

Planeación e implementación del Sistema Globalmente Armonizado (SGA) en el laboratorio de
calidad de la empresa Alimento Balanceado para Animales (ABA)

Angie Yulieth Amado Suárez

Trabajo de Grado para Optar el Título de Químico

Director

Luz Yolanda Vargas Fiallo

Magister en Química

Codirector

Angela María Tarazona Malaver

Ingeniera Química

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ciencias

Escuela de Química

Bucaramanga

2022

Dedicatoria

*Esta tesis está dedicada,
principalmente a mi madre Ana Amado por su inmenso amor, por enseñarme el valor de la
disciplina y la perseverancia, por su apoyo incondicional y esfuerzo; todos mis logros te los
debo a ti madre.*

*A mi abuela Herminda Suárez por su dedicación en mi crianza, su amor desmedido y por tanta
alegría que me brinda todos los días.*

*A mi padre Oscar Quintero por instruirme en mis decisiones y siempre tener las palabras
adecuadas para aconsejarme.*

*A mis tías, tíos, primos y hermanas por el cariño inmenso, sus palabras de consuelo en
momentos tristes y por siempre estar para mí.*

*A mi novio Nicolás Chacón por enseñarme el significado del amor sincero, sano e incondicional,
por creer en mí y ser mi compañía durante toda esta etapa.*

*A mis amigos Mapis, Jesús, Leidy, Daniela, Luzelly, Paulin y Yuneidy por tantos momentos de
alegría y enseñanzas que nos dejó la vida universitaria.*

Angie Amado

Agradecimiento

Agradezco a mi alma mater la Universidad Industrial de Santander y la escuela de Química por siempre brindarme la mejor calidad en educación y permitirme desarrollarme profesionalmente de la mano del mejor profesorado.

Expreso mi enorme y sincero agradecimiento a la profesora Luz Yolanda Vargas quien me orientó desde mis primeros semestres, me inspiró con su exigencia y excelencia, y me brindó su apoyo para culminar esta etapa de mi vida.

A la ingeniera Angela Tarazona por brindarme la oportunidad de crecer profesionalmente en el ámbito laboral.

Contenido

	Pág.
Introducción.....	11
1. Objetivos.....	13
1.1 Objetivo General	13
1.2 Objetivos Específicos	13
2. Justificación	14
3. Estado del arte.....	15
4. Marco teórico	17
4.1 Sistema globalmente armonizado	17
4.2 Clasificación de peligros	18
4.3 Comunicación de peligros	26
4.5 Marco legal	28
5. Metodología	29
5.1 Actualización de inventario	30
5.2 Revisión y actualización de hojas de seguridad.....	30
5.3 Actualización etiquetado y rotulado de las sustancias químicas	30
5.4 Almacenamiento de reactivos químicos acorde a matriz de compatibilidad.....	31
5.5 Realización de análisis de riesgo por oficio (ARO).....	32
5.6 Disposición de desechos químicos.....	32
6. Resultados.....	33

6.1 Programa de gestión integral de riesgo químico	33
6.2 Actualización de inventario, FDS, matriz de inventario químico y Kardex.....	34
6.3 Actualización etiquetado y rotulado de las sustancias químicas	42
6.4 Almacenamiento de reactivos químicos	43
6.4.1 Sustancias comburentes	44
6.4.2 Sustancias corrosivas	46
6.4.3 Sustancias inflamables.....	49
6.4.4 Sustancias tóxicas.....	50
6.4.5 Sustancias peligrosas a la salud.....	52
6.4.6 Sustancias clasificadas como no peligrosas.....	53
6.5 Análisis de riesgo por oficio (ARO)	54
6.6 Gestión de residuos peligrosos.....	60
6.7 Formación al personal	62
7. Conclusiones	62
8. Recomendaciones.....	63
Referencias Bibliográficas.....	64
Apéndices	67

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Sistemas de clasificación y etiquetado	15
Tabla 2. Clasificación de peligros físicos según el SGA	19
Tabla 3. Clasificación de peligros a la salud según el SGA	22
Tabla 4. Clasificación de peligros al medio ambiente según el SGA.....	25
Tabla 5. Sección 1 matriz de inventario	34
Tabla 6. Sección 2 matriz de inventario químico (ejemplo con el ácido sulfúrico 95-97%)	35
Tabla 7. Sección 3 y 4 matriz de inventario químico (ejemplo para el cloroformo)	36
Tabla 8. Sección 5 y 6 matriz de inventario químico, ejemplo para la acetona y ácido nítrico	38
Tabla 9. Sección 7 matriz de inventario químico (ejemplo para el ácido sulfúrico)	39
Tabla 10. Kardex de reactivos químicos	39
Tabla 11. Kardex de reactivos químicos, especificaciones de almacenamiento	40
Tabla 12. ARO proteína total y soluble.....	55
Tabla 13. Clasificación de residuos peligrosos.....	60

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Matriz de almacenamiento mixto.....	32
Figura 2. Colores de refuerzo clasificación SGA	42
Figura 3. Etiqueta mezcla ácido acético: cloroformo 3:2.....	43
Figura 4. Matriz de compatibilidad laboratorio ABA.....	44
Figura 5. Matriz de compatibilidad líquidos corrosivos	46
Figura 6. Matriz de compatibilidad sólidos corrosivos	49
Figura 7. Matriz de compatibilidad líquidos inflamables	50
Figura 8. Matriz de compatibilidad sólidos tóxicos.....	51
Figura 9. Matriz de compatibilidad sólidos peligro a la salud.....	53
Figura 10. Etiqueta residuos peligrosos inflamables	61

Lista de Apéndices

	Pág.
Apéndice A. Lista de verificación de seguridad química en laboratorio ABA	67
Apéndice B. Clasificación transporte de mercancías peligrosas ONU	73
Apéndice C. Clasificación carcinogenicidad IARC y SGA	75
Apéndice D. Listado notaciones BEI para los TLVs	76

Resumen

Título: Planeación e implementación del sistema globalmente armonizado (SGA) en el laboratorio de calidad de empresa de alimento balanceado para animales (ABA)*

Autor: Angie Yulieth Amado Suárez**

Palabras Clave: Sistema globalmente armonizado, kardex, compatibilidad, análisis de riesgo por oficio, hojas de datos de seguridad.

Descripción:

La implementación del Sistema Globalmente Armonizado y Etiquetado de Productos Químicos (SGA) en el sector industrial entró en vigencia desde el 6 de agosto de 2018 con el Decreto 1496; la adaptación de los laboratorios es un requisito en materia de seguridad química y de salud a los trabajadores. En este trabajo se llevó a cabo la implementación del SGA en el laboratorio de calidad de la empresa ABA, la metodología usada se basó en la actualización del inventario químico, fichas de seguridad, control sobre las sustancias, almacenamiento según compatibilidades, análisis de riesgos en los procedimientos y etiquetado de residuos peligrosos. Finalmente, se adoptó el SGA y se capacitó el personal de trabajo familiarizándolo con los peligros y precauciones en el manejo, almacenamiento y disposición de residuos.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ciencias Escuela de Química Director Luz Yolanda Vargas Fiallo Magister en química Codirector Angela María Tarazona Malaver Ingeniera Química

Abstract

Title: Planning and implementation of the globally harmonized system (SGA) in the quality laboratory of a balanced animal feed company (ABA) *

Author: Angie Yulieth Amado Suarez**

Keywords: Globally Harmonized System, kardex, compatibility, risk analysis by trade, safety data sheets.

Description:

The implementation of the Globally Harmonized System and Labeling of Chemical Products (SGA) in the industrial sector came into effect on August 6, 2018 with Decree 1496; the adaptation of laboratories is a requirement in terms of chemical safety and health for workers. In this work, the implementation of the SGA was carried out in the quality laboratory of the ABA company, the methodology used was based on the updating of the chemical inventory, safety data sheets, control over substances, storage according to compatibility, risk analysis in procedures and management of hazardous waste. Finally, the SGA was adopted and the work personnel were trained, familiarizing them with the dangers and precautions in the handling, storage and disposal of waste.

* Project of grade

** Facultad de Ciencias Escuela de Química Director Luz Yolanda Vargas Fiallo Magister en química Codirector Angela María Tarazona Malaver Ingeniera Química

Introducción

Las sustancias químicas son utilizadas en diversas actividades que van desde la vida cotidiana del hombre hasta los procesos industriales; es decir, inciden directa o indirectamente en la vida y son esenciales para la alimentación, salud, higiene y estilo de vida. El uso de las sustancias químicas ha generado una necesidad mundial de disponer fácilmente de información sobre los peligros de las sustancias al ser humano y al ambiente durante su manipulación, producción, distribución, almacenamiento y eliminación en los diferentes sectores o grupos de personas que las manipulan, trabajadores, consumidores, distribuidores y el público.

Durante largos periodos de tiempo en los planos regional, nacional e internacional cada región tenía su sistema de clasificación y etiquetado; esta diferencia de leyes y normativas vigentes de cada sitio generó múltiples fichas de seguridad y etiquetas para un mismo producto provocando confusiones en la identificación de peligros en el comercio nacional e internacional. Debido a esto en 1992 la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) reconoció la adopción de un Sistema Globalmente Armonizado (SGA) que homologara la clasificación y etiquetado de los productos químicos garantizando condiciones de seguridad (Naciones Unidas, 2011).

En Colombia el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en el año 2017 impulsó la implementación del SGA en el territorio nacional; para el 2018 entra en vigencia el Decreto 1496 del 6 de agosto de 2018 en el que se “adopta el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos y se dictan otras disposiciones en materia de seguridad química” (Decreto 1496 de 2018, 2018). El decreto establece que el SGA se debe aplicar

principalmente a tres sectores; agricultura, transporte e industria debido a su manejo frecuente y mayor exposición a sustancias químicas.

Debido a lo anterior, la empresa productora de alimentos balanceados para animales (ABA) dedicada al desarrollo del campo, cuenta con un laboratorio de calidad para la verificación del estado de la materia prima que ingresa a la compañía y la calidad del producto terminado que se vende al consumidor a través de procedimientos químicos (determinación de proteína, grasa, fibra, calcio, fósforo, descomposición, entre otros...). Estas actividades realizadas en el laboratorio involucran el uso de sustancias químicas por lo tanto la empresa tiene la responsabilidad de cumplir con las disposiciones del SGA en el almacenamiento, identificación y etiquetado de sustancias químicas, y disposición de los residuos, con el fin de contribuir al bienestar y calidad de vida de los empleados y la protección del medio ambiente.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Implementar el Sistema Globalmente Armonizado (SGA), en cumplimiento al Decreto 1496 de agosto del 2018, en el etiquetado, clasificación y almacenamiento de las sustancias químicas utilizadas por el laboratorio de Calidad de la empresa productora de Alimentos Balanceados para Animales ubicada en la ciudad de Bucaramanga.

1.2 Objetivos Específicos

Actualizar el inventario de sustancias químicas que utiliza el laboratorio de calidad en la planta ABA haciendo uso de un KARDEX.

Clasificar, etiquetar, rotular y actualizar las fichas de seguridad de las sustancias químicas utilizadas en planta de Alimentos Balanceados para animales de acuerdo al SGA.

Realizar matriz de compatibilidad para el almacenamiento de las sustancias químicas utilizadas en planta ABA.

Controlar los peligros físicos, para la salud y para el ambiente ocasionados por los productos químicos empleados en el Laboratorio de Control Calidad de la planta ABA.

Actualizar ARO's (Análisis de Riesgos por Oficio) de las actividades realizadas en el laboratorio

Capacitar al personal del laboratorio acerca de las buenas prácticas de laboratorio en cuanto al manejo adecuado de las sustancias químicas.

2. Justificación

En planta ABA las sustancias químicas son usadas diariamente en el laboratorio de calidad, donde se puede encontrar sustancias que no representan un peligro como el óxido de magnesio hasta sustancias que provocan daños físicos y a la salud graves para el trabajador como el ácido sulfúrico, ácido nítrico, ácido acético glacial, etc. Estas sustancias son sometidas a diferentes procedimientos químicos; calentamiento, digestión, destilación y titulación, aumentando así el riesgo de contacto e inhalación de las sustancias químicas, así como impactos al medio ambiente. Por estos motivos, es necesario aprender a usar, almacenar y disponer las sustancias químicas para disminuir el riesgo y garantizar el bienestar del trabajador.


