

Evaluación de riesgos químicos en un laboratorio de Química Física

Chemical risk evaluation in a Physical Chemistry laboratory

Yudith González-Díaz^{1*} <https://orcid.org/0000-0003-1240-1146>

Idalay Martínez-Barbán² <https://orcid.org/0000-0001-7676-8305>

Dayana Marin-Sánchez³ <https://orcid.org/0000-0002-7017-3287>

¹Facultad de Ingeniería Química y Agronomía, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba

²Laboratorio Farmacéutico Líquidos Orales Medilip Bayamo, Biocubafarma, Granma, Cuba

³Centro de Toxicología y Biomedicina (TOXIMED), Santiago de Cuba, Cuba

* Autor para la correspondencia. correo electrónico: yudith@uo.edu.cu

RESUMEN

En los laboratorios químicos se realizan, a diario, tareas de investigación, docencia o análisis en las que se manejan una gran diversidad de sustancias y mezclas peligrosas que afectan la salud y la seguridad de las personas expuestas a ellas y que pueden contaminar el medio ambiente. Este trabajo se realizó con el objetivo evaluar los riesgos químicos en un laboratorio de química física mediante el método del Índice de Peligrosidad en el Manejo de Agentes Químicos (IPMAQ) y en base a dicha evaluación se estableció una clasificación de la peligrosidad del

laboratorio indispensable para realizar una planificación preventiva siguiendo un criterio técnico. Se analizaron los aspectos de: manejo y uso de sustancias químicas, materiales y equipos de laboratorio y actividades en el trabajo, mediante la identificación de los procesos, factores de peligro y evaluación de los niveles de riesgo a los que se encuentran expuestos docentes, trabajadores, estudiantes, personal administrativo y visitantes haciendo uso de la metodología NTP 937 del Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España y la metodología IPMAQ. El índice de peligrosidad en el laboratorio demostró que en el mismo el nivel de contención química es mínimo y de acuerdo al valor obtenido del Índice de Peligrosidad en el Manejo de Agentes Químicos se consideró que el riesgo químico en el laboratorio es alto y que las condiciones del laboratorio no son las adecuadas, por lo que es necesario tomar de manera inmediata una serie de medidas para erradicar dicha situación.

Palabras clave: laboratorio; agentes químicos; evaluación de riesgos; método IPMAQ.

ABSTRACT

In chemical laboratories, research, teaching or analysis tasks are carried out daily in which a wide variety of dangerous substances and mixtures are handled that affect the health and safety of the people exposed to them and that can contaminate the environment. This work was carried out with the objective of evaluating chemical risks in a physical chemistry laboratory using the method of Dangerousness Index in the handling of Chemical Agents (IPMAQ) and based on said evaluation, a classification of the dangerousness of the indispensable laboratory for carry out preventive planning following technical criteria. The aspects of: handling and use of chemical substances, laboratory materials and equipment and activities at work were analyzed, by identifying the processes, danger factors and evaluation of the risk levels to which teachers, workers are exposed, students, administrative staff and visitors using the NTP 937 methodology of the Spanish Institute for Safety and Hygiene at Work and the IPMAQ methodology. The

dangerousness index in the laboratory showed that the level of chemical containment is minimal and according to the value obtained from the Dangerous Index in the handling of Chemical Agents, it was considered that the chemical risk in the laboratory is high and that the conditions of the laboratory are not adequate, so it is necessary to immediately take a series of measures to eradicate this situation.

Keywords: laboratory; chemical agents; risk evaluation; IPMAQ method.

Recibido: 18/09/2020

Aceptado: 10/01/2021

Introducción

La protección del trabajador frente a los riesgos laborales exige acciones institucionales que sobrepasen el mero cumplimiento formal de un conjunto predeterminado de deberes y obligaciones empresariales, por lo que se propicia un nuevo enfoque de los riesgos laborales, basado en los principios generales de la prevención.

