

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades



**PROPUESTA PARA LA EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD Y
BUENAS PRÁCTICAS DE ALMACENAMIENTO DE REACTIVOS
QUÍMICOS EN LA UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA**

Trabajo de graduación en modalidad de tesis presentado por
Mei Lin Tin Yan Lui Carrillo
para optar al grado académico de licenciada en
Química Farmacéutica

Guatemala

2022

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades



**PROPUESTA PARA LA EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD Y
BUENAS PRÁCTICAS DE ALMACENAMIENTO DE REACTIVOS
QUÍMICOS EN LA UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA**

Trabajo de graduación en modalidad de tesis presentado por
Mei Lin Tin Yan Lui Carrillo
para optar al grado académico de licenciada en
Química Farmacéutica

Guatemala

2022

Vo. Bo.:

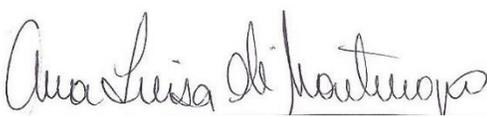
(f) 

M.Sc. Miriam Carolina Guzmán Quilo.
Asesor

Tribunal Examinador:

(f) 

M.Sc. Miriam Carolina Guzmán Quilo
Asesor

(f) 

Licenciada Ana Luisa Mendizábal Sole de Montenegro

(f) 

Dr. Elfego Rolando López García
Director
Departamento de Química Farmacéutica

Fecha de aprobación: Guatemala, 6 de diciembre del 2022.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme culminar mis estudios, por darme la oportunidad de tener una familia que siempre me apoyó y animó en los momentos difíciles; especialmente a mis padres por su paciencia y amor incondicional (Man Cho Lui y Tirsa Carrillo). Agradezco a mi director de carrera (Dr. Elfego López), a mi asesora (M.Sc. Carolina Guzmán) y a mi revisora (Lic. Ana Luisa Mendizábal) por compartirme de su experiencia y conocimientos. También, quiero agradecer a mis compañeras de estudio: Nancy Félix, Margarita Franco, Karla Li y Alpha Rivas por su amistad y ayuda

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	v
LISTADO DE TABLAS	x
LISTADO DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO CONTEXTUAL	2
A. ANTECEDENTES	2
1. ESTUDIOS DESARROLLADOS EN GUATEMALA.....	2
2. ESTUDIO LLEVADO A CABO EN COSTA RICA	3
B. JUSTIFICACIÓN.....	3
C. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
D. ALCANCES Y LIMITACIONES.....	4
1. ALCANCES	4
2. LIMITACIONES.....	5
III. MARCO TEÓRICO.....	6
A. ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO	6
B. REGLAMENTO DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL EN GUATEMALA 229-2014.....	7
C. ACUERDO GUBERNATIVO NO. 341-2013	8
D. SEGURIDAD EN EL ALMACENAMIENTO DE REACTIVOS QUÍMICOS	8
1. BUENAS PRÁCTICAS DE ALMACENAMIENTO.....	9
2. CLASIFICACIÓN SEGÚN NORMA NFPA 704	16
3. CLASIFICACIÓN POR FAMILIAS QUÍMICAS COMPATIBLES.....	20
4. SISTEMA GLOBALMENTE ARMONIZADO DE CLASIFICACIÓN Y ETIQUETADO DE PRODUCTOS QUÍMICOS.....	23
5. FICHAS DE DATOS DE SEGURIDAD (FDS).....	29
E. RIESGO QUÍMICO	30
1. RIESGOS DERIVADOS DE LA EXPOSICIÓN A AGENTES QUÍMICOS .	31
2. RESIDUOS PELIGROSOS.	35
3. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL.	37

4.	FORMACIÓN E INFORMACIÓN PARA LOS COLABORADORES	39
F.	PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR OPERATIVO (PEO)	43
IV.	MARCO METODOLÓGICO	45
A.	OBJETIVOS	45
1.	OBJETIVOS GENERALES.....	45
2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	45
B.	VARIABLES.....	46
C.	POBLACIÓN Y MUESTRA	46
D.	PROCEDIMIENTO.....	46
V.	MARCO OPERATIVO	51
A.	RECURSOS.....	51
1.	RECURSOS HUMANOS	51
2.	RECURSOS MATERIALES	51
VI.	RESULTADOS	52
VII.	DISCUSIÓN	62
A.	VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN	62
B.	CRITERIOS RELACIONADOS A LAS CONDICIONES DE BODEGA	63
C.	CRITERIOS RELACIONADOS AL PERSONAL DE BODEGA	66
D.	CRITERIOS RELACIONADOS A LOS REACTIVOS QUÍMICOS	67
E.	DIAGNÓSTICO RESPECTO A LA SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS DE ALMACENAMIENTO EN LA BODEGA “C-001/002”	69
VIII.	CONCLUSIONES	70
IX.	RECOMENDACIONES	72
A.	RELACIONADAS A LAS CONDICIONES DE BODEGA	72
B.	RELACIONADAS AL PERSONAL DE BODEGA	72
C.	RELACIONADAS A LOS REACTIVOS QUÍMICOS	73
X.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
XI.	ANEXOS	78
A.	ACRÓNIMOS	78

B. GLOSARIO	79
C. INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN.....	82
D. VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN	90
E. DICTAMEN EMITIDO POR JUICIO DE EXPERTOS.	93
F. PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR OPERATIVO PARA LA RECEPCIÓN, INSPECCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE REACTIVOS QUÍMICOS	99

LISTADO DE TABLAS

TABLA No. 1. LÍMITES MÍNIMOS DE CAPACIDAD PARA LA APLICACIÓN DE LAS ITC DEL RD 379/2001	11
TABLA No. 2. CLASIFICACIÓN DE INFLAMABLES, NTP 725	12
TABLA No. 3. CLASIFICACIÓN DE CORROSIVOS, NTP 725	12
TABLA No. 4. PRECAUCIONES PARA EL ALMACENAJE DE REACTIVOS	14
TABLA No. 5. RESUMEN DE INCOMPATIBILIDADES DE ALMACENAMIENTO DE REACTIVOS SGA	16
TABLA No. 6. SIGNIFICADO DEL COLOR Y EL PUNTAJE SEGÚN NFPA 704	18
TABLA No. 7. CÓDIGOS DE FAMILIA COMPATIBLES INORGÁNICOS DE FLINN21	
TABLA No. 8. CÓDIGOS DE FAMILIA COMPATIBLES ORGÁNICOS DE FLINN ...	22
TABLA No. 9. SÍMBOLOS EMPLEADOS EN EL SISTEMA SGA, NACIONES UNIDAS 2011	25
TABLA No. 10. SÍMBOLO DE PELIGRO Y SU RESPECTIVA PRECAUCIÓN EMPLEADA POR SGA	25
TABLA No. 11. FACTORES DE RIESGO	32
TABLA No. 12. MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS Y/O EXPLOSIONES	34
TABLA No. 13. REQUISITOS BÁSICOS PARA EL MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS	36
TABLA No. 14. TIPOS DE FUEGO Y SU RESPECTIVO EXTINTOR	43
TABLA No. 15. DEFINICIÓN OPERACIONAL Y CONCEPTUAL DE VARIABLES ..	46
TABLA No. 16. INFORMACIÓN DE CONTACTOS PARA LA GESTIÓN DE PERMISOS	47
TABLA No. 17. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN RESPECTO A LAS CONDICIONES DE LA BODEGA	52

TABLA No. 18. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN RELACIONADOS AL PERSONAL DE BODEGA	56
TABLA No. 19. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN RESPECTO A LOS REACTIVOS QUÍMICOS PRESENTES EN LA BODEGA	59
TABLA No. 20. CRITERIOS DE EVALUACIÓN RESPECTO A LAS CONDICIONES DE LA BODEGA	82
TABLA No. 21. CRITERIOS DE EVALUACIÓN RELACIONADOS A LOS AUXILIARES DE LA BODEGA	86
TABLA No. 22. CRITERIOS DE EVALUACIÓN RESPECTO A LOS REACTIVOS QUÍMICOS PRESENTES EN LA BODEGA.....	88
TABLA No. 23. ENCUESTA PARA LA VALIDACIÓN POR EXPERTOS DE LA SECCIÓN RELACIONADA A LAS CONDICIONES DE BODEGA.....	91
TABLA No. 24. ENCUESTA PARA LA VALIDACIÓN POR EXPERTOS DE LA SECCIÓN RELACIONADA AL PERSONAL DE BODEGA	92
TABLA No. 25. ENCUESTA PARA LA VALIDACIÓN POR EXPERTOS PARA LA SECCIÓN DE REACTIVOS	92
TABLA No. 26. DICTAMEN EMITIDO POR JUICIO DE EXPERTOS DE LA SECCIÓN RELACIONADA A LAS CONDICIONES DE BODEGA	93
TABLA No. 27. DICTAMEN EMITIDO POR JUICIO DE EXPERTOS DE LA SECCIÓN RELACIONADA AL PERSONAL DE BODEGA	94
TABLA No. 28. DICTAMEN EMITIDO POR JUICIO DE EXPERTOS PARA LA SECCIÓN DE REACTIVOS QUÍMICOS	95
TABLA No. 29. EVIDENCIA FOTOGRÁFICA QUE CONFIRMA LOS RESULTADOS OBTENIDOS MEDIANTE EL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN	97

LISTADO DE FIGURAS

FIGURA No. 1. CLASIFICACIÓN NORMA NFPA 704.....	17
FIGURA No. 2. METODOLOGÍA	50
FIGURA No. 3. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN RESPECTO A LAS CONDICIONES DE LA BODEGA	56
FIGURA No. 4. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN RELACIONADOS AL PERSONAL DE LA BODEGA.....	59
FIGURA No. 5. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN RESPECTO A LOS REACTIVOS QUÍMICOS PRESENTES EN LA BODEGA	61
FIGURA No. 6. DICTAMEN EMITIDO POR JUICIO DE EXPERTOS DE LA SECCIÓN RELACIONADA A LAS CONDICIONES DE BODEGA	94
FIGURA No. 7. DICTAMEN EMITIDO POR JUICIO DE EXPERTOS DE LA SECCIÓN RELACIONADA AL PERSONAL DE BODEGA	95
FIGURA No. 8. DICTAMEN EMITIDO POR JUICIO DE EXPERTOS RELACIONADA A LOS REACTIVOS QUÍMICOS.....	96

RESUMEN

El manejo de reactivos químicos en el área académica se encuentra relacionado o unido a riesgos para la salud de las personas que tienen contacto con dichos reactivos constantemente. Por lo que, es primordial el conocimiento de sus propiedades intrínsecas e incompatibilidades químicas, con el fin de evitar incidentes que afecten negativamente no solo al personal, sino también al medio ambiente. Es importante establecer las condiciones adecuadas y seguras de trabajo al momento de tener contacto con sustancias químicas. Se debe incentivar el mejoramiento continuo de las instalaciones, equipos de emergencia, el uso correcto de protección individual y capacitación adecuada al personal involucrado con la finalidad de la reducción de posibles accidentes y desastres.

Se provee por este medio información actualizada respecto a la seguridad y buenas prácticas de almacenamiento de reactivos químicos en la bodega “C-001/002” encargada por el Departamento de Química de la Facultad de Ciencias y Humanidades de la Universidad del Valle de Guatemala. Se utilizó un instrumento de evaluación fundamentado en normas, reglamentos, acuerdos y recomendaciones por organizaciones internacionales y entes regulatorios. Con los resultados obtenidos se determinó las áreas de mejora y fortalezas con respecto a la seguridad y buenas prácticas de almacenamiento de reactivos químicos, por lo que se propone un procedimiento estándar operativo con el objetivo de tener un mayor control en el inventario y apoyar la seguridad laboral.

El instrumento de evaluación validado por un grupo de expertos evidenció que la bodega “C-001/002” presenta varias áreas de mejora, así como también fortalezas. De las tres secciones existen aspectos a mejorar, entre ellas los criterios relacionados a las condiciones de bodega, los criterios asociados al personal de bodega y los criterios con respecto a los reactivos químicos existentes.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el uso de productos químicos en el área académica ha aumentado, debido a la presencia de laboratorios de docencia e investigación, asimismo al avance de la tecnología y conocimiento. Es importante la adopción de un enfoque sistemático de la seguridad en la utilización de productos químicos. La seguridad es un tema que toda persona, ya sea colaboradores, estudiantes, profesores e investigadores que trabajan con reactivos químicos deben manejar adecuadamente. Adquirir dichos conocimientos básicos relacionados a la seguridad química no solo traerá beneficios a los colaboradores, sino también al medio ambiente y a la propiedad (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2014).

Los riesgos están relacionados con la peligrosidad intrínseca de los productos almacenados, la cantidad, el tipo, tamaño del envase, ubicación de la bodega, la distribución dentro de la misma, su gestión, mantenimiento de las condiciones de seguridad y el nivel de información de los trabajadores y usuarios. Con la formación de compuestos inestables o con acumulación de gases por descomposición lenta de la sustancia, aumentando la probabilidad de que ocurra un incidente (Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales España, 2004).

Para un control efectivo de los riesgos químicos en el lugar de trabajo, se requiere contar con un adecuado flujo de información respecto a los peligros y las medidas de seguridad que se deben tomar en consideración. Por lo que, mediante un instrumento de evaluación fundamentada en normas y recomendaciones por organizaciones y entes regulatorios se evaluará la seguridad y las buenas prácticas de almacenamiento de reactivos en la bodega de productos químicos. Dicha bodega se encuentra a cargo de la Facultad de Ciencias y Humanidades, específicamente del Departamento de Química de la Universidad del Valle de Guatemala. El propósito del estudio es proveer información concisa y actualizada de la situación de seguridad y buenas prácticas de almacenamiento de reactivos, por lo que se determinará las fortalezas y áreas de mejora para proveer a la comunidad universitaria un área de trabajo seguro, asimismo, apoyar al cuidado del medio ambiente.

II. MARCO CONTEXTUAL

A. ANTECEDENTES

1. ESTUDIOS DESARROLLADOS EN GUATEMALA

Según Filippi en el año 2011, se evaluó el riesgo químico en los laboratorios de la Escuela de Química Farmacéutica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala. La investigación se realizó, por medio de la aplicación de la guía de observación del método Lest, con el propósito de promover conductas y hábitos de seguridad en cada uno de los laboratorios evaluados, así como la realización de un mapeo de riesgos para la determinación de áreas donde es mayor la probabilidad de sufrir un accidente. La evaluación del riesgo químico provee continuidad a estudios previos sobre seguridad, ejecutados hace más de una década por estudiantes egresados de la Facultad, cuyos trabajos de graduación recomiendan una constatación de la mejora de las instalaciones y procesos de seguridad (Filippi, 2011).

Según Sánchez en el año 2016, se elaboró una guía para el manejo adecuado de sustancias y reactivos químicos en el área de bodega de insumos de una empresa que se dedica a la elaboración de productos del hogar y cuidado personal del departamento de Escuintla. La metodología que se utilizó para obtener los resultados se basó en la técnica de la observación, entrevista y encuesta los cuales evidenciaron la necesidad de la elaboración de una guía. A partir del diagnóstico se detectó el desconocimiento del personal con respecto a los reactivos que ingresan a la bodega y el manejo adecuado que se debe proseguir para evitar un accidente laboral. La guía incluye tres secciones, en la primera se establecieron los lineamientos para el manejo adecuado de reactivos y sustancias químicas en el área de almacenamiento. En la segunda sección se definieron las características de peligrosidad y riesgos de las sustancias, asimismo, la forma correcta de organizarlos según su compatibilidad química. Por último, en la tercera sección, se definen las acciones preventivas y correctivas que se deben aplicar en caso de emergencia, así como el uso del equipo de protección personal (Sánchez, 2016).

2. ESTUDIO LLEVADO A CABO EN COSTA RICA

Se utilizó una matriz para determinar el riesgo químico, en la que se unió la identificación y caracterización del peligro usando la determinación toxicológica de las sustancias del programa para la gestión de sustancias químicas, asimismo, los valores usados en el sistema globalmente armonizado (SGA). Con la matriz se obtuvieron índices que se promediaron para obtener una medida cuantitativa del riesgo de las sustancias en una bodega de sustancias químicas de acuerdo con un sistema objetivo de evaluación (León, 2021).

Con la información obtenida en la matriz de seguridad química de laboratorios de investigación de la Universidad de Costa Rica, se elaboró una herramienta tecnológica para la identificación y manejo de riesgos químicos, que calculó de forma automática el promedio de riesgo potencial de las sustancias y en general de la bodega de productos químicos. La matriz se puede aplicar en la industria química y sectores conexos para determinar el riesgo químico de sus almacenes. La herramienta permite agregar, editar, buscar y eliminar en el inventario, por lo que es posible conocer cuáles sustancias representan un mayor riesgo, con el fin de disminuir el riesgo de sufrir un accidente que perjudique a las personas y al medio ambiente (León, 2021).

B. JUSTIFICACIÓN

La aplicación de las buenas prácticas de almacenamiento de reactivos químicos evita accidentes que afectan negativamente a la salud de las personas, el medio ambiente y las instalaciones. La seguridad es un estado en el cual los peligros y condiciones que pueden provocar daños son controlados con el fin de preservar la salud, el bienestar de los individuos y de la comunidad. Es esencial informar y formar mediante capacitaciones a los colaboradores que están en contacto con los reactivos la peligrosidad intrínseca que conlleva trabajar con dichos productos químicos, dado que dichos riesgos pueden materializarse en accidentes graves e irreversibles.

Se evaluó la seguridad y buenas prácticas de almacenamiento de reactivos químicos en la bodega presente en el edificio “C-001/002”, de la Facultad de Ciencias y Humanidades, específicamente, dirigido por el Departamento de Química de la Universidad del Valle de Guatemala. Entre los beneficios se puede mencionar que se permitirá distinguir los puntos de mejora y fortalezas. La evaluación se realizó mediante un instrumento de evaluación, basado en normas, reglamentos, acuerdos y recomendaciones proporcionadas por organizaciones y entes regulatorios especializados en la seguridad química y en las buenas prácticas de almacenamiento. Es importante considerar que el instrumento de evaluación se validó mediante un grupo de expertos formado por cinco personas competentes y con experiencia.

La información obtenida permite el apoyo en la disminución de accidentes relacionados al manejo de reactivos químicos mediante la elaboración de un procedimiento estándar operativo, para el almacenamiento de reactivos según las buenas prácticas de almacenamiento, destinado a colaboradores y auxiliares de la bodega del Departamento de Química de la Universidad del Valle de Guatemala.

C. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La bodega encargada por el Departamento de Química de la Facultad de Ciencias y Humanidades, presente en el edificio “C-001/002” pone en práctica criterios de buenas prácticas de almacenamiento y seguridad en el manejo de reactivos químicos de la Universidad del Valle de Guatemala.

D. ALCANCES Y LIMITACIONES

1. ALCANCES

- Proporción de información actualizada con respecto a la seguridad y buenas prácticas de almacenamiento en la bodega presente en el edificio “C 001/002” encargado por la Facultad de Ciencias y Humanidades, específicamente, por el Departamento de Química de la Universidad del Valle de Guatemala.

- Apoyo y fomento en la disminución de accidentes relacionados al manejo de reactivos químicos mediante la elaboración de un procedimiento estándar operativo, para el almacenamiento de reactivos existentes según las buenas prácticas de almacenamiento, destinado a colaboradores y auxiliares de la bodega del Departamento de Química de la Universidad del Valle de Guatemala.

2. LIMITACIONES

- En Guatemala no hay una ley o norma que regule el almacenamiento y manejo de reactivos en el ámbito académico, por lo que se debió de revisar y analizar varias normas extranjeras para adaptarlas a las necesidades de la Universidad del Valle de Guatemala.

III. MARCO TEÓRICO

A. ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO

Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la producción y el uso de productos químicos en el ámbito laboral presenta uno de los desafíos más significativos para los programas de protección en el ambiente de trabajo. Los productos químicos son esenciales para la vida cotidiana y sus beneficios son generalizados y altamente reconocidos. Se debe tomar en cuenta los riesgos asociados con la exposición a los productos químicos y cómo estos pueden afectar negativamente a la salud humana y al medio ambiente. A través del tiempo, se ha observado que la seguridad química ha sido una de las áreas que más se ha desarrollado en el campo de la seguridad y la salud en el trabajo (OIT, 2014).

Sin embargo, a pesar de que en las últimas décadas se haya logrado un avance respecto a la normativa y la gestión de los productos químicos, asimismo, los gobiernos y colaboradores continúen haciendo esfuerzos para minimizar los efectos negativos del uso de sustancias químicas, el progreso es aún insuficiente. Los incidentes graves continúan sucediendo y existen repercusiones negativas tanto en la salud de las personas como en el medio ambiente. Es crucial continuar desarrollando nuevas herramientas para hacer que la información relacionada a los riesgos químicos y las medidas de protección asociadas se puedan conseguir fácilmente, asimismo, se debe de organizar y utilizar dicha información para estructurar un enfoque sistemático para la seguridad y a la salud en el uso de productos químicos en el trabajo (OIT, 2014).

Un buen sistema nacional de seguridad y salud en el trabajo es crítico para una aplicación eficaz de las políticas y programas nacionales relacionados al sistema de salud y trabajo (SST) y en particular para la gestión racional de los productos químicos. Dicho sistema debe incluir: leyes, reglamentos, convenios colectivos, también, mecanismos para hacer cumplir la ley, incluyendo sistemas eficaces de inspección. Otros puntos pueden ser la sensibilización, intercambio de información sobre SST y la capacitación relacionada a las medidas de seguridad en el uso de productos químicos. La colaboración entre el

Ministerio de Trabajo, Salud y Medio Ambiente es una ventaja con predominio (OIT, 2014).

B. REGLAMENTO DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL EN GUATEMALA 229-2014

En el gobierno de Juan José Arévalo, en el año 1947 a través del Acuerdo Legislativo 3030, se emitió el Código de Trabajo, donde se asentaron las bases para la protección de los trabajadores en su ámbito laboral y su relación con los patronos. El Seguro Social publicó en 1957 el primer Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional, el cual rigió en todo el país hasta el año 2014. El Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional (SSO) posee por objeto regular las condiciones generales de Salud y Seguridad Ocupacional en Guatemala que permitan crear y fomentar una cultura de prevención de riesgos laborales para proteger la vida, la salud y la integridad de los trabajadores en la prestación de sus servicios (Ministerio de Trabajo y Prevención Social, 2014).