El laboratorio de calidad de la planta ABA está en proceso de implementación del Sistema Globalmente Armonizado, el cual busca lograr la intervención efectiva del riesgo químico, hacía la disminución del impacto negativo sobre el medio ambiente y el bienestar del personal que manipula dichas sustancias. La implementación del SGA busca cumplir con las responsabilidades que exige el Decreto 1496 de 2018; como consumidor de productos químicos se debe exigir a los fabricantes e importadores el suministro de productos químicos clasificados y etiquetados de acuerdo con el SGA. Además, como empleador debe cumplir con la identificación de productos químicos, evaluación de la exposición, controles operativos y capacitación a los trabajadores.



3. Estado del arte

La clasificación de productos químicos consiste en analizar los datos relacionados con el peligro; qué tipo de peligro, su naturaleza y grado de peligrosidad. Cuando se trata con sustancias químicas la identificación de la clase de peligro es fundamental; una clasificación adecuada en función de su reactividad es esencial para lograr el objetivo de una manipulación, procesamiento, almacenamiento, transporte o comercialización seguros (Sun et al., 2020). La clasificación de los productos químicos se ha estudiado mundialmente durante bastante tiempo; las diferentes interpretaciones de la reactividad química llevaron a que a finales del siglo XX existiera una gran variedad en la clasificación, es decir, cada país se acogía a un sistema de clasificación y etiquetado por lo cual se podían identificar diferentes sistemas como los mencionados en la tabla 1.

Tabla 1.

Sistemas de clasificación y etiquetado

Sistema de clasificación	Etiquetado	Descripción	Referencia
NFPA 704		Sistema estándar para la identificación de los peligros de los materiales para la respuesta a emergencias, simplifica la determinación del grado de peligros para la salud, la inflamabilidad y la inestabilidad de los productos químicos; además, proporciona el reconocimiento de la reactividad del agua y los oxidantes.	(National Fire Protection Association & Chemicals, 2012)

Sistema de clasificación	Etiquetado	Descripción	Referencia
Clasificación de las Naciones Unidas		<p>El Libro Naranja de las Naciones Unidas divide las sustancias químicas en nueve clases que se subdividen para profundizar su peligrosidad haciendo uso de un pictograma y un color de fondo que identifica la clase de riesgo.</p> <p>Clase 1 explosivos, clase 2 gases, clase 3 líquidos inflamables, clase 4 sólidos inflamables, clase 5 sustancias comburentes y peróxidos orgánicos, clase 6 sustancias tóxicas e infecciosas, clase 7 material radiactivo, clase 9 sustancias y objetos peligrosos varios.</p>	(Unidas, 2011)
HMIS II o III		<p>El HMIS (Hazardous Materials Identification System) emplea un sistema de franjas por colores; rojo para inflamabilidad, naranja peligro físico, azul peligro a la salud y blanco para equipo de protección. Además, utiliza números para indicar el grado de peligro siendo 0 peligro mínimo y 4 peligro grave.</p>	(Suratep S.A., 2008)

Si bien los sistemas de clasificación y etiquetado vigentes en muchos países son similares, son lo suficientemente diferentes para requerir múltiples etiquetas y fichas de seguridad para un mismo producto a escala nacional e internacional. Estas diferencias significativas se deben a que los países tienen requisitos diferentes en cuanto a las definiciones de los peligros y a la información que debe incluirse en las etiquetas. Por ejemplo, un producto puede considerarse altamente tóxico en un país y en otro considerarse nocivo. Estas diferencias generan afectaciones en el ámbito de la salud y protección debido a que los usuarios de las sustancias químicas pueden observar diferentes advertencias en las etiquetas y fichas de seguridad para un mismo producto generando así una

identificación poco asertiva del peligro. Además, a nivel del comercio nacional e internacional resulta tedioso, costoso y requiere de bastante tiempo cumplir con los múltiples reglamentos exigidos por cada región u país (Organización de las Naciones Unidas, 2017).

Debido a estas dificultades la Conferencia de Naciones Unidas sobre el medio ambiente y desarrollo (CNUMAD) que se celebró en 1992 reconoció la necesidad de la armonización de la clasificación y el etiquetado de los productos químicos para garantizar el uso y comercio de producto químicos con seguridad dando así origen al Sistema Globalmente Armonizado (SGA). El mandato internacional aprobado en el capítulo 19 del Programa 21 establece que “para el año 2000 debería disponerse, dentro de lo posible, de un sistema de clasificación y etiquetado armonizado mundialmente, que contenga fichas de datos sobre la seguridad de distintos productos químicos y símbolos de fácil comprensión” (Al., 2002).

4. Marco teórico

4.1 Sistema globalmente armonizado

El sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos (SGA) es un sistema lógico e integral que tiene como objetivos normalizar la clasificación de los productos químicos; definir los peligros físicos, a la salud, y al medio ambiente de las sustancias químicas, y transmitir información sobre los peligros, hojas de seguridad, medidas de protección y etiquetas. El SGA no constituye una norma; es un sistema internacional de carácter voluntario

que proporciona a los países elementos básicos para la comunicación y clasificación de peligros garantizando el uso de los productos químicos durante todo el ciclo de vida los mismos, es decir, el SGA puede utilizarse como herramienta para elaborar u modificar reglamentos nacionales.



La implementación del SGA mejora la protección de la salud humana y al medio ambiente, proporciona una referencia confiable para los países que carecen de sistemas de clasificación, facilita el comercio internacional y reduce la necesidad de efectuar ensayos para múltiples sistemas de clasificación. Asimismo, en el ámbito laboral proporciona ventajas en las empresas; mejora la protección de los trabajadores, proporciona un entorno laboral y de transporte más seguro, disminuye costos como resultado de la disminución en el número de accidentes, incidentes y enfermedades ocasionados por las sustancias químicas, y aumenta la eficiencia de las labores desempeñadas (Naciones Unidas, 2011).




4.2 Clasificación de peligros

La clasificación es la base fundamental para desarrollar una comunicación y comprensión asertiva de los peligros; de acuerdo con el SGA la clasificación se lleva cabo en sustancias, mezclas y disoluciones, indicando propiedades intrínsecas, consideraciones de peligrosidad de las sustancias y diferenciándolas a su vez de las otras. El SGA clasifica los productos químicos en clases de peligros de acuerdo con la naturaleza de los peligros: físicos, para la salud y para el ambiente; y en categorías de peligros que delimitan con mayor precisión el grado o gravedad del mismo. El SGA comunica los peligros a través de nueve pictogramas, palabras de advertencia e indicaciones de peligro como se muestra a continuación en las tablas 2, 3 y 4.

Tabla 2.

Clasificación de peligros físicos según el SGA

Peligros Físicos			
Subclase	Pictograma	Categorías o división Indicación de peligro	Palabra de advertencia
Explosivos Sustancia sólida o líquida que de manera espontánea, por reacción química, puede desprender gases a una temperatura, presión y velocidad tales que pueden ocasionar daños a su entorno.		1.1 Explosivo; peligro de explosión en masa.	Peligro
		1.2 Explosivo, peligro de proyección.	Peligro
		1.3 Explosivo; peligro de incendio, de onda expansiva o de proyección	Peligro
		1.4 Peligro de incendio o de proyección	Atención
		1.5 Peligro de explosión en masa en caso de incendio	Peligro
		1.6 Sin indicación de peligro	Sin palabra de advertencia
Gases inflamables Un gas inflamable es un gas que se inflama con el aire a 20 °C y a una presión de 101,3 kPa.		1 Gas extremadamente inflamable	Peligro
		2 Gas inflamable	Atención
		Gas pirofórico Puede inflamarse espontáneamente en contacto con el aire	Peligro
		Gas químicamente inestable	A Puede explotar incluso en ausencia de aire Sin palabra de advertencia B Puede explotar incluso en ausencia de aire, a presión y/o temperatura elevadas Sin palabra de advertencia
Aerosoles		1 Aerosol extremadamente inflamable. Contiene gas a presión: puede reventar si se calienta	Peligro
		2 Aerosol inflamable. Contiene gas a presión: puede reventar si se calienta	Atención
		3 Contiene el gas a presión: puede reventar si se calienta	Atención

Peligros Físicos			
Subclase	Pictograma	Categorías o división Indicación de peligro	Palabra de advertencia
Líquidos inflamables Líquido con un punto de inflamación no superior a 93 °C		1 Líquido y vapores extremadamente inflamables	Peligro
		2 Líquido y vapores muy inflamables	Peligro
		3 Líquido y vapores inflamables	Atención
		4 Líquido combustible	Atención
Sólidos inflamables Se inflama con facilidad o puede provocar o activar incendios por frotamiento		1 Sólido inflamable	Peligro
		2 Sólido inflamable	Atención
Líquidos pirofóricos		1 Se inflama espontáneamente en contacto con el aire	Peligro
Sólidos pirofóricos		1 Se inflama espontáneamente en contacto con el aire	Peligro
Sustancias y mezclas que experimentan calentamiento espontáneo		1 Se calienta espontáneamente; puede inflamarse	Peligro
		2 Se calienta espontáneamente en grandes cantidades; puede inflamarse	Atención
Sustancias y mezclas que en contacto con el agua desprenden gases inflamables		1 En contacto con el agua desprende gases inflamables que pueden inflamarse espontáneamente	Peligro
		2 En contacto con el agua desprende gases inflamables	Peligro
		3 En contacto con el agua desprende gases inflamables	Atención
Sustancias y mezclas que reaccionan espontáneamente (Autorreactivas)	 	A Puede explotar al calentarse	Peligro
		B Puede incendiarse o explotar al calentarse	Peligro
		C y D Puede incendiarse al calentarse	Peligro
		E y F Puede incendiarse al calentarse	Atención
		G Esta categoría de peligro no tiene elementos de etiqueta asignados	
Peróxidos Orgánicos		A Puede explotar al calentarse	Peligro
		B Puede explotar al calentarse	Peligro

















Peligros Físicos			
Subclase	Pictograma	Categorías o división Indicación de peligro	Palabra de advertencia
Sustancias o mezclas térmicamente inestables, que pueden sufrir una descomposición exotérmica autoacelerada		C y D Puede incendiarse al calentarse	Peligro
		E y F Puede incendiarse al calentarse	Atención
		G Esta categoría de peligro no tiene elementos de etiqueta asignados	
Líquidos Comburentes Líquido que desprende oxígeno y puede provocar la combustión de otras sustancias.		1 Puede provocar un incendio o una explosión; muy comburente	Peligro
		2 Puede agravar un incendio; comburente	Peligro
		3 Puede agravar un incendio; comburente	Atención
Sólidos comburentes Sólido que desprende oxígeno y puede provocar la combustión de otras sustancias.		1 Puede provocar un incendio o una explosión; muy comburente	Peligro
		2 Puede agravar un incendio; comburente	Peligro
		3 Puede agravar un incendio; comburente	Atención
Gases a Presión Se encuentran en un recipiente a una presión (manométrica) superior o igual a 200 kPa a 20 °C o como gases licuados o licuados refrigerados		Gas comprimido Contiene gas a presión; puede explotar si se calienta	Atención
		Gas licuado Contiene gas a presión; puede explotar si se calienta	Atención
		Gas licuado refrigerado Contiene gas refrigerado; puede provocar quemaduras o lesiones criogénicas	Atención
		Gas disuelto Contiene gas a presión; puede explotar si se calienta	Atención
Sustancias y mezclas corrosivas para los metales		1 Puede ser corrosiva para los metales	Atención

Tabla 3.