Es obligación de las empresas evaluar los riesgos originados por los agentes químicos, con la finalidad de llevar a cabo un plan de acciones preventivas, que debe revisarse cada vez que se produzcan cambios en las condiciones de trabajo; en caso de que no sea posible, deben ser eliminados.^(1,2)

Los laboratorios de Química física, manejan gran cantidad de productos químicos y efectúan diversas operaciones ⁽³⁾ lo que constituye un riesgo potencial por su capacidad de producir daños o efectos indeseables. La capacidad de identificar los riesgos, su origen y posible impacto constituye una tarea difícil pero necesaria.⁽⁴⁾

Existen muchos métodos de evaluaciones de riesgos, los cuales son utilizados en dependencia del sector, área, industria o laboratorio al cual se le realice el estudio, y tienen como objetivo clasificar la magnitud de los riesgos existentes y

consecuentemente, jerarquizar de manera racional su prioridad de corrección.⁽⁵⁾

En los últimos años se ha extendido el uso de metodologías simplificadas para evaluar el riesgo de exposición por inhalación a agentes químicos, que son útiles para realizar un diagnóstico inicial de la situación de riesgo químico, y categorizarlos en aceptable o inaceptable. Estos métodos minimizan los costos de evaluación de la peligrosidad, porque no resulta imprescindible realizar mediciones de concentración de agentes químicos en el ambiente, se ahorra tiempo, costos de instrumentación específica y costos de análisis. Además, aportan como ventaja que el análisis de los factores de riesgo se puede realizar de una forma sistemática, lo que aumenta la posibilidad de que distintas personas lleguen a la misma conclusión.⁽⁶⁾

Entre los métodos de evaluación simplificada que permiten obtener una estimación inicial del riesgo, se encuentra el Índice de Peligrosidad en el Manejo de Agentes Químicos (IPMAQ) que surge con el fin de unificar los diferentes factores que intervienen en la exposición a una sustancia química en un laboratorio de manera global. Está relacionado, entre otras cosas, con la peligrosidad de cada sustancia en concreto y la capacidad de pasar a la atmósfera, de tal manera que, indica para un laboratorio en particular, el grado de peligro que implica su manejo en esas condiciones. Tiene en cuenta además factores como la cantidad manipulada de la sustancia peligrosa, las condiciones de ventilación del laboratorio y si dispone de vitrinas de extracción de gas o no. Tiene en cuenta además las condiciones de almacenamiento y el grado de protección dérmica y de protección respiratoria del trabajador o trabajadores.^(7,8) El objetivo del trabajo es evaluar el riesgo químico en el laboratorio de Química Física aplicando el método IPMAQ.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en el período de septiembre a mayo de en un laboratorio de

Química Física dedicado a los servicios de docencia e investigación. En este se emplean agentes químicos con diversas características (peligrosidad intrínseca y forma física), utilizados normalmente en pequeñas cantidades de forma variable en el tiempo. Se utilizó el esquema de trabajo presentado en la figura 1.

En la visita al laboratorio se identificaron los riesgos, se observaron las condiciones de organización, ventilación, señalización, calidad ambiental del entorno laboral, existencia o no de los medios de protección (batas, guantes, espejuelos de protección, etc.) y de primeros auxilios (botiquín, duchas, extintores). Se pidió información sobre, existencia o no de fichas de seguridad de los reactivos presentes en los locales, incompatibilidad de estos, informes de incidentes ocurridos, existencia de plan de manejo para emergencias. Y se supo del conocimiento del personal que laboraban en estos locales sobre los riesgos a los cuales se encuentran expuesto y el cumplimiento de las medidas, aplicándoles a ellos una encuesta.

Se realizó el inventario de las sustancias químicas que se emplean y/o almacenan en el laboratorio