El reglamento SSO se caracteriza porque su cumplimiento y aplicación es de carácter obligatorio. Dicha normativa está conformada por once títulos, cuarenta y tres capítulos y quinientos cincuenta y nueve artículos que detallan las medidas de seguridad para la minimización y en lo posible eliminación de los riesgos laborales. El reglamento es de observancia general y en toda la República de Guatemala y sus normas de orden público, asimismo una de las obligaciones de los patronos es permitir y facilitar la inspección de los lugares de trabajo a técnicos e inspectores del Ministerio de Trabajo y Previsión Social (Ministerio de Trabajo y Prevención Social, 2014).

En el reglamento SSO se menciona que es obligación de los patronos implementar medidas de salud y seguridad para proteger la vida, la salud y la integridad de sus trabajadores, también, proveer de equipos de protección, tener condiciones de seguridad en las instalaciones, mantener en buen estado la maquinaria y equipos. Por otro lado, proveer capacitaciones con respecto SSO y advertir al colaborador el daño a la salud humana y al

ambiente que puede causar trabajar con productos químicos y desechos peligrosos (Ministerio de Trabajo y Prevención Social, 2014).

C. ACUERDO GUBERNATIVO NO. 341-2013

El Acuerdo Gubernativo No. 341-2013 hace referencia a la política nacional para la gestión ambientalmente racional de productos químicos y desechos peligrosos. En Guatemala se acordó implementar el Enfoque Estratégico para la Gestión de Productos Químicos a Nivel Internacional (SAICM) por sus siglas en inglés, por lo que sus principios son incrementar la coordinación y la coherencia en la gestión de productos químicos, tanto a nivel nacional como internacional. El implementar el SAICM implica la responsabilidad de promover controles y mecanismos de sustitución a través de la promoción y poner en práctica tecnologías alternativas (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2013).

La gestión racional de los productos químicos es fundamental para lograr un desarrollo sostenible, por consiguiente, es preocupante la ausencia de una efectiva gestión integral que pone en riesgo tanto a la salud humana como al medio ambiente. Su objetivo es lograr una gestión ambientalmente racional de los productos químicos y desechos peligrosos a nivel nacional (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2013).

D. SEGURIDAD EN EL ALMACENAMIENTO DE REACTIVOS QUIMICOS

Según la Organización Panamericana de la Salud, la seguridad química se refiere al buen manejo de los productos químicos, para lo cual la interfaz de la política científica es clave. La actividad de manejar reactivos químicos implica riesgos, por lo que se debe conocerlos con el fin de prevenirlos a toda costa. Es una tarea cotidiana a la que toda persona debe poner de su parte para apoyar en la seguridad. La prevención de accidentes es responsabilidad de todos los involucrados, por consiguiente, es necesaria la cooperación activada de cada uno. En la mayoría de los casos los accidentes ocurren por tres razones: actitud de indiferencia, ignorancia y la falta de seguimiento de instrucciones (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2014).

El Comité de Concejales en Aspectos de Seguridad Química asociada a la Junta de Directores de la Sociedad Americana de Química (ACS por sus siglas en inglés) desarrolló un manual que abarca el tema de la prevención de accidentes químicos, entre sus recomendaciones generales se presenta el uso de un equipo de protección personal, la práctica de la prevención de accidentes, el uso de la menor cantidad de reactivo posible en las prácticas, cuando sea posible sustituir los compuestos químicos peligrosos por otros de menor riesgo o toxicidad y anticipar las posibles consecuencias del trabajo que se realizará (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2014).

Para que un programa de seguridad sea efectivo y eficaz, se debe contar con el apoyo total de la administración a cargo, la facultad o la directiva y de los estudiantes que trabajen en el laboratorio. Un programa de prevención de accidentes posee la finalidad de mantener un ambiente de trabajo seguro tanto para los estudiantes como para los colaboradores y auxiliares de la bodega (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2014).

1. BUENAS PRÁCTICAS DE ALMACENAMIENTO

Se entiende por almacenamiento el conjunto de recipientes de cualquier tipo, que pueden contener productos químicos, ya sean sólidos, líquidos o gaseosos. A continuación, se indican una serie de requisitos básicos que deben cumplirse en el almacenamiento de productos químicos y que pueden apoyar a la hora de realizar la estimación de riesgos (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2003).

- a. Reducir las cantidades almacenadas de productos químicos a las mínimas posibles
- b. Disponer de instalaciones adecuadas en cuanto a dimensiones, ventilación, señalización, sistemas de drenaje, iluminación y estanterías en función del tipo de producto almacenado.
- c. Identificar adecuadamente los productos químicos y su cantidad, los recipientes deberán estar correctamente etiquetados conforme a la legislación vigente.

- d. Colocar los materiales sin invadir zonas de acceso y de forma segura, limpia y ordenada
- e. Controlar el acceso de personas ajenas a la instalación
- f. Almacenar las sustancias peligrosas debidamente separadas, considerando la incompatibilidad de ciertas sustancias
- g. Disponer de recipientes seguros y en buen estado para el transporte de productos químicos peligrosos
- h. No efectuar trasvases en la zona de almacenamiento
- i. Disponer de procedimientos seguros de manipulación y de medios para prevenir fugas o vertidos. Disponer materiales adsorbentes.
- j. Señalizar la zona de almacenamiento indicando los tipos de gases almacenados y disponer de instrucciones de seguridad para cada gas almacenado.
- k. Almacenar por separado las botellas llenas y las vacías
- l. Almacenar siempre en posición vertical y debidamente protegidas para evitar su caída, deben estar ancladas a la pared.
- m. Disponer de suministro permanente de agua que permita enfriar las botellas en caso de incendio

(Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2003)

1) Notas técnicas prácticas (NTP) relacionado a la seguridad en el laboratorio

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) junto con el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales elaboraron las notas técnicas prácticas o NTP, destinada a aconsejar con respecto a la seguridad en el laboratorio y el almacenamiento de productos químicos. Según el NTP 725 se mencionan que es necesario disponer de normas técnicas específicas y prácticas de trabajo seguras. Es importante recordar que se trabajan con una variedad de productos químicos de diferentes características y peligrosidad. Las NTP son guías de buenas prácticas, sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. El almacenamiento de productos químicos presenta unas características de peligrosidad que pueden materializarse en accidentes

importantes si no se han tomado las medidas técnicas u organizativas necesarias (Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales España, 2004).

Se deben considerar cinco puntos críticos para garantizar la seguridad en el almacenamiento de productos químicos. En primer punto se encuentra determinar la peligrosidad del almacenamiento, segundo es garantizar las condiciones técnicas de las instalaciones del almacenamiento. En el tercer aspecto se encuentra agrupar los productos químicos garantizando su compatibilidad durante el almacenamiento, luego el cuarto es precisar la medidas y procedimientos de trabajo durante las operaciones de manipulación de los reactivos químicos y mantenimiento de los almacenamientos. Por último, establecer un plan de emergencia en el almacenamiento (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2014).

La normativa con respecto al almacenamiento de productos químicos (RD 379/2001, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus instrucciones Técnicas Complementarias ITC) excluye de su ámbito de aplicación los almacenamientos de productos químicos de capacidad igual o inferior a las que se indican en la Tabla 1. Para una mayor comprensión de la Tabla 1, en la Tabla 2 se indica el sistema de clasificación de los productos inflamables y en la Tabla 3 el de productos corrosivos (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2014).

Tabla No. 1. LÍMITES MÍNIMOS DE CAPACIDAD PARA LA APLICACIÓN DE LAS ITC DEL RD 379/2001

Clase	Subclase	Características
A		Productos licuados cuya presión de vapor a 15 °C sea superior a 1 bar
	A1	Productos de la clase A que se almacenan licuados a una temperatura inferior a 0 °C
	A2	Productos de la clase A que se almacenan licuados en otras condiciones
B		Productos cuyo punto de inflamación es inferior a 55 °C y no están comprendidos en la clase A
	B1	Productos de la clase B cuyo punto de inflamaciones inferior a 38 °C
	B2	Productos de la clase B cuyo punto de inflamación es a a 38 °C e inferior a 55 °C
C		Productos cuyo punto de inflamación está comprendido entre 55 y 100 °C
D		Productos cuyo punto de inflamación es superior a 100 °C

Tabla No. 2. CLASIFICACIÓN DE INFLAMABLES, NTP 725

Clase		Sustancias
a	Muy corrosivas	Provocan una necrosis perceptible del tejido cutáneo al aplicarse sobre piel intacta por un periodo máximo de 3 min.
b	Corrosivas	Provocan una necrosis perceptible del tejido cutáneo al aplicarse sobre piel intacta por un periodo mínimo de 3 min y máximo de 60 min.
c	Grado menor de corrosividad	Provocan una necrosis perceptible del tejido cutáneo al aplicarse sobre piel intacta por un periodo de 60 min como mínimo hasta 240 min como máximo.

Tabla No. 3. CLASIFICACIÓN DE CORROSIVOS, NTP 725

Líquidos inflamables y combustibles	Líquidos corrosivos	Líquidos tóxicos a) b) c) Cantidad total almacenada <600 L
≤ 50 L clase B	≤ 200 L clase a	
≤ 250 L clase C	≤ 400 L clase b	≤ 50 L clase T+
≤ 1000 L clase D	≤ 1000 L clase c	≤ 150 L clase T
a. En ningún caso la suma de los cocientes entre las cantidades almacenadas y permitidas para cada clase superará el valor de 1. b. La capacidad máxima unitaria de los envases en los almacenamientos exentos no podrá superar los 2 L para la clase T+ y los 5 L para la clase T. c. En las instalaciones excluidas se seguirán las medias de seguridad establecidas por el fabricante de los líquidos tóxicos que entregará la correspondiente documentación		

2) Sitio de almacenamiento

El lugar escogido para almacenar productos químicos debe de llenar un mínimo de requisitos para que sea óptimo y seguro. El área de almacenamiento debe ser de acceso restringido, con aireación y luz, con paredes secas. La bodega debe estar bien señalizado (con mensajes de prohibición, cuidado e informativos) y el orden dentro es indispensable para que no ocurran accidentes. Debe de estar dotado de extintores, elegidos de acuerdo con las características de los productos que se almacenan, kits de material adsorbente para atender fugas o derrames, asimismo, duchas de emergencia y fuente lavaojos. Las salidas de emergencia son otro factor para tomar en cuenta, por otro lado, los colaboradores o auxiliares de la bodega deben de contar con protección personal, conocer el riesgo de los productos que manipulan y saber el procedimiento en caso de una emergencia (Freeman, 1989).

Las estanterías se prefieren en góndola por cuanto permite la circulación de aire por todos los lados, el material más recomendado es el metal con recubrimientos especiales, según el caso para evitar la corrosión o deterioro por contacto. El estante debe levantarse lo

más cercas posible del suelo, pero nunca directamente sobre él. En la parte inferior debe contar con una bandeja colectora cubierta con tapetes especiales para absorber derrames, el estante debe mantenerse asegurado para evitar que se mueva y contar con una barra de soporte o cadenas para evitar que los recipientes se deslicen hacia adelante. El estante debe ser llenado de tal forma que los recipientes que contiene líquidos y con mayor capacidad se ubiquen en la parte inferior, los contenedores altos hacia atrás y los de menor tamaño adelante. Los productos más peligrosos abajo y los más inofensivos arriba (Centro de Información de sustancia Químicas, 2011).

3) Incompatibilidades en el almacenamiento conjunto

El almacenamiento conjunto de productos químicos dentro de una misma estantería o en una misma dependencia, sin la adopción de las medidas de seguridad oportunas, puede suponer un grave riesgo de accidentes debido principalmente a las posibles reacciones que se pueden generar entre dichos reactivos. Se pueden generar incendios, explosiones, emisión de gases tóxicos, entre otros. Por lo tanto, uno de los aspectos esenciales al poner en servicio el almacenamiento de productos químicos es garantizar que no se esté almacenando conjuntamente productos incompatibles. En la Figura 1 se puede observar el procedimiento para evitar incompatibilidades (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2014). A continuación, se describe el procedimiento para evitar incompatibilidades químicas en el almacenamiento de productos químicos.

- a. Determinar la clase de peligro de los productos químicos.
- b. Establecer incompatibilidades entre productos de distinta clase.
- c. Establecer incompatibilidades específicas entre productos de distintas clases.
- d. Adoptar medidas de seguridad para evitar reacciones entre productos químicos.
- e. Controlar la entrada de producto en el almacenamiento comprobando que no se producen incompatibilidades.

De una forma general se puede mencionar que solo se deben almacenar conjuntamente productos químicos de la misma clase de peligros, siempre que no exista una incompatibilidad específica entre dichos productos, por lo que se puede obtener dicha

información en las Fichas de Seguridad o FDS. Como resultado o efectos de mezclas químicas incompatibles se puede mencionar incendios, explosiones, emisión de gases tóxicos, vapores corrosivos y generación de calor (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2014).

Tabla No. 4. PRECAUCIONES PARA EL ALMACENAJE DE REACTIVOS

Tipo de reactivo	No almacenar junto a:	Evitar contacto o cercanía con:
Combustibles	<ul style="list-style-type: none"> - Oxidantes - Comburentes - Sustancias tóxicas - Gases venenosos - Ácidos y bases minerales 	Fuentes de ignición (calor, chispas, superficies calientes o llamas abiertas)
Ácidos inorgánicos	<ul style="list-style-type: none"> - Bases minerales - Cianuros, nitritos, sulfuros, hipocloritos - Materiales inflamables y/o combustibles - Sustancias tóxicas y venenosas 	<ul style="list-style-type: none"> - Agua - Metales reactivos

Tipo de reactivo	No almacenar junto a:	Evitar contacto o cercanía con:
Ácidos orgánicos	<ul style="list-style-type: none"> - Ácidos inorgánicos - Oxidantes - comburentes 	Fuentes de ignición
Álcalis	<ul style="list-style-type: none"> - Ácidos - Explosivos - Peróxidos orgánicos - Materiales de fácil ignición - Sustancias tóxicas 	<ul style="list-style-type: none"> - Agua - Metales reactivos
Oxidantes	<ul style="list-style-type: none"> - Materiales combustibles e inflamables - Materiales orgánicos 	<ul style="list-style-type: none"> - Fuentes de calor y humedad - Agentes reductores - Metales alcalinos

Tabla No. 5. RESUMEN DE INCOMPATIBILIDADES DE ALMACENAMIENTO DE REACTIVOS SGA

					
	+	-	-	-	+
	-	+	-	-	-
	-	-	+	-	+
	-	-	-	+	0
	+	-	+	0	+

El signo “+” denota que se pueden almacenar conjuntamente, el signo “0” significa que solamente podrán almacenarse juntos, si se adoptan ciertas medidas preventivas y el signo “-” denota que no deben de almacenarse juntos.

2. CLASIFICACIÓN SEGÚN NORMA NFPA 704

NFPA 704 (National Fire Protection Association) o Asociación Nacional de Protección contra el Fuego es una norma que establece un sistema de identificación de riesgos para que, en un eventual incendio o emergencia, las personas afectadas puedan reconocer los riesgos de los materiales y su nivel de peligrosidad respecto del fuego y diferentes factores. Establece a través de un rombo seccionado en cuatro partes de diferentes colores, ver Figura No. 1. NFPA es una organización internacional que desarrolla

normas fundada en 1896 para proteger a las personas, la propiedad y el medio ambiente del fuego. El sistema de desarrollo de los códigos y normas fue basado en un proceso abierto fundamentado en un consenso que producido algunos de los más referenciados materiales en la industria de la protección contra los incendios (NFPA, 2020).

Figura No. 1. CLASIFICACIÓN NORMA NFPA 704



Las cuatro divisiones poseen colores asociados con un significado. El azul hace referencia a los peligros para la salud, el rojo indica la amenaza de inflamabilidad y el amarillo el peligro por reactividad, es decir inestabilidad del reactivo. A estas tres divisiones se les asigna un número de 0 (sin peligro) a 4 (peligro máximo). Por otra parte, en la sección blanca puede haber indicaciones especiales para algunos materiales, indicando que son oxidantes, corrosivos, reactivos con agua o radioactivos (NFPA, 2020).

Tabla No. 6. SIGNIFICADO DEL COLOR Y EL PUNTAJE SEGÚN NFPA 704

Color azul (Salud)	
Puntaje	Significado
0	Materiales bajo cuya exposición en condiciones de incendio no existe otro peligro que el del material combustible ordinario, como el cloruro de sodio.
1	Materiales que causan irritación, pero solo daños residuales menores aún en ausencia de tratamiento médico. Ejemplo: glicerina
2	Materiales bajo cuya exposición intensa o continua puede sufrirse incapacidad temporal o posibles daños permanentes a menos que se de tratamiento médico, como el cloroformo o la cafeína.
3	Materiales que bajo corta exposición pueden causar daños temporales o permanentes, aunque se preste atención médica, como el hidróxido de potasio.
4	Elemento que, con una muy corta exposición puede causar la muerte o un daño permanente, incluso en caso de atención médica inmediata. Por ejemplo, el cianuro de hidrógeno.
Color rojo (inflamabilidad)	
Puntaje	Significado
0	Materiales que no se queman, como el agua. Expuesto a una temperatura de 815°C por más de 5 minutos.
1	Materiales que deben precalentarse antes de que ocurra la ignición, cuyo punto de inflamabilidad es superior a 93°C.
2	Materiales que deben calentarse moderadamente o exponerse a temperaturas altas antes de que ocurra la ignición, como el petrodiesel. Su punto de inflamabilidad oscila entre 38°C y 92°C
3	Líquidos y sólidos que pueden encenderse en casi todas las condiciones de temperatura ambiental, como la gasolina. Poseen un punto de inflamabilidad entre 24°C y 37°C

4	Materiales que se vaporizan rápido o completamente a la temperatura a presión atmosférica ambiente. O que se dispersan fácilmente en el aire, como el propano. Poseen un punto de inflamabilidad por debajo de 23°C
Amarillo (inestabilidad o reactividad)	
Puntaje	Significado
0	Normalmente estable, incluso bajo exposición al fuego y no es reactivo con agua, por ejemplo, helio.
1	Normalmente estable, pero puede llegar a ser inestable en condiciones de temperatura y presión elevadas, por ejemplo, acetileno.
2	Experimente cambio químico violento en condiciones de temperatura y presión elevadas reacciona violentamente con agua o puede formar mezclas explosivas con agua, por ejemplo, compuestos de potasio y sodio.
3	Capaz de detonar o descomponerse explosivamente, pero requiere una fuente de ignición, debe ser calentado bajo confinamiento antes de la ignición. Reacciona explosivamente con agua o detonará si recibe una descarga eléctrica fuerte, por ejemplo, el flúor.
4	Fácilmente capaz de detonar o descomponerse explosivamente en condiciones de temperatura y presión normales. Por ejemplo, nitroglicerina.
Blanco (riesgo especial)	
Puntaje	Significado
W	Reacciona con el agua de manera inusual o peligrosa, como el cianuro de sodio.
“OX” o “OXY”	Oxidante, por ejemplo, el perclorato de potasio o agua oxigenada.
“SA”	Gas asfixiante simple, limitado para los gases, por ejemplo, nitrógeno helio, neón, argón, kriptón y xenón.

Puntaje	Significado
“COR” o “CORR”	Corrosivo, ácido o base fuerte, como el ácido sulfúrico o el hidróxido de potasio. “ACID”: ácido “ALK”: base
“BIO”	Riesgo biológico, por ejemplo, un virus.
“RAD”	Material radioactivo, como el plutonio.
“CRYO” o “CYL”	Criogénico, como el nitrógeno líquido
POI	Producto venenoso, como el arsénico

3. CLASIFICACIÓN POR FAMILIAS QUÍMICAS COMPATIBLES

El almacenamiento inadecuado de productos químicos de laboratorio en bodega o almacenes representa un peligro potencial para la seguridad tanto para las personas como al medio ambiente. Una solución es separar los productos químicos en sus familias orgánicas e inorgánicas y luego dividirlos en grupos relacionados y familias compatibles. El sistema de almacenamiento de la familia de productos químicos compatibles fue desarrollado por primera vez por Flinn scientific en 1979, el cual es un sistema reconocido para clasificar y almacenar productos químicos de forma eficiente y segura (Flinn scientific, 2016).

Es importante tomar en cuenta que el patrón de almacenamiento en estantes sugerido por Flinn está respaldado por el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) en la guía de seguridad del laboratorio de química escolar, como un arreglo sugerido para separar los productos químicos en familias compatibles (Flinn scientific, 2016).

Las familias químicas compatibles son grupos o clases de compuestos que se pueden almacenar de forma segura en una agrupación principal, como en los estantes de almacenamiento, sin riesgo de interacciones peligrosas entre las sustancias. La primera clasificación es la familia inorgánica, esta se designa como “I”, mientras que la familia orgánica se designa como “O”. La división de los productos químicos en estos grupos

elimina posibles reacciones, como la oxidación de compuestos orgánicos con agentes oxidantes fuertes. Dicha clasificación es útil porque varios compuestos orgánicos son inflamables o combustibles, por lo que requieren condiciones especiales de almacenamiento (Flinn scientific, 2016).

Ningún método único para determinar la compatibilidad química es perfecto. Las razones son variadas, sin embargo, la causa principal es que muchas sustancias químicas pertenecen a más de una clase de peligro. Esto puede generar confusión sobre qué clase es apropiada para el producto químico en cuestión. No todos los productos químicos de una clase determinada son compatibles. Por ejemplo, el dicloroisocianurato de sodio y el hipoclorito de calcio son oxidantes, pero la mezcla de ambos productos puede conducir a la formación de tricloruro de nitrógeno, un explosivo sensible a los golpes. Las excepciones a cualquier esquema de clasificación impiden enumerarla todas en una tabla de referencia conveniente (Flinn scientific, 2016).