Clasificación de peligros a la salud según el SGA

Subclase	Pictograma	Peligros a la salud	
		Categorías o división	Palabra de advertencia
		Indicación de peligro	
Toxicidad Aguda		1 Oral: Mortal en caso de ingestión	Peligro
		Cutánea: Mortal en caso de contacto con la piel	
		Inhalación: Mortal si se inhala	
		2 Oral: Mortal en caso de ingestión	Peligro
		Cutánea: Mortal en caso de contacto con la piel	
		Inhalación: Mortal si se inhala	
	3 Oral: Tóxico en caso de ingestión	Peligro	
	Cutánea: Tóxico en caso de contacto con la piel		
	Inhalación: Tóxico si se inhala		
	4 Oral: Nocivo en caso de ingestión	Atención	
	Cutánea: Nocivo en caso de contacto con la piel		
	Inhalación: Nocivo si se inhala		
	5 Oral: Puede ser nocivo en caso de ingestión	Atención	
	Cutánea: Puede ser nocivo en caso de contacto con la piel		
	Inhalación: Puede ser nocivo si se inhala		
Corrosión / Irritación Cutáneas		1 Provoca 1A respuestas graves corrosivas tras una quemaduras en exposición < 3 min	Peligro
		la piel y 1B respuestas lesiones corrosivas entre >3 min oculares y < 1 hora	
		1C respuestas corrosivas entre >1 y < 4 horas	
		2 Provoca irritación cutánea	Atención
3 Provoca una leve irritación cutánea		Atención	

Peligros a la salud			
Subclase	Pictograma	Categorías o división Indicación de peligro	Palabra de advertencia
Lesiones Oculares Graves/ Irritación Ocular		1 Provoca lesiones oculares graves Provoca lesiones de grado 4 en la córnea hasta destrucción de la misma opacidad de la córnea ≥ 3 y iritis $> 1,5$	Peligro
		2A Provoca irritación ocular grave Irritante ocular con efectos reversibles en un periodo de 21 días; opacidad de la córnea ≥ 1 ; irritación del iris (iritis) ≥ 1 ; enrojecimiento de la conjuntiva ≥ 2	Atención
		2B Provoca irritación ocular Irritante ocular con efectos reversibles en un periodo de 7 días	Atención
Sensibilización Respiratoria o Cutánea Un sensibilizante respiratorio genera hipersensibilidad en las vías respiratorias. Un sensibilizante cutáneo provoca alérgica en la piel		Sensibilización respiratoria Categoría 1 y sub-categorías 1A y 1B Puede provocar síntomas de alergia o asma o dificultades respiratorias si se inhala	Peligro
		Sensibilización cutánea Categoría 1 y sub-categorías 1A y 1B Puede provocar una reacción cutánea alérgica	Atención
Mutagenicidad en Células Germinales Químicos capaces de inducir mutaciones en las células germinales humanas transmisibles a los descendientes		Categoría 1 (1A, 1B) Puede provocar defectos genéticos (indíquese la vía de exposición si se ha demostrado concluyentemente que ninguna otra vía es peligrosa)	Peligro
		2 Susceptible de provocar defectos genéticos (indíquese la vía de exposición si se ha demostrado concluyentemente que ninguna otra vía es peligrosa)	Atención

Peligros a la salud			
Subclase	Pictograma	Categorías o división Indicación de peligro	Palabra de advertencia
Carcinogenicidad Inducen cáncer o aumentan su incidencia		Categoría 1 (1A, 1B) Puede provocar cáncer (indíquese la vía de exposición si se ha demostrado concluyentemente que ninguna otra vía es peligrosa)	Peligro
		2 Susceptible de provocar cáncer (indíquese la vía de exposición si se ha demostrado concluyentemente que ninguna otra vía es peligrosa)	Atención
Toxicidad para la Reproducción Efectos adversos sobre la función sexual y la fertilidad de hombres y mujeres		1 (1A, 1B) Puede perjudicar la fertilidad o dañar al feto (indíquese el efecto específico y vía de exposición si se conoce)	Peligro
		2 Susceptible de perjudicar la fertilidad o dañar al feto (indíquese el efecto específico y vía de exposición si se conoce)	Atención
		Categoría adicional para los efectos sobre o a través de la lactancia Puede ser nocivo para los lactantes	Sin palabra de advertencia
Toxicidad específica de órganos diana (exposición única)		1 Provoca daños en los órganos (o indíquense todos los órganos afectados si se conocen)	Peligro
		2 Puede provocar daños en los órganos (o indíquense todos los órganos afectados si se conocen)	Atención
		3 Puede irritar las vías respiratorias o Puede provocar somnolencia o vértigo	Atención
Toxicidad específica de órganos diana (exposiciones repetidas)		1 Provoca daños en los órganos (indíquense todos los órganos afectados si se conocen) tras exposiciones prolongadas o repetidas	Peligro
		2 Puede provocar daños en los órganos (indíquense todos los órganos afectados si se conocen) tras exposiciones prolongadas o repetidas	Peligro





Peligros a la salud			
Subclase	Pictograma	Categorías o división Indicación de peligro	Palabra de advertencia
Peligro por aspiración		1 Puede ser mortal en caso de ingestión y de penetración en las vías respiratorias	Peligro
		2 Puede ser nocivo en caso de ingestión y de penetración en las vías respiratorias	Atención

Tabla 4.

Clasificación de peligros al medio ambiente según el SGA

Peligros al medio ambiente			
Subclase	Pictograma	Categorías o división Indicación de peligro	Palabra de advertencia
Peligros a corto plazo (agudo) para el medio ambiente acuático		1 Muy tóxico para los organismos acuáticos	Atención
		2 Tóxico para los organismos acuáticos	Sin palabra de advertencia
		3 Nocivo para los organismos acuáticos	Sin palabra de advertencia
Peligro a largo plazo (crónico) para el medio ambiente acuático		1 Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos	Atención
		2 Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos	Sin palabra de advertencia
		3 Nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos	Sin palabra de advertencia
		4 Puede ser nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos	Sin palabra de advertencia

Peligros al medio ambiente			
Subclase	Pictograma	Categorías o división Indicación de peligro	Palabra de advertencia
Peligros para la Capa de Ozono		1 Causa daños a la salud pública y el medio ambiente al destruir el ozono en la atmósfera superior	Atención

4.3 Comunicación de peligros

El SGA establece la clasificación de los productos químicos y a su vez proporciona un sistema armonizado y comprensible de comunicación de estos peligros haciendo uso de etiquetas y fichas de datos de seguridad (FDS).

La etiqueta es un elemento gráfico que se encuentra en el envase de un producto químico; esta debe transmitir los peligros a través de elementos visuales rápidos para alertar al usuario, además, de instrucciones acerca del manejo de la sustancia. Si bien las etiquetas brindan información importante para cualquiera que manipule, use, almacene y transporte productos químicos peligrosos, están limitadas por su diseño en cuanto a la cantidad de información que pueden brindar (Occupational Safety and Health Administration, 2017).

Dentro de este orden de ideas, el recurso de comunicación de peligros del SGA más completo son las hojas de datos de seguridad (SDS) ya que brinda información detallada sobre las sustancias químicas. Las SDS son utilizadas por los empleadores, trabajadores, transportadores de mercancías peligrosas, personal de servicios de emergencia y consumidores como fuentes de consulta sobre las medidas de seguridad y prevención en su manipulación, transporte, almacenamiento, disposición y medidas a tomar en caso de emergencia. La SDS debe ser elaborada por el fabricante y suministrada por los distribuidores, garantizando que la información sea

verídica y contenga una descripción clara de los datos (Organización de las Naciones Unidas, 2017). A continuación, se mencionan 16 epígrafes los las hojas de datos de seguridad:

1. Identificación del producto
2. Identificación de peligros
3. Composición o información sobre los componentes
4. Primeros Auxilios
5. Medidas de lucha contra incendios
6. Medidas en caso de vertido accidental
7. Manipulación y almacenamiento
8. Controles de exposición / Protección Personal
9. Propiedades físicas y químicas
10. Estabilidad y reactividad
11. Información toxicológica
12. Información ecológica
13. Condiciones para disposición o eliminación
14. Información relativa al transporte
15. Información reglamentaria
16. Otra información

4.4 Almacenamiento de reactivos químicos

El almacenamiento de reactivos químicos es uno de los problemas más frecuentes a el que se enfrentan las empresas, debido a que el almacenamiento suele ser complejo debido a la gran

variedad de sustancias químicas y sus compatibilidades. Un almacenamiento seguro implica varios aspectos, en primer lugar, el uso de etiquetas legibles, actualizadas y con las indicaciones de peligro en los envases de las sustancias químicas, así mismo estos envases deben estar en buen estado, los reactivos envasados en plástico deben trasvasarse cada cinco años y los frascos de vidrio deben ser protegidos de rupturas. En segundo lugar, el lugar de almacenamiento debe ser de acceso restringido, con aireación, luz natural y debe tener paredes secas, además, en éstas áreas es indispensable la señalización, los elementos de protección, estructuras incombustibles, elementos para la extinción de incendios, sistema de alarmas, kit de absorbentes, ducha lavaojos, entre otros (Martinez, 2011). Por último, para un almacenamiento seguro es necesario realizar un inventario, separar los sólidos de los líquidos, agrupar los productos químicos según la clase de riesgo que tengan y la matriz de incompatibilidades, e identificar condiciones de almacenamiento especiales para radioactivos, explosivos, gases comprimidos y muy reactivos.

4.5 Marco legal

El siguiente proyecto de grado tendrá en cuenta las siguientes disposiciones legales:

Ley 9 de 1979: Por la cual se dictan medidas sanitarias, art. 122. “Todos los empleadores están obligados a proporcionar a cada trabajador, sin costo para éste, elementos de protección personal en cantidad y calidad acordes con los riesgos reales o potenciales existentes en los lugares de trabajo” (Ley 9, 1979).

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 77 Reunión de la Conferencia General de la OIT, Ginebra, 1990 (Ley 55, 1993).

Decreto 4741 de 2005: Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral (Decreto 4741, 2005).

Decreto 1477 de 2014: por la cual se expide la tabla de enfermedades laborales que permitirá identificar los agentes de riesgo, para facilitar la prevención de enfermedades en las actividades laborales, y muestra los grupos de enfermedades, para determinar el diagnóstico médico en los trabajadores afectados (Decreto 1477, 2014).

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 (Decreto 1496, 2018).

Resolución 0312 de 2019 art. 33: Las empresas fabricantes, importadoras, distribuidoras, comercializadoras y usuarios de productos químicos peligrosos, deberán tener un programa de trabajo para la prevención de accidentes en industrias mayores, con la respectiva clasificación y etiquetado de acuerdo con el SGA (Resolucion 0312, 2019)

5. Metodología

La implementación del sistema globalmente armonizado en el laboratorio de calidad de la planta ABA se desarrolló basado en un proceso lógico metodológico desde la identificación de las falencias, la recolección de información de las sustancias químicas, la elaboración de los instrumentos que puedan incidir de manera positiva como una fuente para mejorar la comunicación

de peligros y la elaboración de documentos digitales que permitan llevar un control de las sustancias químicas.

5.1 Actualización de inventario

Se realizó el inventario de sustancias químicas disponibles actualmente en el laboratorio de calidad; se recolectó la siguiente información, tipo y números de existencias, ubicación de insumos, fechas de vencimiento y frecuencia de rotación. Con esta revisión se logró reconocer las sustancias utilizadas con más frecuencia, se eliminaron los productos químicos vencidos, se identificaron los productos mal almacenados por condiciones de incompatibilidad.

Con la recopilación de datos mencionada se creó una matriz de sustancias químicas y un Kardex, documento de registro de entrada y salidas de reactivos que se tienen en el laboratorio.

5.2 Revisión y actualización de hojas de seguridad

Se revisaron las hojas de seguridad de los productos químicos disponibles en el laboratorio de calidad, las FDS de sustancias que no se encuentren actualizadas bajo el SGA y que no estén disponibles se buscaron digitalmente en la página web oficial de Merck y se actualizaron en la carpeta digital y física disponible para los empleados del laboratorio.

5.3 Actualización etiquetado y rotulado de las sustancias químicas

Se diseñó un modelo de etiqueta para las mezclas y diluciones de sustancias químicas que son realizadas por el laboratorista del laboratorio de calidad siguiendo las indicaciones del sistema globalmente armonizado para una comunicación correcta de los peligros; también se añadió información sobre la fecha de realización de la mezcla, la fecha de vencimiento si aplica y el nombre del responsable. A continuación, se imprimieron las nuevas etiquetas y se rotularon los productos químicos.

5.4 Almacenamiento de reactivos químicos acorde a matriz de compatibilidad

Primeramente, se clasificaron las sustancias químicas de acuerdo a la clase de peligro que le corresponde según el sistema globalmente armonizado. En segundo lugar, los productos se separaron por su estado físico, sólidos o líquidos; a continuación, se identificaron las sustancias con bajo riesgo químico que pueden ser utilizados como barreras para separar sustancias incompatibles entre sí. En tercer lugar, se agruparon las sustancias químicas que tengan la misma clase de riesgo y se aplicó la matriz de compatibilidad de almacenamiento que se muestra en la figura 1.

Se mejoraron las condiciones de almacenamiento de los residuos químicos con el fin de reducir los riesgos de exposición a los trabajadores en el laboratorio, se diseñaron etiquetas y se rotularon los residuos peligrosos.

