condiciones ambientales, equipos de emergencia, envases y etiquetado, así como, el conocimiento del personal respecto al almacenamiento y manipulación de estas sustancias. Adicionalmente, se detallaron los hallazgos mediante registros fotográficos y se establecieron las observaciones pertinentes en la lista de chequeo.

A raíz del diagnóstico inicial, se realizó un inventario de sustancias químicas y su respectiva caracterización, el cual contempla los 16 criterios propuestos por el Sistema Globalmente Armonizado para la actualización de las fichas de seguridad de productos químicos y su posterior etiquetado. El formato de inventario se encuentra automatizado para la generación automática de etiquetas, mediante 3 tamaños de etiquetas estándares, de acuerdo con la normatividad vigente (Resolución 773 de 2021).

Tabla 2. Tamaños de Etiqueta

Capacidad del envase	Dimensiones de la etiqueta (mm)	Dimensiones del pictograma (mm)
Hasta 3 litros	52 x 74 mm	16 x 16 mm
Para envases de más de 3 litros, pero sin exceder 50 litros	74 x 105 mm	23 x 23 mm

Capacidad del envase	Dimensiones de la etiqueta (mm)	Dimensiones del pictograma (mm)
Para envases de más de 50 litros, pero sin exceder de 500 litros	105 x 148	32 x 32 mm
Para envase mayor a 500 litros	148 x 210 mm	46 x 46 mm

Para el caso de tamaños inferiores, se disponen las siguientes etiquetas:

Para envases de 500 ml – 1 Litro también se dispone de la etiqueta "*Tamaño 500 ml*".

Para envases de volúmenes menores a 30 ml la norma permite emplear etiqueta solo con nombre del producto y pictograma. Se dispone de Etiqueta "*Volumen < 30mL*".

En caso de que el producto químico NO SEA PELIGROSO por SGA, emplee la etiqueta "*No peligroso*".

Posterior a la realización del inventario de sustancias químicas, se elaboró la matriz de compatibilidad e incompatibilidad, en donde, se tomó como referencia la guía de almacenamiento químico de la ARL SURA. En esta guía se propone listar las sustancias químicas almacenadas y posteriormente clasificarlas de acuerdo con su peligrosidad. De esta manera, se facilita la comparación de las diferentes clases de peligro y la identificación de los productos que pueden llegar a ser incompatibles dentro de su misma clasificación.

Para esta identificación, se tomó como referencia las fichas de seguridad disponibles, específicamente, la sección 14 para la regulación de transporte de sustancias peligrosas, la sección 10 para la estabilidad y reactividad, la sección 3 para los componentes y la sección 9 en donde se identifica el PH de la sustancia. Junto con el área de seguridad y salud en el trabajo, se realizó la validación de la matriz y se realizó la respectiva entrega para ser socializadas en el área correspondiente.

Con el fin de dar cumplimiento al objetivo general de la consultoría y a la necesidad evidenciada en los laboratorios de ambientes prácticos de aprendizaje, se diseñó un manual que contempla los criterios a tener en cuenta para el correcto almacenamiento y etiquetado de productos químicos bajo el Sistema Globalmente Armonizado, incluyendo aspectos como la actualización de fichas de seguridad, envasado y etiquetado, ubicación, almacenamiento y la metodología para la actualización de la matriz de compatibilidad química.

Se establecieron pautas para gestionar las modificaciones que pudieran surgir en el tiempo, abarcando diversos escenarios como la adquisición e incorporación de nuevas sustancias químicas, actualizaciones en los protocolos de laboratorio, ajustes en asignación de roles y responsabilidades o cambios en el marco normativo aplicable, de esta manera, su uso e implementación sea más flexible y se asegure el cumplimiento de este.

6 Resultados

Como resultado de la aplicación de la lista de verificación, en donde se evaluaron 45 aspectos relacionados con el almacenamiento y manipulación de sustancias químicas se identificó la No Conformidad de 18 de ellos, distribuidos así:

Almacenamiento

Tabla 3. *No conformidades de Almacenamiento*

Aspecto a inspeccionar	C	NC	NA
Ventilación adecuada: natural y/o forzada para restaurar las condiciones de la calidad del aire.		X	
Áreas libres de derrames, limpias y ordenadas.		X	
Señales de advertencia, obligación, prohibición e información disponibles.		X	

Aspecto a inspeccionar	C	NC	NA
Áreas señalizadas de acuerdo con la comunicación de peligros asociada a las sustancias almacenadas (rombos de peligrosidad).		X	
Estantería estable y firme, de forma que no exista el riesgo de derrumbamiento.		X	
Todas las sustancias químicas almacenadas (incluidas las transvasadas y preparadas) se encuentran etiquetadas correctamente.		X	
Fichas de datos de seguridad en buen estado, disponibles en idioma español, bajo el SGA y ubicadas en un lugar visible y señalizado.		X	
Matriz de compatibilidad química publicada y actualizada.		X	
Almacenamiento de sustancias químicas agrupando las que tienen peligros comunes y evitando la proximidad de las incompatibles.		X	

Se pudo observar que la ventilación en la zona de almacenamiento es insuficiente. El área de almacenamiento únicamente cuenta con dos rejillas de ventilación de techo, y además, permanece cerrado debido a que el acceso es restringido. La humedad excesiva del ambiente genera que los envases no se encuentren en condiciones óptimas para su manipulación. De igual manera, las etiquetas se encuentran afectadas por la proliferación de hongos, dificultando así su lectura y conservación.

Las estanterías metálicas que se usan para el almacenamiento de los químicos presentan un estado avanzado de corrosión, lo cual podría ocasionar deterioro en las estructuras y generar un posible fallo o accidente que pueda afectar a los trabajadores del área, trayendo como consecuencias otros posibles riesgos como incendios o explosiones.

Además, se pudo evidenciar un riesgo potencial de contaminación de los productos químicos y posibles reacciones químicas no controladas, de aquellas sustancias que puedan llegar a ser incompatibles con el agua o requieran tener condiciones específicas de ventilación. De otra parte, se podrían estar generando vapores químicos nocivos para la salud de los trabajadores, estos

vapores son un factor crítico, que puede generar intoxicación, irritación en las vías respiratorias, quemaduras y otras afectaciones a la salud de gran importancia.