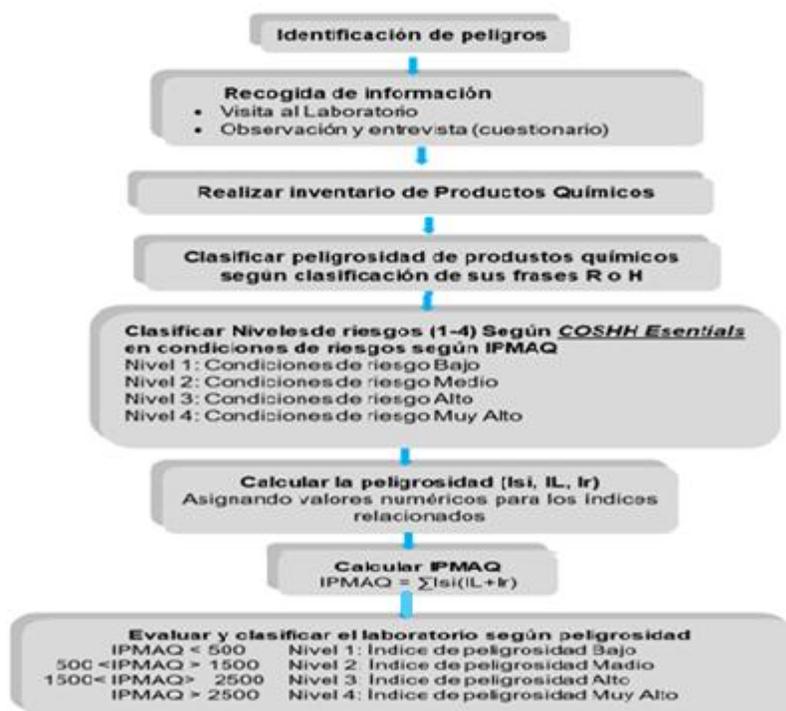


Fig. 1- Esquema de trabajo utilizado para la aplicación del Método IPMAQ de evaluación de riesgo Químico

La obtención del índice de riesgo potencial de cada sustancia se determinó, a través del método establecido por el *Organismo Control Hazardous to Health (COSHH Essentials)* ⁽⁷⁾ teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Peligrosidad de la sustancia (según frases “H”)
- Capacidad o tendencia de que la sustancia pase al medio ambiente.
- Cantidad de sustancia usada en cada operación.

La peligrosidad intrínseca de las sustancias (tabla 1) se clasificó en cinco categorías en función de las frases “H” que figuran en la etiqueta del producto y en su ficha de datos de seguridad. Ante la existencia de frases “H” que condujeron a distinto nivel de peligrosidad se tomó el mayor de ellos.

Tabla 1- Clasificación de peligrosidad de sustancias químicas según sus frases de riesgo.

Grado de Peligrosidad	Frases de riesgo
A	Cualquier sustancia cuya frases R no están contenidas en los grupos del B a E
B	H302, H312, H332, H311, H301,
C	H310, H300, H314, H319, H335
D	H315, H318, H317, H334, H373
E	H372

La tendencia a pasar al ambiente se clasifica en alta, media y baja. Esta se midió, en el caso de los sólidos por su tendencia a formar polvo, en los líquidos, por su volatilidad, que se determinó, a partir del punto de ebullición (PE) y de la temperatura de trabajo (T) a partir de:

- Si $PE \leq (2 \cdot T + 10)$, se trata de una volatilidad alta
- Si $(2 \cdot T + 10) \geq PE \leq (5 \cdot T + 50)$, se trata de volatilidad media
- Si $PE \geq (5 \cdot T + 50)$, se trata de volatilidad baja

En el caso de los gases se asignó siempre una volatilidad alta según las bases técnicas del método.^(5,6)

La cantidad de sustancia utilizada se clasificó cualitativamente en pequeña, mediana o grande según sus unidades de medidas.^(1,5,6)

Una vez recogida la información sobre las tres características definidas con anterioridad (grado de peligrosidad, tendencia a pasar al ambiente y cantidad de sustancia empleada), se determina el nivel de riesgo potencial de cada sustancia a partir de la tabla 2. A cada sustancia del I nivel 1 se clasificó como índice de riesgo bajo, al nivel de riesgo 2, el índice de riesgo medio, al nivel 3 corresponde el índice de riesgo alto y al nivel 4 el índice de riesgo muy alto. Atendiendo a esta clasificación se selecciona el valor del índice de riesgos de cada sustancia según la tabla 3.

Tabla 2- Clasificación de los niveles de riesgo de las sustancias

GRADO DE PELIGROSIDAD	VOLATILIDAD/PULVERULENCIA				
	Cantidad usada	Baja volatilidad o Pulverulencia	Media volatilidad	Media Pulverulencia	Alta volatilidad o Pulverulencia
A	Pequeña	1	1	1	1
	Media	1	1	1	2
	Grande	1	1	2	2
B	Pequeña	1	1	1	1
	Media	1	2	2	2
	Grande	1	2	3	3
C	Pequeña	1	2	1	2
	Media	2	3	3	3
	Grande	2	4	4	4
D	Pequeña	2	3	2	3
	Media	3	4	4	4
	Grande	3	4	4	4
E	En todas las situaciones con sustancias de este grado de peligrosidad se considerará que el nivel de riesgo es 4.				