6. Resultados

6.1 Programa de gestión integral de riesgo químico

El desarrollo de este trabajo de grado comenzó realizando una evaluación de seguridad química en el laboratorio de calidad ABA de acuerdo al decreto 1496 de 2018, en donde se tuvieron en cuenta los aspectos de almacenamiento seguro, medidas sanitarias, residuos peligrosos, clasificación y etiquetado de acuerdo al SGA. Esta permitió identificar los puntos críticos en cuestión de seguridad química y reconocer las acciones de mejora necesarias para cumplir con el decreto; clasificar, etiquetar y rotular todas las sustancias químicas en el laboratorio, identificar riesgos en las áreas de almacenamiento de químicos, actualizar hojas de seguridad de sustancias químicas, almacenar sustancias químicas según matriz de compatibilidad, falta de sistemas de contención de derrames, mejorar la infraestructura del laboratorio y disponer los desechos químicos adecuadamente. La evaluación se puede observar en el apéndice A en donde se encuentran los ítems en cuestión, el hallazgo, registro fotográfico y la mejora realizada después de la implementación del SGA.

6.2 Actualización de inventario, FDS, matriz de inventario químico y Kardex

En primer lugar, se realizó el inventario de las sustancias químicas disponibles actualmente en el laboratorio de calidad; este cuenta con 89 reactivos grado analítico, 30 en estado líquido y 52 en estado sólido, y 47 mezclas y diluciones elaboradas en el laboratorio ABA. En segunda instancia, se actualizaron las FDS digitalmente en la carpeta compartida de la empresa ABA a nivel nacional y físicamente se creó una carpeta de acceso fácil, identificada por tipos de riesgo y organizada por orden alfabético dentro de cada clasificación.

A partir del inventario y la actualización de FDS se creó la matriz de inventario de productos químicos del laboratorio ABA; la matriz se compone de 7 secciones que permiten identificar y clasificar según el riesgo. La primera sección es la identificación del producto, tabla 5, en donde se especifica el nombre del producto, concentración, número CAS, compuestos químicos que lo componen y fecha de la última actualización de su FDS.

Tabla 5.

Sección 1 matriz de inventario

Identificación del producto						
Ficha de Datos de Seguridad (FDS)						
Número producto químico	Disponibilidad	Actualizada SGA	Fecha de elaboración /revisión de la FDS	Nombre del producto químico	Compuesto(s) químico(s)	Número CAS
1	SI	SI	24/09/2021	Ácido sulfúrico 95-97%	Ácido Sulfúrico	7664-93-9

Identificación del producto						
Ficha de Datos de Seguridad (FDS)						
Número producto químico	Disponibilidad	Actualizada SGA	Fecha de elaboración /revisión de la FDS	Nombre del producto químico	Compuesto(s) químico(s)	Número CAS
2	SI	SI	5/07/2022	Hidróxido de sodio en lentejas	Hidróxido de sodio	1310-73-2
50	SI	SI	31/12/2021	Reactivo de Wijs	Ácido acético / Yodo	64-19-7

La segunda sección es la clasificación del reactivo según el SGA, tabla 6; se hizo uso de la sección 2 de la FDS de cada reactivo en donde se especifican las frases H, frases P, palabras de advertencia, pictograma de peligro y clases de peligro; esta información facilita la identificación rápida de los peligros intrínsecos de cada sustancia y la posterior creación de etiquetas.

Tabla 6.

Sección 2 matriz de inventario químico (ejemplo con el ácido sulfúrico 95-97%)

INFORMACIÓN SGA					
Sistema Globalmente Armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos					
INFORMACIÓN ETIQUETA SGA					
Indicación de Peligro Frase H o frase R	Descripción Indicación de Peligro (Frase H)	Pictograma de peligro SGA	Palabra de advertencia	Consejos de prudencia (Frases P)	Clase de Peligro SGA
H290	Puede ser corrosiva para los metales	GHS05			Sustancias y mezclas corrosivas para los metales categoría 1
H314	Provoca quemaduras graves en la	GHS05	Peligro	P234 + P280 + P301 + P330 + P331	Corrosión/irritación cutáneas categoría 1A, 1B ó 1C

INFORMACIÓN SGA					
Sistema Globalmente Armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos					
INFORMACIÓN ETIQUETA SGA					
Indicación de Peligro Frase H o frase R	Descripción Indicación de Peligro (Frase H)	Pictograma de peligro SGA	Palabra de advertencia	Consejos de prudencia (Frases P)	Clase de Peligro SGA
H318	piel y lesiones oculares. Provoca lesiones oculares graves.	GHS05		+ P303 + P361 + P353 + P304 + P340 + P310 + P305 + P351 + P338	Lesiones oculares graves/irritación ocular categoría 1

La sección 3 especifica la clasificación sugerida por la Organización de las Naciones Unidas ONU para el transporte de mercancías peligrosas, apéndice B; en la tabla 7 se muestra el ejemplo para el cloroformo clasificado dentro de la clase 6 división 6.1 como sustancia que puede causar la muerte o pueden producir efectos perjudiciales para la salud del ser humano si se ingiere, inhala o entra en contacto con la piel. La sección 4 es la clasificación de la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer IARC, apéndice C; siguiendo con el ejemplo, el cloroformo se clasifica dentro de la categoría 2B sustancias que se suponen que son carcinógenas para el hombre en base a la existencia de datos en estudios con animales.

Tabla 7.

Sección 3 y 4 matriz de inventario químico (ejemplo para el cloroformo)

Transporte / almacenamiento Transporte de mercancías peligrosas	Clasificación cancerígena Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer IARC. USA
--	--

Pictograma Naciones Unidas	Descripción sustancia química según IARC	Categoría carcinógena IARC	Cáncer asociado - tipo histológico	Sitio Anatómico
CLASE 6 división 6.1	Chloroform	2B	0	0

La sección 5 establece los valores umbral límite de exposición TLVs de cada sustancia, la sección se dividió en cinco columnas; TWA que es el valor umbral límite promedio ponderado en el tiempo para una jornada normal de trabajo de 8 horas días y 40 horas por semana; STEL valor umbral límite de exposición de corta duración para una exposición promedio ponderada en el tiempo de 15 minutos del TWA; Ceiling que es el valor umbral límite techo u concentración que no debe ser excedida en ningún momento durante la exposición laboral; notación BEI que son los indicadores biológicos de exposición, en el apéndice D se muestra el listado; y por último las bases TVLs que es la alteración o efecto a la salud en la que se basa el estudio de los valores límites de exposición. Como se muestra en los ejemplos de la tabla 8, el ácido nítrico es un producto que no permite una alta exposición 1 ppm TWA a comparación con la acetona que tiene un valor de 500 ppm TWA; la acetona pertenece al grupo A4 que es no clasificado como cancerígeno para humanos, y las bases de los TLVs de estas dos sustancias se basan en la irritación del tracto respiratorio superior (TRS) y ojos, afecta el sistema nervioso central (SNC) y cardiovascular para la acetona; y para el ácido nítrico en la irritación TRS y ojos, erosión dental.

La sección 6 nombrada estupefacientes especifica si el reactivo químico es una sustancia controlada por el Ministerio de Justicia y Derecho de Colombia; estas sustancias se conocen como precursores químicos esenciales en las etapas iniciales del narcotráfico ya que son utilizadas en la obtención de drogas. El laboratorio de calidad ABA hace uso de seis sustancias químicas controladas de las 33 establecidas en la Resolución 0001 de 2015 del Consejo Nacional de Estupefacientes (Ministerio de Justicia y del Derecho (MinJusticia), 2015); como el ácido

sulfúrico, ácido clorhídrico, acetona, cloroformo, disolvente No 1 (bencina), hidróxido de sodio y metanol. La empresa ABA cuenta con el permiso de compra y consumo de las sustancias mencionadas, el control sobre las sustancias se lleva por medio del Sistema de Información para el Control de Sustancias y Productos Químicos SICOQ.

Tabla 8.

Sección 5 y 6 matriz de inventario químico, ejemplo para la acetona y ácido nítrico

Nombre de la sustancia química	VALORES UMBRAL LÍMITE DE EXPOSICIÓN tlvS Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales ACGIH. USA				Notación /BEI	Bases TLVs	ESTUPEFACIENTES Ministerio de Justicia. Colombia Sustancia controlada
	TWA [ppm ó mg/m ³]	STEL [ppm ó mg/m ³]	Ceiling [ppm ó mg/m ³]				
Acetona	250 ppm	500 ppm	0	A4	Irritación TRS y ojos, afecta SNC y cardiovascular	Acetona Aplica	
Ácido nítrico 65%	2ppm	4ppm	0	0	Irritación TRS y ojos, erosión dental	No aplica	

La sección 7 recopila los elementos de protección personal que brinda información adicional sobre cómo protegerse o como manipular un producto químico de forma que proteja su salud. Además, especifica el proceso, análisis, personal expuesto y área de almacenamiento del reactivo en cuestión, tabla 9.

Tabla 9.*Sección 7 matriz de inventario químico (ejemplo para el ácido sulfúrico)*

INFORMACIÓN ADICIONAL						
EPP Recomendado						
Respiratorio	Ocular	Manos / Corporal	Proceso	Área almacenamiento	Uso destinado	Personal expuesto (manipuladores)
Filtro tipo ABEK	Gafas de seguridad	Guantes de vitón/ prendas de protección	Análisis Calidad	Corrosivos	Proteína	3

En tercera instancia, se creó el Kardex documento de registro de entrada y salidas de reactivos en el cual se registra el estado físico, unidad de medida, proveedor, fechas de vencimiento, unidades en consumo y en stock, tabla 10, este documento facilita la realización del inventario mensual y compra de reactivos del laboratorio de calidad ABA.


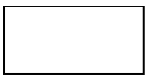
Tabla 10.*Kardex de reactivos químicos*


Reactivos	Estado físico	Proveedor	U.m	Cantidad x u.m	Unidades en consumo	Fecha de vencimiento	Unidades en stock	Fecha de vencimiento
Ácido acético glacial	Líquido	Merck	MI	2500	1	30/11/2025		
Ácido bórico	Sólido	Panreac	G	1000	1	1/08/2024	1	1/02/2025

También, se añadió al kardex una identificación por colores de acuerdo a los riesgos identificados para cada grupo de sustancias, pictogramas de peligro SGA, productos incompatibles y condiciones de almacenamiento, tabla 11.

Tabla 11.

Kardex de reactivos químicos, especificaciones de almacenamiento

Reactivos	Estado físico	Color de refuerzo	Pictograma peligro SGA	Palabra de advertencia	Productos incompatibles	Condiciones de almacenamiento
Ácido acético glacial	Líquido		GHS02-inflamables	Peligro	Riesgo de explosión con: peróxidos, ácido perclórico, ácido sulfúrico, haluros de fósforo, peróxido de hidrógeno/agua oxigenada, cromo (vi)óxido, permanganato de potasio, peróxidos, agentes oxidantes fuertes. Puede formarse hidrógeno posibles reacciones violentas con:	Conservar el envase herméticamente cerrado en un lugar seco y bien ventilado. Manténgase alejado del calor y de las fuentes de ignición.
			GHS05-corrosivos			

Reactivos	Estado físico	Color de refuerzo	Pictograma peligro SGA	Palabra de advertencia	Productos incompatibles	Condiciones de almacenamiento
					alcalinos, aldehídos, hidróxidos alcalinos, etanolamina, acetaldehído, alcoholes, halogenuros de halógeno, hidróxido de potasio, ácido nítrico.	
Ácido bórico	Sólido		GHS08- peligro a la salud	Peligro	Riesgo de explosión con: anhídrido acético. Posibles reacciones violentas con: oxidantes fuertes, bases	Bien cerrado. Seco. Manténgase el recipiente en un lugar bien ventilado.

La identificación por colores se adoptó como refuerzo para lograr comunicar el peligro fácilmente a los trabajadores del laboratorio; se colocaron adhesivos de colores sobre los envases de los reactivos y las mezclas de acuerdo a los riesgos principales y secundarios identificados para cada grupo de sustancias como se muestra en la figura 2.

Figura 2.

Colores de refuerzo clasificación SGA

Colores de refuerzo SGA	
	No se clasifica como sustancia peligrosa
	Tóxicos o Nocivos
	Inflamables
	Corrosivos
	Peligro a la salud



Asimismo, se creó un Kardex para las mezclas y diluciones del laboratorio ABA, se incluyó la identificación de la sustancia, concentración, método de preparación, análisis principal, cantidad, unidades en stock y tiempo de vida útil con el fin, también, se añadió una sección para la clasificación según el SGA y se hizo uso de los colores de refuerzo.