En cuanto al orden y aseo del área de almacenamiento, se presenta como una No Conformidad, debido a que, los pasillos de circulación se encontraron obstaculizados con cajas que contienen químicos pendientes para su disposición final, además, debido a los hongos generados por la humedad del ambiente, las estructuras y envases no se encuentran limpias. Estos hallazgos representan riesgos de accidentalidad por caídas a nivel y bloqueo de rutas de evacuación en caso de emergencias.

Por otra parte, se detectaron deficiencias respecto a la señalización del área de almacenamiento. Algunas señales de prohibición como “Prohibido Fumar” o “No encender Fuego” no se encuentran disponibles, lo que podría generar potenciales situaciones de peligro, especialmente teniendo en cuenta que se almacenan productos químicos sensibles a la inflamabilidad. De igual manera, no se observan señales de advertencia para indicar la presencia de sustancias tóxicas, inflamables o corrosivas de acuerdo con los rombos de peligrosidad del SGA.

Esta carencia de señalización evidencia el bajo cumplimiento a los estándares establecidos por el Sistema Globalmente Armonizado, quien determina la utilización de los rombos de peligrosidad como herramientas de comunicación de riesgos específicos de las sustancias químicas almacenadas.

Las estanterías para el almacenamiento de productos químicos no cumplen con las condiciones idóneas. Como se mencionó anteriormente se encuentran con corrosión en gran parte de la estructura, lo que podría afectar su estabilidad. De igual manera, no están aseguradas a la

pared o piso, lo que podría generar la colisión de la estructura o su caída por movimientos como sismos, por su propio peso o la manipulación inadecuada del mismo.

Las estanterías de almacenamiento no son las idóneas, principalmente porque su estructura no es en forma de góndola, que de acuerdo con la guía de almacenamiento de sustancias químicas de la ARL SURA, es la mejor forma de garantizar la circulación y flujo del aire. Además, no tienen sistemas de contención en caso de derrames, como estibas o diques y soportes que o cadenas para evitar la caída de los químicos.

En relación con el etiquetado de los productos químicos, estos no cumplen con los criterios del sistema globalmente armonizado, ya que solamente cuentan con la etiqueta del proveedor. Esta problemática tiene su origen en diversas causas interrelacionadas. En primer lugar, la ausencia de un inventario actualizado y debidamente caracterizado ha impedido la implementación de un sistema de etiquetado que cumpla con los requisitos del SGA. Además, no existe un procedimiento claro y estandarizado para la recepción de productos químicos, lo que dificulta el control y seguimiento de las sustancias que ingresan al laboratorio.

Adicionalmente, se ha identificado que no se ha establecido como requisito obligatorio la solicitud y archivo de las fichas de datos de seguridad (FDS) a los proveedores durante el proceso de adquisición. Estas fichas contienen información sobre las propiedades de las sustancias, su peligrosidad, reactividad con otros componentes, así como las medidas de seguridad necesarias para su manipulación. Como consecuencia, tampoco ha sido posible desarrollar e implementar una matriz de compatibilidad química, debido a la carencia de la información mencionada, desconociendo las características de los químicos almacenados.

*Manipulación***Tabla 4.** *No conformidades de Manipulación*

Aspecto a inspeccionar	C	NC	NA
El personal conoce las fichas de datos de seguridad de las sustancias químicas y su ubicación.		X	
El personal expuesto conoce los peligros de las sustancias químicas y cuenta con la formación necesaria para su manipulación.		X	
El personal conoce la matriz de compatibilidad química del área.		X	
Disponibilidad de cabinas o campanas de extracción para la manipulación de sustancias químicas altamente peligrosas en caso de que se requiera.		X	
El personal cuenta con los EPP necesarios y adecuados para la manipulación de sustancias químicas de acuerdo con la ficha de datos de seguridad.		X	
Los cartuchos para gases y vapores se almacenan en bolsa plástica cerrada herméticamente mientras no se utilizan.		X	
Durante el transvase se emplean recipientes compatibles con la sustancia a transvasar, en buen estado, sin golpes o fisuras y libres de residuos.		X	
Los envases se etiquetan una vez realizado el transvase.		X	
Los transvases se realizan en lugares definidos, ventilados y con las condiciones técnicas necesarias.		X	

En cuanto a la manipulación de los productos químicos, el personal desconoce las fichas de seguridad de las sustancias almacenadas, sus peligros y precauciones al momento de la manipulación. De igual forma, debido a la inexistencia de una matriz de compatibilidad, los químicos están siendo almacenados aleatoriamente, sin tener en cuenta las posibles reacciones que puedan ocasionar entre ellos. Esta falta de información aumenta el riesgo de accidentes dentro del laboratorio, lo que podría resultar en situaciones potencialmente peligrosas como derrames, reacciones químicas imprevistas, liberación de gases tóxicos, o incluso explosiones al entrar en contacto.

Al no conocer los riesgos a los cuales se encuentra expuesto por la manipulación de sustancias químicas, así como la falta de fichas de seguridad, el personal no cuenta con todos los elementos de protección necesarios para su manipulación, tales como cartuchos para gases y vapores, y gafas de seguridad en buen estado. Por otra parte, se presenta una No Conformidad en

el ítem "Durante el transvase no se emplean recipientes compatibles con la sustancia a transvasar, en buen estado, sin golpes o fisuras y libres de residuos", esto debido a que, al no contar con la información de peligrosidad de los productos químicos almacenados, no se conoce si el material de los recipientes usados para el trasvase es compatible o no con la sustancia a transvasar. Estos recipientes de trasvase no se han etiquetado una vez realizado el trasvase, de acuerdo con lo establecido en el SGA, lo que impide la identificación correcta de las sustancias contenidas, obstaculizando una respuesta oportuna ante una emergencia.

Estos trasvases tampoco se están realizando en zonas debidamente ventiladas. Como se mencionó anteriormente, el lugar de almacenamiento no cuenta con la suficiente ventilación ni con campanas de extracción, por lo que realizar esta actividad sin la ventilación apropiada puede generar acumulación de vapores y gases, provocando riesgos por intoxicación, incendio y explosión.