1) Familia química compuestos inorgánicos

Tabla No. 7. CÓDIGOS DE FAMILIA COMPATIBLES INORGÁNICOS DE FLINN

Código	Compuesto químico
I1	Metales, hidruros
I2	Acetatos, haluros, sulfatos, sulfitos, tiosulfatos, fosfatos, halógenos, oxalatos, ftalatos, oleatos.
I3	Amidas, nitratos (excepto nitrato de amonio), nitritos, azidas.
I4	Hidróxidos, óxidos, silicatos, carbonatos, carbono
I5	Sulfuros, seleniuros, fosfuros, carburos, nitruros
I6	Cloratos, bromatos, yodatos, cloritos, hipocloritos, percloratos, ácido perclórico, peróxidos, peróxido de hidrógeno.
I7	Arseniatos, cianuros, cianatos
I8	Boratos, cromatos, manganatos, permanganatos, molibdatos, vanadatos
I9	Ácidos (exceptos nítrico), el ácido se aísla y almacena por sí mismo
I10	Azufre, fósforo arsénico, pentóxido de fósforo

Código	Compuesto químico
IM	Misceláneos inorgánicos

2) Familia química de compuestos orgánicos

Tabla No. 8. CÓDIGOS DE FAMILIA COMPATIBLES ORGÁNICOS DE FLINN

Código	Compuesto químico
O1	Ácidos, aminoácidos, anhídridos, perácidos
O2	Alcoholes, glicoles, azúcares, aminas, amidas, iminas, imidas
O3	Hidrocarburos, ésteres, aldehídos, aceites
O4	Éteres, cetonas, hidrocarburos, halogenados
O5	Compuestos epoxi, isocianatos
O6	Peróxidos, hidroperóxidos
O7	Sulfuros, polisulfuros, sulfóxidos, nitrilos
O8	Fenoles, cresoles
O9	Tintes, indicadores
OM	Misceláneos orgánicos

Al momento de colocar o distribuir las familias O2, O3, O4, O9, deben almacenarse en un gabinete para productos inflamables.

Los compuestos mencionados en las tablas No. 7 y 8 no pretenden ser todos inclusivos y no deben considerarse completos. La ausencia de un producto químico en dichos cuadros no debe tomarse como una indicación de que es seguro mezclarlo con otro producto químico. Es fundamental leer las Fichas de Datos de seguridad de los reactivos que se utilicen (Flinn scientific, 2012).

Si el espacio en los estantes es un problema, se permite colocar más de una familia de productos químicos compatibles en un estante. Sin embargo, se debe asegurar de tener un divisor físico entre cada familia o dejar un espacio. Evitar mantener o almacenar productos químicos en el piso o suelo incluso temporalmente. Por otro lado, no se debe de almacenar productos químicos por encima del nivel de los ojos (State Education Department, 2019).

4. SISTEMA GLOBALMENTE ARMONIZADO DE CLASIFICACIÓN Y ETIQUETADO DE PRODUCTOS QUÍMICOS

La autoridad competente o el órgano aprobado deberá establecer un sistema y criterios específicos de clasificación sobre la peligrosidad de los productos químicos. La fuente internacional más relevante de información sobre seguridad química es el sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos. Dicho sistema ha sido estructurado para cubrir todos los productos químicos, incluyendo las sustancias puras y mezclas para proporcionar los requisitos para la comunicación de los riesgos químicos en el centro de trabajo, en el transporte de mercaderías peligrosas, para los consumidores y sobre el medio ambiente (Naciones Unidas, 2011).

Es un sistema técnico armonizado y universal real que posee un impacto trascendental en todas las normas nacionales e internacionales sobre seguridad química. El SGA propone una lista de criterios de clasificación de acuerdo con los riesgos para la salud, físicos y medioambientales. El trabajo sobre el SGA empezó como un seguimiento a la adopción del convenio de la OIT sobre los productos químicos. El convenio fue redactado con fin de que los gobiernos pudieran avanzar adoptando sus propios sistemas, también, se aseguraría que los riesgos fueran clasificados de igual forma, independientemente del país de origen y que las etiquetas y las fichas de datos de seguridad concordarían. Evidentemente, ello daría como resultados un enfoque de prevención y protección

armonizado y más coordinado a la provisión de información sobre riesgos químicos (Naciones Unidas, 2011).

El alcance de SGA aplica a sustancias puras, a soluciones diluidas y a mezclas. Los “artículos” que se definen en la norma sobre comunicación de peligros (29 CFR 1910.1200) de la administración de los Estados Unidos de América sobre la salud y seguridad laboral, o mediante definiciones similares quedan fuera del sistema. El concepto de “clasificación” de peligro el SGA lo emplea para indicar que solo se consideran las propiedades intrínsecas peligrosas de sustancias o mezclas (Naciones Unidas, 2011).

1) Elementos en las etiquetas

Los siguientes símbolos de peligro son los signos normalizados que se aplican en el contexto del SGA. Todos los símbolos, excepto el nuevo símbolo que representa el peligro para la salud y el signo de exclamación, forman parte del conjunto de símbolos que se utilizan en las recomendaciones de la Naciones Unidas relativas al transporte de mercancías peligrosas. Los pictogramas son una composición gráfica que consta de un símbolo y de otros elementos gráficos, tales como un borde, un dibujo o un color de fondo y sirve para comunicar una información específica. Todos los pictogramas de peligros utilizados en el SGA deberían tener forma de rombo apoyado en un vértice (Naciones Unidas, 2011).

**Tabla No. 9. SÍMBOLOS EMPLEADOS EN EL SISTEMA SGA,
NACIONES UNIDAS 2011**

Llama	Llama sobre círculo	Bomba explotando
		
Corrosión	Botella de gas	Calavera y tibias cruzadas
		
Signo de exclamación	Medio ambiente	Peligro para la salud
		

**Tabla No. 10. SÍMBOLO DE PELIGRO Y SU RESPECTIVA
PRECAUCIÓN EMPLEADA POR SGA**

Símbolo	Código	Nombre	Precaución
	GHS01	Explosivo	Se debe evitar estar sometido a fuentes de calor, fuego golpes y sacudidas.
	GHS02	Inflamable	Se debe evitar su contacto con materiales ignitivos (aire, agua). Los productos arden con mucha facilidad, incluso por debajo de los 0° C al entrar en contacto con una llama, chispa, electricidad estática, entre otras.

Símbolo	Código	Nombre	Precaución
	GSH03	Oxidante o comburente	Se debe evitar su contacto con materiales combustibles. Es un compuesto que puede provocar o agravar un incendio o una explosión.
	GSH04	Gas presurizado	No debe lanzarse nunca a una fuente de calor ya que puede explotar. Los licuados refrigerados pueden causar quemaduras o heridas debido al frío.
	GSH05	Corrosivo	No debe entrar en contacto ni debe ser inhalado. Son productos químicos que pueden causar daños en la piel, ojos y mucosas e incluso corroer metales.
	GHS06	Tóxico	Debe evitar el contacto directo. Representa toxicidad aguda generando efectos nocivos para la salud.

Símbolo	Código	Nombre	Precaución
	GHS07	Tóxico, irritante, narcótico, peligroso	Se debe evitar todo contacto directo
	GHS08	Peligrosos para el cuerpo, mutágeno, carcinógeno y reprotóxico	Debe evitarse el contacto directo, así como la inhalación de vapores.
	GHS09	Dañino para el medio ambiente	Debido a su riesgo potencial, no debe ser liberado en las cañerías, en el suelo o el medio ambiente.

2) Palabras de advertencia

Una palabra de advertencia sirve para indicar la mayor o menor gravedad de peligro y alertar al lector de la etiqueta sobre un posible peligro. Las palabras empleadas en el SGA “Peligro” y “Atención”. La primera se usa generalmente para las categorías más graves de peligro, por lo regular para categorías de peligro 1 y 2. Por otro lado, la palabra “Atención” se reserva generalmente para categorías menos graves (Naciones Unidas, 2011).

3) Indicación de peligro

Estas indicaciones son frases asignadas a una clase de categoría de peligro que describen la índole de este último para el producto peligroso de que se trate, incluyendo, cuando proceda, el grado de peligro. Los códigos de las indicaciones de peligro se utilizarán a efectos de referencia. No forman parte del texto de las indicaciones de peligro y no deben de utilizarse en su lugar (Naciones Unidas, 2011).

4) Consejos de prudencia y pictograma de precaución

Un consejo de prudencia es una frase (o un pictograma o ambas cosas a la vez) que describe las medidas recomendadas que debería tomarse para minimizar o prevenir efectos adversos causados por la exposición a un producto o a un riesgo o por una manipulación o almacenamiento inapropiado de un producto peligroso. En la etiqueta SGA debería figurar una información cautelar adecuada, cuya elección incumbe al responsable de las etiquetas (Naciones Unidas, 2011).

5) Identificación del producto

En toda etiqueta SGA debería figurar una identificación del producto, que ha de ser la misma que la utilizada en la ficha de datos de seguridad (FDS). En la etiqueta de una sustancia debería figurar la identidad química de la misma. En mezclas o aleaciones, tendrían que indicarse las identidades químicas de cada componente o elemento de la aleación que pueda producir toxicidad aguda, corrosión cutánea, daños oculares graves, mutagenicidad sobre las células, carcinogenicidad, toxicidad en la reproducción, entre otros. Cuando una sustancia o mezcla está destinada exclusivamente a ser utilizada en un lugar de trabajo, la autoridad competente puede dar a los proveedores la facultad de incluir las identidades química en la ficha de datos de seguridad, en su lugar que figuren en las etiquetas (Naciones Unidas, 2011).

Las normas de las autoridades competentes sobre información comercial confidencial (ICC) gozan de prioridad sobre las normas de identificación del producto. En otras palabras, en el caso de un componente que normalmente se incluiría en la etiqueta, si

cumple los criterios de la autoridad componente sobre ICC, su identidad no tendrá que figurar en la etiqueta (Naciones Unidas, 2011).

6) Identificación del proveedor

En la etiqueta debería figurar el nombre, dirección y número de teléfono del fabricante o proveedor de la sustancia o mezcla (Naciones Unidas, 2011).

5. FICHAS DE DATOS DE SEGURIDAD (FDS)

La FDS debería proporcionar información completa sobre una sustancia o mezcla para aumentar el control y reglamentación de su uso en el lugar de trabajo. Tanto empresarios como trabajadores la utilizan como fuente de información sobre peligros, incluidos aquellos para el medio ambiente y sobre las medidas de seguridad correspondiente. Se recomienda preparar una FDS para todas las sustancias y mezclas que cumplieren con los criterios armonizados del SGA para los peligros físicos, para la salud o para el medio ambiente y para todas las mezclas que contengan componentes que satisfagan los criterios de carcinogenicidad, toxicidad para la reproducción o toxicidad específica de órganos diana en concentraciones que superen los límites del valor de corte/ límites de concentración para la FDS especificadas en los criterios relativos a las mezclas. Las FDS deberían proporcionar una clara descripción de los datos utilizados para identificar los peligros (Villalba, 2018).

La información debe estar redactada de manera coherente y exhaustiva teniendo presente que están dirigidas a trabajadores, profesionales de la salud y seguridad, personal de servicios de emergencia, organismos gubernamentales pertinentes o miembros de la comunidad. El lenguaje empleado en las FDS deberá ser sencillo, claro y preciso, por lo que se debe evitar jergas, acrónimos y abreviaturas. Es importante indicar de manera visible la fecha de emisión, número de la versión y el de la revisión de la FDS (Villalba, 2018).

1) Formato de la FDS

La persona que desarrolle una FDS debe tener la prioridad de indicar al público al que se dirige los peligros que presenta una sustancia o mezcla y cómo almacenarla, manipularla o eliminarla en condiciones seguras. La información de las FDS debe presentarse siguiendo los dieciséis epígrafes siguientes en el orden indicado (Villalba, 2018).

- a. Identificación del producto
- b. Identificación del peligro o peligros
- c. Composición y/o información sobre los componentes
- d. Primeros auxilios
- e. Medidas de lucha contra incendios
- f. Medidas que deben tomarse en caso de vertido accidental
- g. Manipulación y almacenamiento
- h. Controles de exposición/ protección personal
- i. Propiedades físicas y químicos
- j. Estabilidad y reactividad
- k. Información toxicológica
- l. Información ecotoxicológica
- m. Información relativa a la eliminación de productos
- n. Información relativa al transporte
- o. Información sobre la reglamentación
- p. Otras informaciones

E. RIESGO QUÍMICO

El riesgo se puede definir como la posibilidad de que una persona sufra un determinado daño derivado de la exposición a agentes químicos. La evaluación de los riesgos originados por los agentes químicos en el ámbito laboral y académico es vital para la seguridad, dicha evaluación es compleja, debido a que los agentes químicos tienen propiedades peligrosas diversas, asimismo, conllevan distintos riesgos. Para garantizar el éxito de la evaluación del riesgo químico se debe llevar un orden y una sistemática que garantice una evaluación completa. Los peligros asociados a la seguridad de los agentes

químicos (AQ) se materializan en accidentes que pueden dar lugar a incendios, explosiones o reacciones químicas peligrosas que pueden suponer daños a los trabajadores, a las instalaciones e incluso provocar accidentes mayores. El conocimiento de las propiedades es esencial para el almacenamiento de productos químicos, especialmente las incompatibilidades de cada sustancia, ya sea por familias o las específicas debidas a su reactividad (Aguilar, Bernaola, Gálvez, Rams, Sánchez, 2010). Las reacciones indeseadas pueden ser debidas a:

- Compuesto que reaccionan violentamente con el agua
- Compuestos que reacciones violentamente con el aire
- Incompatibilidad
- Reacciones peligrosas con los ácidos
- Formación de peróxidos explosivos
- Reacciones de polimerización
- Reacciones de descomposición

(Aguilar, Bernaola, Gálvez, *et al.*, 2010)

1. RIESGOS DERIVADOS DE LA EXPOSICIÓN A AGENTES QUÍMICOS

Las fichas de datos de seguridad (FDS) proporcionan información completa sobre los peligros, medida de lucha contra incendios, manipulación y almacenamiento, estabilidad y reactividad. Los factores de riesgo se muestran en el Tabla No. 11 (Aguilar, Bernaola, Gálvez, *et al.*, 2010).

Tabla No. 11. FACTORES DE RIESGO

Fuente	Factor de riesgo
Inhalación	<ul style="list-style-type: none"> - Concentración ambiental. - Tipo de exposición (aguda, crónica). - Tiempo diario de exposición. - Número y situación de los focos de emisión. - Separación del trabajador de los focos de emisión. - Tasa de generación de gases, vapores o aerosoles. - Aislamiento del agente. - Sistemas de ventilación general y local insuficientes. - Procedimiento de trabajo inadecuado. - Trabajadores especialmente sensibles. - Exposición simultánea a varios agentes.
Contacto de la piel o los ojos con el agente químico	<ul style="list-style-type: none"> - Gestión incorrecta de equipos de protección individual (EPI). - Procedimiento de trabajo inadecuado. - Inexistencia de medios de control de fugas y derrames. - Envases inadecuados. - Sistema de trasvase incorrecto
Absorción a través de la piel	<ul style="list-style-type: none"> - Localización y extensión del contacto. - Duración y frecuencia del contacto. - Cantidad o concentración del AQ. - Temperatura y humedad ambiental. - Gestión incorrecta de los EPI. - Procedimiento de trabajo inadecuado. - Trabajadores especialmente sensibles. - Exposición simultánea a varios agentes.

Fuente	Factor de riesgo
Ingestión	<ul style="list-style-type: none"> - Hábitos higiénicos personales. - Posibilidad de comer, beber o fumar en los puestos de trabajo. - Procedimiento de trabajo inadecuado. - Trabajadores especialmente sensibles. - Exposición simultánea a varios agentes.
Vía parenteral	<ul style="list-style-type: none"> - Deterioro de la piel. - Uso de objetos o herramientas cortantes o punzantes.

1) Incendio y/o explosión

Los incendios originados por productos químicos pueden causar daños a la propiedad, lesiones corporales y en algunos casos la muerte de personas. En el área laboral o académica pueden estar presentes un gran número de sustancias inflamables como gasolinas, disolventes y materiales combustibles en forma de polvo. Los incendios y explosiones son ocasionados por la ignición incontrolada de agentes químicos inflamables. La prevención consiste en eliminar al menos alguno de los tres componentes; combustibles, oxígeno o fuente de ignición (llama, chispa o punto de calor) (Aguilar, Bernaola, Gálvez, *et al.*, 2010). En general hay que tomar en cuenta lo siguiente:

- Estado físico del producto
- Inflamabilidad del producto (temperatura de inflamación, temperatura de autoignición)
- Potencia calorífica
- Concentración ambiental (límites de inflamabilidad)
- Inexistencia o insuficiencia de sistemas de ventilación general o localizada
- Focos de ignición térmicos (fumar, operaciones con llama)
- Focos de ignición mecánicos (herramientas, calzado)
- Focos de ignición eléctricos (cargas electrostáticas, cortocircuitos)
- Focos de ignición químicos (reacciones exotérmicas)

- Atmósfera rica en comburente (% de oxígeno mayor al 21%)
- Procedimientos de trabajo inseguros en áreas o actividades de riesgo (Aguilar, Bernaola, Gálvez, *et al.*, 2010)

La magnitud del siniestro dependerá de los medios de detección y alarma, asimismo, de la rapidez de la puesta en marcha de los medios de lucha contra el fuego. La prevención evita el inicio del fuego y la protección limita la propagación y las consecuencias del incendio (Aguilar, Bernaola, Gálvez, *et al.*, 2010).

Tabla No. 12. MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS Y/O EXPLOSIONES

Medidas de protección	Características
Pasiva	Sin actuar sobre el fuego, dificultan o imposibilitan la propagación del fuego, evitan el derrumbe del edificio o facilitan la evacuación o extinción. Ejemplo: señalización y alumbrado
Medidas de protección	Características
Activa	Lucha contra incendios: medios de detección, transmisión de la alarma, adiestramiento del personal, organización, medios de extinción, vías de evacuación, plan de emergencia y mantenimiento de los sistemas de detección, alarma y extinción.

1) **Asfixia**

La asfixia se produce, en general, por la presencia de sustancias en estado gaseoso. Las asfixias se dan en espacios confinados o de zonas cerradas y mal ventiladas, ya sea porque la atmósfera se ha empobrecido de oxígeno o porque haya cantidades apreciables

de algún asfixiante. El mecanismo que produce la asfixia puede ser de dos tipos (Aguilar, Bernaola, Gálvez, *et al.*, 2010):

- Químico: en el caso de los gases que interfieren en el transporte de oxígeno o su uso a nivel celular. Ejemplos de este tipo de asfixiantes son el monóxido de carbono y el cianuro de hidrógeno.
- Físico: la asfixia se produce por la falta de oxígeno en la atmósfera que respira la persona, como consecuencia, por ejemplo, de la combustión, la respiración, la oxidación lenta de un metal con formación de óxido, el escape de un gas inerte o el vertido de nitrógeno líquido.

Las medidas de prevención y protección se centran en evitar las fuentes de generación de gas que bajan los niveles de oxígeno en el aire, garantizando el aporte de nuevo aire, controlando la calidad del aire interior y en disponer, eventualmente de quipos independientes de protección respiratoria (Aguilar, Bernaola, Gálvez, *et al.*, 2010).

2. RESIDUOS PELIGROSOS

Se considera residuo químico todos aquellos compuestos que, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas e inflamables, representan un peligro para la salud humana y el ambiente, cuando son manejadas de forma inadecuada (Aguilar, Bernaola, Gálvez, *et al.*, 2010). Los residuos pueden clasificarse en tres grupos:

- Residuos asimilables a urbanos: por su categoría o composición son similares a los de producción domiciliaria
- Residuos inertes: son los que, depositados en un vertedero, no sufre modificación química, física o biológica, asimismo, no reaccionan entre sí y no producen lixiviados.
- Residuos peligrosos: en su composición contienen uno o varios elementos que son tóxicos, nocivos, irritantes, inflamables, mutágenos o cancerígenos.

(Aguilar, Bernaola, Gálvez, *et al.*, 2010).

En la Tabla No. 13 se especifica una serie de requisitos básicos que deben tenerse en cuenta en el transporte, almacenamiento y manipulación de residuos peligrosos. Es importante recordar que los residuos peligrosos van identificados, lo que permite el control desde su producción hasta su destino final (Aguilar, Bernaola, Gálvez, *et al.*, 2010).

Tabla No. 13. REQUISITOS BÁSICOS PARA EL MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS

Requisitos básicos
Disponer de una adecuada ventilación en la zona dispuesta para el transporte y el almacenamiento de los envases.
Limitar el tiempo de permanencia de los residuos en el lugar de generación o de almacenamiento temporal
Identificar correctamente los residuos
Respetar las incompatibilidades de las sustancias
Realizar en transporte de los envases de residuos mediante medios mecánicos de carga siempre que sea posible
Evitar manipular los residuos en solitario
No utilizar envases para residuos líquidos con capacidad superior a 30 litros, para facilitar su manipulación y evitar riesgos innecesarios
No fuma y/o comer durante la manipulación y transporte de residuos
Efectuar el vertido de los residuos en los envases correspondientes de forma lenta y controlada e interrumpir la actividad si se observa cualquier fenómeno anormal. Si fuera necesario, utilizar en el transvase una bomba preferente manual.
Disponer de los equipos de protección individual adecuados, que eviten el contacto directo con los residuos
Disponer de procedimiento adecuados de trasvase, transporte y almacenamiento
Disponer de procedimientos y medios para actuación en caso de emergencia o vertido accidental

3. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

Los equipos de protección personal comprenden equipos de protección respiratoria, ropa y calzado, también equipo para la protección de la cara, de los ojos y de las manos. Los equipos de protección personal deberán conferir a quienes estén expuestos a compuestos químicos peligrosos. Es importante que cada uno de los artículos que componen el equipo de protección debe de cumplir con las disposiciones legales vigentes o estar en conformidad con los criterios establecidos según normas nacionales e internacionales, asimismo, aprobados por la autoridad competente (Sociedad Americana de Química, 2003).

Los colaboradores deben utilizar los equipos de protección personal durante el tiempo que estén expuestos a los riesgos. Es fundamental que el equipo de protección se utilice de forma correcta, por lo que los colaboradores deben recibir instrucciones detalladas con respecto a su uso y función. El EPI es la última barrera entre la persona y el riesgo, por consiguiente, solo se recurrirá a su utilización cuando el riesgo no se haya podido evitar o reducir suficientemente por medidas preventivas técnicas y/o de organización (Sociedad Americana de Química, 2003).

1) Vestimenta.