La suma de todos los índices de riesgos determinados para las sustancias más utilizadas a diario en el laboratorio será el índice global de riesgo potencial de las sustancias ($\sum I_{si}$).

$$\sum I_{si} = I_{S1} + I_{S2} + I_{S3} \quad (1)$$

El índice de peligrosidad en el laboratorio (IL) se calcula a partir de la ecuación (2)

$$IL = I_a + I_{Lo} + k \cdot I_v + I_m + I_e \quad (2)$$

donde:

I_a: índice debido al almacenamiento,

I_{Lo}: Índice debido a la extracción localizada,

k: Factor de manejo de las sustancias,

I_v: Índice de ventilación general,

I_m: Índice de mantenimiento de las instalaciones,

I_e: Índice de mantenimiento de equipos

A cada uno de los índices que conforman la sumatoria se les asignó un valor obtenido del análisis realizado de las condiciones del laboratorio según lo valores tabulados en la tabla 3,4 y 5.

Tabla 3- Valores de los índices de riesgo de la sustancia, almacenamiento, extracción localizada y mantenimiento de instalaciones y equipos ^(1,5,7)

Índice	Condición		Ponderación	Clasificación	Valor
Riesgo de la sustancia (Is)	Bajo		2	1/2	1
	Medio			2	4
	Alto			3	6
	Muy alto			3	8
Almacenamiento (Ia)	Sin almacén		1	3 Alta	3
	Con almacén Limitado/ deficiente			2 Media	2
	Satisfactorio			1 Baja	1
Extracción localizada (ILO)	Suficiente	Satisfactoria	2	0 Nula	0
		Deficiente		½ Baja	1
	Limitada	Satisfactoria		½ Baja	1
		Deficiente		2 Media	4
	Insuficiente	Satisfactoria		2 Media	4
		Deficiente		3Alta	6
Mantenimiento de Instalaciones (Im)	Adecuada		2	0 Muy baja	0
	No adecuada			3 Alta	6
	No disponible			3 Alta	6
Mantenimiento de equipos (Ie)	Adecuada		1	0 Muy baja	0
	No adecuada			3 Alta	3
	No disponible			3 Alta	3

Tabla 4- Valores que adopta el índice de ventilación (Iv) según el Método IPMAQ ^(4,5,9,10)

Índice	Condición		Ponderación	Clasificación	Valor	
Ventilación	Existe forzada y natural	Suficiente	2	0 Nula	0	
				Deficiente	½ Baja	1
		Limitada		Satisfactoria	½ Baja	1
				Deficiente	2 Media	4
		Insuficiente		Satisfactoria	2 Media	4
				Deficiente	3Alta	6
	No existe forzada	Existe natural	---	---	3 Alta	6
		No existe natural	---	---	4 Muy Alta	8

Tabla 5- Valores del factor k acorde con el criterio de manejo de sustancia y su forma de aplicación en cada laboratorio (K) según el Método IPMAQ ^(7,9,10)

K	Criterio
100	Muy alto grado de dispersión superficial. Se rocía y pulveriza al ambiente gran cantidad de sustancias químicas. Existe gran superficie emitiendo agentes químicos al aire. La ventilación y la extracción localizada son evidentemente deficientes.
75	Alto grado dispersión superficial. Se esparcen por la superficie de trabajo y aplican superficialmente las sustancias químicas.
50	Media dispersión. Existen trasvases y preparación de disoluciones fuera de las vitrinas de gases de manera habitual.
25	Baja dispersión. Existen trasvases y preparación de disoluciones dentro de las vitrinas de gases.
4	Muy baja dispersión. Las preparaciones de disoluciones y trasvases son muy esporádicas y se hacen en vitrina de gases.
0-1	1= No existe dispersión superficial. La ventilación general y la extracción localizada evitan la dispersión al ambiente de las sustancias químicas. 0= Los procesos de manipulación de sustancias químicas están muy automatizados. No existe manipulación de agentes químicos.

El índice relacionado con la persona (I_r) se calculó a través de la ecuación 3 teniendo en cuenta la protección respiratoria, dérmica, ocular, la formación y las prácticas higiénicas, asignándole a cada uno un valor referido en la tabla 6.

$$I_r = I_{pr} + I_{pd} + I_{po} + I_f + I_h \quad (3)$$

donde:

I_{pr} : Índice de protección respiratoria,

I_{pd} : Índice de protección dérmica,

I_{po} : Índice de protección ocular,

I_f : Índice de formación,

I_h : Índice de prácticas de higiene persona

Tabla 6- Valores de los índices utilizados en el cálculo de los índice relacionado con la persona (I_r)