Inventario y matriz de compatibilidad de sustancias químicas

Como parte de la intervención en el laboratorio de ambientes prácticos de aprendizaje de ciencias de la salud, se realizó un inventario que permitió identificar 78 productos químicos, de los cuales ninguno contaba con las fichas de seguridad correspondientes. Inicialmente, estas fichas fueron solicitadas al área de compras; sin embargo, ante la ausencia de respuesta, se procedió a contactar directamente a los proveedores para obtenerlas, verificando que cumplieran con los 16 ítems requeridos por el Sistema Globalmente Armonizado (SGA) y que estuvieran debidamente actualizadas (ver Apéndice C).

Con base en la información recopilada en las fichas de seguridad, se llevó a cabo la caracterización de los productos químicos mediante una matriz proporcionada (ver Apéndice B)

por la universidad donde se realizó la consultoría. Esta herramienta, además de permitir el registro detallado de las propiedades y características de los productos, facilitó la generación automática de etiquetas adaptadas al tamaño de los envases correspondientes.

A partir de la caracterización de los 78 productos químicos, se estableció su nivel de peligrosidad, información fundamental que permitió desarrollar la matriz de compatibilidad química. Para la elaboración de esta matriz, se utilizó como referencia la Guía de Almacenamiento Químico de la ARL SURA. El proceso consistió en listar todos los productos y clasificarlos según la información proporcionada en la sección 14 de las fichas de seguridad (Información relativa al transporte).

Adicionalmente, se identificaron los productos separadores, aquellos no regulados por Naciones Unidas y clasificados como no peligrosos. Posteriormente, se agruparon los productos pertenecientes a la misma clase de riesgo y se aplicó la matriz indicada en la guía de referencia. Este procedimiento permitió determinar, mediante el cruce de información, la compatibilidad o incompatibilidad entre los diferentes productos químicos, estableciendo así los criterios de almacenamiento seguro para el laboratorio.

Durante el análisis, se identificaron algunos químicos que, aun perteneciendo a la misma clase de riesgo, presentaban incompatibilidades entre sí. Esta determinación se realizó mediante la consulta de la sección 10 de las fichas de seguridad, referente a estabilidad y reactividad. Por otra parte, en la identificación de incompatibilidades entre las diferentes clases de químicos, se encontró que varios de estos arrojaban el color amarillo de precaución según la matriz de la guía. En estos casos, siguiendo las recomendaciones que indican revisar las compatibilidades

individuales mediante las fichas de seguridad y analizar las condiciones específicas de cada producto, se procedió a examinar la sección 10 (reactividad), la sección 3 (componentes) y la sección 9 (pH) de las respectivas fichas.

Con base en esta información, se determinó si los químicos eran o no compatibles entre sí. Este proceso se realizó con el propósito de simplificar la matriz final, (ver Apéndice D) eliminando el color amarillo que podría generar confusión durante su divulgación en el laboratorio. Como resultado, se decidió utilizar únicamente dos colores para su presentación final: verde para indicar compatibilidad y rojo para señalar incompatibilidad, facilitando así su interpretación y aplicación por parte del personal.

Figura 2. Matriz de Compatibilidad APA

The table is a compatibility matrix for 48 chemical products. The columns represent the products, and the rows represent the same products. The diagonal is green, indicating self-compatibility. Red cells indicate incompatibility between different products. The legend at the top left defines the colors: a green square for 'COMPATIBLE' and a red square for 'INCOMPATIBLE'. The legend at the bottom right lists hazard symbols and their corresponding hazard categories, such as 'Corrosivo', 'Inflamable', 'Oxidante', etc.

(Ver apéndice D para visualizar completamente.)

Diseño Manual para el etiquetado y almacenamiento de productos químicos

Con base en la información recopilada, el diagnóstico realizado y el análisis del mismo, se estableció un manual para el etiquetado y almacenamiento de productos químicos, que proporciona las pautas a seguir para dar cumplimiento al Sistema Globalmente Armonizado, además de corregir todas las falencias encontradas que pudieran llegar a generar un riesgo para la salud de los trabajadores y evitar posibles accidentes. Este manual se diseñó teniendo en cuenta los criterios establecidos en el SGA y las necesidades específicas identificadas en el laboratorio de ambientes prácticos de aprendizaje de ciencias de la salud.

El manual se estructuró en diez secciones principales para facilitar su implementación y consulta por parte del personal del laboratorio. En las primeras secciones (1-3), se establece la introducción, los objetivos generales y específicos, así como el alcance del documento, definiendo su aplicabilidad a todos los procesos relacionados con sustancias químicas en las instalaciones. La cuarta sección detalla las responsabilidades de todos los involucrados, incluyendo la dirección y gerencia, el área de seguridad y salud en el trabajo, el área de compras y recepción, los responsables del almacenamiento en laboratorio, el COPASST, y los usuarios (personal docente, administrativo, estudiantes, contratistas y proveedores).

La quinta sección aborda el marco normativo aplicable, presentando los requisitos legales y normativos relacionados con el manejo seguro de productos químicos. La sexta sección desarrolla el marco teórico, incluyendo generalidades y definiciones, mecanismos de exposición química en el organismo, efectos de las sustancias químicas, y la clasificación por clases y categorías de las sustancias químicas peligrosas. Las secciones séptima y octava se centran en

aspectos prácticos: el inventario y la matriz de compatibilidad, respectivamente. La matriz de compatibilidad incluye metodología de aplicación, pasos clave del proceso y otras consideraciones importantes. La novena sección aborda el etiquetado, detallando tamaños de etiqueta, directrices para etiquetado y reetiquetado, así como información sobre las fichas de datos de seguridad (FDS). La décima sección cubre el almacenamiento de productos químicos, considerando:

- Ubicación y características generales
- Especificaciones constructivas (pisos, paredes, techos, puertas y salidas)
- Sistemas de control ambiental (ventilación, control de temperatura y humedad, iluminación)
- Sistemas de seguridad y emergencia (extintores, sistemas de detección, control de derrames con sistemas de contención y kits antiderrames, equipos de seguridad personal como duchas, lavaojos y equipos de protección respiratoria)

El manual concluye con la bibliografía utilizada como referencia para la elaboración del documento.