6.3 Actualización etiquetado y rotulado de las sustancias químicas

Se diseñó un modelo de etiqueta para las mezclas, diluciones y reactivos del laboratorio de calidad siguiendo con la estructura sugerida por el sistema globalmente armonizado que busca crear una armonía y una correspondencia entre los diferentes sistemas y elementos existentes a nivel mundial para el etiquetado y la información de los peligros. La etiqueta diseñada contiene los elementos normalizados que son invariables y obligatoriamente deben estar presentes en las etiquetas como lo son los pictogramas de peligro, palabra de advertencia e indicaciones de peligro; en segundo plano, se añadieron los elementos no normalizados como la identificación del reactivo, consejos de prudencia, pictogramas de precaución, identificación del responsable de fabricación; a continuación en la figura 3 se muestra la etiqueta de la mezcla de ácido acético: cloroformo 3:2.

Figura 3.

Etiqueta mezcla ácido acético: cloroformo 3:2

ÁCIDO ACÉTICO: CLOROFORMO 3:2 60% CH₃COOH 40% CHCl₃		CONSEJOS DE PRUDENCIA		5
2	PELIGRO			
3				
4	<ul style="list-style-type: none"> • H226 Líquidos y vapores inflamables. H302 Nocivo en caso de ingestión. • H315 Provoca irritación cutánea. • H319 Provoca irritación ocular grave. • H331 Tóxico en caso de inhalación. • H351 Se sospecha que provoca cáncer. • H361 Se sospecha que puede perjudicar la fertilidad o dañar el feto. • H336 Puede provocar somnolencia o vértigo. 	<ul style="list-style-type: none"> • P210 Mantener alejado del calor, de superficies calientes, de chispas, de llamas abiertas y de cualquier otra fuente de ignición. No fumar. • P233 Mantener el recipiente herméticamente cerrado. • P241 Utilizar material antideflagrante. • P242 No utilizar herramientas que produzcan chispas. • P243 Tomar medidas de precaución contra las descargas electrostáticas. • P280 Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección. • P303 + P361 + P353 EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo): Quitar inmediatamente toda la ropa contaminada. Enjuagar la piel con agua [o ducharse]. • P403 + P235 Almacenar en un lugar bien ventilado. Mantener en lugar fresco. • P301 + P312 EN CASO DE INGESTIÓN: Llamar a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA / médico /... si la persona se encuentra mal. 		
		LABORATORIO CALIDAD BUCARAMANGA	7	
		Análisis: Peróxidos Fecha fabricación: Fecha de vencimiento: Responsable:	8	

1. Identificación de la mezcla: Nombre de las sustancias químicas, Porcentajes, Formula química
2. Palabra de advertencia + Franja de color que corresponde al tipo de peligro principal (Rojo: Inflamable)
3. Pictogramas de peligro
4. Frases H indicaciones de peligro
5. EPP elementos de protección personal
6. Frases P consejos de prudencia
7. Responsable
8. Información adicional : Análisis involucrado, Fecha de fabricación y vencimiento

















6.4 Almacenamiento de reactivos químicos

El almacenamiento de reactivos comenzó con la separación de reactivos sólidos y líquidos, seguidamente se agruparon según su clase y color de refuerzo establecido, y los reactivos clasificados como no peligrosos (color verde) se utilizaron como separadores. En segundo lugar, se diseñó una matriz de compatibilidad basada en la matriz de almacenamiento mixto mostrada en la figura 1. La matriz de compatibilidad del laboratorio de calidad ABA que se observa en la figura 4 incluye exclusivamente los tipos de peligros de los reactivos almacenados; en esta se muestra

muchas incompatibilidades y restricciones entre las clases de reactivos, por lo tanto, cada clase se almacenó en diferentes gabinetes separándolas entre sí.

Figura 4.

Matriz de compatibilidad laboratorio ABA

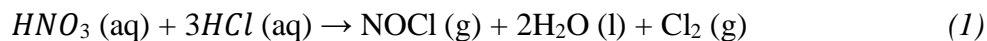
SGA		PELIGRO AL MEDIO AMBIENTE	SIGNO DE EXCLAMACIÓN	CORROSIVOS	PELIGRO A LA SALUD	TÓXICOS CON EFECTOS AGUDOS	COMBURENTES	SÓLIDOS INFLAMABLES	LÍQUIDOS INFLAMABLES	
	PELIGROS	SGA								
1	LÍQUIDOS INFLAMABLES		6	6	6	1				
2	SÓLIDOS INFLAMABLES		1	1	6	5				
3	COMBURENTES		1	1						
4	TÓXICOS CON EFECTOS AGUDOS		6		1					
5	PELIGRO A LA SALUD		6							
6	CORROSIVOS				1					
7	SIGNO DE EXCLAMACIÓN									
8	PELIGRO AL MEDIO AMBIENTE									

	RIESGO DE REACTIVIDAD QUÍMICA (EXPLOSIÓN, IGNICIÓN FORMACIÓN DE VAOPRES COMBUSTIBLES, REACCIONES QUÍMICAS VIOLENTAS)
	POSIBLE REACTIVIDAD QUÍMICA BAJO CONDICIONES ESPECÍFICAS
	COMPATIBLE

6.4.1 Sustancias comburentes

Los reactivos comburentes como el ácido Nítrico (HNO_3), son incompatibles con sustancias corrosivas e inflamables (Ver Figura 4). Por ejemplo, la mezcla entre el ácido Clorhídrico (HCl) y el ácido Nítrico (HNO_3), ecuación (1), forma agua regia una solución altamente corrosiva con pH cercano a cero y fumante, es decir, emite gases y vapores visibles de

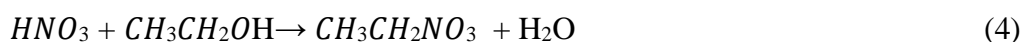
color amarillo. La reacción es exotérmica y potencialmente explosiva. El gas emitido es el cloruro de nitrosilo (NOCl) que es altamente tóxico e irritante, la inhalación de sus vapores puede causar dificultades respiratorias, provocar neumonía y edema pulmonar, que pueden ser fatales.



El ácido Nítrico (HNO_3) reacciona con el ácido Sulfúrico concentrado (H_2SO_4) generando el ion nitronio que es inestable, es una reacción de doble desplazamiento en donde ocurre la protonación de ácido nítrico (HNO_3), formando una mezcla nitrante que es utilizada generalmente en la nitración de compuestos orgánicos aromáticos, ecuación (2); la reacción de estos dos ácidos es corrosiva y potencialmente explosiva.



En cuanto a las reacciones del ácido nítrico (HNO_3) con reactivos inflamables son altamente peligrosas debido a que son explosivas. La reacción entre un alcohol y el ácido nítrico es exotérmica y explosiva, el ácido nítrico al reaccionar con metanol (CH_3OH) forma nitrato de metilo y con etanol (CH_3CH_2OH) forma nitrato de etilo, ecuación (3) y (4); los esteres del ácido nítrico con el grupo alcohol son líquidos tóxicos que al inhalar producen fuertes dolores de cabeza, son extremadamente explosivos incluso sin presencia de aire y al encenderse se queman fuertemente con una llama azul-gris. En un derrame la mezcla del ácido nítrico y un alcohol denominada nital se hará explosiva si la concentración de ácido nítrico alcanza más del 10% en peso, es decir, a medida que se mezcle una mayor cantidad de ácido nítrico la velocidad de ataque incrementa.



Cómo se mencionó anteriormente los reactivos se separaron según su clasificación, sin embargo, dentro de cada clase se identificaron las incompatibilices y se determinó una ubicación segura; a continuación, se muestra el análisis por categorías.

6.4.2 Sustancias corrosivas

En cuanto a los líquidos corrosivos, como se observa figura 5 los ácidos concentrados como el ácido clorhídrico 37% y el ácido sulfúrico 97-98% son muy reactivos, estos pueden generar reacciones peligrosas con nitrato de plata ($AgNO_3$) y el amoníaco (NH_3), y desprendimiento de calor al contacto con los demás reactivos. Por esta razón, se almacenaron en lugares alejados de los demás reactivos.

Figura 5.

Matriz de compatibilidad líquidos corrosivos

CORROSIVOS LÍQUIDOS		1										
1	ÁCIDO CLORHÍDRICO 37%	ÁCIDO CLORHÍDRICO 37%	2									
2	ÁCIDO ORTO FOSFÓRICO 85%		ÁCIDO ORTO FOSFÓRICO 85%	3								
3	ÁCIDO SULFÚRICO 97%			ÁCIDO SULFÚRICO 97%	4							
4	AMONIACO 25%				AMONIACO 25%	5						
5	NITRATO DE PLATA					NITRATO DE PLATA	6					
6	ÁCIDO SULFÚRICO 0,1N						ÁCIDO SULFÚRICO 0,1N	7				
7	ÁCIDO SULFÚRICO 1N							ÁCIDO SULFÚRICO 1N	8			
8	ÁCIDO CLORHÍDRICO 0,1N								ÁCIDO CLORHÍDRICO 0,1N	9		
9	HIDRÓXIDO DE SODIO 0.1N									HIDRÓXIDO DE SODIO 0.1N	10	
10	HIPOCLORITO DE SODIO 5.5%										HIPOCLORITO DE SODIO 5.5%	

El Amoníaco (NH_3) es una base débil que al combinarse con ácidos forma sales bajo condiciones controladas de temperatura, presión, calor y concentración:

- Reacción con ácido clorhídrico forma cloruro de amonio:



- Reacción con ácido sulfúrico forma sulfato de amonio:



- Reacción con ácido nítrico forma nitrato de amonio:



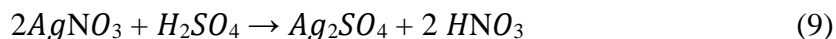
- Reacción con ácido fosfórico forma fosfato de amonio:



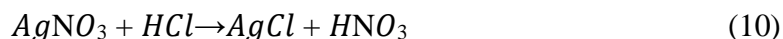
La reacción entre el amoníaco y un ácido concentrado es instantánea y exotérmica; el calor liberado depende de la concentración de ácido usado y de la solución producida de nitrato amónico, pues la disolución cuanto más concentrada está, mayor es el calor de reacción. Dicho calor de reacción se puede utilizar para producir la evaporación del agua de la solución de nitrato/cloruro/sulfato amónico y producir vapor.

Asimismo, un ácido concentrado reacciona con el nitrato de plata ($AgNO_3$) para formar ácido nítrico y una sal de plata:

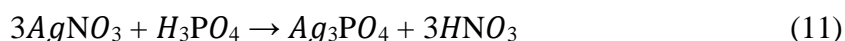
- Reacción con ácido sulfúrico forma sulfato de plata y ácido nítrico:



- Reacción con ácido clorhídrico forma cloruro de plata y ácido nítrico:

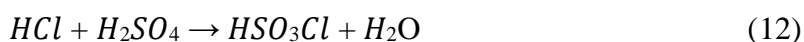


- Reacción con ácido fosfórico forma fosfato de plata y ácido nítrico:



Es una reacción exotérmica peligrosa debido a que el ácido nítrico formado es una sustancia química comburente, corrosiva y tóxica, es decir, el producto es aún más peligroso que los reactivos iniciales.

Por otro lado, se realizó la separación obligatoria del ácido sulfúrico 98% y el ácido clorhídrico 37% debido a que la reacción entre los dos compuestos forma el ácido cloro sulfúrico por la cloración del H_2SO_4 , ecuación (12). El ácido formado provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves y es mortal en caso de inhalación.



Para finalizar con el almacenamiento de los reactivos líquidos corrosivos, el hipoclorito de sodio se almacenó separado de los demás líquidos debido a que es exclusivamente utilizado para desinfección y aseo; y puede generar reacciones violentas con desprendimiento de gases peligrosos con ácidos. Por ejemplo, cuando se acidula el hipoclorito de sodio con ácido clorhídrico se forma cloruro de sodio y se libera cloro molecular, ecuación (13). El cloro es un gas comburente, irritante y mortal en caso de inhalación provocando daños en el sistema respiratorio y nervioso.



Los sólidos corrosivos se almacenaron en el mismo estante debido a que no reaccionan entre sí en caso de incidente; ya que para que ocurra una reacción las sustancias deben estar en medio acuoso. Además, el laboratorio cuenta con 4 sólidos corrosivos en cantidades pequeñas (100-250 g) que al distribuirlos en el estante hay una separación adecuada entre ellos.