Indice	Condición	Ponderación	Clasificación	Valor
Protección respiratoria (Ipr)	Adecuada	2	½ baja	1
	No adecuada		4 Muy Alta	8
	No disponible		4 Muy Alta	8
Protección dérmica (Ipd)	Adecuada	1	1 baja	1
	No adecuada		4 Muy Alta	4
	No disponible		4 Muy Alta	4
Protección ocular (Ipo)	Adecuada	1	1 baja	1
	Suficiente		2 Media	2
	No adecuada		4 Muy Alta	4
	No disponible		4 Muy Alta	4
Formación en la peligrosidad de sustancias químicas (If)	Adecuada	2	½ baja	1
	No adecuada		4 Muy Alta	8
	No certificable		4 Muy Alta	8
Prácticas higiénicas (Ih)	Ninguna	1	8 Muy baja	8
	Escasas		6 Baja	6
	Medias		4 Media	4
	Adecuadas		2 Alta	2
	Altas		2 Alta	2
	Muy Altas		0 Muy Alta	0

Se realizó una encuesta a los trabajadores del laboratorio, quienes expusieron sus conocimientos sobre los riesgos a los cuales se exponen, la forma de mitigarlos y los medios de protección que deben usar y los que tienen disponibles. A partir del cálculo de los índices de la persona, laboratorio y equipamientos, y la peligrosidad de las sustancias se calculó el índice de peligrosidad para todo el laboratorio de acuerdo a la ecuación 4.

$$IPMAQ = \sum I_{si} \cdot (I_l + I_r) \quad (4)$$

De acuerdo a los valores del índice de IPMAQ que se obtengan se puede clasificar el laboratorio según su peligrosidad (tabla 7)

Tabla 7. Valores de referencias del IPMAQ, clasificación, y niveles de riesgo del laboratorio

Valores de referencia del IPMAQ	Clasificación según IPMAQ	Nivel de riesgo del Laboratorio
IPMAQ < 500	Bajo	Nivel 1: Índice de peligro Bajo
500 < IPMAQ > 1500	Medio	Nivel 2: Índice de peligro Medio
1500 < IPMAQ > 2500	Alto	Nivel 3: Índice de peligro Alto
IPMAQ > 2500	Muy Alto	Nivel 4: Índice de peligro Muy Alto

Resultados y discusión

En el laboratorio de Química Física se identificaron los peligros y/o riesgos siguientes:

- No dispone de ducha de seguridad y las campanas extractoras de gases se encuentran rotas.
- El sistema de ventilación es insuficiente, solo cuenta con ventilación natural
- Se almacenan reactivos sin las condiciones requeridas.
- Se detectaron algunos envases de productos químicos con etiquetas incompletas o deterioradas y otros sin etiquetas.
- No existe un botiquín de primeros auxilios.
- No poseen protección respiratoria contra el riesgo de exposición ambiental.
- Faltan medios de protección personal como guantes y espejuelos.
- Reactivos mal ubicados (no se cumplen con lo establecido por incompatibilidad de sustancias).
- No tiene las condiciones mínimas requeridas para el almacenaje de los reactivos debido a que carece de armarios especiales y estantes de seguridad. Los estantes que existen no están sujetos a una superficie que los pueda asegurar. No existe un sistema de protección que evite la caída de los reactivos durante la manipulación o movimiento brusco provocado por la naturaleza (sismo, y/o ciclón).
- No existen informes de incidentes ocurridos en el laboratorio.

La encuesta realizada a los trabajadores del laboratorio reflejó que estos tienen conocimientos sobre el riesgo al que se exponen trabajando con producto

químicos, y que los medios de protección con los que cuentan no son los suficientes.

La categorización de la peligrosidad de los productos químicos almacenados en el laboratorio se presenta en la figura 2 observándose que la mayoría de estas sustancias se encuentran en la categoría C.