7 Cronograma

Tabla 5. Cronograma de la propuesta

Fases	Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre			
	Semanas				Semanas				Semanas				Semanas			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Fase 1: Preparatoria	X	X	X	X												
Fase 2: Diagnóstica			X	X												
Fase 3: Planificación de la acción					X	X	X	X								
Fase 4: Aplicación							X	X	X	X	X	X				
Fase 5: Terminación													X	X	X	X

8 Presupuesto

A continuación, se detalla el presupuesto para la ejecución de la consultoría y los elementos necesarios para el desarrollo de esta.

Tabla 6. Presupuesto de la propuesta

Presupuesto para la ejecución de la propuesta			
Cantidad	Concepto	Valor Unitario	Valor Total
1	Resma tamaño carta	\$ 28.000	\$ 28.000
4 meses	Internet	\$ 80.000	\$ 320.000
1	Memoria USB	\$ 25.000	\$ 25.000
100	Impresiones/Fotocopias	\$ 300	\$ 30.000
	Gastos varios	\$ 80.000	\$ 80.000
TOTAL			\$483.000

8.2 Aspectos éticos

Se realizó el uso de un Acta de formalización bajo la modalidad proyecto de consultoría proporcionado por la Universidad Santo Tomás.

9 Lecciones aprendidas

Durante el desarrollo de la consultoría, se evidenció que la integración entre los fundamentos teóricos de la gestión del riesgo químico y su aplicación práctica constituyó uno de los aprendizajes más significativos. El equipo consultor experimentó cómo los conceptos estudiados en la literatura especializada cobraban vida al contrastarlos con la realidad de los laboratorios universitarios, permitiendo una comprensión más profunda y contextualizada de los principios del Sistema Globalmente Armonizado (SGA).

La vivencia práctica reveló la necesidad de adaptar criterios estandarizados a las particularidades de la institución universitaria. Si bien existen protocolos generales para la gestión de productos químicos, su efectividad depende de su adaptabilidad al contexto específico, considerando variables como la infraestructura disponible, el perfil de los usuarios y la cultura organizacional preexistente.

La fase diagnóstica del proceso consultor evidenció que la participación activa del personal de laboratorios y docentes enriqueció la identificación de no conformidades. Esta experiencia demostró que el conocimiento tácito de quienes interactúan cotidianamente con las sustancias químicas complementa la mirada técnica del equipo consultor, generando un diagnóstico cercano a la realidad.

El proceso de elaboración del manual evidenció que la documentación preserva el conocimiento generado y establece un precedente institucional clave para la gestión del riesgo químico. La transformación de buenas prácticas en un recurso tangible y estructurado demostró ser fundamental para la transferencia de conocimiento, la capacitación de personal y la estandarización de procedimientos, garantizando así la continuidad y sostenibilidad de las mejoras implementadas.

Finalmente, uno de los aprendizajes más valiosos derivados de la experiencia consultora fue la comprensión de la gestión del riesgo químico como un componente de un sistema organizacional complejo. Se evidenció que las intervenciones más efectivas fueron aquellas que consideraron las interrelaciones entre aspectos técnicos, administrativos, culturales y humanos de la institución universitaria. Esta perspectiva sistémica podría fortalecerse en futuras experiencias mediante la conformación de equipos consultores más interdisciplinarios.

10 Conclusiones

El diagnóstico inicial, permitió conocer el estado actual del almacenamiento y etiquetado de productos químicos en los Ambientes Prácticos de Aprendizaje mediante la aplicación de listas de verificación y revisión documental. Este proceso permitió identificar múltiples no conformidades con respecto a los estándares del Sistema Globalmente Armonizado, tales como falta de un inventario actualizado, etiquetado erróneo, condiciones inadecuadas de almacenamiento y carencia de documentación estandarizada para la gestión de sustancias químicas.

Se establecieron los componentes necesarios para el desarrollo de la matriz de caracterización y compatibilidad de productos químicos en los Ambientes Prácticos de Aprendizaje de ciencias de la salud. Esta matriz se fundamentó en las normas vigentes aplicables, la identificación precisa de los productos químicos utilizados, las condiciones apropiadas de almacenamiento, los criterios de disposición y los requisitos de etiquetado conforme a los lineamientos del Sistema Globalmente Armonizado. Este instrumento facilitará la organización segura de los productos químicos, previniendo reacciones peligrosas por incompatibilidad y mejorando significativamente la gestión del riesgo químico en la institución.

Se diseñó satisfactoriamente un manual para el almacenamiento y etiquetado de productos químicos en los Ambientes Prácticos de Aprendizaje de ciencias de la salud de una Universidad de Villavicencio, el cual incorporó los criterios y lineamientos establecidos por el Sistema Globalmente Armonizado (SGA). La implementación de este manual contribuirá a crear ambientes de aprendizaje más seguros para los trabajadores, promoviendo una cultura de prevención y cumplimiento normativo en el manejo de sustancias químicas, además de fortalecer los procesos de calidad institucional en materia de seguridad y salud en el trabajo.

11. Recomendaciones

Cada vez que se adquiriera un nuevo producto químico debido a necesidades del proceso, se deberá actualizar de inmediato el manual. Esto garantizará la correcta inclusión de su almacenamiento y etiquetado, asegurando que el personal disponga de la información necesaria para su manejo seguro. Además, conforme a la *Resolución 773 de 2021* y el *Decreto 1496 de 2018*,

la actualización deberá incluir la revisión de la Ficha de Datos de Seguridad (FDS) y su incorporación en el sistema de inventarios de la universidad, ya sea por el vencimiento del tiempo límite de las fichas o por la incorporación de información relevante sobre la sustancia.

Una vez se actualice el manual, se deberá llevar a cabo una capacitación obligatoria para todos los trabajadores que están en contacto con sustancias químicas. Esta formación debe incluir el reconocimiento de etiquetas bajo el Sistema Globalmente Armonizado (SGA), y las condiciones específicas de almacenamiento en base a la matriz de compatibilidad.

Esta recomendación se fundamenta en la *Resolución 773 de 2021 del Ministerio del Trabajo*, que en su Artículo 21 establece la obligación de capacitar a los trabajadores en el manejo seguro de productos químicos peligrosos, incluyendo la identificación de etiquetas, pictogramas y Fichas de Datos de Seguridad (FDS). Asimismo, el *Decreto 1496 de 2018*, que adopta el SGA en Colombia, exige que los empleadores garanticen la capacitación de los trabajadores en la identificación de peligros y medidas de control.