Figura 6.*Matriz de compatibilidad sólidos corrosivos*

SÓLIDOS CORROSIVOS		1			
1	ACETATO DE ZINC	ACETATO DE ZINC	2		
2	ÁCIDO TRICLOROACÉTICO		ÁCIDO TRICLOROACÉTICO	3	
3	HIDRÓXIDO DE POTASIO			HIDRÓXIDO DE POTASIO	4
4	HIDRÓXIDO DE SODIO				HIDRÓXIDO DE SODIO

En condiciones acuosas las bases fuertes como el hidróxido de sodio (NaOH) e hidróxido de potasio (KOH) pueden reaccionar desprendiendo calor con el ácido tricloroacético que es un ácido débil y su disociación es parcial, para formar tricloroacetato de sodio y agua, ecuación (13).



6.4.3 Sustancias inflamables

El laboratorio ABA cuenta con dos reactivos sólidos inflamables; fenolftaleína y malonaldehído, los cuales son compatibles entre sí por lo tanto se pueden almacenar juntos en un estante con buena ventilación. Por otro lado, los líquidos inflamables presentan incompatibilidades como se observa en la figura 7; el ácido acético y la acetona son compuestos orgánicos y polares que al entrar en contacto no reaccionan, pero pueden generar una mezcla homogénea explosiva; así mismo sucede al reaccionar con alcoholes. Por este motivo, el ácido acético, el reactivo de Wijs compuesto por ácido acético y yodo, la mezcla ácido acético: cloroformo 3:2 y la solución A2

(ácido tiobarbitúrico 0.25% + ácido acético 5%) se almacenaron en un estante alejados de fuentes de ignición y separados de los demás líquidos inflamables.

Los alcoholes; metanol, etanol e isopropanol, y los alcanos, iso-octano y bencina, se almacenaron en el mismo estante con diques de contención separados. La bencina y el metanol al entrar en contacto forman una mezcla homogénea combustible susceptible al calentamiento; en proporciones definidas forman una mezcla azeotrópica que se comporta como si estuviese formada por un solo componente.

Figura 7.

Matriz de compatibilidad líquidos inflamables

LÍQUIDOS INFLAMABLES		1											
1	BENCINA DE PETROLEO	BENCINA DE PETROLEO	2										
2	METANOL		METANOL	3									
3	ETANOL			ETANOL	4								
4	REACTIVO DE WIJS				REACTIVO DE WIJS	5							
5	ACETONA					ACETONA	6						
6	INDICADOR MIXTO SEGÚN SHER						INDICADOR MIXTO SEGÚN SHER	7					
7	ISO-OCTANO							ISO-OCTANO	8				
8	ÁCIDO ACÉTICO GLACIAL								ÁCIDO ACÉTICO GLACIAL	9			
9	ALCOHOL ISOPROPILICO									ALCOHOL ISOPROPILICO	10		



6.4.4 Sustancias tóxicas

Los reactivos tóxicos y los clasificados con el signo de exclamación se almacenaron juntos en un estante debido que son compatibles según la matriz de compatibilidad de la figura 4; dentro de esta clasificación el cianuro de potasio es la sustancia más peligrosa como se observa en la

figura 8, el KCN es mortal en caso de ingestión y perjudica a determinados órganos (iroides) por exposición prolongada o repetida.

Figura 8.

Matriz de compatibilidad sólidos tóxicos

SÓLIDOS TÓXICOS		1		2		3		4		5		6		7		8	
	1	CIANURO DE POTASIO	CIANURO DE POTASIO														
	2	MONOVANADATO DE AMONIO		MONOVANADATO DE AMONIO													
	3	ANISIDINA			ANISIDINA												
	4	ÁCIDO CALCON CARBOXÍLICO				ÁCIDO CALCON CARBOXÍLICO											
	5	CLORURO DE AMONIO						CLORURO DE AMONIO									
	6	CLORURO DE CALCIO DIHIDRATADO								CLORURO DE CALCIO DIHIDRATADO							
	7	CARBONATO DE SODIO										CARBONATO DE SODIO					
	8	PEPSINA															PEPSINA

El cianuro de potasio en estado sólido puede reaccionar con cloruro de amonio en presencia de calor formando cianuro de amonio que es altamente tóxico, ecuación (14), la exposición al sólido puede ser perjudicial, ya que se descompone en cianuro de hidrógeno altamente tóxico y en amoníaco. Asimismo, sucede con la reacción endotérmica entre cianuro de potasio y cloruro de calcio que produce cianuro de calcio tóxico, ecuación (15).



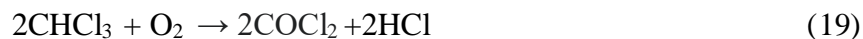
El Cianuro de Potasio en contacto con ácidos fuertes libera gases muy tóxicos, por este motivo su almacenamiento debe estar separado por estanterías de los líquidos corrosivos y libre de humedad; un ejemplo es la reacción con Ácido Clorhídrico que genera Ácido Cianhídrico, ecuación (16).



Por otro lado, el cloruro de amonio debe estar almacenado lejos de fuentes de ignición debido a que al calentarse puede descomponerse en Amoniac y Ácido Clorhídrico, ecuación (17). Además, el Cloruro de Amonio puede reaccionar con Carbonato de Sodio a temperaturas elevadas formando gas amoniaco y cloruro de sodio, ecuación (18).



Para finalizar, el cloroformo es el único reactivo líquido tóxico en el laboratorio ABA este se almacenó junto a sustancias clasificadas como no peligrosas, en botellas ámbar para evitar el contacto con la luz. El cloroformo se descompone lentamente por acción combinada del oxígeno y la luz solar, transformándose en fosgeno (COCl_2) y ácido clorhídrico (HCl), ecuación (19).



6.4.5 Sustancias peligrosas a la salud

No se encontraron incompatibilidades entre los sólidos peligrosos a la salud, figura 9, por esta razón, se almacenaron juntos en un estante con buena ventilación. En esta categoría, la tiourea al calentarse genera gases tóxicos como los óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre, aumentando así el peligro a la salud humana; de ahí la importancia de almacenarse lejos de fuentes de calor.

Figura 9.

Matriz de compatibilidad sólidos peligro a la salud

	PELIGRO A LA SALUD SÓLIDOS								
1	ACETANILIDA	ACETANILIDA							
2	ÁCIDO BORICO		ÁCIDO BORICO						
3	CROMATO DE POTASIO			CROMATO DE POTASIO					
4	FENOLFTALEINA				FENOLFTALEINA				
5	TIOUREA					TIOUREA			
6	TRIPSINA						TRIPSINA		
7	UREASA LIOFILIZADA							UREASA LIOFILIZADA	
8	YODURO DE POTASIO								YODURO DE POTASIO

6.4.6 Sustancias clasificadas como no peligrosas

Los sólidos clasificados como no peligrosos se almacenaron juntos, no se realizó una matriz de compatibilidad que cruce todas las sustancias, debido a que su reactividad y peligrosidad es mínima. Estos se organizaron de forma conveniente separados por análisis principal con el fin de encontrar con mayor facilidad las sustancias; por ejemplo, se almacenaron juntos rojo fenol, urea, dihidrógeno fosfato de potasio y dihidrógeno fosfato dipotásico que son usado para el análisis de ureasa. Igualmente se organizaron los líquidos clasificados como no peligrosos, es una forma conveniente para el personal del laboratorio ABA.

6.5 Análisis de riesgo por oficio (ARO)

El análisis de riesgo por oficio se realizó para cada uno de los 28 procedimientos de análisis químico que se desarrollan diariamente en el laboratorio ABA; para comenzar, se identificaron los pasos básicos de cada actividad y se realizó una descripción de los mismos; seguidamente, se determinaron los riesgos potenciales asociados y las acciones estándar que se deben tener en cuenta al realizar la labor con el fin de prevenir accidentes; por último, se añadió una sección de recomendaciones y acciones correctivas. También, se adicionó información complementaria que permita identificar los reactivos químicos, materiales, EPP y riesgos frecuentes basados en las frases H.

En la tabla 12 se muestra el ARO para el análisis de proteína total y soluble; este análisis es el más peligroso debido a que los reactivos usados son corrosivos como el ácido sulfúrico, hidróxido de sodio e hidróxido de potasio, y peligrosos a la salud como el ácido bórico. Para realizar el ARO se analizó el paso a paso del procedimiento; por ejemplo, la preparación del hidróxido de sodio al 32% en agua es altamente exotérmica y genera vapores irritantes para las vías respiratorias, por esta razón se debe trabajar bajo campana extractora, con todas las medidas de protección, hacer uso de embudos en el envasado de la solución y siempre tener en cuenta que las bases fuertes y los ácidos fuertes se adicionan sobre el agua. Otro paso de alto riesgo es la digestión ácida de la muestra en análisis a 450 °C durante 3 horas, el ácido sulfúrico sometido a calentamiento libera vapores tóxicos e irritantes para las vías respiratorias; de ahí la importancia de verificar el buen funcionamiento y correctas conexiones de los tubos de digestión y al sistema de neutralización de vapores (scrubber) antes de iniciar la digestión, si hay una liberación de

vapores se debe corregir rápidamente si es posible, ventilar y abandonar el recinto. Así mismo, se realizó el análisis de cada paso como se observa en la tabla 12.

Tabla 12.

ARO proteína total y soluble

Análisis de riesgo por oficio: Proteína total y soluble		
Riesgos y tipos de accidentes frecuentes	Quemaduras graves en la piel y lesiones oculares. Irritación de ojos, piel y vías respiratorias. Puede perjudicar la fertilidad o dañar al feto. Toxicidad aguda por ingestión categoría 4. Carcinogenicidad categoría 2. Cortadura de piel por material de vidrio defectuoso.	EPP Gafas de seguridad ajustadas al contorno del rostro. Guantes de nitrilo, Protección respiratoria filtro tipo B-(P2). Ropa protectora contra ácidos.

Reactivos

Ácido Sulfúrico concentrado (97-98%) libre de Nitrógeno (H₂SO₄), Ácido Sulfúrico 0.1 N/Ácido Clorhídrico 0.1 N, Hidróxido de Sodio en escamas (NaOH) y al 32%, Hidróxido de potasio en lentejas (KOH) y al 0.036N, Ácido Bórico grado reactivo (H₃BO₃) y al 2%, Carbonato de Sodio (Na₂CO₃), Indicador mixto de rojo de metilo y azul de metileno o indicador mixto según Sher, Azul de timol, Mezcla reactiva Titanio – Cobre o tabletas Kjeldahl libres de Selenio y Mercurio.

Equipos y materiales de trabajo

Balanza analítica, barras magnéticas, erlenmeyers de 250 ml, probetas graduadas de 100 ml, plancha de agitación, cabina extractora, digestor de proteína, tubos para digestor de proteína, sistema de neutralización de vapores Scrubber, bureta de 50 ml, destilador de proteína

Pasos básicos de la actividad	Descripción del paso	Riesgo Potencial	Estándar	Recomendaciones-acciones correctivas
1. Inspección del material a usar, área de trabajo y equipos.	Verificar el buen estado del material de vidrio a usar antes de realizar el análisis,	1. Cortadas: por uso de material de vidrio o desgastado.	1. Realizar Pausas activas al inicio de la labor. 2. Antes de iniciar la labor alistar y usar los	1. Realizar pausas activas antes, durante y después de su jornada de trabajo.