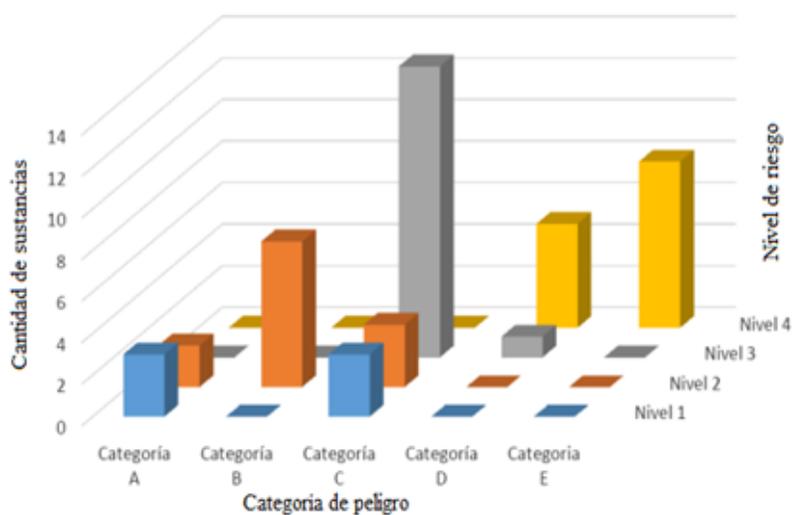


Fig. 2- Número de sustancias almacenadas en función del grado de peligrosidad

La mayoría de las sustancias en estado líquido que se encuentran almacenadas en el laboratorio tienen una volatilidad media y se ubican en los niveles de riesgo 3 y 4 como se muestra en la figura 3. La pulverulencia de los productos en estado sólido es media en la mayoría de estos y se ubican en los niveles 3 y 4. La figura 4 muestra una relación de estos con los niveles de riesgo.

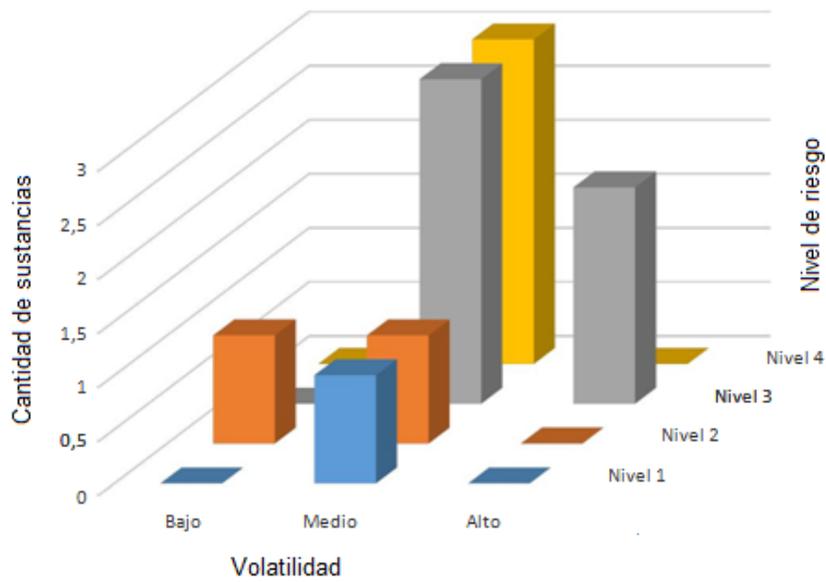


Fig. 3- Número de sustancias almacenadas en función de la volatilidad

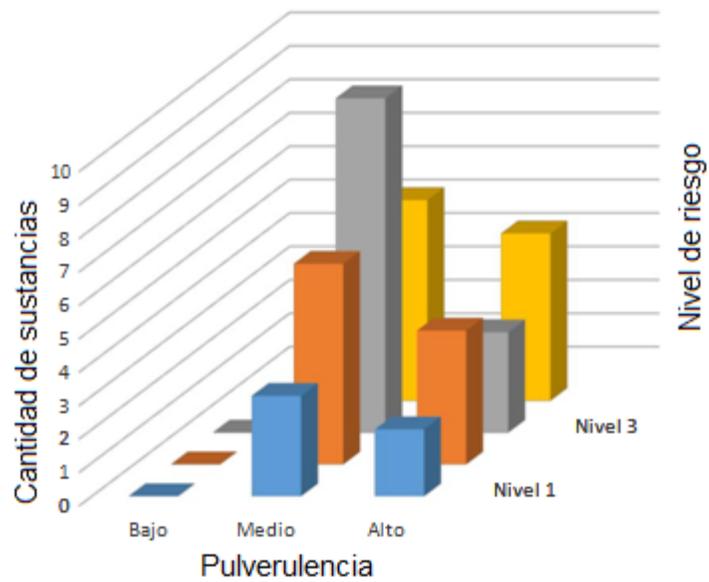


Fig. 4- Número de sustancias almacenadas en función de la pulverulencia

En la figura 5 se muestra en porcentaje la cantidad de sustancias por niveles de riesgo.