Dado que la legislación en materia de sustancias químicas está en constante evolución, es necesario realizar revisiones periódicas del marco normativo aplicable. Se recomienda actualizar el manual al menos una vez al año o cada vez que haya cambios regulatorios relevantes, garantizando que la empresa cumpla con las disposiciones legales y las mejores prácticas de seguridad.

El manejo de residuos peligrosos debe realizarse siguiendo procedimientos específicos para su almacenamiento temporal, manipulación y disposición final, con el fin de prevenir riesgos para la salud humana y el medio ambiente. Para ello, se recomienda desarrollar el manual de disposición final de los residuos generados en el laboratorio de la universidad, en cumplimiento

de la normativa vigente en Colombia, incluyendo el *Decreto 4741 de 2005*, que establece los lineamientos para la gestión integral de residuos peligrosos.

Es fundamental desarrollar y actualizar protocolos de respuesta ante emergencias químicas, incluyendo derrames, incendios o exposición accidental, en cumplimiento del *Decreto 1072 de 2015, específicamente en su Artículo 2.2.4.6.25*, que establece la necesidad de diseñar planes de emergencia, asignar recursos, capacitar al personal y realizar simulacros periódicos. Asimismo, la *Resolución 0312 de 2019* complementa estos lineamientos al detallar los estándares mínimos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), incluyendo la conformación y capacitación de brigadas de emergencia y la inspección regular de equipos. Se debe disponer de equipos de emergencia como duchas de descontaminación, lavaojos, extintores adecuados y kits de contención de derrames, garantizando así una respuesta eficaz ante posibles incidentes.

Se recomienda socializar e implementar el Manual de Almacenamiento y Etiquetado de Sustancias Químicas en todos los procedimientos internos del laboratorio como una medida preventiva y correctiva frente al riesgo químico. Para ello, se establece un procedimiento estandarizado que garantice el adecuado almacenamiento y etiquetado de los productos químicos, en cumplimiento de la normativa vigente y con el objetivo de prevenir incidentes que puedan afectar la salud y el medio ambiente. Este manual se adjunta como anexo al presente documento.

(Ver Apéndice E)

Referencias

- A. Rezi and M. Allam,. (1995). Techniques in array processing by means of transformations . In *Control and Dynamic Systems Vol. 69* (pp. 133-180). San Diego: Academic Press.
- AlShammari, W., Alhussain, H., & Rizk, N. M. (2021). Risk Management Assessments and Recommendations Among Students, Staffs, and Health Care Workers in Educational Biomedical Laboratories. *Risk Management and Healthcare Policy*(14), 185–198. <https://doi.org/https://doi.org/10.2147/rmhp.s278162>
- Ariza Lozano, M. F., & Calderón Becerra, A. C. (2023). Diseño de un protocolo para el manejo seguro de sustancias químicas en la Clínica Foscal según requisitos del sistema globalmente armonizado. <http://hdl.handle.net/11634/50868>
- ARL SURA. (n.d.). *La Hoja de Datos de Seguridad*. https://www.arlsura.com/files/hoja_seguridad.pdf
- AXA Colpatria. (n.d.). *Fortalecimiento competencias en SST: Tema 17*. https://asesoriavirtualaxacolpatria.co/axafiles/gestor_contenidos/zip/fortalecimientocompetenciasensst/tema17/index.html
- Calderón-Bedoya, V. M., Jiménez-Gómez, M., Lopez de mesa Torres, O., Rengifo-Esparragoza, C. A., & Arcila-Cruz, S. (2023). Implementación del sistema globalmente armonizado (SGA) para el etiquetado de sustancias químicas, empleando códigos quickly reaction. *Revista Politécnica*(19(37)), 29–42. <https://doi.org/https://doi.org/10.33571/rpolitec.v19n37a3>
- Congreso de Colombia. (1979, Enero 24). LEY 9 DE 1979. *Por la cual se dictan Medidas Sanitarias*. <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1177>

Congreso de Colombia. (1993, Julio 2). Ley 55 de 1993. *Por medio de la cual se aprueba el "Convenio No. 170 y la Recomendación número 177 sobre la Seguridad en la Utilización de los Productos Químicos en el trabajo", adoptados por la 77a. Reunión de la Conferencia General de la O.I.T., Ginebra, 1990.*
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=37687>

Congreso de la República. (2012, julio 11). *Por la cual se modifica el Sistema de Riesgos Laborales y se dictan otras disposiciones en materia de Salud Ocupacional.*
http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1562_2012.html

Constitución Política de Colombia . (1991).
http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion_politica_1991.html

Espinosa, M. P., & López, M. A. (2020). Identificación, clasificación y control de las principales sustancias químicas que se manejan en los laboratorios del Colegio Montessori British School a través del sistema globalmente armonizado. <http://hdl.handle.net/11349/27986>

Guia Técnica Colombiana. (2012). GTC45. *Guia para la identificación de los peligros y valoración de riesgos.*
<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/6034/ParraCuestaDianaMarcelaVasquezVeraErikaVanessa2016-AnexoA.pdf>

Herrera, D. P. (2020). Análisis de peligrosidad de los reactivos usados en las prácticas de laboratorios de la Facultad de Ingeniería Ambiental, Universidad Santo Tomás – sede Villavicencio. <http://hdl.handle.net/11634/28162>