La ropa utilizada en el laboratorio o bodega de reactivos químicos debe de proteger tanto de salpicaduras como de derrames, debe ser fácilmente removible y resistente al fuego. Una alternativa económica es el uso de delantales no inflamables y poco porosos. Si se utiliza una bata de laboratorio, ésta no debe de tener botones sino cualquier tipo de broches fáciles de abrir para que pueda ser removible fácilmente. Se debe de usar zapatos completamente cerrados, por lo que queda prohibido el uso de sandalias o cualquier tipo de zapato que deje la piel al descubierto (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2021).

En otras palabras, el EPI es cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador o colaborador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin. Se debe de usar pantalones largos sin hoyos que cubran todas las piernas. El pelo se debe llevar recogido, asimismo, no se puede utilizar joyería, ya que aumenta la probabilidad de riesgo de contacto químico. Es importante señalar que los uniformes y demás prendas de trabajo no son ropa de protección personal sino, únicamente un medio de identificar al personal o de resguardar la ropa personal (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2021).

Los guantes son parte fundamental de la protección personal. Se pueden encontrar una variedad de guantes, en tamaños y materiales (látex, caucho, neopreno, nitrilo, *etc.*). Su selección dependerá estrictamente del uso que se les dará. Para evitar dispersar compuestos químicos, una vez terminado el trabajo se deben de remover los guantes antes de abandonar el área de trabajo, de sostener perillas de puertas, cuadernos, celulares, entre otros, que puedan contaminarse con la sustancia química utilizada anteriormente (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2021).

Con respecto a la protección visual las membranas mucosas que recubren los ojos pueden verse seriamente afectadas por proyecciones, salpicaduras o vapores de algunos productos químicos. Es fundamental recurrir a barreras como las gafas, visores y máscaras. El material más utilizado y recomendado por su resistencia y durabilidad es el policarbonato (Sociedad Americana de Química, 2003).

Ningún material va a proveer protección de una forma permanente, por lo que eventualmente, los líquidos pueden percolarse al guante. Por lo que es vital conocer los valores de la permeabilidad del material respecto al compuesto tóxico que se va a manejar. No se debe reusar guantes que hayan sido contaminados ya que no se pueden limpiar de forma total, en consecuencia, dichos guantes deben de desecharse de forma adecuada (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2021).

4. FORMACIÓN E INFORMACIÓN PARA LOS COLABORADORES

Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT) se debe informar a los trabajadores sobre los peligros que entraña la exposición a los productos químicos que se utilizan en el lugar de trabajo, asimismo, instruir a los colaboradores sobre la forma de obtener y usar la información que aparece en las etiquetas y en las fichas de datos de seguridad o FDS. Es esencial impartir a los auxiliares de bodega formación sobre el uso correcto y eficaz de las medidas de control, especialmente de las medidas de control técnicos y de las medidas de protección personal puestas a su disposición, procurando que comprendan su importancia (Oficina Internacional del Trabajo, 2000).

Se deberá capacitar al personal en forma continua sobre los procedimientos y prácticas que deben seguirse con miras a la utilización segura de productos químicos en el trabajo y sobre las maneras de proceder en casos de emergencia. Con respecto a los procedimientos en casos de urgencia y primeros auxilios, se debe adoptar disposiciones destinadas a hacer frente a situaciones de urgencia y accidentes que puedan deberse al uso de productos químicos (Oficina Internacional del Trabajo, 2000).

Las disposiciones para situaciones de urgencia deben actualizarse a la luz de nueva información, como las que proporcionan las fichas de datos seguridad, las experiencias adquiridas en el uso de reactivos químicos y los cambios que se hayan producido en la actividad laboral o académica. Entre los aspectos se deberá incluir lo siguiente:

- Las disposiciones para dar alarma
- Las disposiciones para requerir los servicios de urgencia adecuados, disponibles ya sea en las propias instalaciones o en el exterior de ellas, por ejemplo, servicios de extinción de incendios o servicios médicos.
- El uso de equipo de protección personas adecuados y sus restricciones
- Las disposiciones para evacuar la zona de trabajo o el establecimiento, asimismo, la localización de salidas de emergencia y los itinerarios de escape.
- Las medidas destinadas a reducir al mínimo los efectos de un incidente
- La evacuación de los locales vecinos.

(Oficina Internacional del Trabajo, 2000)

1) Primeros auxilios

Los primeros auxilios son aquellas medidas inmediatas que se toman en una persona lesionada o inconsciente en el sitio donde ha ocurrido el incidente o escena y hasta la llegada de la asistencia sanitaria. Estas medidas que se toman en los primeros momentos son decisivas para la evolución de la víctima y su recuperación. El auxiliador, antes de prestar ayuda debe siempre procurar el auto cuidado o no exponerse a peligros asegurando su propia integridad. Solo cuando la salud del auxiliador no corre riesgos se puede asistir a la víctima (Dirección Nacional de Emergencia Sanitarias, 2016).

Es esencial que en el área laboral se designe a uno o más colaboradores para formarlos en primeros auxilios y que conozcan una serie de pautas o maniobras a realizar en casos de emergencia, con el fin de darle una atención inmediata a la persona afectada hasta que llegue el personal sanitario profesional. El objetivo es mantener vivo al accidentado, evitar nuevas lesiones o complicaciones, aliviar el dolor y disminuir la probabilidad de infecciones o lesiones secundarias (Dirección Nacional de Emergencia Sanitarias, 2016).

En la medida de lo posible, tanto el personal formado para prestar primeros auxilios como los medios para hacer deben estar permanentemente disponibles durante todo el tiempo de uso de reactivos químicos. La expresión “personal formado” abarca tanto al personal formado para prestar primeros auxilios como a las enfermeras diplomadas o los médicos. Para proveer primeros auxilios se debe considerar los productos químicos empleados, las facilidades de acceso, comunicación y los servicios e instalaciones de urgencia disponibles, en concordancia con las exigencias determinadas por la autoridad competente (Dirección Nacional de Emergencia Sanitarias, 2016).

Los equipos, medios e instalaciones de primeros auxilios deben ser adecuados para hacer frente a los peligros que entrañe la utilización de reactivos químicos. Poner a disposición de los colaboradores medios e instalaciones adecuados de uso directo, por

ejemplo, duchas de emergencias o fuentes para el lavado de ojos. Se debe evaluar el número de trabajadores que integran la planilla, la índole de la actividad laboral, el tamaño del establecimiento y la distribución de los trabajadores en el área laboral, por último, la distancia entre el lugar en que se desarrolla la actividad laboral y el hospital más próximo y otros servicios médicos de urgencia a los que se pueda recurrir en caso de necesidad (National fire Protection Association, 2021).

2) Lucha contra incendios

Se debe suministrar equipos de extinción de incendios que sean adecuados, teniendo en cuenta las cantidades y las características de los productos químicos que se utilicen en el área de bodega o laboratorio. Un equipo adecuado incluirá el transporte y almacenamiento en el lugar de la instalación. El equipo de extinción de incendios deberá estar disponible para su uso inmediato y emplazados en concordancia con las disposiciones legales y las normas nacionales vigentes. Las inspecciones efectuadas de manera regular deben garantizar el mantenimiento en óptimas condiciones del funcionamiento de los equipos, por otro lado, se debe impartir a los trabajadores la formación, instrucción e información adecuadas sobre los peligros que entrañan los incendios relacionados con los productos químicos, así como sobre las medidas de prevención que se deben adoptar (Safelincs, 2022).

Cuando se cuente con un servicio de bomberos especializado, se deberá facilitar la información adecuada sobre la naturaleza del incendio de productos químicos y los riesgos que representen. Con la finalidad que el personal externo al establecimiento pueda adoptar las medidas de prevención correctas. Se debe contar con medios de desagüe adecuado para el lugar de trabajo para evacuar las aguas utilizadas durante la protección y la extinción de incendios. Un factor para tomar en cuenta es la instalación de barreras de contención o sistemas de desagüe especiales, sobre todo en las instalaciones, para reducir al mínimo el peligro de contaminación de los cursos de agua de la región (Safelincs, 2022).

3) Tipos de fuego

La clasificación del fuego depende de cuál es su agente combustible, de esta manera el fuego puede ser de diferentes tipos (Safelincs, 2022):

- Tipo A: proviene de combustibles sólidos (papel, madera, plástico, *etc.*) y para combatirlo es necesario eliminar el elemento calor. Se recomienda usar agua para extinguirlo.
- Tipo B: provienen de combustibles líquidos (solventes, pintura, grasa, *etc.*) y para combatirlo es necesario eliminar el elemento oxígeno. No hay que utilizar agua si el fuego posee esta fuente ya que puede acrecentar las llamas.
- Tipo C: proviene de equipos eléctricos, ya que el origen es la energía eléctrica hay que evitar utilizar agentes conductores de la misma, como el agua.
- Tipo D: provienen de metales inflamables (sodio, magnesio, *etc.*)
- Tipo K: provienen de aceites vegetales y grasas animales.

(Safelincs, 2022).

5. CLASES DE EXTINTORES

Los extintores son una herramienta ideal para poder combatir un incendio en su inicio, con ellos se puede evitar que un fuego se propague y que se transforme en un incendio peligroso. En las etiquetas de los extintores se puede observar el tipo de extintor, dichos tipos o clases pueden ser A, B, C o D, haciendo referencia al tipo de fuego que puede sofocar el extintor. El tamaño más habitual de un extintor es desde 1kg hasta 25 kg y 50 kg. Los más grandes siempre van acompañados de un carro o ruedas para moverlo rápidamente (National fire Protection Association, 2021). Tipos de extintores:

- De agua
- De espuma (agua con AFFF)
- De dióxido de carbono
- De polvo química ABC
- De acetato de potasio (para tipo K)
- Halogenados

- Clase D (polvo)
- Agua vaporizada

(National fire Protection Association, 2021)

Tabla No. 14. TIPOS DE FUEGO Y SU RESPECTIVO EXTINTOR

Tipo de fuego	Extintor
Tipo A	De agua, halogenados, de polvo seco ABC y agua vaporizada
Tipo B	De espuma, de CO2, halogenados y de polvo seco ABC.
Tipo C	De espuma, de CO2, halogenados, de polvo seco ABC y agua vaporizada.
Tipo D	Clase D
Tipo K	Clase K

F. PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR OPERATIVO (PEO)

1. ISO 9001:2015

La Organización Internacional de Normalización o ISO 9000 define el termino procedimiento como la forma específica de llevar a cabo una actividad o proceso. Mientras que el término proceso lo describe como el conjunto de actividades mutuamente relacionadas que utilizan las entradas para proporcionar un resultado previsto. En otras palabras, un proceso es lo que se realiza mientras que un procedimiento es cómo se realiza (ISO 9001, 2015).

Un procedimiento Operacional Estándar es un conjunto de instrucciones escritas que documentan una actividad rutinaria o repetitiva seguida por una organización. El uso de los procedimientos es una parte integral de un Sistema de Gestión de Calidad ya que proporciona a las personas la información para realizar un trabajo correctamente. El objetivo de un PEO es estandarizar la realización de una actividad, para minimizar errores, desvíos y variaciones. Documentar la forma en que se deben realizar las actividades para facilitar un mayor control y apoyar a la seguridad de las personas (ISO 9001, 2015).

2. Elaboración de un Procedimiento Estándar Operativo

Se debe de tomar en cuenta que el ejecutor del proceso debe ser parte integrante de la elaboración de los procedimientos, asimismo, no se debe copiar dichos procedimientos de libros u otras organizaciones, dado a que cada proceso posee sus particularidades, debiendo estos procedimientos ser adecuados al tipo de proceso. Otro aspecto es que la aplicabilidad de los procedimientos se debe de verificar constantemente, para asegurar si se está realizando el seguimiento adecuado. Por último, el lenguaje utilizado en el PEO debe ser simple, claro y objetivo con la finalidad de que el documento pueda ser comprendido y aplicado por todo el personal encargado del área (ISO 9001, 2015).

Es vital que el procedimiento posee la información suficiente para que los colaboradores puedan utilizarlo como una guía, por lo que el Procedimiento Estándar operativo debe de llevar lo siguiente (ISO 9001, 2015).:

- Nombre del procedimiento
- Índice o tabla de contenido
- Objetivo
- Alcance
- Documentos de referencia
- Lugar de aplicación
- Glosario o definiciones
- Indicación de los responsables y ejecutores
- Descripción de las etapas de las tareas
- Diagrama de flujo
- Frecuencia de actualización o control de cambios
- Precauciones de salud y seguridad
- Autor

(ISO 9001, 2015).

IV. MARCO METODOLÓGICO

A. OBJETIVOS

1. OBJETIVOS GENERALES

- a. Evaluar la seguridad en el almacenamiento y manejo de los reactivos conservados en la bodega a cargo del Departamento de Química de la Universidad del Valle de Guatemala.
- b. Elaborar una propuesta para un procedimiento estándar operativo para el almacenamiento seguro de reactivos según las buenas prácticas de almacenamiento.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Determinar el cumplimiento de las condiciones de seguridad y buenas prácticas de almacenamiento de reactivos químicos en la bodega, a cargo de la Facultad de Ciencias y Humanidades, específicamente el Departamento de Química, presente en el edificio “C-001/002” de la Universidad del Valle de Guatemala.
- b. Elaborar un diagnóstico relacionado a las condiciones de seguridad y buenas prácticas de almacenamiento de los reactivos químicos en la bodega a cargo de la Facultad de Ciencias y Humanidades, específicamente el Departamento de Química, presente en el edificio “C-001/002” de la Universidad del Valle de Guatemala.
- c. Proponer un procedimiento estándar operativo del correcto almacenamiento y manejo seguro de reactivos químicos existentes destinado a colaboradores y auxiliares de la bodega del Departamento de Química de la Universidad del Valle de Guatemala.

B. VARIABLES

Tabla No. 15. DEFINICIÓN OPERACIONAL Y CONCEPTUAL DE VARIABLES

Nombre de la variable	Seguridad
Definición conceptual	Seguridad en el almacenamiento y manejo de reactivos utilizados en los laboratorios de la Universidad del Valle de Guatemala.
Instrumento de medición	Rúbrica electrónica (ver en la sección de anexos)
Definición operacional	Mediante la rúbrica se establecerá si se cumplen las recomendaciones dadas por la SGA, INSHT, OIT y NTP 725, ISO, sobre las buenas prácticas de almacenamiento y seguridad.

C. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población abarcó todas las bodegas que resguardan reactivos químicos utilizados en la Universidad del Valle de Guatemala, mientras que la muestra será la bodega encargada por la Facultad de Ciencias y Humanidades, específicamente el Departamento de Química, el cual se encuentra en el edificio “C-001/002”.

D. PROCEDIMIENTO

1. GESTIÓN DE PERMISOS

Se gestionó los permisos necesarios con decanatura y los departamentos responsables de la bodega “C-001/002” con el objetivo de obtener el acceso a la bodega y a la información pertinente para su evaluación con respecto a la seguridad y a las buenas prácticas de almacenamiento. Se solicitó los planos de la bodega presente en el edificio “C-001/002” y la manera en que están distribuidos los reactivos químicos.

Es importante recalcar que el Departamento de Química de la Facultad de Ciencias y Humanidades es la responsable de la bodega presente en el sótano del edificio “C-001/002”, por lo que se solicitó el apoyo del Dr. Adrián Francisco Gil, asimismo, MA. Irma Orella, el Dr. Elfego Rolando López y Mario René Vivar López (ver Tabla No. 16).

Tabla No. 16. INFORMACIÓN DE CONTACTOS PARA LA GESTIÓN DE PERMISOS

Contacto	Departamento y Facultad	Correo	Oficina	Teléfono Ext. De la UVG PBX (2507-1500)
Dr. Adrián Francisco Gil	Decano de la Facultad de Ciencias y Humanidades	agil@uvg.edu.gt	H-101	21381
MA. Irma Orellana	Directora de la carrera Licenciatura en Química	iporellana@uvg.edu.gt	C-222	21385
Dr. Elfego Rolando López	Director de la carrera Licenciatura en Química Farmacéutica	erolando@uvg.edu.gt	C-201A	21346
Mario René Vivar López	Jefe de Administración de Laboratorios, Faculta de Ciencias y Humanidades	rvivar@uvg.edu.gt	C-120	21397 Directo: 2368-8347

2. VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

Con base en normativas y recomendaciones dadas por organizaciones internacionales y entes regulatorios (entre ellos OIT, INSHT, SGA, NTP 725 e ISO) se realizó un instrumento de evaluación, el cual consistió en una rúbrica electrónica, que previamente fue validada por un grupo de expertos.

La validación del instrumento se realizó mediante el juicio de expertos. Se efectuó con la colaboración de un grupo de 5 voluntarios competentes y especialistas en el tema de seguridad y buenas prácticas de almacenamiento de reactivos químicos. La validación

garantiza que los términos empleados sean claros, la redacción sea congruente, que presente un orden lógico en los criterios y que evalúe la seguridad y buenas prácticas de almacenamiento de productos químicos.

El perfil que se consideró para seleccionar al grupo de expertos se encuentra a continuación:

- Posea un nivel académico de licenciatura en química, licenciatura en química farmacéutica o una ingeniería en química.
- Cuento con experiencia laboral y/o académica en seguridad y buenas prácticas de almacenamiento de reactivos químicos.

El tipo de muestreo llevado a cabo es por conveniencia, los datos de esta validación provienen de la encuesta que se puede observar en la sección de anexos, Tabla No. 23, 24 y 25. La encuesta y el instrumento de evaluación se pasaron de forma electrónica y física según lo haya solicitado el experto. La encuesta se conforma de 5 criterios por sección, por lo que en total son 15 criterios.

Luego que los 5 voluntarios expertos hayan respondido la encuesta, se prosiguió a introducir los resultados en Excel, con el fin de tomar en cuenta las recomendaciones proporcionadas por los encuestados y mejorar el instrumento de evaluación.

3. USO DEL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

Es importante recalcar que la autora utilizó el instrumento de evaluación cuyos criterios fueron leídos para que el personal participante respondiera. Este instrumento está dividido en tres secciones, la primera evalúa aspectos de la bodega, el segundo punto toma en cuenta al personal involucrado. Por último, se evaluó el etiquetado presente en los envases de los reactivos químicos, su ubicación relacionada a su compatibilidad química, entre otros. El instrumento de evaluación consta de cincuenta y dos aspectos (ver en la sección de anexos, tablas 20, 21 y 22 respectivamente).

Se determinó, entonces con dicho instrumento, la seguridad y buenas prácticas de almacenamiento de reactivos químicos en la bodega de reactivos del Departamento de Química de la Universidad del Valle. Dicho establecimiento se encuentra en el sótano del edificio “C”. Se determinó las condiciones actuales conforme al instrumento de evaluación indicado y con base en esto, se realizó las respectivas recomendaciones. Se tomó evidencia por medio de fotos con un dispositivo móvil, con el fin de corroborar con los resultados obtenidos en el instrumento de evaluación.

4. ELABORACIÓN DE UN PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR OPERATIVO

Se elaboró un procedimiento estándar operativo (PEO) para la recepción, inspección y almacenamiento de reactivos químicos destinado a colaboradores y auxiliares de la bodega del Departamento de Química de la Universidad del Valle de Guatemala.

E. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación se define como no experimental transversal descriptivo. Con base en los resultados obtenidos mediante el instrumento de evaluación se determinó el cumplimiento de seguridad y buenas prácticas de almacenamiento. En la Figura No. 2 se puede observar el diseño empleado para la investigación.

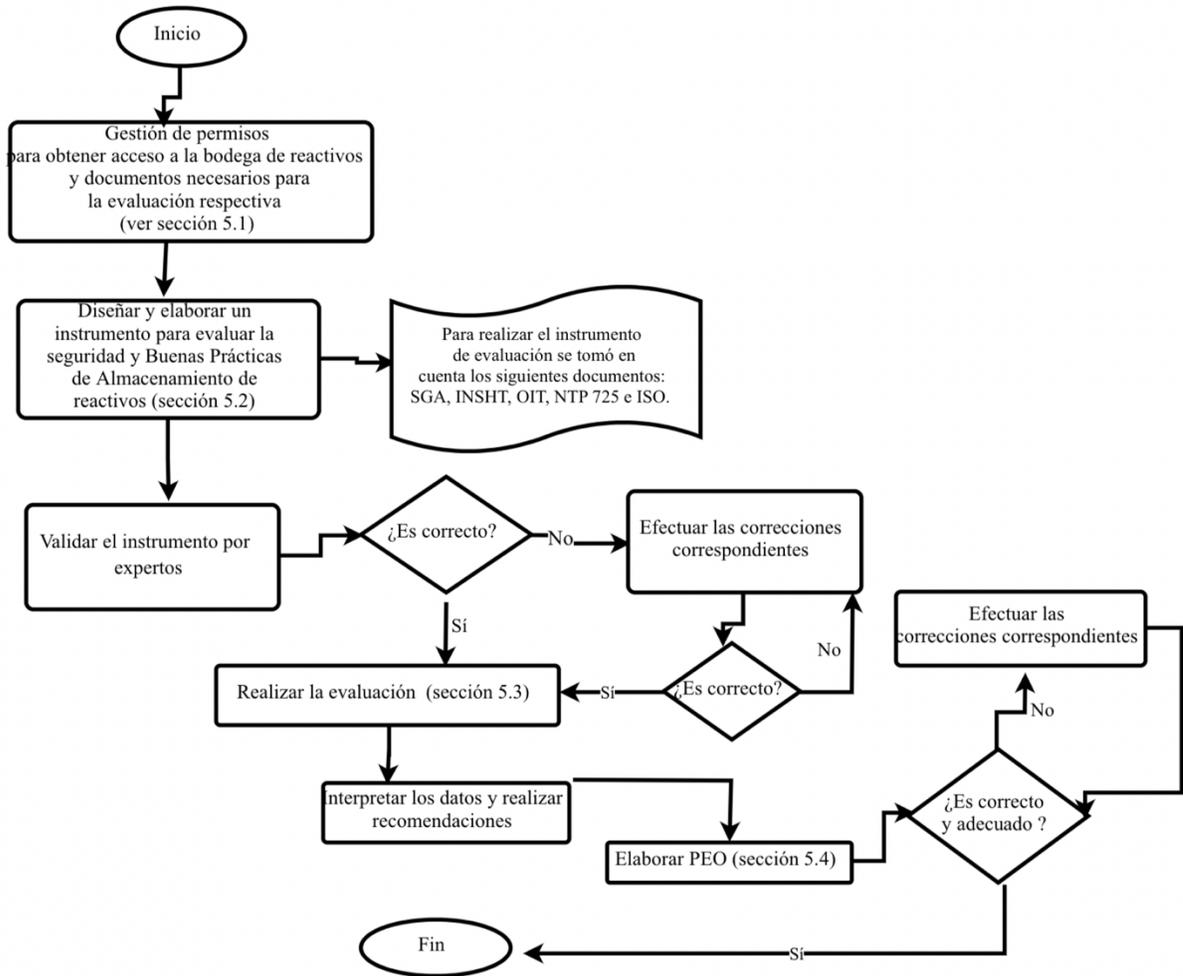


Figura No. 2. METODOLOGÍA

V. MARCO OPERATIVO

A. RECURSOS

1. RECURSOS HUMANOS

- Autora: Mei Lin Tin Yan Lui Carrillo.
- Asesora: M.Sc. Miriam Carolina Guzmán Quilo.
- Revisora: Licenciada Ana Luisa Mendizábal Solé de Montenegro

2. RECURSOS MATERIALES

- Computadora.
- Cámara del teléfono.
- Software Microsoft Excel.
- Software Microsoft Word.
- Correo electrónico Gmail.
- Internet.
- Base de datos de los reactivos empleados en la bodega del Departamento de Química de la Universidad del Valle de Guatemala.