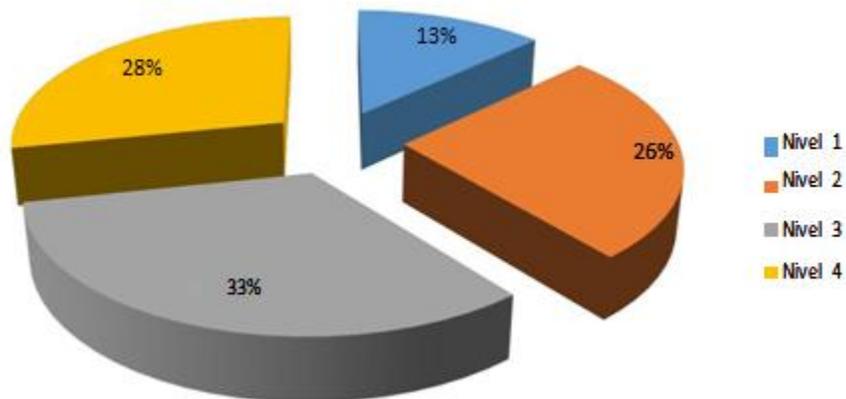


Fig. 5- Número de sustancias almacenadas por nivel de riesgo

Entre los niveles 3 y 4 se encuentran ubicadas el 61 % de las sustancias, lo que indica el alto riesgo que existe en el laboratorio, ya que estas sustancias son muy tóxicas provocando graves problemas de salud.

En la tabla 8 se muestran los valores obtenidos para cada índice aplicando el método IPMAQ.

Tabla 8- Valoración del IPMAQ en el Laboratorio de Química Física

Factor	Índice	Valoración	Total	IPMAQ
Σ is			32	2016
IL	la	3	42	
	lLo	6		
	k*ly	4*6		
	le	3		
	lm	6		
Ir	lgr	8	21	
	lpd	4		
	lpo	4		
	lf	1		
	lh	4		

El índice global de riesgo de las sustancias manejadas es de 32 debido a que en el laboratorio, de manera habitual, se trabaja con sustancias como ácido sulfúrico, cloruro de sodio, hidróxido de sodio, ácido nítrico, cloruro férrico y benceno. Atendiendo a la necesidad de actuar, a la hora de reducir la peligrosidad del

laboratorio se debe analizar la posibilidad de sustituir por otra que implique un índice de peligrosidad menor a alguna de las sustancias más peligrosas durante los procesos de docencia e investigación.

Un análisis del índice de peligrosidad en el laboratorio (IL) proporciona que su valor, de 42, es debido a que el índice de almacenamiento es de 3 ya que no se dispone de almacén específico de productos químicos, de almario de seguridad para almacenar los de mayor toxicidad, además no existen las condiciones para una adecuada separación de los productos químicos, según su compatibilidad química, el índice de extracción localizada (ILO) es 6 porque en el laboratorio no hay extracción localizada, el efecto del manejo de las sustancias, a través del factor k fue evaluado de 4, debido a que existen trasvases y preparación de disoluciones esporádicamente y se hacen en el interior de las vitrinas de gases del laboratorio de Fundamentos Químicos y Biológicos, el índice de ventilación general es de 6 debido a que este laboratorio no dispone de sistema de ventilación forzada, el índice de mantenimiento de las instalaciones es de 6 puesto que este laboratorio no dispone de las certificaciones correspondiente a mantenimiento de las instalaciones eléctricas y el índice de mantenimiento de equipos es no adecuado por lo que alcanza un valor de 3.

Para la evaluación del índice relacionado con las personas, se tuvo en consideración, que los trabajadores y los estudiantes que realizan las prácticas de en este local, no cuentan con todos los medios de protección adecuados necesarios para la protección ocular, respiratoria y protección dérmica. Es válido resaltar que el personal tiene conocimiento de la peligrosidad de las sustancias con las que se exponen.

Es interesante destacar que el índice relacionado con el laboratorio, fue el de mayor valor debido a que los parámetros que se tuvieron en cuenta para su caracterización y evaluación, no tuvieron buena clasificación lo que significa que el nivel de contención química es mínimo, debido a que las condiciones de almacenamiento del laboratorio son pésimas y las campanas de extracción están rotas.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos por el Método IPMAQ, del índice de riesgo global en el laboratorio de 2016, clasifica como Nivel 3, con índice de peligrosidad Alto, haciéndose necesario de forma inmediata tomar medidas para erradicar la situación.