- Ho, K., & Tenkate, T. (2024). Safety Data Sheets as a Hazard Communication Tool: An Assessment of Suitability and Readability. *Safety and Health at Work*(15(2)), 192–199. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.shaw.2024.01.006>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (n.d.). *Contaminantes químicos: evaluación de la exposición laboral (I)*. [https://www.cso.go.cr/legislacion/notas_tecnicas_preventivas_insht/NTP%20406%20-%20Contaminantes%20quimicos%20evaluacion%20de%20la%20exposicion%20laboral%20\(I\).pdf](https://www.cso.go.cr/legislacion/notas_tecnicas_preventivas_insht/NTP%20406%20-%20Contaminantes%20quimicos%20evaluacion%20de%20la%20exposicion%20laboral%20(I).pdf)
- Medina, L. J., Méndez, E. S., & Trespalacios, A. D. (2023). *Importancia de implementar el Sistema Globalmente Armonizado de acuerdo con el Decreto 1496 del 6 agosto 2018*. Colombia. <http://hdl.handle.net/11634/49946>
- Ménard, A. D., & Trant, J. F. (2020). A review and critique of academic lab safety. *Nature Chemistry*, 12, 17–25. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s41557-019-0375-x>
- Miao, L. L. (November 8-12). A specification based approach to testing polymorphic attributes. *Formal Methods and Software Engineering: Proceedings of the 6th International Conference on Formal Engineering Methods, ICFEM 2004*. Seattle, WA, USA,.
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2014). Lineamientos implementación SGA. Bogotá. <https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/2019-03/lineamientos-implementacion-SGA.pdf>
- Ministerio de Trabajo. (2019, Febrero 13). Resolución 0312 de 2019. *Por la cual se definen los Estándares Mínimos del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST*. <https://safetia.co/normatividad/resolucion-0312-de-2019/>

Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. (1979, Mayo 22). Resolución 2400 de 1979.

<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=53565>

Ministerio del Trabajo. (2021, abril 7). Resolución 773 de 2021. *Por la cual se definen las acciones*

que deben 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. [https://safetya.co/normatividad/resolucion-773-](https://safetya.co/normatividad/resolucion-773-de-2021/)

[de-2021/](https://safetya.co/normatividad/resolucion-773-de-2021/)

Mosquera, Y. C., & Benjumea, J. G. (2020). Análisis de las prácticas de seguridad y salud en el

trabajo en el manejo de las sustancias y productos químicos cancerígenos en los

laboratorios del Instituto Tecnológico Metropolitano- ITM1. *Campus Robledo. Producción*

+ Limpia(14(2)), 30–41. <https://doi.org/https://doi.org/10.22507/pml.v14n2a4>

Murcia, J. E., Martinez, S., Martins, V., Herrera, D., Buitrago, C., Velasquez, A., . . . Torres, M.

(2023). Risk assessment and green chemistry applied to waste generated in university

laboratories. *Heliyon*(9(5)). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15900>

Naciones Unidas. (2000). Agenda 21.

<https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/recursos/224844/Contenido/H%20programas/>

[23%20Agenda%2021.pdf](https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/recursos/224844/Contenido/H%20programas/23%20Agenda%2021.pdf)

Naciones Unidas. (2015). Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de

Productos Químicos (SGA). *Sexta edición.*

Nasrallah, I. M., El Kak, A. K., Ismail, L. A., Nasr, R. R., & Bawab, W. T. (2022). Prevalence of

Accident Occurrence Among Scientific Laboratory Workers of the Public University in

- Lebanon and the Impact of Safety Measures. *Safety and Health at Work*(13(2)), 155-162.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.shaw.2022.02.001>
- Ortega, D. C., Pérez, D. A., & Castro, J. C. (2023). Diseño de programa de uso y almacenamiento adecuado de sustancias químicas en la fábrica de calzado NACAR de Bucaramanga-Santander. <http://hdl.handle.net/11634/51070>
- Presidente de la República. (2018, Agosto 6). Decreto 1496 de 2018. *Por el cual se adopta el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos y se dictan otras disposiciones en materia de seguridad química.*
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=87910>
- Presidente de la República de Colombia. (2015, Mayo 26). Decreto 1072 de 2015. *Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo.*
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=72173>
- Presidente de la República de Colombia. (2018, Agosto 6). Decreto 1496 de 2018. *Por el cual se adopta el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos y se dictan otras disposiciones en materia de seguridad química.*
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=87910>
- Rincón Marquez, F. d. (2023). Protocolo para el manejo seguro de sustancias químicas de la empresa “Pozas y Tanques del Magdalena”. Adaptado al modelo - SGA- en Colombia.
<http://hdl.handle.net/11634/51677>
- Safetya. (2023, abril 30). *Matriz de compatibilidad de productos químicos.*
- Santín, J. M., Guerra Valdés, B., & Hereira Diaz, A. (2023). COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS PARA LA CLASIFICACIÓN, IDENTIFICACIÓN Y COMUNICACIÓN

DE PELIGROS Y RIESGOS DE SUSTANCIAS PELIGROSAS. *Centro azúcar*, 50(50(4)). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-48612023000400046

Seguros de Riesgos Laborales Suramericana. (2009). *Riesgo Químico, Modelo de Intervención y Control*. Seguros de Riesgos Laborales Suramericana. <https://www.arlsura.com/images/stories/cistema/modulo/hacer.pdf>

Seguros de Riesgos Laborales Suramericana. (2011, 12 6). Almacenamiento Seguro de Sustancias Químicas. *Almacenamiento Seguro de Sustancias Químicas*, 8. (Cistemas, Ed.) https://www.arlsura.com/files/almacenamiento_sustancias_quimicas.pdf

Sole, A. C. (2006). *Instrumentación Industrial*. Mexico: Alfaomega.

Straut, C. M., & Nelson, A. (2020). Improving Chemical Security with Material Control and Accountability and Inventory Management. *Journal of Chemical Education*, 1809-1814. <https://doi.org/https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00844>

Torres, E. C., & Reyes, S. T. (2020). *Propuesta para el manejo y almacenamiento de reactivos en el Laboratorio de Química de la UDEP*. Perú. <https://hdl.handle.net/11042/4612>

Triana, M. P., Sanclemente, B. S., Severiche, L. F., & Herrera, P. A. (2023). Diseño del programa de riesgo químico bajo el Sistema Globalmente Armonizado (SGA) para el laboratorio farmacéutico Farmacol Chinoín S.A.S. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/12972>




Universidad Zaragoza. (2024, febrero 09). <https://uprl.unizar.es/seguridad-laboral/almacenamiento-de-productos-quimicos-definiciones>



- Wahab, N. A., Aqila, N. A., Isa, N., Husin, N. I., Zin, A. M., Mokhtar, M., & Mukhtar, N. M. (2021). A systematic review on hazard identification, risk assessment and risk control in academic laboratory. *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*, 24(24(1)), 47-62. <https://doi.org/https://doi.org/10.37934/araset.24.1.4762>
- Wigner, E. P. (2005). Theory of traveling wave optical laser . *Phys. Rev.*, 134, A635-A646.
- World Health Organization. (2019). *The public health impact of chemicals: Knowns and unknowns - Data addendum for 2019*. <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-HEP-ECH-EHD-21.01>