Pasos básicos de la actividad	Descripción del paso	Riesgo Potencial	Estándar	Recomendaciones-acciones correctivas
	Revisar orden y aseo de áreas de trabajo y equipos.	2. Condiciones de seguridad, riesgo locativo (Orden y aseo)	<p>elementos de protección personal establecidos para el análisis químico.</p> <p>3. Verificar el buen estado del material de vidrio a usar antes de realizar el análisis, este debe estar seco, limpio y en buenas condiciones (material desgastado, despicado, debe ser descartado en el correspondiente recipiente), material húmedo devolver al área de secado, y el sucio devolver al lavado.</p> <p>4. Revisar orden y aseo de áreas de trabajo y equipos.</p>	<p>2. Reportar condiciones inseguras del puesto de trabajo, incluyendo equipos y vidriería.</p> <p>3. Reportar condiciones de riesgo en las tarjetas "Identificación de Incidentes, comportamientos y condiciones inseguras"</p>
2. Preparar Soluciones, dejar enfriar y trasvasar	A partir de las sustancias grado reactivo realizar las diluciones requeridas, hacer	1. Generación de vapores: al pesar el hidróxido de sodio en escamas, y al	1. Identificar los peligros asociados a las sustancias químicas en uso	1. Verificar que la campana extractora este en correcto funcionamiento,

Pasos básicos de la actividad	Descripción del paso	Riesgo Potencial	Estándar	Recomendaciones-acciones correctivas
	<p>uso de los EPP y trabajar bajo campana extractora. Dejar bajo la campana extractora la dilución de NaOH 32% y la dilución de ácido bórico 3% hasta temperatura ambiente; trasvasar la solución a recipiente previamente etiquetado.</p>	<p>contacto de la base con el agua. Pesaje de ácido bórico y carbonato de sodio.</p> <p>2. Quemadura por Generación de calor: Reacción exotérmica por adición de NaOH al agua. Calentamiento de ácido bórico en agua para lograr disolución completa.</p> <p>3. Quemadura por Salpicadura: durante la medición de la sustancia química, agitación de la dilución y el trasvase de la mezcla.</p>	<p>2. El orden de adición en mezclas siempre es el ácido o la base se adicionan sobre el agua.</p> <p>3. El ácido o la base siempre se adicionan en forma lenta y sobre las paredes del recipiente.</p> <p>4. Durante la preparación de reactivos trabajar bajo campana extractora para eliminar riesgo de inhalación.</p> <p>5. Hacer uso de embudos al trasvasar las soluciones con el fin de evitar derrames y quemaduras.</p> <p>6. Identificar los envases de las soluciones preparadas con las etiquetas correspondientes</p>	<p>llamar al técnico si hay problemas.</p> <p>2. Realizar limpieza periódicamente a equipos y áreas de trabajo.</p> <p>3. Consultar las FDS, consejos de prudencia y primeros auxilios de las sustancias en uso.</p>
<p>3. Dosificar sustancias químicas y</p>	<p>Dosificar ácido sulfúrico en el respectivo recipiente con</p>	<p>1. Generación de vapores: producen al contacto de la</p>	<p>1. El ácido se adiciona en forma lenta y sobre las paredes</p>	<p>1. Verificar que el correcto funcionamiento del dispensador,</p>

Pasos básicos de la actividad	Descripción del paso	Riesgo Potencial	Estándar	Recomendaciones-acciones correctivas
diluciones, para el análisis.	ayuda de dispensadores manuales o mecánicos	de muestra en análisis con el ácido sulfúrico concentrado 2. Generación de calor: Reacciones exotérmicas por contacto de la muestra en análisis con el ácido sulfúrico concentrado 3. Quemadura por salpicadura: durante la dosificación del ácido sulfúrico	del recipiente. 2. Hacer uso de dispensador mecánico para evitar quemaduras en la medición	detectar fugas de ácido
4. Análisis químico. Digestión ácida. Destilación. Titulación.	La muestra en análisis de somete a una digestión ácida a 450 °C durante 1 hora y media. Dejar enfriar. Destilar con hidróxido de sodio, Titular con ácido sulfúrico diluido.	1. Generación de vapores: se producen durante la digestión ácida de la muestra 2. Generación de calor: Durante la digestión ácido y por reacciones exotérmicas por contacto de la base fuerte sobre el ácido fuerte durante la destilación de la muestra en análisis	1. Hacer uso de guantes para altas temperaturas y pinzas para evitar contacto directo con los tubos de digestión 2. Verificar conexiones de la campana de extracción y asegurar que el carbonato de sodio esté apto para atrapar los vapores ácidos	1. Verificar que el correcto funcionamiento del Scrubber 2. En caso de liberación de vapores al medio ambiente, buscar la causa, solucionar rápidamente, ventilar y abandonar el laboratorio, siempre hacer uso de los EPP. 3. En caso de irritación

Pasos básicos de la actividad	Descripción del paso	Riesgo Potencial	Estándar	Recomendaciones-acciones correctivas
		3. Quemadura por manipulación de los tubos de digestión a altas temperaturas	de la digestión 3. Estar alerta por fallas de extracción de vapores, siempre tener el equipo de protección respiratoria.	respiratoria, ocular u en la piel consultar a un médico.
5. Descartar residuos químicos finalizar análisis	Con ayuda de una pinza para los tubos de digestión o guante para calor, descartar el residuo (solución básica) en el respectivo recipiente plástico etiquetado para residuos	1. Quemadura: el residuo químico que queda al terminar la destilación está a temperatura de ebullición. 2. Quemadura por salpicadura: al descartar el residuo sobre el recipiente para Residuos del laboratorio.	1. Manipular el tubo de digestión siempre con pinza para tubo o guante para calor 2. descartar el residuo apoyando la boca del tubo sobre la boca del recipiente para residuos. 3. Poner tapa el recipiente para residuos, sin ejercer presión, NO cerrar herméticamente.	1.Verificar identificación correcta del recipiente para este residuo químico.
6.Almacenar residuos químicos en el laboratorio	Mantener el recipiente con el residuo químico dentro de un contenedor para líquidos	1. Derrames: Toda sustancia química debe estar dentro de contenedores o bandejas plásticas para contener, en caso de derrames.	1. Rotular recipiente de desechos químicos, y mantener dentro de contenedor.	1. Recipiente con residuo químico correctamente etiquetado y dentro de contenedor.

Pasos básicos de la actividad	Descripción del paso	Riesgo Potencial	Estándar	Recomendaciones-acciones correctivas
		2. Quemadura por contacto con el químico en caso de derrame		

6.6 Gestión de residuos peligrosos

Se realizó la clasificación de residuos químicos peligrosos de acuerdo a sus propiedades químicas y se especificó el tipo de envase en el que se debe disponer como se muestra en la tabla 13. En segundo lugar, se diseñaron etiquetas claras y legibles para los residuos peligrosos con los requisitos mínimos de etiquetado como se muestra en la figura 10. Por último, los envases de los residuos peligrosos se dispusieron sobre estibas y diques de contención para derrames, además, se tuvo en cuenta que no se deben llenar por encima de su 80% de capacidad para evitar salpicaduras o derrames

Tabla 13.

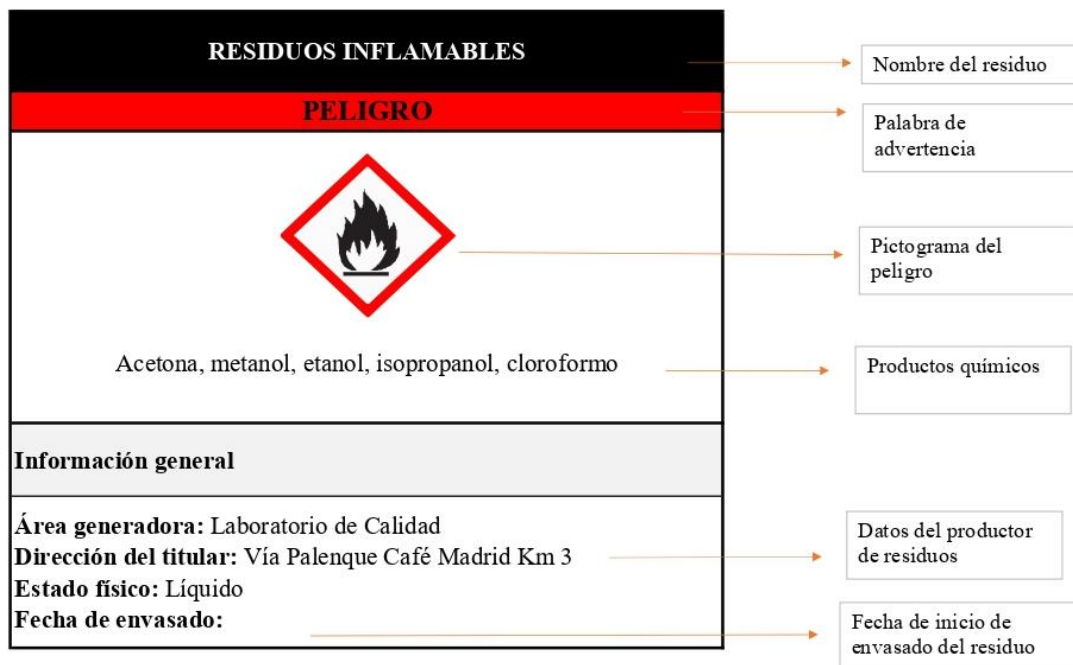
Clasificación de residuos peligrosos

Clasificación de residuos peligrosos	Productos químicos	Envase de almacenamiento
Acuosos ácidos	Soluciones acuosas de ácidos, como ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, ácido nítrico, ácido bórico, ácido acético; sales con iones como cloruros, sulfuros, sulfatos, fosfatos, cromatos.	Recipiente plástico

Clasificación de residuos peligrosos	Productos químicos	Envase de almacenamiento
Acuosos básicos	Soluciones básicas como hidróxido de sodio, hidróxido de calcio, hidróxido de potasio, hidróxido de amonio, carbonato de sodio.	Recipiente plástico
Inflamables	Acetona, alcoholes, cloroformo	Recipiente plástico
Bencina-Etanol	Residuos de la extracción en frío con bencina y etanol son reutilizados	Recipiente original de la bencina
Sólidos	Guantes contaminados, jeringas, absorbentes usados en la limpieza de algún derrame de sustancias químicas, recipientes que contenían reactivos.	Caneca roja

Figura 10.

Etiqueta residuos peligrosos inflamables



6.7 Formación al personal

Para finalizar con la implementación del SGA en el laboratorio ABA se socializaron los cambios efectuados dentro del laboratorio a los empleados; la clasificación de peligros, la interpretación de la etiqueta y FDS, el manejo del KARDEX, y se concientizó acerca del uso de las medidas de protección en el manejo de sustancias químicas y residuos.

7. Conclusiones

Se evidenció que en el laboratorio de calidad de la empresa de alimento balanceado para animales la adaptación al sistema globalmente armonizado ha sido lenta, sin embargo, al cumplir los objetivos trazados en este proyecto de grado el laboratorio de la empresa ABA logró dar un manejo integral de las sustancias químicas ayudando en ámbitos de seguridad química, industrial y de salud ocupacional, además de dar cumplimiento a la normativa colombiana.

El rotulado e identificación por colores de refuerzo de las sustancias químicas es actualmente la principal herramienta que tienen los analistas y operarios para identificar los riesgos a la salud y al medio ambiente, y prevenir accidentes.

La actualización de FDS y socialización de las mismas permitió ampliar los conocimientos acerca de los consejos de prudencia, primeros auxilios y condiciones seguras de almacenamiento creando una conciencia colectiva acerca de la importancia de una manipulación segura.

El almacenamiento fue el aspecto más importante debido a que anteriormente las sustancias químicas no se almacenaban por compatibilidad y en lugares no aptos; gracias a la aplicación de la matriz de compatibilidad se minimiza el riesgo de reacciones químicas peligrosas, inflamables y explosivas en algunos casos.

8. Recomendaciones

El sistema globalmente armonizado en el laboratorio ABA debe tener un programa de seguimiento que permita la sostenibilidad de la implementación realizada; por ello, se deben proponer una serie de intervenciones en donde se realicen inspecciones mensuales de almacenamiento y gestión de residuos peligrosos, verificaciones de ingreso al Kardex y matriz de reactivos de sustancias químicas nuevas, actualizaciones de fichas de seguridad por ingresos nuevos o actualizaciones de proveedores, rotulación y actualización de etiquetas por nuevas mezclas o deterioro de las mismas; por último actualización de ARO para procedimientos nuevos implementados en el laboratorio ABA. El seguimiento del SGA se asigna a las analistas porque cuentan con formación profesional en química y están capacitadas para realizar esta función.

Referencias Bibliográficas

Consejo de la Tierra, (2002). *La Cumbre de la Tierra- ECO 92*.

Decreto 1477 (2014) *Por el cual se expide la Tabla de Enfermedades Laborales.*

http://www.fondoriesgoslaborales.gov.co/documents/Normatividad/Decretos/Dcto_1477_2014.pdf

Decreto 1496 (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>

Decreto 4741 (2005) *Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.*

[https://minvivienda.gov.co/normativa/decreto-4741-](https://minvivienda.gov.co/normativa/decreto-4741-2005#:~:text=Por%20el%20cual%20se%20reglamenta,marco%20de%20la%20gesti%C3%B3n%20integral.)

[2005#:~:text=Por%20el%20cual%20se%20reglamenta,marco%20de%20la%20gesti%C3%B3n%20integral.](https://minvivienda.gov.co/normativa/decreto-4741-2005#:~:text=Por%20el%20cual%20se%20reglamenta,marco%20de%20la%20gesti%C3%B3n%20integral.)