VI. RESULTADOS

Nombre del establecimiento: Universidad del Valle de Guatemala	Departamento encargado: Departamento de Química
Dirección: 18 avenida 11-95 Guatemala, 01015, bodega de reactivos, edificio “C-001/002”	Fecha de la evaluación: lunes 3 octubre del 2022
Teléfono: 2507-1500	Nombre del evaluador: Mei Lin Lui Carrillo

Tabla No. 17. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN RESPECTO A LAS CONDICIONES DE LA BODEGA

No.	Criterios relacionados a las condiciones de la bodega	Sí	No	N/A	Observaciones
1	La bodega cuenta con área administrativa y señalizada indeleblemente.	x			
2	En la bodega tanto para ingresar como para salir cuenta con gradas con al menos 90 cm de ancho.	x			
3	La bodega cuenta con un elevador específico para transportar o movilizar los reactivos químicos.		x		Dicho elevador se usa para movilizar o transportar materiales y reactivo(s) químico(s).
4	La bodega cuenta con puerta(s) que se mantiene(n) con llave cuando el personal de bodega no está presente.	x			
5	La puerta principal de la bodega posee señalización de “Acceso restringido, solo personal autorizado”.		x		
6	Las puertas presentes en la bodega abren hacia afuera para facilitar la evacuación en caso se presente una emergencia.	x			

No.	Criterios relacionados a las condiciones de la bodega	Sí	No	N/A	Observaciones
7	En la bodega existe la señalización de “prohibido fumar” y el rótulo se encuentra de forma indeleble y visible para las personas.	x			
8	En la bodega existe la señalización de “prohibido consumir alimentos” y el rótulo se encuentra de forma indeleble y visible para las personas.		x		
9	En la bodega existe la señalización del uso obligatorio de bata, lentes y guantes.		x		
10	La bodega cuenta con extintor(es) cercano(s) debidamente señalizados, colocados en un sitio visible y a una altura de 1.50 metros teniendo en cuenta como referencia la parte superior del cilindro.		x		Sí hay extintor de dióxido de carbono, pero no está señalizado y se encuentra ubicado a más de 1.5 metros de altura.
11	Se lleva un control y registro del mantenimiento de los extintores existente en la bodega.	x			
12	La bodega cuenta con ruta de evacuación y se encuentra debidamente señalizada (rótulos visibles e indelebles).	x			
13	La bodega posee una ducha y lavaojos que funcionan correctamente, asimismo, libre de obstáculos y correctamente señalizados.		x		Se encuentran obstáculos. Dos veces al año se evidencia el correcto funcionamiento de la ducha y el lavaojos.
14	La bodega cuenta con detector(es) de humo y se lleva un registro y control de su mantenimiento.		x		

No.	Criterios relacionados a las condiciones de la bodega	Sí	No	N/A	Observaciones
15	La bodega cuenta con luces de emergencia en caso exista una interrupción eléctrica.	x			
16	La bodega cuenta con un botón de pánico ubicado estratégicamente (cerca de la puerta de entrada y/o salida) en caso se presente una situación de emergencia.		x		
17	La bodega es utilizada únicamente para almacenar reactivos químicos.				La bodega guarda materiales para soplado de vidrio.
18	La bodega cuenta con un registro y control de limpieza de pisos, estanterías y/o tarimas una vez a la semana como mínimo.		x		
19	El piso de la bodega posee una superficie lisa, no resbaladiza y fácil de limpiar.	x			
20	La bodega posee un programa de control de roedores, asimismo, lleva un registro y control actualizado.		x		
21	La bodega cuenta con extractor de olores y el equipo funciona diariamente.	x			El equipo funciona cada cuatro horas.
22	El equipo de extractor de olores presente en la bodega es antiexplosivo (anti chispa).	x			
23	En la bodega se evidencia el registro y control actualizado de temperatura y humedad.		x		

No.	Criterios relacionados a las condiciones de la bodega	Sí	No	N/A	Observaciones
24	La bodega cuenta con estanterías y/o tarimas con bordillo o pestaña que impida que los reactivos químicos se muevan o caigan.	x			
25	Las estanterías están ancladas al piso o a la pared en caso de un temblor o terremoto.	x			
26	La bodega cuenta con estanterías y/o tarimas metálicas con recubrimiento polímero no combustible ni reactivo.		x		Las tarimas están fabricadas de material metálico, sin embargo, se ven oxidadas. Por otro lado, los bordillos son de madera.
27	La bodega cuenta con un espacio especial para retener los desechos químicos con el objetivo de su futuro descarte.	x			La Universidad del Valle de Guatemala cuenta con los servicios de una empresa privada para tratar los desechos químicos.
28	La bodega posee planos (o croquis) a disposición de los colaboradores de la distribución de los reactivos químicos.		x		
29	La iluminación es adecuada para leer las etiquetas y observar el estado actual de los contenedores (envases, cajas, entre otros) que resguardan a los reactivos químicos	x			
30	Los pasillos cercanos para entrar y salir de la bodega se encuentran libre de obstáculos y poseen un ancho mínimo de 1.20 metros		x		En los pasillos se encuentran obstáculos.

Fuente: Elaboración propia con base en el sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos (SGA), notas técnicas de prevención

(NTP 725), Organización Internacional de Normalización (ISO), la Organización Internacional del Trabajo (OIT), Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSHT) y Ministerio de Trabajo y Previsión Social Acuerdo Gubernativo Número 57-2022.

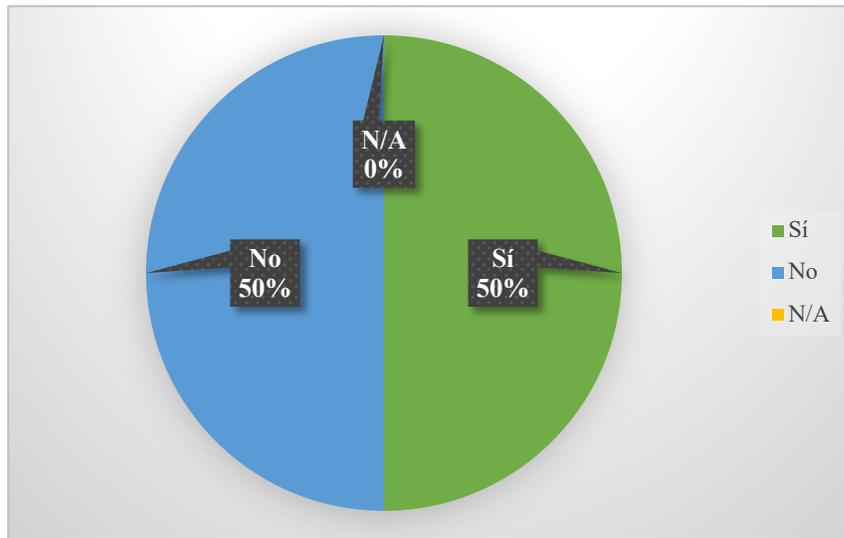


Figura No. 3. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN RESPECTO A LAS CONDICIONES DE LA BODEGA

Se observa en la Figura No. 3 que, de los treinta criterios evaluados en total, quince sí se cumplieron, mientras que los otros quince no cumplieron los criterios relacionados a la seguridad y a las buenas prácticas de almacenamiento. Ningún criterio se marcó como “no aplica” al momento de evaluar las condiciones de la bodega “C-001/002” de la Universidad del Valle de Guatemala.

Tabla No. 18. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN RELACIONADOS AL PERSONAL DE BODEGA

No.	Criterios relacionados al personal de bodega	Sí	No	N/A	Observaciones
1	Todo el personal de la bodega cuenta con llave(s) a su disposición para entrar y salir de la bodega.	x			

No.	Criterios relacionados al personal de bodega	Sí	No	N/A	Observaciones
2	Los auxiliares de bodega colocan las llaves para ingresar a la bodega en un lugar específico y restringido a personas ajenas al departamento de bodega.	x			
3	El personal auxiliar cuenta con equipo de protección individual (bata, lentes y guantes) a su disposición para entrar y salir de la bodega.	x			
4	El personal de limpieza de la bodega cuenta con equipo de protección individual (bata, lentes y guantes) a su disposición.			x	El personal de limpieza no tiene acceso a la bodega. Se realiza limpieza 2 veces al año.
5	El personal auxiliar de bodega cuenta con medio(s) de transporte seguro para movilizar los reactivos químicos de la bodega.	x			
6	El jefe inmediato a cargo de la bodega evalúa el uso adecuado de bata, lentes y guantes de los auxiliares de bodega, asimismo, lleva un registro y control.		x		El jefe inmediato a cargo de la bodega provee de bata, lentes y guantes. Sin embargo, no se lleva un registro ni control del uso correcto por parte de los auxiliares.
7	Se lleva un registro y control de capacitación con respecto a los riesgos químicos presentes en la bodega.		x		No se lleva un registro ni control, sin embargo, el personal de bodega sí ha recibido capacitaciones respecto a los riesgos químicos.

No.	Criterios relacionados al personal de bodega	Sí	No	N/A	Observaciones
8	Se lleva un registro y control de capacitación hacia el personal de bodega de cómo actuar frente a un incendio.		x		No se lleva un registro ni control, sin embargo, el Departamento de Seguridad de la UVG da capacitaciones de cómo utilizar los extintores.
9	Se lleva un registro y control de capacitación hacia el personal de bodega de qué hacer frente a un derrame accidental de reactivo(s) químico(s).		x		No se lleva un registro ni control, no obstante, el personal de bodega sí ha recibido capacitaciones con respeto a derrame accidental de reactivo(s) químico(s).
10	El personal de bodega cuenta con equipo computacional adecuado para actualizar de forma mensual el inventario electrónico de reactivos químicos existentes en la institución.	x			
11	El personal de bodega es examinado como mínimo dos veces al año por profesionales de la salud, asimismo, se lleva un control y registro.		x		Es importante recalcar que el personal de bodega se encuentra en planilla, por lo posee acceso al Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS).

Fuente: Elaboración propia con base en el sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos (SGA), notas técnicas de prevención (NTP 725), Organización Internacional de Normalización (ISO), la Organización Internacional del Trabajo (OIT), Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSHT) y Ministerio de Trabajo y Previsión Social Acuerdo Gubernativo Número 57-2022.

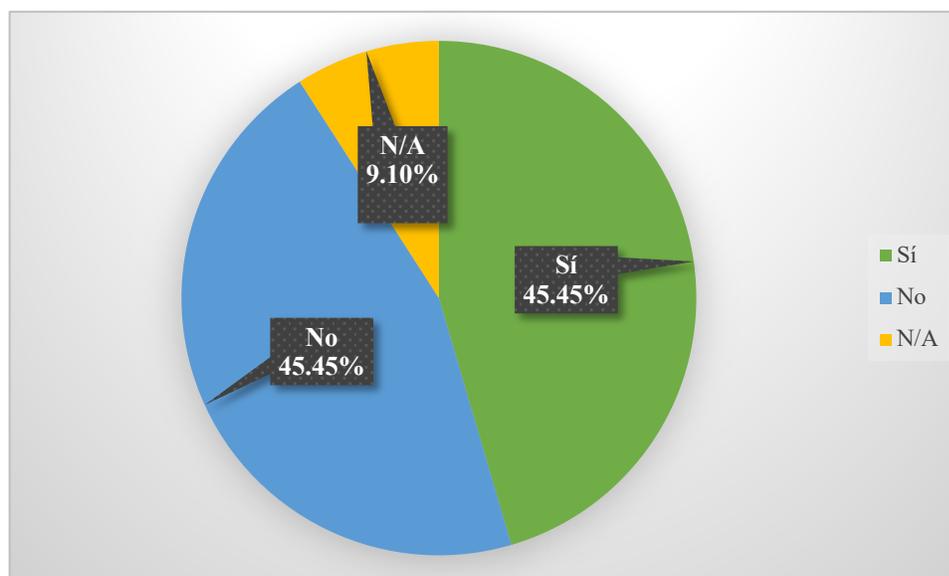


Figura No. 4. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN RELACIONADOS AL PERSONAL DE LA BODEGA

En la Figura No. 4 se observa que, de los 11 criterios evaluados en total, cinco sí cumplieron con los criterios de seguridad y buenas prácticas de almacenamiento, mientras que cinco criterios no cumplieron. Por último, un criterio no aplicó al momento de evaluar la bodega, dicho criterio fue el número cuatro relacionado al uso de equipo de protección por parte del personal de limpieza. Se colocó no aplica debido a que los encargados de realizar limpieza en la bodega son los auxiliares del departamento de bodega.

Tabla No. 19. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN RESPECTO A LOS REACTIVOS QUÍMICOS PRESENTES EN LA BODEGA

No.	Criterios relacionados a los reactivos químicos	Sí	No	N/A	Observaciones
1	Los reactivos están etiquetados de forma legible conforme algún sistema de identificación (SGA, NFPA 704, entre otros).		x		Los reactivos se encuentran etiquetados, sin embargo, algunas etiquetas no son legibles.
2	Todos los reactivos químicos presentan el mismo formato de etiquetado en español y es legible (estandarización de etiquetado).		x		

No.	Criterios relacionados a los reactivos químicos	Sí	No	N/A	Observaciones
3	En la etiqueta del reactivo químico se registra la apertura de este.		x		
4	Las fichas de seguridad de los reactivos químicos se encuentran legibles y ordenadas sistemáticamente (alfabéticamente, por peligrosidad entre otros).	x			
5	El personal de bodega posee a su disposición las fichas de seguridad en español de todos los reactivos químicos existentes en la bodega.		x		Las fichas de seguridad las resguarda el jefe inmediato de bodega.
6	Se lleva un registro y control actualizado de la recepción de los reactivos químicos.		x		Según el inventario de la bodega "C-001/002" existen 1,187 reactivos químicos.
7	Existe un formato (boleta, informe, entre otros) en donde los colaboradores de bodega deban de llenar cuando se presenta un envase y/o tapadera rajada o quebrada de algún reactivo químico.		x		
8	Los reactivos químicos se almacenan regidos por un sistema de clasificación (familias químicas compatibles, NFPA 704, entre otros).	x			Se utiliza el sistema creado por <i>Flinn Scientific</i> o familias químicas compatibles.
9	Los reactivos químicos se encuentran ubicados en la bodega respetando las incompatibilidades químicas.	x			
10	Los desechos químicos se encuentran etiquetados (fecha e identificación).		x		
11	La bodega descarta correctamente los reactivos caducados		x		La bodega almacena reactivos vencidos.

Fuente: Elaboración propia con base en el sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos (SGA), notas técnicas de prevención (NTP 725), Organización Internacional de Normalización (ISO), la Organización Internacional del Trabajo (OIT), Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSHT) y Ministerio de Trabajo y Previsión Social Acuerdo Gubernativo Número 57-2022.

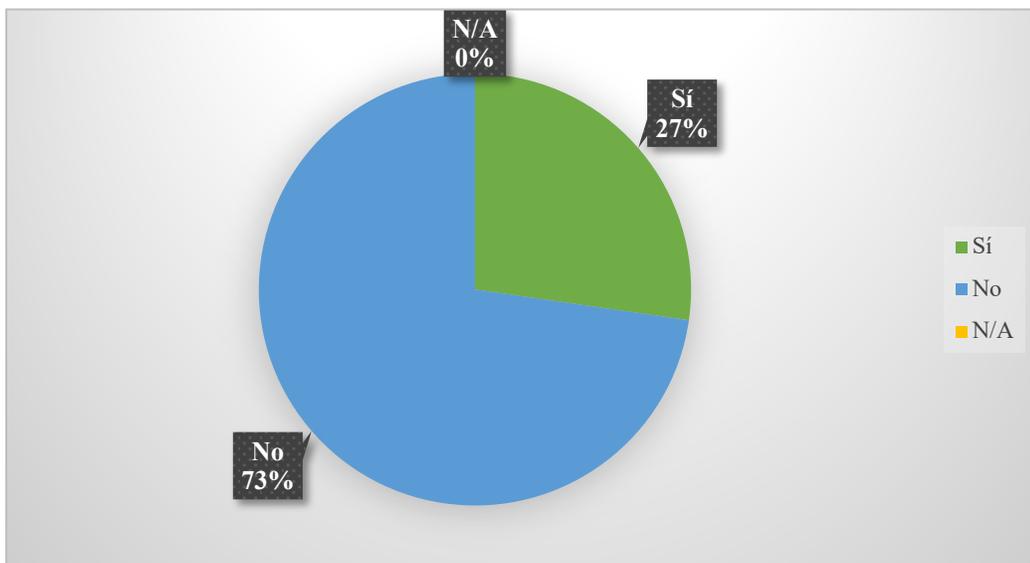


Figura No. 5. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN RESPECTO A LOS REACTIVOS QUÍMICOS PRESENTES EN LA BODEGA

En la Figura No 5 se observa que, de los once criterios en total tres criterios (27%) sí cumplieron con respecto a la seguridad y buenas prácticas de almacenamiento, mientras que ocho criterios (73%) no se cumplieron. Por último, ningún criterio se colocó como “no aplica”.

VII. DISCUSIÓN

A. VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

El juicio de expertos fue conformado por cinco personas, por lo que se evaluó individualmente las tres secciones en el instrumento de evaluación. Las tres secciones validadas fueron: criterios de evaluación respecto a las condiciones de bodega, criterios de evaluación relacionados al personal de bodega y criterios de evaluación relacionados con los reactivos químicos. Para validar dichas secciones los expertos utilizaron una encuesta proporcionada con cinco ítems respectivamente. La finalidad era crear un instrumento de evaluación con una terminología adecuada, objetiva, de fácil comprensión, con un orden que favoreciera su uso. Por último, se creó un instrumento en donde se abarcó aspectos importantes relacionados a la seguridad y buenas prácticas de almacenamiento de reactivos químicos en el ámbito universitario.

En Guatemala no existe una normativa, reglamento o ley que regule aspectos relacionados a las buenas prácticas de almacenamiento de reactivos químicos y a la seguridad en el área académica, por lo que fue necesario revisar recomendaciones, reglamentos y normas proporcionadas por organizaciones e instituciones internacionales.

Se observa en la sección de anexos en el apartado “Dictamen emitido por juicio de expertos”, que el instrumento de evaluación debió de modificarse para alcanzar las características mencionadas anteriormente, ver Tabla No. 26, 27 y 28, asimismo, en la Figura No. 6, 7 y 8. Sin embargo, todos los expertos estuvieron de acuerdo que las tres secciones del instrumento de evaluación sí abarcan aspectos importantes correspondientes a la seguridad y buenas prácticas de almacenamiento de reactivos químicos.

El apoyo de los expertos permitió rectificar el instrumento de evaluación, por lo que de cuarenta criterios se aumentó a cincuenta y dos criterios en total, debido a que fue necesario desglosar y especificar los aspectos y áreas a evaluar. En el proceso se unificó

ciertos criterios y se sustituyó términos subjetivos, con la finalidad de evitar confusión. Otro cambio que se le realizó al instrumento de evaluación fue el orden de los criterios, específicamente a la sección vinculada con las condiciones de bodega, debido a que fue la sección con mayor número de criterios en comparación con las otras dos secciones.

Según las recomendaciones proporcionadas por los expertos se evidenció que la literatura utilizada para desarrollar el instrumento de evaluación fue correcta y oportuna. No obstante, los expertos aconsejaron mejorar la gramática y la especificidad de los criterios, por ende, se recurrió a utilizar medidas o cantidades, según el caso, para evitar ambigüedades. El conocimiento y la experiencia laboral de los expertos influyó positivamente para enriquecer el instrumento de evaluación. Mediante la validación por juicio de expertos se asegura que el instrumento de evaluación abarca aspectos importantes, igualmente, los términos empleados sean claros y la redacción sea congruente.

B. CRITERIOS RELACIONADOS A LAS CONDICIONES DE BODEGA

En esta sección del instrumento de evaluación se conformó por treinta criterios, por lo que es la sección más extensa en comparación con las otras dos secciones. En el apartado de resultados se observa que el 50% cumplió con los criterios evaluados, mientras que el otro 50% no cumplió con los requisitos de seguridad y buenas prácticas de almacenamiento. Es importante recordar, que en este apartado del instrumento de evaluación no se contó con ningún criterio de “N/A” o no aplica. Se puede observar en la Tabla No. 17 los resultados individuales por cada criterio con sus respectivas observaciones realizadas, asimismo, la Figura No. 3.

La restricción de personal ajeno a la bodega de reactivos químicos es una fortaleza, debido a que la puerta principal constantemente se mantiene con llave. Por otro lado, se cuenta con tres puertas para ingresar a la bodega presente en el edificio “C-001/002”, aumentando la dificultad para el acceso de personas no autorizadas. Una ventaja que posee la bodega “C-001/002” es que tiene dos rutas de evacuación. La salida más cercana conduce al punto de encuentro respectivo del edificio “C” de la Universidad del Valle de Guatemala.

En caso ocurriera un siniestro, se debe recordar que los puntos de reunión son espacios seguros y designados previamente (Indiana University, 2021).