Apéndices

Apéndice A Lista de verificación

INSPECCIÓN SUSTANCIAS QUÍMICAS								
Fecha de inspección: 11 septiembre 2024								
Área: Área de almacenamiento Productos Químicos - Laboratorio Ambientes Prácticos de Aprendizaje - Bloque Ciencias de la Salud								
Responsable de la inspección: Durley Tatiana Pinto Riaño								
C: Cumple; NC: No Cumple; NA: No Aplica.								
N°	ALMACENAMIENTO							
	ASPECTO A INSPECCIONAR	C	NC	NA	HALLAZGOS	EVIDENCIA	MEJORA SUGERIDA	RESPONSABLE
1	Sitio de fácil acceso y libre de obstáculos para el transporte y para situaciones de emergencia.	X						
2	Pasillos de almacenamiento y circulación delimitados.	X						
3	Área identificada, señalizada y de acceso restringido a personas no autorizadas.	X						
4	Piso impermeable, libre de grietas, no resbaloso y resistente a las sustancias almacenadas.	X						


5	Ventilación adecuada: natural y/o forzada para restaurar las condiciones de la calidad del aire.	X		<p>La ventilación de la zona de almacenamiento no es suficiente. Se percibe humedad en el ambiente, corrosión de las estanterías de almacenamiento y hongos en el etiquetado de los envases.</p>		<p>Instalar un sistema de ventilación mecánico, con extractores de aire. Instalar rejillas de ventilación adicionales.</p>	<p>Jefe de Infraestructura Coordinadora de APA</p>
6	Iluminación adecuada: natural o artificial, está última si el área almacena sustancias químicas peligrosas inflamables, es a prueba de fuego.	X					
7	Áreas libres de derrames, limpias y ordenadas.	X		<p>Se observa que los productos químicos para disposición final no tienen un lugar de almacenamiento específico y las áreas de almacenamiento se encuentran con corrosión, hongos y visiblemente desordenadas.</p>		<p>Diseñar un Programa de orden y limpieza. Asignar un área temporal para el acopio de los residuos químicos</p>	<p>Analista Seguridad y Salud en el Trabajo Jefe de Infraestructura</p>

8	Señales de advertencia, obligación, prohibición e información disponibles.		X	<p>No se observan señales de prohibición para indicar áreas donde no se puede fumar o encender fuego.</p> <p>No se observan señales de advertencia para indicar la presencia de sustancias tóxicas, inflamables o corrosivas.</p>		<p>Realizar la compra e instalación de señales de advertencia, obligación, prohibición e información, de acuerdo a las necesidades del laboratorio.</p>	<p>Analista Seguridad y Salud en el Trabajo Jefe de infraestructura</p>
9	Áreas señalizadas de acuerdo con la comunicación de peligros asociada a las sustancias almacenadas (rombos de peligrosidad).		X	<p>El lugar de almacenamiento carece de rombos de peligrosidad que comuniquen los riesgos específicos de las sustancias químicas almacenadas.</p>		<p>Utilizar señales normalizadas con pictogramas claros y de alto contraste</p>	<p>Analista Seguridad y Salud en el Trabajo Jefe de infraestructura</p>
10	Estantería estable y firme, de forma que no exista el riesgo de derrumbamiento.		X	<p>Las estructuras para el almacenamiento de productos químicos se encuentran con corrosión.</p> <p>No se encuentran aseguradas a la pared o piso y no cuentan con sistemas de contención.</p> <p>No cumplen con la ventilación adecuada ya que se cierran con llave.</p>		<p>Reemplazar o actualizar las estructuras de almacenamiento de sustancias químicas, ya que su estado actual pone en grave peligro a los empleados.</p>	<p>Jefe de infraestructura</p>


11	Almacenamiento de líquidos inflamables en estructura metálica, aterrizada y libre de fuentes de ignición o calor.	X						
12	Líquidos inflamables almacenados en áreas alejadas de fuentes de ignición (chispas, llamas u objetos calientes).	X						
13	Todas las sustancias químicas almacenadas (incluidas las transvasadas y preparadas) se encuentran etiquetadas correctamente.	X			Se evidencia que no se ha realizado el etiquetado de los productos químicos bajo el SGA.		Exigir a proveedores y fabricantes etiquetas y pictogramas SGA claros y duraderos, y realizar el etiquetado/reetiquetado de productos químicos importados que no cumplan con la normativa.	Departamento de Compras
14	Envases y contenedores en buen estado (sin golpes o fracturas), cerrados herméticamente para evitar fugas o volatilización de la sustancia.	X						
15	Tanques con válvulas en buen estado, sin goteos o fugas, limpias, libres de residuos y cerradas.			X				
16	Fichas de datos de seguridad en buen estado, disponibles en idioma español, bajo el SGA y ubicadas en un lugar visible y señalizado.	X			No se cuenta con fichas de seguridad de los productos químicos y tampoco se ha realizado		Asegurar que todas las fichas de datos de seguridad (FDS) de productos químicos cumplan	Analista Seguridad y Salud en el Trabajo

				la solicitud de estas al proveedor.		con la NTC 4435 y el Anexo B del SGA, estén en español y tengan una vigencia máxima de 5 años	
17	Matriz de compatibilidad química publicada y actualizada.		X	No se encuentra disponible		Desarrollar una matriz de compatibilidad química que abarque todos los productos almacenados, siguiendo las recomendaciones del SGA y otras normativas aplicables.	Analista Seguridad y Salud en el Trabajo
18	Almacenamiento de sustancias químicas agrupando las que tienen peligros comunes y evitando la proximidad de las incompatibles.		X	Al no contar con la matriz de compatibilidad de productor químicos, no se puede verificar la correcta agrupación de las sustancias.			Analista Seguridad y Salud en el Trabajo
19	Sustancias químicas ubicadas sobre estantería, estibas o diques de contención (no deben ubicarse directamente sobre el piso).		X				
20	Diques de contención para sustancias líquidas peligrosas (>55 galones) con capacidad mínima del 110% del			X			

	tanque de almacenamiento de mayor volumen.							
21	Estructura del dique homogénea sin presencia de perforaciones, grietas, huecos; libre de golpes y completa en su totalidad.			X				
22	Diques y sus alrededores limpios, libres de derrames y sin contención de agua, residuos u otros elementos.			X				
23	Válvulas de salida del dique cerradas (solo se abren para el lavado del dique).			X				
24	Drenajes sellados o conectados a pozos colectores o de tratamiento de agua residual.			X				
25	Sistemas de control de incendios (equipos de extinción, red de agua y/o agentes extintores adecuados para las sustancias almacenadas).	X						
26	Ayudas manuales o mecánicas en buen estado para la movilización de envases de sustancias químicas.	X						