Ley 55 (1993). *Por medio de la cual se aprueba el "convenio número 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 OIT, Ginebra, 1990.*

https://www.arlsura.com/files/ley55_1993.pdf

Ley 9 (1979) *Por la cual se dictan Medidas Sanitarias*

https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/LEY%200009%20DE%201979.pdf

Martínez, J. (2011). *Almacenamiento de reactivos químicos*. 1–25.

Naciones Unidas. (2011). *Clasificación Y Etiquetado De Productos Químicos (SGA)*. In Naciones Unidas.

National Fire Protection Association, T., & Chemicals, C. on C. and P. of H. (2012). *NFPA Standard System for the Identification of the Hazards of Materials for Emergency Response*.

Occupational Safety and Health Administration. (2017). *Hazard Communication Standards: Labels and Pictograms. OSHA Brief, 9*.
<https://www.osha.gov/Publications/OSHA3636.pdf>

United Nations. (2017). Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemical Products (GHS). In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).

Resolución 0001 (2015) *Por la cual se unifica la normatividad sobre el control de sustancias y productos químicos*. <https://www.minjusticia.gov.co/programas-co/control-para-el-manejo-sustancias-quimicas.pdf>

Resolucion 0312 (2019) *Por la cual se definen los Estándares mínimos del sistema de gestión de la seguridad y salud en trabajo SG-SST*
<https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/59995826/Resolucion+0312-2019-+Estandares+minimos+del+Sistema+de+la+Seguridad+y+Salud.pdf>

Sun, Q., Jiang, L., Li, M., & Sun, J. (2020). Assessment on thermal hazards of reactive chemicals in industry: State of the Art and perspectives. *Progress in Energy and Combustion Science*, 78. <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2020.100832>

Suratep S.A. (2008). Sistema De Identificación De Riesgos Hmis Iii. *Sistema De Identificación De Riesgos Hmis Iii*. https://www.arlsura.com/images/stories/documentos/hmis_iii.pdf

Unidas, N. (2011). *Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas*.

<https://doi.org/10.18356/8fb0ed2b-es>


Apéndices

Apéndice A. Lista de verificación de seguridad química en laboratorio ABA

		Programa gestión integral de riesgo químico, lista de verificación seguridad química en laboratorios	
		Registro fotográfico	Implementación del SGA
Pregunta	Descripción de hallazgo		
<p>¿Están todos los productos químicos claramente etiquetados, incluyendo símbolos de peligro?</p>	<p>Reactivos químicos con etiquetas del proveedor, cumplen con las exigencias del SGA. Las etiquetas de las mezclas y diluciones no cuentan con la información necesaria (pictogramas de peligro, palabras de advertencia, indicaciones de peligro, consejos de prudencia, pictogramas de precaución)</p>		
<p>¿Los recipientes de vidrio están almacenados donde no pueden ser golpeadas o pateadas?</p>	<p>Los recipientes de vidrio están almacenados en gabinetes, sin embargo, hay recipientes de vidrio debajo de la cabina y en el piso ocasionalmente por falta de espacio.</p>		
<p>¿El acceso al laboratorio está restringido solo a personas autorizadas?</p>	<p>El laboratorio cuenta con la señalización de "acceso restringido, sólo personal autorizado"; sin embargo, el acceso al laboratorio es abierto a los demás empleados.</p>		<p>El acceso al laboratorio químico actualmente es restringido debido a la separación de área física y química. Sólo</p>



Programa gestión integral de riesgo químico, lista de verificación seguridad química en laboratorios

Pregunta	Descripción de hallazgo	Registro fotográfico	Implementación del SGA
			se permite acceso a personal autorizado.
<p>¿Las estanterías se encuentran señalizadas según el tipo de peligro de las sustancias ubicadas en ellas?</p>	<p>Los gabinetes de almacenamiento de reactivos no están señalizados con el símbolo de peligro, además, no poseen una ventilación adecuada.</p>		
<p>¿Están los revestimientos del piso intactos y tienen antideslizantes?</p>	<p>El piso se encuentra en buen estado; no cuenta con antideslizantes.</p>		<p>El proceso de ampliación del laboratorio busca instalar piso antideslizante.</p>
<p>¿Están los pasillos libres de peligros de tropiezo (cables, material, desechos, etc.)?</p>	<p>Los pasillos del laboratorio están ocupados por material de trabajo, pampinas y bultos debido a la falta de espacio.</p>		<p>Con la separación de laboratorio físico y químico se logró mayor espacio y por ende pasillos libres.</p>
<p>¿Las superficies de trabajo se limpian y descontaminan fácilmente después de su uso?</p>	<p>Las superficies se limpian con facilidad; son resistentes a los ácidos, álcalis y demás reactivos, y mantienen una apariencia blanca.</p>		<p>Se mantiene</p>
<p>¿La iluminación es adecuada y funciona correctamente?</p>	<p>El laboratorio cuenta con sistemas de iluminación adecuada, bajo brillo y sin sombra.</p>		<p>Se mantiene</p>




Programa gestión integral de riesgo químico, lista de verificación seguridad química en laboratorios

Pregunta	Descripción de hallazgo	Registro fotográfico	Implementación del SGA
<p>¿Se cuenta con estanterías suficientes para la ubicación de los productos químicos?</p>	<p>Debido a la falta de espacio la estantería es reducida y no se cuenta con los gabinetes suficientes.</p>		
<p>¿Los sitios de almacenamiento de sustancias químicas son organizados y aseados y con espacio suficiente según el volumen de productos manejados?</p>	<p>No hay suficiente espacio para el almacenamiento seguro de sustancias químicas.</p>		
<p>¿Se cuenta con inventarios de sustancias químicas en las áreas y en estos inventarios se identifican las sustancias peligrosas?</p>	<p>Actualmente hay un listado de reactivos, sin embargo, no hay un kardex de reactivos, ni una identificación de los peligros relacionados a las sustancias químicas.</p>		<p>Se creó matriz de sustancias químicas, un KARDEX de reactivos químicos y uno para mezclas y diluciones</p>
<p>¿El equipo de protección es apropiado y cumple con los requisitos técnicos? ¿El personal confina el cabello largo y evita la ropa suelta?</p>	<p>El personal cuenta con guantes de nitrilo, guantes para calor, mascara con filtro para vapores orgánicos y gases ácidos, tapabocas, batas antifluido y botas de seguridad. Durante el trabajo en el laboratorio el cabello está recogido y la ropa de trabajo es la dotación de la empresa.</p>		<p>Se compraron gafas de seguridad.</p>
<p>¿El personal sabe qué hacer en caso de</p>	<p>Se han realizado simulacros con el personal de trabajo.</p>		<p>Se mantiene</p>



Programa gestión integral de riesgo químico, lista de verificación seguridad química en laboratorios

Pregunta	Descripción de hallazgo	Registro fotográfico	Implementación del SGA
una emergencia que involucre sustancias peligrosas?			
¿Hay una ducha de emergencia y lavado de ojos, funcionando y sin obstrucciones?	El laboratorio cuenta con ducha de emergencias y lavado de ojos, pero no cuenta con el espacio adecuado para hacer uso de la misma.		En espera de inicio de obra para la ampliación del laboratorio.
¿Están disponibles las fichas de datos de seguridad de materiales para todas las sustancias peligrosas usadas en el laboratorio?	Las FDS no están actualizadas desde el 2013, de 89 sustancias químicas sólo 25 cuentan con FDS.		Los 89 reactivos químicos cuentan con FDS actualizada, se encuentra de forma digital y física.
¿El personal está informado sobre la compatibilidad de los productos químicos?	El personal no se encuentra familiarizado.		Se realizó capacitación al personal
¿Está prohibido el uso de pipetas por vía oral?	Las analistas tienen formación profesional, y conocen los riesgos de esta práctica.		




Programa gestión integral de riesgo químico, lista de verificación seguridad química en laboratorios







Pregunta	Descripción de hallazgo	Registro fotográfico	Implementación del SGA
<p>¿Los reactivos químicos se almacenan según su compatibilidad?</p>	<p>No hay separación de las sustancias químicas. No se tiene en cuenta la matriz de compatibilidad, ni la clasificación por tipo de peligro.</p>		
<p>¿Las botellas que contienen ácidos fuertes o alcalinos fuertes se almacenan en bandejas para derrames?</p>	<p>El ácido sulfúrico se almacena en bandeja de vidrio para derrames. Sin embargo, los demás ácidos fuertes no.</p>		
<p>¿Los desechos peligrosos están etiquetados adecuadamente, se agregan y almacenan correctamente?</p>	<p>Los desechos no están etiquetados correctamente, se encuentran directamente en el piso, no hay bandejas de derrames.</p>		
<p>¿Está prohibido fumar, comer, beber y la aplicación de cosméticos en el laboratorio?</p>	<p>Las normas del laboratorio prohíben estas acciones dentro de la instalación.</p>		<p>Se mantiene</p>












Programa gestión integral de riesgo químico, lista de verificación seguridad química en laboratorios

Pregunta	Descripción de hallazgo	Registro fotográfico	Implementación del SGA
<p>¿Se utilizan dispositivos mecánicos de pipeteo?</p>	<p>El laboratorio cuenta con pipetadores mecánicos, micropipetas y dosificadores de ácidos fuertes.</p>		<p>Se mantiene</p>

Apéndice B. Clasificación transporte de mercancías peligrosas ONU

Clasificación transporte de mercancías peligrosas ONU		
Clases	Divisiones	
Clase 1. Explosivos	División 1.1 Sustancias y objetos que presentan un riesgo de explosión en masa	
	División 1.2 Sustancias y objetos que presentan un riesgo de proyección sin riesgo de explosión en masa	
	División 1.3 Sustancias y objetos que presentan un riesgo de incendio y un riesgo menor de explosión o un riesgo menor de proyección	
	División 1.4 Sustancias y objetos que no presentan riesgo apreciable	
	División 1.5 Sustancias muy insensibles que presentan un riesgo de explosión en masa	
	División 1.6 Objetos sumamente insensibles que no presentan un riesgo de explosión en masa	
Clase 2. Gases	División 2.1 Gases inflamables	
	División 2.2 Gases no inflamables, no tóxicos	
	División 2.3 Gases tóxicos	
Clase 3. Líquidos inflamables		
Clase 4. Sólidos inflamables	División 4.1 Sólidos inflamables, sustancias de reacción espontánea y sólidos explosivos insensibilizados	

Clasificación transporte de mercancías peligrosas ONU	
Clases	Divisiones
	División 4.2 Sustancias que pueden experimentar combustión espontánea 
	División 4.3 Sustancias que en contacto con el agua desprenden gases inflamables 
Clase 5. Sustancias comburentes y peróxidos orgánicos	División 5.1 Sustancias comburentes 
	División 5.2 Peróxidos orgánicos 
Clase 6. Sustancias tóxicas y sustancias infecciosas	División 6.1 Sustancias tóxicas 
	División 6.2 Sustancias infecciosas 
Clase 7. Material radiactivo	
Clase 8. Sustancias corrosivas	
Clase 9. Sustancias y objetos peligrosos varios, incluidas las sustancias peligrosas para el medio ambiente	

Apéndice C. Clasificación carcinogenicidad IARC y SGA

Categoría 1 Carcinógenos o supuestos carcinógenos		Categoría 2 Sustancias sospechosas de ser carcinógenas
Subcategoría 1A Sustancias de las que se sabe que son carcinógenas para el hombre En base a la existencia de datos en humanos	Subcategoría 1B Sustancias de las que se supone que son carcinógenas para el hombre En base a la existencia de datos en estudios con animales	Datos limitados sobre carcinogenicidad procedentes de estudios en humanos o animales

Apéndice D. Listado notaciones BEI para los TLVs

GI: Gastrointestinal.

Repro: Reproductivo.

SNC: Sistema Nervioso Central.

SNP: Sistema Nervioso Periférico.

TRI: Tracto Respiratorio Inferior.

TRS: Tracto Respiratorio Superior.

Sensibilización:

SEN: Sensibilizante.

DSEN: Sensibilización dérmica.

RSEN: Sensibilización respiratoria.

Piel: (no se aplica para químicos que puedan causar irritación dérmica)

Índices Biológicos de Exposición (BEI):

BEIA: BEI para Pesticidas Inhibidores de la Colinesterasa.

BEIM: BEI para Inductores de la Metahemoglobina.

BEIP: BEI para Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (PAHs).

Carcinogenicidad:

A1: Confirmado cancerígeno para humanos.

A2: Sospechoso de ser cancerígeno para humanos.

A3: Confirmado cancerígeno para animales con relevancia desconocida para humanos.

A4: No clasificado como cancerígeno para humanos.

A5: No sospechoso como cancerígeno en humanos