La iluminación presente en la bodega es un aspecto positivo, debido a que se observa con claridad el estado de la bodega y las etiquetas de los reactivos, igualmente, la bodega cuenta con luces de emergencia en caso exista una interrupción eléctrica. Adicionalmente, un beneficio es la ubicación de la bodega, debido a que en el día entra luz natural a través de las ventajas, sin embargo, no existe incidencia de luz solar a los reactivos químicos.

En la evaluación se evidenció que la bodega cuenta con un extintor de dióxido de carbono gaseoso (CO₂), ubicado cerca de la puerta de la bodega. Entre las ventajas se puede mencionar que el extintor de CO₂ puede actuar contra conatos de incendios producidos por gases inflamables (tipo C) y combustibles líquidos (tipo B). Es importante recordar que el dióxido de carbono no es conductor, por lo que evita la transmisión de corriente eléctrica. Se debe tomar en cuenta que el dióxido de carbono no se debe utilizar en espacios cerrados, debido a que puede disminuir los niveles de oxígeno en el ambiente y afectar negativamente a las personas (National Fire Protection Association, 2021).

A pesar de contar con extintor de CO₂, este no presentó su respectiva señalización y la altura en la que estaba colocado superaba el límite máximo indicado por el Ministerio de Trabajo y Previsión Social (Acuerdo Gubernativo No. 57-2022) el cual es de 1.50 metros. La altura en la que se encuentran los extintores es un factor importante debido a que, si esta se encuentra elevada, puede afectar negativamente al momento de requerir de su uso. También, se debe considerar el peso del extintor, ya que este factor afecta al momento de movilizarlo, el presente en la bodega pesa 12 kg (26.5 libras).

La presencia de un extractor de olores es una ventaja, lo que permite la ventilación de vapores tóxicos en el ambiente de bodega, asimismo, este funciona cada cuatro horas ayudando a la seguridad del personal. Una característica favorable es que el extractor de olores está diseñado para no producir chispas dentro de la bodega, por lo que el generador de energía se encuentra en la parte de afuera de la instalación. Igualmente, el aire extraído

de la bodega no repercute a otras áreas debido a que se encuentra alejado de aulas y laboratorios.

La presencia de obstáculos en las salidas de emergencia y para el uso de la ducha y lavaojos es un criterio que no se cumplió, por lo que se debe de quitar las cajas y reactivos en el piso que no permiten la accesibilidad a dichas salidas de emergencia y servicios. La señalización es otro aspecto que no se cumplió, por lo que se debe de identificar la puerta principal de la bodega, asimismo, indicar el uso obligatorio de bata, lentes y guantes. La señalización existente en la bodega es respecto a la prohibición de fumar y la ruta de evacuación. La señalización es importante porque permite informar y garantizar que las personas conozcan y sean conscientes de los posibles peligros presentes en la bodega y las reglas a las que se deben acatar al ingresar a la instalación (León, 2021).

El uso de madera como bordillo y base en las estanterías no es recomendado, según la literatura se recomienda usar estantes de metal pintados con recubrimiento anticorrosivo o emplear una infraestructura de cemento para resguardar los reactivos químicos. Un ejemplo de reactivos peligrosos son los oxidantes fuertes (como el permanganato sódico), ya que puede ser suficientemente reactivo como para provocar, al contacto, la ignición de productos orgánicos. La madera y sus productos derivados están formados, principalmente por celulosa y lignina, que al ser compuestos que contienen carbono, hidrógeno y oxígeno, hacen de ella un material altamente combustible. Es vital analizar las fichas de datos de seguridad de cada reactivo, ya que es la fuente adecuada que proporciona e indica las advertencias respectivas de almacenamiento (Oficina Internacional del Trabajo, 2000).

La base de las estanterías en la bodega son metálicas, sin embargo, se observa en la Tabla No. 27 (inciso número 7) que estas se encuentran oxidadas en ciertas secciones, por lo que es importante pintarlas periódicamente con pintura anticorrosiva, debido a que la bodega resguarda sustancias básicas y ácidas, las cuales son altamente corrosivas.

Se recomienda la instalación de detectores de humo, asimismo de un botón de pánico en caso ocurra una emergencia, debido a que la ubicación de la bodega se encuentra lejana con respecto al área de administración. Otro punto por considerar es la importancia de evidenciar y registrar la temperatura y humedad, mediante higrotermómetros, debido a que dicha información apoyará en realizar una toma de decisión correcta respecto al almacenamiento seguro de reactivos químicos.

La máxima temperatura recomendada para almacenamiento es de 30°C, sin embargo, se deben consultar las fichas de datos de seguridad (FDS) dado a que cada reactivo se degrada o se vuelve inestable, bajo ciertas condiciones, por lo que se debe de monitorear el ambiente regularmente (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2003).

Según los resultados reflejados por el instrumento de evaluación de la sección relacionada a las condiciones de bodega se evidencia la necesidad de mejorar en la señalización, de igual modo, en cambiar o modificar las estanterías que contienen los reactivos químicos. Es fundamental retirar los obstáculos presentes en las salidas de evacuación, así como también, aquellos que estorben el paso a la ducha de emergencia y lavaojos.

C. CRITERIOS RELACIONADOS AL PERSONAL DE BODEGA

En este apartado del instrumento de evaluación se conformó por 11 criterios, en donde el 45% cumplió con los requisitos de seguridad y buenas prácticas de almacenamiento, mientras que el 45% no cumplió con dichos requisitos. Por último, un 9% de los criterios no aplicaron. Se puede observar en la Tabla No. 18 los resultados individuales por criterio con sus respectivas observaciones, igualmente, se confirma dichos resultados en la Figura No. 4.

Entre las fortalezas se puede destacar que todo el personal de bodega cuenta con llaves para acceder a la bodega, por lo que facilita su acceso, asimismo, la Facultad de Ciencias y Humanidades de la Universidad del Valle de Guatemala les provee de equipo

de protección individual (bata, lentes y guates). Otra ventaja es que los auxiliares de bodega cuentan con equipo computacional individual, lo cual apoya y agiliza sus labores diarias.

Al analizar los resultados, se resalta la necesidad de capacitar constantemente al personal del departamento de bodega, también llevar su respectivo registro y control. Los temas sugeridos son relacionados al riesgo químico, a cómo proceder frente a un derrame accidental e incendio y a interpretar las hojas de seguridad de los reactivos químicos. Las capacitaciones permiten actualizar y reforzar los conocimientos de los trabajadores para eliminar posibles accidentes (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2003).

En Guatemala no existe una norma que regule la cantidad mínima de horas de capacitación para el personal de bodega de reactivos químicos en el ámbito académico, por lo que queda a criterio de las autoridades de la Universidad. Se recomienda realizar una evaluación después de las capacitaciones con el objetivo de confirmar un nivel satisfactorio de comprensión de los temas provistos hacia los auxiliares de bodega. Investigaciones en el campo de la seguridad laboral, muestran elevados índices de ocurrencia de accidentes como consecuencia de una falta o inadecuada capacitación del trabajador.

Los conserjes no poseen acceso a la bodega, por lo que son los auxiliares de bodega los que realizan la limpieza. Se observa la necesidad de crear un programa en donde se registra y controla la limpieza adecuada de la bodega. Otro punto relevante es que el personal de bodega no cuenta con seguro de salud o médico. El contacto constante al momento de limpiar y ordenar los reactivos químicos aumenta la exposición, por ende, se propone que el personal de bodega sea examinado por profesionales de la salud anualmente.

D. CRITERIOS RELACIONADOS A LOS REACTIVOS QUÍMICOS

La última sección del instrumento de evaluación fue conformada por 11 criterios, en donde el 27% cumplió con los requisitos de seguridad y buenas prácticas de almacenamiento, mientras que el 73% no cumplió con dichos requisitos. Por último, ninguno de los criterios se colocó como “N/A” o no aplica. Se observa en la Tabla No. 19

los resultados individuales por criterio con sus respectivas observaciones, igualmente, se confirma los resultados en la Figura No. 5.

Al analizar los resultados se observa que el sistema de clasificación utilizado por la bodega “C-001/002” fue desarrollado por *Flinn Scientific* y es reconocido para clasificar y almacenar reactivos químicos de forma segura, igualmente, respeta las buenas prácticas de almacenamiento. Un aspecto a favor es el registro electrónico de los reactivos químicos presentes en la bodega, sin embargo, no se cuenta con las cantidades disponibles en los envases, por lo que a la larga repercute en el control del inventario.

Se resalta la necesidad de estandarizar las etiquetas de los reactivos químicos, debido a que algunas se encuentran en idioma inglés y en mal estado, por otro lado, los diferentes proveedores contratados por la Universidad no etiquetan de la misma forma. Por lo que es necesario establecer un sistema de reetiquetado para respetar las compatibilidades químicas regidas por el sistema de clasificación utilizada. En el reetiquetado se recomienda colocar la fecha de apertura y expiración con la finalidad de evitar el almacenamiento de reactivos vencidos. Una desventaja en el inventario manejado por el departamento de bodega es la falta de información con respecto a la fecha de caducidad, las cantidades presentes por reactivo químico y el lugar donde se encuentran. Se observó la presencia de reactivos químicos caducados y con etiquetas en mal estado, por lo que afecta negativamente a la seguridad no solo al personal de bodega, sino que también de los estudiantes y al medio ambiente. Es importante recalcar que la bodega abastece a diferentes laboratorios que a su vez están encargados por distintos Departamentos.

La bodega “C-001/002” no es la única en la Universidad del Valle de Guatemala, por lo que se aconseja centralizar todos los reactivos químicos utilizados a una sola bodega, esta recomendación se enlaza a la necesidad de invertir o comprar la licencia de un software especializado para llevar un control y registro riguroso de los reactivos químicos existentes. Debido a que la bodega se rige por la clasificación propuesta por Flinn, se asesora que se adquiera “*Flinn Chemventory*” el cual no solo permite llevar un inventario, sino que también, provee de las hojas de seguridad correspondientes (Flinn Scientific, 2016).

E. DIAGNÓSTICO RESPECTO A LA SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS DE ALMACENAMIENTO EN LA BODEGA “C-001/002”

Al comparar los resultados de las tres secciones del instrumento de evaluación se observa que el área con menor puntaje de seguridad y buenas prácticas de almacenamiento es el relacionado a los reactivos químicos, debido al etiquetado y actualización del inventario. Por otro lado, la sección con mayor puntaje respecto a la seguridad y buenas prácticas de almacenamiento fue el apartado relacionado a las condiciones de bodega, debido al acceso restringido a personas ajenas al departamento de bodega. Es importante recalcar en que el instrumento de evaluación se desarrolló con la finalidad que, a mayor cantidad de criterios cumplidos mejor la calificación.

Se evidenció que la columna de “N/A” o no aplica en ciertos apartados no es necesario, por lo que se sugiere eliminar dicha columna en las secciones que no se utilizó (primera y tercera sección del instrumento de evaluación). Una limitante que surgió al finalizar la evaluación fue la necesidad de modificar el instrumento de evaluación con la finalidad de obtener resultados numéricos que reflejen la seguridad y las buenas prácticas de almacenamiento de reactivos químicos.

VIII. CONCLUSIONES

1. Se determinó que en la bodega “C-001/002” encargada por el Departamento de Química de la Facultad de Ciencias y Humanidades de la Universidad del Valle de Guatemala no cumplió con todos con los criterios de seguridad y buenas prácticas de almacenamiento, por lo que mediante el instrumento de evaluación utilizada se evidenció que en las tres áreas evaluadas existen aspectos a mejorar.
2. Se evidenció que el área con un mayor puntaje respecto a la seguridad y buenas prácticas de almacenamiento fue la sección uno, la cual se relaciona con las condiciones de bodega. La restricción de personal ajeno a la bodega de reactivos químicos es una ventaja debido a que se cuenta con tres puertas para ingresar a la bodega. Otra fortaleza es que la bodega dispone de dos rutas de evacuación, asimismo, la salida más cercana conduce al punto de reunión respectivo del edificio “C” de la Universidad del Valle de Guatemala.
3. El área en donde se necesita mejorar es la tercera, la cual se asocia al apartado de reactivos químicos. La actualización del inventario es un aspecto que no se cumplió, dado a que no se cuenta con las cantidades disponibles, también, no se lleva un registro ni control de las fechas de caducidad de los reactivos químicos. Por lo que se creó un procedimiento estándar operativo para la recepción, inspección y almacenamiento de reactivos químicos para el personal de bodega.
4. El etiquetado presente en los reactivos químicos fue un criterio que no se cumplió, dado a su mal estado, formatos diferentes e incluso en idiomas distintos, por lo que se debe estandarizar la información presente en los envases con la finalidad de manejar la misma información de todos los reactivos químicos.

5. La limpieza es un criterio que no se cumplió por lo que es fundamental crear un programa sistematizado para el control y registro respectivo. Otro criterio por mejorar es la presencia de madera en las estanterías que resguardan los reactivos químicos, por lo que es fundamental reemplazar por otro material no combustible, al igual que crear un registro y control de mantenimiento de la instalación.
6. La capacitación constante hacia el personal de bodega es fundamental para asegurar la seguridad y buenas prácticas de almacenamiento de reactivos químicos. Se determinó mediante el instrumento de evaluación que no hay registro ni control de programa de capacitación.

IX. RECOMENDACIONES

A. RELACIONADAS A LAS CONDICIONES DE BODEGA

1. Identificación y señalización de la puerta principal de la bodega “C-001/002” encargada por el Departamento de Química, respecto al acceso restringido hacia personal no autorizado.
2. Señalización e indicación respecto a la prohibición de consumir alimentos y bebidas en la bodega, al igual señalar el uso obligatorio de bata, lentes y guates al momento de ingresar a la bodega.
3. Instalación al nivel correcto del extintor de dióxido de carbono.
4. Eliminación de los obstáculos presentes tanto en las salidas de evacuación como los obstáculos presentes para utilizar el lavajos y ducha de emergencia en la bodega “C-001/002”.
5. Instalación de detectores de humo y botón de pánico en caso exista una emergencia.
6. Establecimiento de un programa de control y registro respecto al mantenimiento de las estanterías que resguardan a los reactivos químicos, especialmente, pintar constantemente las estanterías metálicas con recubrimiento anticorrosivo.
7. Establecimiento de un programa y control de limpieza de la bodega “C-001/002”

B. RELACIONADAS AL PERSONAL DE BODEGA

1. Establecimiento de un programa de capacitación constante hacia el personal de bodega “C-001/002” encargada por el Departamento de Química de la Facultad de Ciencias y Humanidades de la Universidad del Valle de Guatemala.
2. Establecimiento de un programa de evaluación hacia el personal de bodega con el objetivo de determinar las áreas de mejora y fortalezas de seguridad y buenas prácticas de almacenamiento de los reactivos químicos.
3. Establecimiento de un programa en donde se obtenga un control y registro respecto a la salud física del personal de la bodega “C-001-002”.
4. Establecimiento de un protocolo para el uso obligatorio de bata, lentes, guantes y casco de seguridad al momento de ingresar a la bodega “C-001/002” encargada por el

Departamento de Química de la Facultad de Ciencias y Humanidades de la Universidad del Valle de Guatemala.

C. RELACIONADAS A LOS REACTIVOS QUÍMICOS

1. Establecimiento de un programa para la estandarización del etiquetado de los reactivos químicos de la bodega “C-001/002” encargada por el Departamento de Química de la Facultad de Ciencias y Humanidades de la Universidad del Valle de Guatemala.
2. Modificación del inventario o inversión en un software que permita registrar y controlar los reactivos químicos presentes en la bodega “C-001/002” encargada por el Departamento de Química de la Facultad de Ciencias y Humanidades de la Universidad del Valle de Guatemala.
3. Establecimiento de un sistema para centralizar la bodega “C-001/002” encargada por el Departamento de Química, con la finalidad de eliminar bodegas satélites de la Universidad del Valle de Guatemala.
4. Eliminación de reactivos químicos vencidos, asimismo, desecharlos de forma responsable, segura y adecuadamente.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguilar, J., Bernaola, M., Gálvez, P., Rams, P., Sánchez, T. (2010). *Riesgo Químico. Sestemática para la evaluación higiénica*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Centro Nacional de Nuevas Tecnologías. PP. 239.
2. Alfaro, A. (2020). *Lineamiento para el almacenamiento de sustancias químicas*. Universidad de Costa Rica, Regencia Química. Pp 32.
3. Centro de Información de sustancia Químicas. (2011). *Almacenamiento seguro de sustancias químicas*. Emergencia y Medio Ambiente. Cistema ARP Sura. Pp 8.
4. Dirección Nacional de Emergencia Sanitarias. (2016). *Manual de Primeros Auxilios y Prevencion de Lesiones*. Ministerio de Salud, Presidencia de la Nación. Argentina. Pp 38.
5. Ecotermo. (2020). *Manejo profesional de desechos*. Obtenido de <https://ecotermo.com.gt/quienes-somos/>
6. Filippi, C. (2011). *Evaluación del riesgo químico en los laboratorios de la Escuela de Química Farmacéutica de la Facultad de ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala*. Trabajo de graduación. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Pp 75.
7. Flinn Scientific. (2012). *Scientific Catalog Reference Manual*. Safety Data Sheet. www.flinnsci.com/msds-search.aspx
8. Flinn Scientific. (2016). *Compatible Chemical Families*. Handling Recommendations. Flinn Scientific, Inc. Canada. www.flinnsci.com
9. Freeman, H. M. (1989). *Standard Handbook of Hazardous Waste Treatment Disposal*. Estados Unidos. Segunda Edición. Editorial McGraw Hill. Pp 1168.
10. Galicia Alarcón, L. A., Balderrama Trápaga, J. A., & Edel Navarro, R. (2017). *Validez de contenido por juicio de expertos: propuesta de una herramienta virtual*. Apertura (Guadalajara, Jal.), 9(2), 42-53.
11. Gath, H. (2019). Croquis. *Revista Arquitectura*. www.ARQA.com
12. Indiana University. (2021). *Storage of Laboratory Chemicals*. Recommendations for Storage of Laboratory Chemicals. Obtenido de <https://protect.iu.edu/environmental-health/research-safety/storage-of-laboratory-chemicals.html>

13. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2003). *Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos presentes en los lugares de trabajo relacionados con agentes químicos*. Madrid.
14. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2010). *Términos relacionados con la prevención de riesgos laborales*. Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/326775/886w.pdf/636af923-dedd-4c6a-91f1-1c527eb5894d?version=1.0&t=1617977714187>
15. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2014). *Almacenamiento de productos químicos, orientaciones para la identificación de los requisitos de seguridad en el almacenamiento de productos químicos peligrosos*. Madrid. Pp 62.
16. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2021). *Guía técnica para la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual*. Madrid. www.insst.es
17. Instituto Navarro de Salud Laboral. (2002). *Productos químicos y salud laboral*. Departamento de Salud. Gobierno de Navarra. www.cfnavarra.es
18. ISO 9001. (2015). *Sistema de Gestión de Calidad*. Obtenido de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es>
19. León, E. (2021). *Estudio de la seguridad química en bodegas de reactivos de laboratorios de investigación de la universidad de Costa Rica, elaboración de una herramienta tecnológica para la identificación y manejo de riesgo químico*. Universidad de Costa Rica. Sistema de estudios de posgrado. Pp 37.
20. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2013). *Política Nacional para la gestión ambientalmente racional de productos químicos y desechos peligrosos en Guatemala*. Acuerdo Gubernativo No. 341-2013. Guatemala, C.A. Pág. 52.
21. Ministerio de Educación Bogotá. (2015). *Orientación para la Construcción en los establecimientos educativos del Manual de Normas de Seguridad en el Laboratorio*. Ministerio de educación Nacional. Dirección de Calidad para la Educación, Preescolar, Básica y Media. Bogotá. Pp 62.
22. Ministerio de Trabajo y Prevención Social. (2014). *Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional 229-2014*. Guatemala: Ministerio de Trabajo y Prevención Social. Pág. 1-87.
23. Ministerios de Trabajo y Previsión Social. (2014). *Acuerdo Gubernativo Número 229-2014*. Guatemala Centroamérica.
24. Ministerio de Trabajo y Previsión Social. (2022). *Acuerdo Gubernativo Número 57-2022*. Organismo ejecutivo. Diario de Centro América. Guatemala Jueves 3 marzo. Pp 17.

25. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales España. (2004). *NTP 725 Seguridad en el Laboratorio, almacenamiento de productos químicos*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Pp 10.
26. Morales, J. (2011). *Sistema actualizado para el almacenamiento de sustancias químicas y el manejo de residuos peligrosos químicos en los laboratorios académicos*. Universidad de Sonora. Departamento de ciencias Químico-Biológicas y Agropecuarias. Pp 106.
27. Naciones Unidas. (2011). *Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA)*. Cuarta Edición. Nueva York y Ginebra. ST/SG/AC.10/30/REV.4 Pp 587.
28. National Fire Protection Association. (2021). *Fire Extinguisher Types*. NFPA. Obtenido de <https://www.nfpa.org/News-and-Research/Publications-and-media/Blogs-Landing-Page/NFPA-Today/Blog-Posts/2021/07/16/Fire-Extinguisher-Types>
29. NFPA. (2020). *National Fire Protection Association*. Sección Latinoamérica. Estados Unidos. www.nfpa.org
30. Oficina Internacional del Trabajo. (2000). *Seguridad en la utilización de productos químicos en el trabajo*. Contribución de la OIT al programa Internacional PNUMA/OMS de Seguridad de las Sustancias Químicas. Ginebra. Pp 69.
31. Organización Internacional del Trabajo. (2014). *La seguridad y la salud en el uso de productos químicos en el Trabajo*. Día Mundial de la Seguridad y la Salud en el Trabajo. Publicado por *SafeDay*. Pp 23.
32. Sánchez, L. (2016). *Elaboración de una guía para el manejo adecuado de sustancia y reactivos químicos en el área de bodega de insumos de una empresa que se dedica a la elaboración de productos del hogar y cuidado personal del departamento de Escuintla*. Maestría en Administración Industrial y de Empresas de Servicios. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Pp 105.
33. Safelincs. (2022). *Fire Extinguisher Types and Color Codes*. Fire and Safety Solutions. Obtenido de <https://www.safelincs.co.uk/fire-extinguisher-types/>
34. State Education Department. (2019). *Management Guidance Manual*. *New York State School Science Chemical*. New York. pp 31.
35. Supo, J. (2013). *Cómo validar un instrumento*. Médico Bioestadístico. Perú. ISBN 1492278904.