27	Kit para atención de derrames en buen estado y completo.	X			Se cuenta con dos (2) kits de derrames, sin embargo, estos no se encuentran debidamente señalizados.		Realizar la compra de la señalización para los kits de derrame de productos químicos y realizar su instalación.	Analista Seguridad y Salud en el Trabajo
28	Duchas de emergencia y/o fuentes lavaojos en buen estado y limpios y libre de obstáculos que impidan su acceso.	X						
MANIPULACIÓN								
	ASPECTO A INSPECCIONAR	C	NC	NA	OBSERVACIONES	EVIDENCIA	MEJORA SUGERIDA	RESPONSABLE
29	El personal conoce las fichas de datos de seguridad de las sustancias químicas y su ubicación.		X		El personal comunica que no se cuenta con las fichas de seguridad		Una vez consolidadas las FDS, se deberá capacitar al personal en su uso y comprensión	Analista Seguridad y Salud en el Trabajo
30	El personal expuesto conoce los peligros de las sustancias químicas y cuenta con la formación necesaria para su manipulación.		X		El personal no cuenta con la capacitación ni la información necesaria sobre la peligrosidad de las sustancias químicas almacenadas.		Capacitar al personal en el manejo de sustancias químicas.	Analista Seguridad y Salud en el Trabajo
31	El personal conoce la matriz de compatibilidad química del área.		X					

32	Las sustancias químicas luego de ser utilizadas se devuelven al lugar de almacenamiento.	X						
33	Disponibilidad de cabinas o campanas de extracción para la manipulación de sustancias químicas altamente peligrosas en caso de que se requiera.		X		No se cuenta con cabinas, ni campas de extracción		Establecer protecciones físicas y controles técnicos para prevenir la exposición y los accidentes relacionados con productos químicos peligrosos	Analista Seguridad y Salud en el Trabajo Jefe de infraestructura
34	El personal cuenta con los EPP necesarios y adecuados para la manipulación de sustancias químicas de acuerdo con la ficha de datos de seguridad.		X		Se evidencia gafas de seguridad en mal estado y no se cuenta con filtros de vapores y gases para productos químicos		Verificar que los EPP suministrados al personal sean los adecuados, teniendo en cuenta las actividades a realizar y los productos químicos a manipular. Garantizar el adecuado y permanente uso por parte de los trabajadores, así como el debido cuidado de estos.	Analista Seguridad y Salud en el Trabajo Jefes/Coordinadores de áreas
35	El personal hace uso adecuado de los EPP, se encuentran en buen estado y limpios.	X						

36	Los cartuchos para gases y vapores se almacenan en bolsa plástica cerrada herméticamente mientras no se utilizan.	X		Al no contar con cartuchos para gases y vapores no se puede realizar la verificación de su almacenamiento		Una vez se disponga de los cartuchos para gases y vapores necesarios, se recomienda realizar la verificación de su correcto almacenamiento	Analista Seguridad y Salud en el Trabajo
37	Durante el transvase se emplean recipientes compatibles con la sustancia a transvasar, en buen estado, sin golpes o fisuras y libres de residuos.	X		Al no contar con las fichas de seguridad, no se puede verificar si los recipientes son compatibles con la sustancia		Una vez se disponga de los cartuchos para gases y vapores necesarios, se recomienda realizar la verificación de su compatibilidad	Analista Seguridad y Salud en el Trabajo
38	Los envases se etiquetan una vez realizado el transvase.	X		Los envases no se encuentran etiquetados bajo el SGA.		Implementar un sistema de etiquetado SGA para productos químicos trasvasados e intermedios, garantizando que las etiquetas sean legibles y de tamaño apropiado.	Analista Seguridad y Salud en el Trabajo
39	No se emplean envases de alimentos para el transvase de sustancias químicas.	X					

40	Los transvases se realizan en lugares definidos, ventilados y con las condiciones técnicas necesarias.	X			No se cuenta con campanas de extracción	Adquirir e instalar campanas de extracción para garantizar la seguridad en el manejo de productos químicos.	Analista Seguridad y Salud en el Trabajo en el Jefe de infraestructura
41	El transvase se realiza mediante bombeo, o por gravedad con embudos y mangueras, evitando el vertido libre.	X					
42	Los remanentes químicos de descarte, envases contaminados y residuos de derrames son separados como residuos peligrosos.	X					
43	Se evidencia que el personal no come, bebe o fuma en los puestos de trabajo.	X					
44	Las fuentes de agua cercana destinadas para atención de primeros auxilios se encuentran señalizadas.	X					
45	Las áreas de circulación se encuentran libres de obstáculos en caso de que ocurra una situación de emergencia.	X					
Otras observaciones importantes:							

Apéndice B. Formato de Inventario

Debido a su extensión, se encuentra disponible en formato digital a través del siguiente enlace: [Formato](#)

[Inventario y Etiqueta.xlsx](#)

1

Apéndice C. *Fichas de Datos de Seguridad*

Debido a su extensión, se encuentra disponible en formato digital a través del siguiente enlace: [Fichas de Datos de Seguridad](#)

Debido a su extensión, se encuentra disponible en formato digital a través del siguiente enlace: [Matriz incompatibilidad APA CIENCIAS.xlsx](#)

Apéndice E. *Manual almacenamiento y etiquetado productos químicos*

Debido a su extensión, se encuentra disponible en formato digital a través del siguiente enlace: [MANUAL ALMACENAMIENTO Y ETIQUETADO - APA ENTREGABLE.pdf](#)