Conclusiones

Después de haber realizado la evaluación del riesgo químico en el laboratorio de Química Física hemos arribado a las siguientes conclusiones:

1. Al evaluar los riesgos de los reactivos químicos por el método COSHH Essentials se determinó que el 44 % de los productos que se encuentran en el laboratorio entran en la categoría de peligrosidad C, el 15 % y 13 % en las categorías B y D respectivamente, el 11% en la categoría A, y el 17% en la E. De acuerdo a los niveles de riesgo el 39% de las sustancias se encuentran entre los niveles 1 y 2. Los de mayor riesgo representan un 28 % (nivel de riesgo 4) y el resto están en la categoría 3
2. El índice de peligrosidad en el laboratorio demuestra que en el mismo el nivel de contención química es mínimo.
3. De acuerdo al valor obtenido del Índice de Peligrosidad en el manejo de Agentes Químicos (IPMAQ) se considera que el riesgo químico en el laboratorio es alto y que las condiciones del laboratorio no son las adecuadas, por lo que es necesario tomar de manera inmediata una serie de medidas para erradicar dicha situación.

Referencias bibliográficas

1. MARIN, D.; MONTES DE OCA, O. ;GONZALEZ, Y. “Evaluación de Riesgos Químicos en un Laboratorio de Química Analítica por el Método Cossh Essentials”.

Ciencia en su PC [en línea], núm. 3, julio-septiembre, 2017, pp. 91-106. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=18135302608>. [Consultado: 28 de junio de 2019]. ISSN: 1027-2887.

2. TANARRO, E.C., BERNAOLA, M. y TEJEDOR, J.N. “Aplicación de métodos simplificados de evaluación del riesgo químico con efectos para la salud”. Seguridad y salud en el trabajo, Diciembre 2008, (50), pp. 28-39.

3. PEREZ, N.; BALANZÓ, A.M; GONZALEZ, Y.; MARIN, D.; FERRER, D. “Evaluación de los residuales de coproporfirinas III y sus efectos ambientales (parte I)” *Tecnología Química*. 2018, **38**(2), pp. 406-414. ISSN 2224-6185

4. MARIN, D. “Evaluación de riesgos en el Laboratorio de Química Analítica del Centro de Toxicología y Biomedicina (TOXIMED).” Yudith González Díaz. Tesis presentada en Opción al Grado de Master en Ingeniería de Procesos Químicos. Universidad de Oriente. Cuba, 2017

5. MONTES DE OCA, O. “Riesgos químicos en un laboratorio de Química Analítica”. Director: Yudith González Díaz. Trabajo de Tesis para optar por el título de Ingeniero Químico. Universidad de Oriente. Cuba, 2016

6. VILA, A.; NIETO, F.J. y MARA J. “Identificación del riesgo químico. Adaptación del método simplificado COSHH Essential al nuevo Reglamento 1272/2008 sobre etiquetado de sustancias y mezclas”. Seguridad y Medio Ambiente [en línea]. No. 129. Primer trimestre. 2013. [ref. de 15 noviembre 2019]. pp. 26-42. [Disponible en: <http://www.seguridadypromociondelasalud.com/n129/en/article2.html> www.mafpre.com/fundacion/html/revistas/seguridad/n129/es/articulo2.html].

7. SICILIA, F. “La peligrosidad en laboratorios químicos: método para su evaluación y clasificación” Director: Pedro Espinosa Hidalgo. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. España, 2012. [ref. de 15 noviembre 2019]. [Disponible en: <http://digibug.ugr.es/bitstream/10481/23493/1/21167163.pdf>].

8. INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE DEL TRABAJO (INSHT). Notas Técnica de prevención (NTP) NTP 937. Agentes químicos: evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por inhalación (III). Método basado en el INRS.

Madrid: INSHT. [en línea]. [ref. de 12 abril 2019]. [Disponible en: <http://www.ladep.es/ficheros/documentos/NTP%20937.pdf>.].

9. INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (INSHT). NTP. Notas Técnica de prevención 987. Laboratorios químicos: Clasificación y estimación de su peligrosidad (I). Madrid: INSHT, 2013. [En línea] [ref. de 12 abril 2019]. [Disponible en: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/Ficheros/961a972/987%20w.pdf>.].

10. INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (INSHT). NTP. Notas Técnicas de prevención 988. Laboratorios químicos: Clasificación y estimación de su peligrosidad (II). Madrid: INSHT, 2013. [En línea] [ref. de 12 abril 2019]. [Disponible en: <http://www.insht.es/Ins>.].

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses

Contribución de los autores

- Yudith González-Díaz: procesamiento de datos y elaboración del informe final.
- Idalay Martínez-Barbán: evaluación de riesgo químico y procesamiento de datos
- Dayana Marin-Sánchez: revisión y corrección del informe final.