36. Sociedad Americana de Química. (2003). *Seguridad en los laboratorios químicos académicos*. Volumen 1. Prevención de accidentes para Estudiantes Universitarios. Pp 43.

37. University of Nottingham. (2012). *Guidance on Safe Storage of Chemicals in Laboratories*. Safety Office. United Kingdom. Obtenido de <https://www.nottingham.ac.uk/safety/documents/chem-storage.pdf>

38. Villalba Garzón, G. (2018). Guía para la implementación del sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos (SGA) en las pymes.

XI. ANEXOS

A. ACRÓNIMOS

1. **AQ:** agente químico
2. **CAS:** identificadores numéricos únicos, por sus siglas en inglés Chemicals Abstract Service.
3. **EPI:** equipo de protección personal
4. **FDS:** ficha de datos de seguridad
5. **INSHT:** Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo
6. **ISO:** Organización Internacional de Normalización, o International Organization for Standardization, por sus siglas en inglés.
7. **MSPAS:** Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
8. **N/A:** no aplica
9. **NFPA** (National Fire Protection Association) o Asociación Nacional de Protección contra el Fuego
10. **NTP:** notas técnicas de prevención
11. **SAICM:** enfoque estratégico para la gestión de productos químicos a nivel internacional, por sus siglas en inglés.
12. **SGA:** sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos, también denominado GHS por Global Harmonized System, por sus siglas en inglés.
13. **SST:** Sistema de Salud y Trabajo
14. **OIT:** Organización Internacional del Trabajo.
15. **PEO:** procedimiento estándar operativo
16. **UVG:** Universidad del Valle de Guatemala

B. GLOSARIO

1. **Accidente de trabajo:** es todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o la muerte. También, es aquel que se produce durante la ejecución de órdenes del empleador o durante la ejecución de una labor bajo su autoridad, aún fuera del lugar y horas de trabajo (NFPA, 2020).
2. **Acción insegura:** se refiere a todos los actos o acciones y decisiones humanas, que pueden causar una situación insegura o incidente, con consecuencias para el trabajador, el medio ambiente y otras personas. También, el comportamiento inseguro incluye la falta de acciones para informar o corregir condiciones inseguras (NFPA, 2020).
3. **Agente químico (AQ):** todo elemento o compuesto químico, por sí solo o mezclado, tal como se presenta en estado natural o es producido, utilizado o vertido, incluido el vertido como residuo o en una actividad laboral, se haya elaborado o no de modo intencional y se hay comercializado o no. Sinónimo a producto químico (Instituto Navarro de Salud Laboral, 2002).
4. **Agente químico peligroso:** agente químico que puede representar un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores debido a sus propiedades fisicoquímicas o toxicológicas y a la forma en que se utiliza o se halla presente en el lugar de trabajo (Instituto Navarro de Salud Laboral, 2002).
5. **Autoridad competente:** todo ministro, departamento ministerial o cualquier otra autoridad facultada para dictar reglamentos, órdenes u otras instrucciones que tengan fuerza de ley (Organización Internacional del Trabajo, 2014).
6. **Aviso de precaución o peligro:** la palabra de aviso siempre indicará el nivel de riesgo. Por lo general se coloca “peligro” para productos que puedan poner en peligro la vida del consumidor si no es manejado con cuidado. Por otro lado, la palabra “advertencia”, se coloca en casos menos riesgosos (Aguilar, Bernaola, Gálvez, Rams, Sánchez, 2010).
7. **Buenas prácticas de almacenamiento de reactivos:** recomendaciones para almacenar de manera segura y adecuada los productos químicos. Conjunto de normas, técnicas, estrategias y medidas preventivas establecidas para garantizar condiciones confiables y seguras (Dirección Nacional de Emergencia Sanitarias, 2016).
8. **Croquis:** es un boceto, diseño o dibujo simplificado que se hace con herramientas artísticas de diseño (Gath, 2019).
9. **Elementos de protección personal:** equipo de protección individual (EPI), posee como función personal proteger diferentes partes del cuerpo, para evitar que el personal tenga contacto directo con factores de riesgo que pueden ocasionar una lesión o enfermedad (Organización Internacional del Trabajo, 2014).

10. **Evacuación:** acción tendiente a establecer una barrera o distancia entre una fuente de riesgo y personas amenazadas, hasta y a través de lugares de menor riesgo (NFPA, 2020).
11. **Exposición a un agente químico:** presencia de un agente químico en el lugar de trabajo que implica contacto de este con el trabajador, normalmente por inhalación o por vía dérmica (Instituto Navarro de Salud Laboral, 2002).
12. **Fichas de datos de seguridad (FDS):** o MSDS por sus siglas en inglés Material Safety Data Sheets, en un método aceptado y eficaz que contiene información relevante para el destinatario de sustancias y mezclas químicas. En dichos documentos se especifican particularidades, propiedades y peligrosidades de reactivos químicos (Aguilar, Bernaola, Gálvez, Rams, Sánchez, 2010).
13. **Matriz de compatibilidad química:** estudio en el cual se determina la compatibilidad de diferentes sustancias químicas y establece medidas de manejo para garantizar una gestión idónea de riesgos en procesos de almacenamiento, el informe resultante define las estrategias que la organización debe seguir para evitar materialización de riesgos asociados (Ministerio de Educación Bogotá, 2015).
14. **Medidas de primeros auxilios:** conjunto de instrucciones sencillas que le indican a los usuarios el procedimiento en caso ocurra un contacto del reactivo químico peligroso con una persona (Dirección Nacional de Emergencia Sanitarias, 2016).
15. **Mejora continua:** instrumento para contribuir a la capacidad de lograr los objetivos de la organización, se podrá implementar cualquier actividad de mejora según la disponibilidad de recursos que tenga la entidad en cada comento (ISO 9001, 2015).
16. **Norma ISO 9001:** (por sus siglas en inglés International Organization for Standardization) Organización Internacional de Normalización se encarga que desarrollar normas internacionales acerca del sistema de gestión de calidad (ISO 9001, 2015).
17. **Notas técnicas de prevención (NTP):** son guías de buenas prácticas, sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. Se inició en 1982 con la vocación de convertirse en un manual de consulta indispensable para todo prevencionista (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2014).
18. **Número CAS (Chemical Abstract Service):** identificación numérica individual e inequívoca de cada sustancia química, registrada a través de la Sociedad Americana de Química (ACS), la cual asigna estos identificadores a casi todos los compuestos químicos usados en el mundo (Organización Internacional del Trabajo, 2014).
19. **Peligro:** capacidad intrínseca de un agente químico para causar daño (Instituto Navarro de Salud Laboral, 2002).

20. **Pictograma:** composición gráfica que contiene un símbolo, así como otros elementos gráficos, tales como un borde, un motivo o un color de fondo y que sirve para comunicar información específica. (Aguilar, Bernaola, Gálvez, Rams, Sánchez, 2010).
21. **Procedimiento estándar operativo (PEO):** es un conjunto de instrucciones escritas que documentan una actividad rutinaria o repetitiva seguida por una organización (ISO 9001, 2015).
22. **Producto químico:** los elementos y compuestos químicos y sus mezclas ya sean naturales o sintéticos. Sinónimo a agente químico (Organización Internacional del Trabajo, 2014).
23. **Residuo o desecho peligroso:** es aquel residuo o desecho que, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radioactivas pueden causar riesgo o daño para la salud humana y el medio ambiente. Así el mismo se considera residuo o desecho peligroso los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos (Ministerio de Educación Bogotá, 2015).
24. **Riesgo químico:** es la probabilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado de la exposición a agentes químicos, asimismo involucra al menos una sustancia química y que genere daños a la población, sus vienen y al medio ambiente (Instituto Navarro de Salud Laboral, 2002).
25. **SGA:** sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos, dicho sistema se estableció para aplicarse en diversas áreas de las industrias de productos químicos para el manejo y cuidado de dichas sustancias (Aguilar, Bernaola, Gálvez, Rams, Sánchez, 2010).
26. **Utilización de productos químicos en el trabajo:** toda actividad laboral que podría exponer a un trabajador a un producto químico (Organización Internacional del Trabajo, 2014).

C. INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN.

Universidad del Valle de Guatemala
Facultad de Ciencias y Humanidades
Departamento de Química Farmacéutica
Instrumento de recolección de datos

RÚBRICA DE INSPECCIÓN DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS DE ALMACENAMIENTO DE REACTIVOS QUÍMICOS

Nombre del establecimiento:	Departamento encargado:
Dirección:	Fecha de la evaluación:
Teléfono:	Nombre del evaluador:

Instrucciones para el llenado de la guía

1. Verifique las condiciones de almacenamiento de acuerdo con la lista de criterios y marque con una X en la columna de SÍ, NO o N/A según corresponda.
2. Haga las recomendaciones que correspondan para mejorar las condiciones que no son ideales, en la columna de OBSERVACIONES.

Tabla No. 20. CRITERIOS DE EVALUACIÓN RESPECTO A LAS CONDICIONES DE LA BODEGA

No.	Criterios relacionados a las condiciones de la bodega	Sí	No	N/A	Observaciones
1	La bodega cuenta con área administrativa y señalizada indeleblemente.				
2	En la bodega tanto para ingresar como para salir cuenta con gradas con al menos 90 cm de ancho.				
3	La bodega cuenta con un elevador específico para transportar o movilizar los reactivos químicos.				
4	La bodega cuenta con puerta(s) que se mantiene(n) con llave cuando el personal de bodega no está presente.				

No.	Criterios relacionados a las condiciones de la bodega	Sí	No	N/A	Observaciones
5	La puerta principal de la bodega posee señalización de “Acceso restringido, solo personal autorizado”.				
6	Las puertas presentes en la bodega abren hacia afuera para facilitar la evacuación en caso se presente una emergencia.				
7	En la bodega existe la señalización de “prohibido fumar” y el rótulo se encuentra de forma indeleble y visible para las personas.				
8	En la bodega existe la señalización de “prohibido consumir alimentos” y el rótulo se encuentra de forma indeleble y visible para las personas.				
9	En la bodega existe la señalización del uso obligatorio de bata, lentes y guantes.				
10	La bodega cuenta con extintor(es) cercano(s) debidamente señalizados, colocados en un sitio visible y a una altura de 1.50m teniendo en cuenta como referencia la parte superior del cilindro.				
11	Se lleva un control y registro del mantenimiento de los extintores existente en la bodega.				
12	La bodega cuenta con ruta de evacuación y se encuentra debidamente señalizada (rótulos visibles e indelebles).				

No.	Criterios relacionados a las condiciones de la bodega	Sí	No	N/A	Observaciones
13	La bodega posee una ducha y lavaojos que funcionan correctamente, asimismo, libre de obstáculos y correctamente señalizados.				
14	La bodega cuenta con detector(es) de humo y se lleva un registro y control de su mantenimiento.				
15	La bodega cuenta con luces de emergencia en caso exista una interrupción eléctrica.				
16	La bodega cuenta con un botón de pánico ubicado estratégicamente (cerca de la puerta de entrada y/o salida) en caso se presente una situación de emergencia.				
17	La bodega es utilizada únicamente para almacenar reactivos químicos.				
18	La bodega cuenta con un registro y control de limpieza de pisos, estanterías y/o tarimas una vez a la semana como mínimo.				
19	El piso de la bodega posee una superficie lisa, no resbaladiza y fácil de limpiar.				
20	La bodega posee un programa de control de roedores, asimismo, lleva un registro y control actualizado.				
21	La bodega cuenta con extractor de olores y el equipo funciona diariamente.				
22	El equipo de extractor de olores presente en la bodega es antiexplosivo (anti-chispa).				

No.	Criterios relacionados a las condiciones de la bodega	Sí	No	N/A	Observaciones
23	En la bodega se evidencia el registro y control actualizado de temperatura y humedad.				
24	La bodega cuenta con estanterías y/o tarimas con bordillo o pestaña que impida que los reactivos químicos se muevan o caigan.				
25	Las estanterías están ancladas al piso o a la pared en caso de un temblor o terremoto.				
26	La bodega cuenta con estanterías y/o tarimas metálicas con recubrimiento polímero no combustible ni reactivo.				
27	La bodega cuenta con un espacio especial para retener los desechos químicos con el objetivo de su futuro descarte.				
28	La bodega posee planos (o croquis) a disposición de los colaboradores de la distribución de los reactivos químicos.				
29	La iluminación es adecuada para leer las etiquetas y observar el estado actual de los contenedores (envases, cajas, entre otros) que resguardan a los reactivos químicos				
30	Los pasillos cercanos para entrar y salir de la bodega se encuentran libre de obstáculos y poseen un ancho mínimo de 1.20 metros				

Fuente: Elaboración propia con base en sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos (SGA), notas técnicas de prevención (NTP 725), Organización Internacional de Normalización (ISO), la Organización Internacional del Trabajo (OIT), Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

(INSHT) y Ministerio de Trabajo y Previsión Social Acuerdo Gubernativo Número 57-2022.

Tabla No. 21. CRITERIOS DE EVALUACIÓN RELACIONADOS A LOS AUXILIARES DE LA BODEGA

No.	Criterios relacionados al personal de bodega	Sí	No	N/A	Observaciones
1	Todo el personal de la bodega cuenta con llave(s) a su disposición para entrar y salir de la bodega.				
2	Los auxiliares de bodega colocan las llaves para ingresar a la bodega en un lugar específico y restringido a personas ajenas al departamento de bodega.				
3	El personal auxiliar cuenta con equipo de protección individual (bata, lentes y guantes) a su disposición para entrar y salir de la bodega.				
4	El personal de limpieza de la bodega cuenta con equipo de protección individual (bata, lentes y guates) a su disposición.				
5	El personal auxiliar de bodega cuenta con medio(s) de transporte seguro para movilizar los reactivos químicos de la bodega.				
6	El jefe inmediato a cargo de la bodega evalúa el uso adecuado de bata, lentes y guantes de los auxiliares de bodega, asimismo, lleva un registro y control.				
7	Se lleva un registro y control de capacitación con respecto a los riesgos químicos presentes en la bodega.				

No.	Criterios relacionados al personal de bodega	Sí	No	N/A	Observaciones
8	Se lleva un registro y control de capacitación hacia el personal de bodega de cómo actuar frente a un incendio.				
9	Se lleva un registro y control de capacitación hacia el personal de bodega de qué hacer frente a un derrame accidental de reactivo(s) químico(s).				
10	El personal de bodega cuenta con equipo computacional adecuado para actualizar de forma mensual el inventario electrónico de reactivos químicos existentes en la institución.				
11	El personal de bodega es examinado como mínimo dos veces al año por profesionales de la salud, asimismo, se lleva un control y registro.				

Fuente: Elaboración propia en base a sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos (SGA), notas técnicas de prevención (NTP 725), Organización Internacional de Normalización (ISO), la Organización Internacional del Trabajo (OIT), Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSHT) y Ministerio de Trabajo y Previsión Social Acuerdo Gubernativo Número 57-2022.

Tabla No. 22. CRITERIOS DE EVALUACIÓN RESPECTO A LOS REACTIVOS QUÍMICOS PRESENTES EN LA BODEGA

No.	Criterios relacionados a los reactivos químicos	Sí	No	N/A	Observaciones
1	Los reactivos están etiquetados de forma legible conforme algún sistema de identificación (SGA, NFPA 704, entre otros).				
2	Todos los reactivos químicos presentan el mismo formato de etiquetado en español y es legible (estandarización de etiquetado).				
3	En la etiqueta del reactivo químico se registra la apertura de este.				
4	Las fichas de seguridad de los reactivos químicos se encuentran legibles y ordenadas sistemáticamente (alfabéticamente, por peligrosidad entre otros).				
5	El personal de bodega posee a su disposición las fichas de seguridad en español de todos los reactivos químicos existentes en la bodega.				
6	Se lleva un registro y control actualizado de la recepción de los reactivos químicos.				
7	Existe un formato (boleta, informe, entre otros) en donde los colaboradores de bodega deban de llenar cuando se presenta un envase y/o tapadera rajada o quebrada de algún reactivo químico.				

No.	Criterios relacionados a los reactivos químicos	Sí	No	N/A	Observaciones
8	Los reactivos químicos se almacenan regidos por un sistema de clasificación (familias químicas compatibles, NFPA 704, entre otros).				
9	Los reactivos químicos se encuentran ubicados en la bodega respetando las incompatibilidades químicas.				
10	Los desechos químicos se encuentran etiquetados (fecha e identificación).				
11	Existen reactivos caducados en la bodega				

Fuente: Elaboración propia con base en sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos (SGA), notas técnicas de prevención (NTP 725), Organización Internacional de Normalización (ISO), la Organización Internacional del Trabajo (OIT), Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSHT) y Ministerio de Trabajo y Previsión Social Acuerdo Gubernativo Número 57-2022.

D. VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

Universidad del Valle de Guatemala
Facultad de Ciencias y Humanidades
Departamento de Química Farmacéutica



VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

Muchas gracias por su valioso tiempo, su apoyo permitirá validar el instrumento de evaluación, el cual se utilizará para evaluar la seguridad y buenas prácticas de almacenamiento de reactivos químicos en las bodegas (C-001/002) presentes en la Universidad del Valle de Guatemala. Para elaborar el instrumento de validación se basó en recomendaciones emitidas por organizaciones y entes regulatorios internacionales.

La presente investigación ha sido autorizada por la Facultad de Ciencias y Humanidades de la Universidad del Valle de Guatemala como trabajo de graduación para optar al grado de licenciado en Química Farmacéutica. Su participación en esta validación es completamente voluntaria, si desea más información respecto al trabajo de investigación puede comunicarse por correo a lui17096@uvg.edu.gt

Tiempo estimado de validación: 30 minutos

INSTRUCCIONES

A continuación se encuentra el INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN, el cual está compuesto por tres secciones (corresponden a las Tablas No. 20, 21 y 22) en total son 52 criterios, por lo que el experto debe leer dichas secciones.

- Tabla No. 20 Evalúa aspectos relacionados a las condiciones de la bodega
- Tabla No. 21 Evalúa aspectos relacionados a los auxiliares de la bodega
- Tabla No. 22 Evalúa aspectos relacionados a los reactivos

Las tablas que el experto llenará serán las Tablas No. 23, 24 y 25. El experto debe marcar con una X en la columna de SÍ o NO según corresponda. Puede utilizar la columna de OBSERVACIONES para proponer las recomendaciones que se consideren necesarias.

INFORMACIÓN DEL EXPERTO

Nombre _____ Apellido _____

Área(s) de experiencia(s) _____ Tiempo de experiencia (años) _____

Tabla No. 23. ENCUESTA PARA LA VALIDACIÓN POR EXPERTOS DE LA SECCIÓN RELACIONADA A LAS CONDICIONES DE BODEGA

No.	Criterios para validar aspectos relacionados a las condiciones de bodega	Sí	No	Observaciones
1	La terminología empleada es adecuada y se comprende fácilmente.			
2	El instrumento se encuentra estructurado en un orden que favorece su uso al momento de evaluar.			
3	Se presenta un criterio que se repita a lo largo del instrumento de evaluación y/o que se deba eliminar. En caso de ser afirmativo, colocar en la columna de observaciones el criterio.			
4	Existe algún criterio que se necesite agregar al cuestionario para completar el instrumento de evaluación. En caso de ser afirmativo, colocar en la columna de observaciones su recomendación.			
5	El instrumento de evaluación abarca aspectos importantes relacionados a la seguridad y buenas prácticas de almacenamiento de reactivos químicos.			

Fuente: Elaboración propia con base en Galicia, Balderrama, Edel, 2017 y Supo, 2013.

Tabla No. 24. ENCUESTA PARA LA VALIDACIÓN POR EXPERTOS DE LA SECCIÓN RELACIONADA AL PERSONAL DE BODEGA

No.	Criterios para validar aspectos relacionados al personal de bodega	Sí	No	Observaciones
1	La terminología empleada es adecuada y se comprende fácilmente.			
2	El instrumento se encuentra estructurado en un orden que favorece su uso al momento de evaluar.			
3	Se presenta un criterio que se repita a lo largo del instrumento de evaluación y/o que se deba eliminar. En caso de ser afirmativo, colocar en la columna de observaciones el criterio.			
4	Existe algún criterio que se necesite agregar al cuestionario para completar el instrumento de evaluación. En caso de ser afirmativo, colocar en la columna de observaciones su recomendación.			
5	El instrumento de evaluación abarca aspectos importantes relacionados a la seguridad y buenas prácticas de almacenamiento de reactivos químicos.			

Fuente: Elaboración propia con base en Galicia, Balderrama, Edel, 2017 y Supo, 2013.

Tabla No. 25. ENCUESTA PARA LA VALIDACIÓN POR EXPERTOS PARA LA SECCIÓN DE REACTIVOS

No.	Criterios para validar aspectos relacionados a los reactivos	Sí	No	Observaciones
1	La terminología empleada es adecuada y se comprende fácilmente.			
2	El instrumento se encuentra estructurado en un orden que favorece su uso al momento de evaluar.			
3	Se presenta un criterio que se repita a lo largo del instrumento de evaluación y/o que se deba eliminar. En caso de ser afirmativo, colocar en la columna de observaciones el criterio.			

No.	Criterios para validar aspectos relacionados a los reactivos	Sí	No	Observaciones
4	Existe algún criterio que se necesite agregar al cuestionario para completar el instrumento de evaluación. En caso de ser afirmativo, colocar en la columna de observaciones su recomendación.			
5	El instrumento de evaluación abarca aspectos importantes relacionados a la seguridad y buenas prácticas de almacenamiento de reactivos químicos.			

Fuente: Elaboración propia con base en Galicia, Balderrama, Edel, 2017 y Supo, 2013.

E. DICTAMEN EMITIDO POR JUICIO DE EXPERTOS.

Tabla No. 26. DICTAMEN EMITIDO POR JUICIO DE EXPERTOS DE LA SECCIÓN RELACIONADA A LAS CONDICIONES DE BODEGA

No.	Criterios para validar aspectos relacionados a las condiciones de bodega	Sí	No	Total de expertos
1	La terminología empleada es adecuada y se comprende fácilmente.	2	3	5
2	El instrumento se encuentra estructurado en un orden que favorece su uso al momento de evaluar.	3	2	5
3	Se presenta un criterio que se repita a lo largo del instrumento de evaluación y/o que se deba eliminar. En caso de ser afirmativo, colocar en la columna de observaciones el criterio.	1	4	5
4	Existe algún criterio que se necesite agregar al cuestionario para completar el instrumento de evaluación. En caso de ser afirmativo, colocar en la columna de observaciones su recomendación.	4	1	5
5	El instrumento de evaluación abarca aspectos importantes relacionados a la seguridad y buenas prácticas de almacenamiento de reactivos químicos.	5	0	5

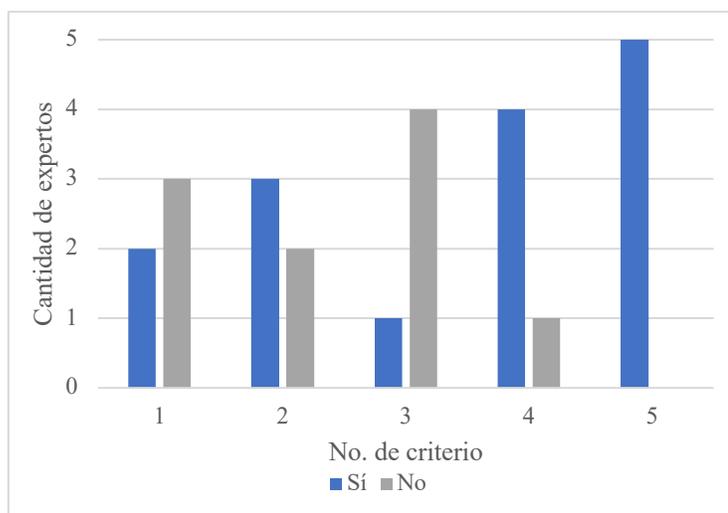


Figura No. 6. DICTAMEN EMITIDO POR JUICIO DE EXPERTOS DE LA SECCIÓN RELACIONADA A LAS CONDICIONES DE BODEGA

Tabla No. 27. DICTAMEN EMITIDO POR JUICIO DE EXPERTOS DE LA SECCIÓN RELACIONADA AL PERSONAL DE BODEGA

No.	Criterios para validar aspectos relacionados al personal de bodega	Sí	No	Total de expertos
1	La terminología empleada es adecuada y se comprende fácilmente.	2	3	5
2	El instrumento se encuentra estructurado en un orden que favorece su uso al momento de evaluar.	5	0	5
3	Se presenta un criterio que se repita a lo largo del instrumento de evaluación y/o que se deba eliminar. En caso de ser afirmativo, colocar en la columna de observaciones el criterio.	0	5	5
4	Existe algún criterio que se necesite agregar al cuestionario para completar el instrumento de evaluación. En caso de ser afirmativo, colocar en la columna de observaciones su recomendación.	3	2	5
5	El instrumento de evaluación abarca aspectos importantes relacionados a la seguridad y buenas prácticas de almacenamiento de reactivos químicos.	5	0	5

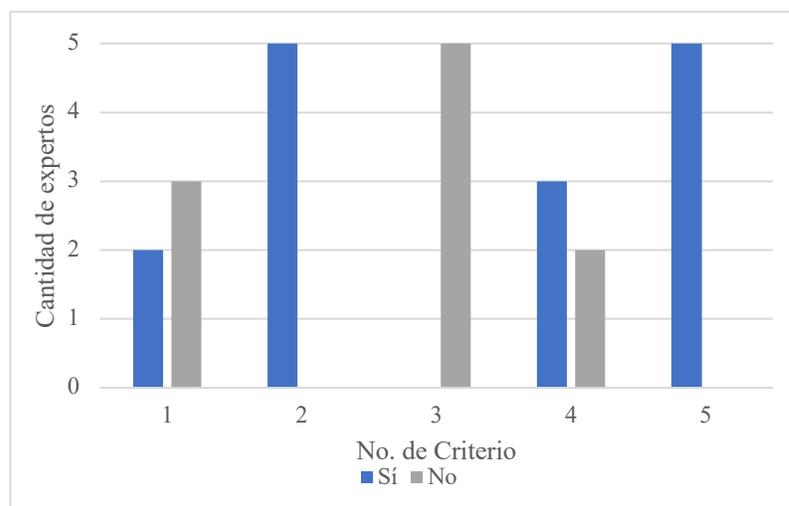


Figura No. 7. DICTAMEN EMITIDO POR JUICIO DE EXPERTOS DE LA SECCIÓN RELACIONADA AL PERSONAL DE BODEGA

Tabla No. 28. DICTAMEN EMITIDO POR JUICIO DE EXPERTOS PARA LA SECCIÓN DE REACTIVOS QUÍMICOS

No.	Criterios para validar aspectos relacionados a los reactivos químicos	Sí	No	Total de expertos
1	La terminología empleada es adecuada y se comprende fácilmente.	4	1	5
2	El instrumento se encuentra estructurado en un orden que favorece su uso al momento de evaluar.	4	1	5
3	Se presenta un criterio que se repita a lo largo del instrumento de evaluación y/o que se deba eliminar. En caso de ser afirmativo, colocar en la columna de observaciones el criterio.	0	5	5
4	Existe algún criterio que se necesite agregar al cuestionario para completar el instrumento de evaluación. En caso de ser afirmativo, colocar en la columna de observaciones su recomendación.	1	4	5
5	El instrumento de evaluación abarca aspectos importantes relacionados a la seguridad y buenas prácticas de almacenamiento de reactivos químicos.	5	0	5

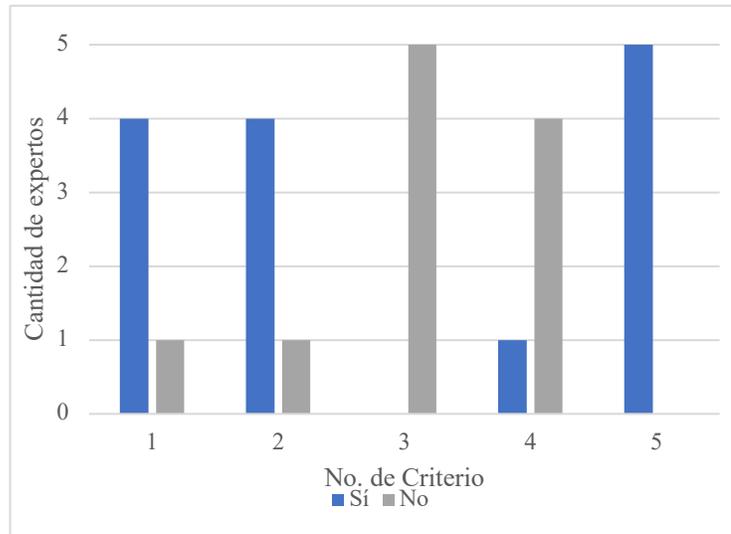
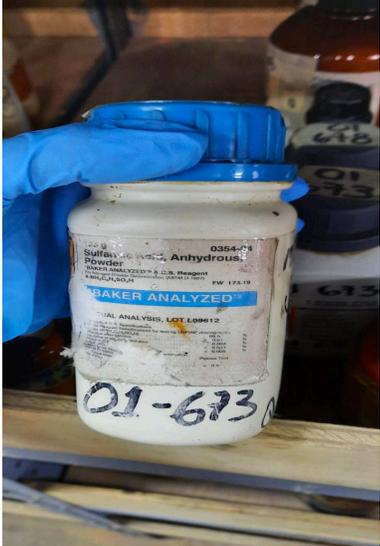


Figura No. 8. DICTAMEN EMITIDO POR JUICIO DE EXPERTOS RELACIONADA A LOS REACTIVOS QUÍMICOS.

Tabla No. 29. EVIDENCIA FOTOGRÁFICA QUE CONFIRMA LOS RESULTADOS OBTENIDOS MEDIANTE EL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

No.	Descripción	Imagen
1	Entrada principal para ingresar a la bodega. Se puede observar que no se presenta identificación ni señalización.	
2	Se observa obstáculos en el corredor, a pesar de que sí cumple con la medida mínima de ancho el cual es de 1.20 metros. Igualmente se observa el extintor de dióxido de carbono sin señalización.	
3	Se puede observar la ducha de emergencia y el lavaojos, sin embargo, también se ve obstáculos (reactivos y cajas en el piso).	

No.	Descripción	Imagen
4	Se observa una etiqueta en mal estado, asimismo, la información se encuentra en idioma inglés.	
5	Se observa que se utiliza madera como bordillo para evitar que los reactivos químicos no se muevan o caigan.	
6	Segunda ruta de evacuación, la cual da al punto de reunión respecto del edificio C. Asimismo, se ven obstáculos.	
7	Se observa que las estanterías son de metal, igualmente se encuentran moderadamente oxidadas.	

F. PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR OPERATIVO PARA LA RECEPCIÓN, INSPECCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE REACTIVOS QUÍMICOS

		<p>Procedimiento estándar operativo para la recepción, inspección y almacenamiento de reactivos químicos</p> <p>Bodega “C-001/002”</p>
---	---	--

1. PROPÓSITO

Establecer el procedimiento correcto para el almacenamiento seguro de reactivos químicos existentes encargado por la Facultad de Ciencias y Humanidades, específicamente por el Departamento de Química de la Universidad del Valle de Guatemala. Proporcionar una herramienta que permita minimizar los riesgos derivados de los reactivos químicos.

2. ALCANCE

Este procedimiento debe aplicarse a la bodega presente en el edificio “C-001/002” encargada por la Facultad de Ciencias y Humanidades, específicamente por el Departamento de Química de la Universidad del Valle de Guatemala.

3. RESPONSABILIDAD Y AUTORIDAD

- 3.1 Es responsabilidad de La Dirección del Departamento de Química, que debe vigilar el cumplimiento de los requerimientos e instrucciones establecidas en el presente procedimiento, para cumplir con las buenas prácticas de almacenamiento y la seguridad.
- 3.2 Es responsabilidad del personal de bodega conocer y poner en práctica las instrucciones establecidas en el presente procedimiento.
- 3.3 El “Comité de Seguridad y Bioseguridad de los Laboratorios de la Facultad de Ciencias y Humanidades”, verificará de manera periódica el cumplimiento de requerimientos en el cumplimiento de los requerimientos, uso y disposición de materiales y reactivos de laboratorio.

4. DEFINICIONES

4.1 Buenas prácticas de almacenamiento de reactivos: recomendaciones para almacenar de manera segura y adecuada los productos químicos. Conjunto de normas, técnicas, estrategias y medidas preventivas establecidas para garantizar condiciones confiables y seguras.

4.2 Clasificación por familias químicas compatibles: también conocido como sistema *Flinn Scientific* son grupos o clases de compuestos que se pueden almacenar de forma segura en una agrupación principal, sin riesgo de interacciones peligrosas entre las sustancias. La primera clasificación es la familia inorgánica, esta se designa como “I”, mientras que la familia orgánica se designa como “O”

4.3 Fichas de datos de seguridad (FDS): o MSDS por sus siglas en inglés material safety data sheets, en un método aceptado y eficaz que contiene información relevante para el destinatario de sustancias y mezclas químicas. En dichos documentos se especifican particularidades, propiedades y peligrosidades de reactivos químicos.

4.4 Incompatibilidad química: interacción entre sustancias químicas que genera reacciones no deseadas de las cuales se originan emisiones de gases tóxicos, corrosivos o inflamables, reacciones explosivas, exotérmica o descomposición, formación de productos sensibles a la fricción o choque, explosiones o incendios, generación de gases que dan sobrepresión o degradación de la calidad de las sustancias.

4.5 Sistema de clasificación de reactivos: existen sistemas de clasificación de reactivos los cuales son útiles para comprender la naturaleza, peligrosidad, toxicidad, inflamabilidad de éstos, y con esto poder tomar en cuenta las precauciones necesarias para su manejo.

4.6 Sustancia orgánica: sustancia química que dentro de su estructura contiene principalmente átomos de carbono e hidrógeno. Todas las demás sustancias se clasifican como sustancias inorgánicas.

4.7 Sustancia comburente: sustancias químicas que por lo general producen oxígeno rápidamente cuando se mezclan con otros materiales o cuando se eleva la temperatura. Esta producción de oxígeno hace que un material se encienda más fácilmente y que se queme más rápidamente, dificultando la extinción de incendios.

4.8 Sustancia corrosiva: sustancias químicas capaces de causar quemaduras, irritaciones o destruir los tejidos vivos. Cuando se inhala o ingiere una sustancia corrosiva, se ven afectados los tejidos del pulmón y del estómago. Si la sustancia tiene un pH inferior a 2 o superior 12.5 se clasifica como corrosiva. Por ejemplo, ácidos, bases, oxidantes, reductores y algunas sales.

4.9 Sustancia inflamable: sustancias químicas que a temperatura ambiente se pueden incendiar fácilmente en el aire, con o sin el aporte de energía. Se toma como inflamable si el punto de ignición de la sustancia es inferior a 60.5°C.

5. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

5.1 Recepción e inspección de reactivos químicos

5.1.2 El personal de bodega procede a la revisión del reactivo químico, por lo que debe verificar los siguientes criterios.

- El envío coincide con la factura y con la orden de compra en precio y cantidad, en el caso que no venga completo el pedido, comunicarse con el jefe inmediato de bodega para comunicar el inconveniente y proseguir a solucionarlo.
- Los envases se encuentran con sus etiquetas originales, estas deben encontrarse íntegras, con el nombre del producto, la información necesaria sobre el manejo seguro y almacenamiento, al igual que los riegos.
- Los envases se encuentren en buen estado: no presentan daños físicos, ni el sistema envase-cierre, ni el resto del envase. Las características físicas del producto coinciden con las características descritas en el contenido del envase.
- El producto posee fecha de vencimiento visible y vigente.
- En caso se encuentre una anomalía realizar el reclamo o solicitud correspondiente al proveedor por medio de correo electrónico o llamada telefónica indicando el problema, es importante recordar que se debe de notificar al jefe inmediato de bodega.

5.1.3 El personal de bodega (auxiliares o jefe inmediato de bodega) debe de ingresar al sistema los reactivos químicos recibidos. El inventario se encuentra en un documento de Google Drive (en el Cuadro No. 1 se propone el encabezado para el inventario). Se debe de ingresar el nombre del reactivo químico, su respectivo código (Orgánico o inorgánico y su numeración respectiva), fecha de vencimiento y la cantidad inicial.

Es fundamental confirmar el código del reactivo químico en las hojas de seguridad proporcionada en la siguiente página www.flinnsci.com/msds-search.aspx. En los Cuadros No 2 y 3 se observa ejemplos de los códigos con sus respectivos reactivos químicos.

Es importante que la etiqueta original esté presente en el envase del reactivo químico, con el objetivo de llevar llevar un mejor control. Mensualmente se debe realizar un monitoreo de los reactivos químicos que esten por vencerse, por lo que al cumplir la fecha de vencimiento se deben de dar de baja del inventario y colocar

dichos reactivos en su lugar respectivo con la finalidad de luego entregárselos a la empresa encargada de su adecuado desecho.

5.2 Almacenamiento

- 5.2.1 Luego de inspeccionar los reactivos químicos y que cumpla los criterios, se procede a reetiquetar el reactivo. Se debe de reetiquetar según la clasificación por Flinn Scientific (familiares compuestos compatibles) observar Figura No. 1
- 5.2.2 Antes de ingresar a la bodega “C-001/002” el personal de bodega debe de utilizar correctamente bata, lentes y guates.
- 5.2.3 Luego que el reactivo químico haya sido reetiquetado se prosigue a ubicarlo en la estantería correcta, ver Figura No 2, según el código proporcionado.

6 REFERENCIAS

- 6.1 Alfaro, A. (2020). *Lineamiento para el almacenamiento de sustancias químicas*. Universidad de Costa Rica, Regencia Química. Pp 32.
- 6.2 Global Quality. (2021). *Procedimiento para la recepción, inspección, identificación, distribución, preparación, manejo y almacenamiento de reactivos*. Código del documento PR-G-GC-020. Pp 12.
- 6.3 Flinn Scientific. (2012). *Scientific Catalog Reference Manual*. Safety Data Sheet. www.flinnsci.com/msds-search.aspx
- 6.4 Flinn Scientific. (2016). *Compatible Chemical Families. Handling Recommendations*. Flinn Scientific, Inc. Canada. www.flinnsci.com
- 6.5 Morales, J. (2011). *Sistema actualizado para el almacenamiento de sustancias químicas y el manejo de residuos peligrosos químicos en los laboratorios académicos*. Universidad de Sonora. Departamento de ciencias Químico-Biológicas y Agropecuarias. Pp 106.
- 6.6 University of Nottingham. (2012). *Guidance on Safe Storage of Chemicals in Laboratories*. Safety Office. United Kingdom. Obtenido de <https://www.nottingham.ac.uk/safety/documents/chem-storage.pdf>

7 ANEXOS.

Cuadro No. 1. PROPUESTA DE UN ENCABEZADO DE INVENTARIO PARA LA BODEGA “C-001/002”

Código	Reactivo químico	Fecha de vencimiento	Cantidad

Cuadro No. 2. CÓDIGOS DE FAMILIA COMPATIBLES INORGÁNICOS DE FLINN

Código	Compuesto químico
I1	Metales, hidruros
I2	Acetatos, haluros, sulfatos, sulfitos, tiosulfatos, fosfatos, halógenos, oxalatos, ftalatos, oleatos.
I3	Amidas, nitratos (excepto nitrato de amonio), nitritos, azidas.
I4	Hidróxidos, óxidos, silicatos, carbonatos, carbono
I5	Sulfuros, seleniuros, fosfuros, carburos, nitruros
I6	Cloratos, bromatos, yodatos, cloritos, hipocloritos, percloratos, ácido perclórico, peróxidos, peróxido de hidrógeno.
I7	Arseniatos, cianuros, cianatos
I8	Boratos, cromatos, manganatos, permanganatos, molibdatos, vanadatos
I9	Ácidos (exceptos nítrico), el ácido se aísla y almacena por sí mismo
I10	Azufre, fósforo arsénico, pentóxido de fósforo
IM	Misceláneos inorgánicos

Cuadro No. 3. CÓDIGOS DE FAMILIA COMPATIBLES INORGÁNICOS DE FLINN

Código	Compuesto químico
O1	Ácidos, aminoácidos, anhídridos, perácidos
O2	Alcoholes, glicoles, azúcares, aminas, amidas, iminas, imidas

Código	Compuesto químico
O3	Hidrocarburos, ésteres, aldehídos, aceites
O4	Éteres, cetonas, hidrocarburos, halogenados
O5	Compuestos epoxi, isocianatos
O6	Peróxidos, hidroperóxidos
O7	Sulfuros, polisulfuros, sulfóxidos, nitrilos
O8	Fenoles, cresoles
O9	Tintes, indicadores
OM	Misceláneos orgánicos

Los compuestos mencionados en las Tablas No. 1 y 2 no pretenden ser todos inclusivos y no deben considerarse completos. La ausencia de un producto químico en dichos cuadros no debe tomarse como una indicación de que es seguro mezclarlo con otro producto químico. Es fundamental leer las fichas de datos de seguridad de los reactivos que se utilicen (Flinn scientific, 2012).

Figura No. 1. ESTANDARIZACIÓN DE ETIQUETADO

Identificación de reactivo químico

Nombre _____ Código _____

Fecha de apertura _____

Fecha de expiración _____

Concentración o Pureza _____

Responsable _____

UVG
UNIVERSIDAD
DEL VALLE
DE GUATEMALA

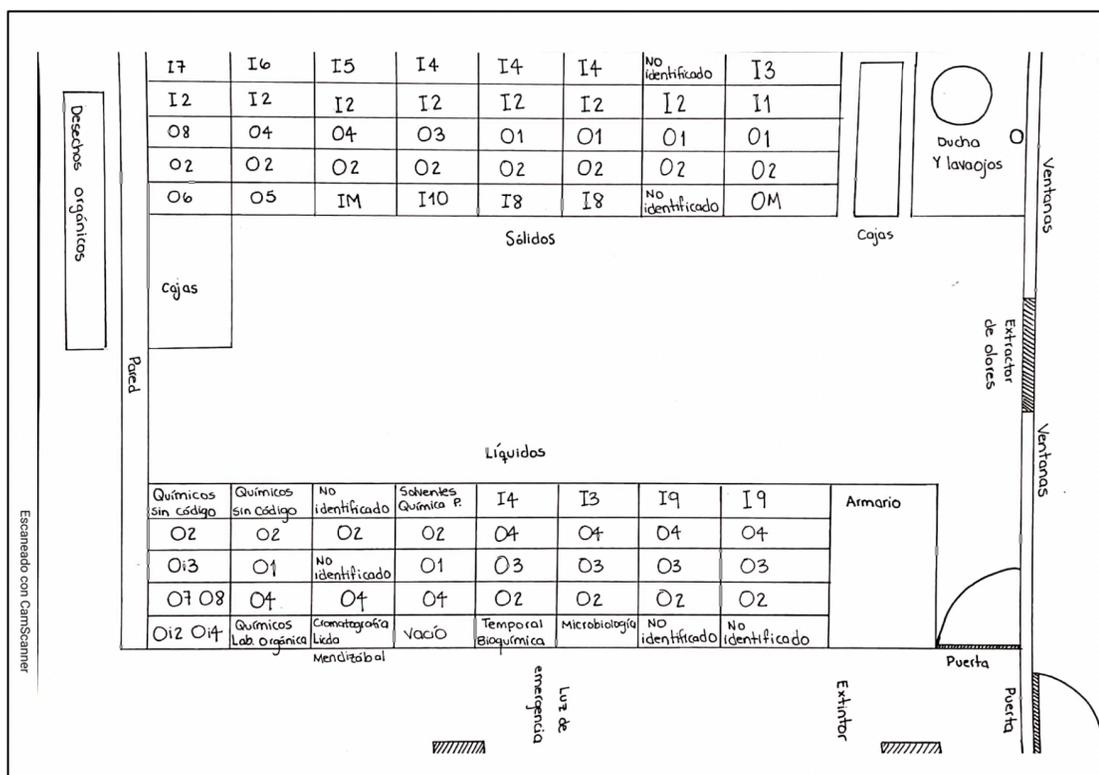


Figura. No. 2. CROQUIS DE LA DISTRIBUCIÓN DE REACTIVOS QUÍMICOS EN LA BODEGA “C-001/002”

Redactado por: Mei Lin Lui Carrillo	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha de redacción: 3 octubre del 2022	Fecha de revisión:	Fecha de aprobación:
Versión: 01	Fecha de vigencia:	Total de páginas: