
COSHH Essentials revisión bibliométrica¹

COSHH Essentials bibliometric review

Paola Astrid Cañón Lara

pacanonl@unal.edu.co
Ingeniera de Producción
Especialista en Higiene, Seguridad y Salud en el Trabajo.
Universidad Nacional de Colombia
División de Seguridad y Salud en el Trabajo Sede Bogotá

Carlos Julio Lozano Piedrahita

cjlozanop@unal.edu.co
Ingeniero Electromecánico
Magíster en Salud y Seguridad en el Trabajo
Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ingeniería; Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial

Resumen

La gestión del riesgo a contaminantes químicos en el entorno laboral es de vital importancia para proteger la salud de los trabajadores y garantizar un ambiente de trabajo seguro. En este sentido, el método COSHH Essentials ha surgido como una herramienta valiosa para la evaluación cualitativa de contaminantes químicos. Sin embargo, es fundamental realizar una revisión bibliométrica exhaustiva de artículos científicos recientes con el fin de validar la idoneidad y efectividad de este método. El objetivo de este artículo de revisión bibliométrica es analizar y sintetizar la literatura científica publicada entre los años 2011 y 2023, que aborde la metodología cualitativa del método COSHH Essentials. Se buscará identificar los principales hallazgos, fortalezas y limitaciones de este enfoque, así como su aplicabilidad en diferentes entornos laborales y sectores industriales.

Para esto se realizó una búsqueda en bases de datos académicas reconocidas, los criterios de inclusión para la selección de los artículos fueron: (1) que estén publicados en revistas científicas revisadas por pares, (2) que aborden la metodología cualitativa del método COSHH Essentials, (3) que hayan sido publicados en el período de 2011 a 2023, y (4) que proporcionen información relevante sobre la idoneidad y efectividad del método. Se espera que esta revisión bibliométrica proporcione una visión general actualizada y basada en evidencia científica sobre la utilización del método COSHH. Los resultados obtenidos permitirán evaluar la aplicabilidad y las limitaciones del método, así como identificar áreas de mejora y posibles recomendaciones para su implementación efectiva en entornos laborales diversos.

Palabras clave: COSHH Essentials, método de evaluación cualitativo, contaminantes químicos, exposición inhalatoria

¹ Resultado del trabajo de grado "Evaluación cualitativa de la exposición inhalatoria de agentes químicos en laboratorios de física de una institución de educación superior por medio de la metodología Coshh Essentials"; Universidad Nacional de Colombia.

Recepción: 09.10.2023 | Aceptación: 23.01.2024

Cite este artículo como:

Cañón, P. A., & Lozano, C. J. (2024). COSHH Essentials revisión bibliométrica. (M. M. Quiroz, D. Zamora, & M. J. Cifuentes, Edits.) *Gestión de la Seguridad y la Salud en el Trabajo*, 6(1), 112 - 126.

Abstract

Managing the risk of chemical contaminants in the work environment is of vital importance to protect the health of workers and guarantee a safe work environment. In this sense, the COSHH Essentials method has emerged as a valuable tool for the qualitative evaluation of chemical contaminants. However, it is essential to carry out an exhaustive bibliometric review of recent scientific articles in order to validate the suitability and effectiveness of this method. The objective of this bibliometric review article is to analyze and synthesize the scientific literature published between 2011 and 2023 that addresses the qualitative methodology of the COSHH Essentials method. It will seek to identify the main findings, strengths and limitations of this approach, as well as its applicability in different work environments and industrial sectors.

For this, a search was carried out in recognized academic databases, the inclusion criteria for the selection of the articles were: (1) that they are published in peer-reviewed scientific journals, (2) that they address the qualitative methodology of the COSHH Essentials method, (3) that have been published in the period from 2011 to 2023, and (4) that provide relevant information on the suitability and effectiveness of the method. This bibliometric review is expected to provide an up-to-date overview based on scientific evidence on the use of the COSHH method. The results obtained will allow evaluating the applicability and limitations of the method, as well as identifying areas for improvement and possible recommendations for its effective implementation in different settings. various labor.

Keywords: COSHH Essentials, qualitative evaluation method, chemical contaminants, inhalation exposure

Introducción

En el contexto colombiano, la normativa actual sobre Seguridad y Salud en el Trabajo, específicamente el Decreto No. 1072 de 2015, destaca en su artículo 2.2.4.6.15 la imperiosa necesidad de llevar a cabo la identificación de peligros y la posterior evaluación y valoración de los riesgos como una actividad fundamental dentro del sistema de gestión. Esta disposición se alinea estrechamente con el artículo 101 de la Ley No. 9 de 1979, que establece la obligatoriedad de implementar medidas destinadas a prevenir la presencia de agentes químicos en el aire, cuyas concentraciones, cantidades o niveles puedan representar riesgos para la salud de los trabajadores o la población en general. Igualmente, el parágrafo 2 del mismo artículo 2.2.4.6.15 del decreto menciona que, según la naturaleza de los peligros, la priorización realizada y la

actividad económica de la empresa, el empleador o contratante debe utilizar metodologías adicionales para complementar la evaluación de riesgos, abordando aspectos como peligros por exposición a contaminantes químicos.

Por lo general, las estrategias adicionales de evaluación se llevan a cabo mediante la medición de concentraciones en el aire, empleando métodos cuantitativos de evaluación de agentes químicos que se fundamentan en la comparación de los niveles de contaminantes atmosféricos con los valores límite (VL) establecidos. Esta práctica, comúnmente denominada medición ambiental, se encuentra descrita en la Resolución No. 0312 de 2019. De igual manera, se reconoce como evaluación higiénica de acuerdo con la Guía Técnica Colombiana GTC 45, elaborada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) en 2012. No obstante, se ha señalado que estas metodologías cuantitativas pueden resultar inapropiadas o incluso inabarcables para una aplicación generalizada, según lo indicado por Miraz (2014). En este contexto, tanto en empresas locales como en países de la región, se ha adoptado el enfoque de evaluación cualitativa, una práctica que ha sido implementada con éxito en otras naciones desde finales de la década de 1990.

La adopción de metodologías cuantitativas para la evaluación de riesgos asociados a contaminantes químicos plantea desafíos significativos para las organizaciones, debido a los costos elevados asociados con la logística y el despliegue operativo requeridos. A menos que se demuestre de otra manera que se ha logrado una prevención y protección adecuadas, estas prácticas pueden resultar financieramente onerosas. En este contexto, los métodos simplificados emergen como una alternativa viable, proporcionando una estimación inicial de situaciones en las que el riesgo es leve y diferenciándolas de aquellas que requieren una evaluación más detallada. Según la perspectiva de Sánchez (2017), estos métodos no pretenden reemplazar la evaluación cuantitativa de la exposición a agentes químicos, sino que se conciben como herramientas adicionales en el proceso de evaluación, en ocasiones suficientes para llegar a conclusiones sin recurrir a la evaluación cuantitativa. Sin embargo, a pesar de la lógica de esta alternativa, surgen nuevos desafíos, ya que no existe una metodología única para abordar la prevención y evaluación asociada a contaminantes químicos. Algunos de los métodos más conocidos incluyen COSHH Essentials, *Control Banding*; en Bélgica (Proyecto REGETOX); en Holanda (*Stoffenmanager*); en Noruega (*KjemiRisk*); en Francia (*Potencial Risk*); *SQRA Semiquantitative Risk Assessment* (Singapur); y el método basado en el INRS, Instituto Nacional Francés de Investigaciones en Seguridad (*Méthodologie D'Evaluation Simplifiée du Risque Chimique*) (Jiménez et al., 2017).

En consecuencia, el entendimiento de las condiciones laborales y las circunstancias en las que las personas se exponen facilita el análisis colectivo de riesgos asociados a grupos específicos de oficios o tareas que comparten estas exposiciones. Esta comprensión permite orientar acciones técnicas o administrativas de manera altamente confiable. En este contexto, las Guías de Atención Integral de Salud Ocupacional (GATISO), se erigen como valiosas fuentes de información respecto a metodologías respaldadas. Por ejemplo, la GATISO destinada a trabajadores expuestos a benceno y sus derivados, la GATISO para trabajadores expuestos a plaguicidas inhibidores de la colinesterasa (organofosforados y carbamatos) (GATISO-PIC), y la GATISO para el cáncer de pulmón relacionado con el trabajo, proponen la metodología COSHH Essentials de la

Organización Internacional del Trabajo (OIT) como el método recomendado para evaluar cualitativamente la exposición ocupacional por vía inhalatoria. Según el Ministerio de la Protección Social (2007), el método de la OIT ha sido diseñado para ofrecer orientación simple y práctica, identificando soluciones de control que brinden protección a la mayoría de la población trabajadora. Además, se destaca que la propuesta de las GATISO proporciona numerosas ventajas al ser fácil de aplicar y contar con guías específicas de intervención, lo cual ha tenido una gran aceptación en empresas de la comunidad europea para la evaluación de la exposición por vía inhalatoria de sustancias químicas en general, incluyendo carcinógenos (Ministerio de la Protección Social, 2008).

En conclusión, la metodología COSHH Essentials se constituye en un método viable que requiere una base sólida de conocimientos científicos y mejores prácticas, por lo tanto, resulta fundamental examinar y analizar críticamente la literatura existente sobre este enfoque, con el fin de evaluar su eficacia, identificar áreas de mejora y destacar las investigaciones más relevantes y actuales en este campo. A través de este estudio, se pretende recopilar, analizar y sintetizar la información clave de la literatura científica existente, proporcionando una visión global y actualizada de las investigaciones realizadas con este enfoque.

Marco metodológico

Se realizó una revisión bibliométrica a los artículos científicos publicados en el periodo de tiempo comprendido entre 2011 y 2023, indexados en las bases de datos: PubMed, Scielo, Scopus y Google Académico; con base en referencias conceptuales se determinaron los descriptores bibliométricos y operadores booleanos para estructurar las siguientes ecuaciones de búsqueda: (*qualitative assessment method for chemical risk*) OR (*hygienic exposure to chemical risk*), (COSHH Essentials) AND (*chemical risk*). A continuación, en la Tabla 1, se presenta un análisis de los artículos encontrados por cada base de datos. De los 68 artículos finales, se encontró que varios estaban presentes en varias bases de datos, por lo que se procedió a relacionar los artículos por buscador, dando como resultado 34 artículos totales únicos.

Resultados

Mencionar los resultados relevantes de acuerdo con el tipo de estudio y el objetivo de la investigación (sí es cualitativo se expresarán de dicha forma o cuantitativa con expresiones numéricas y graficas de expresen la información hallada o mixta una articulación entre las dos expresiones). Indicar las fechas en que recogió la información. Presentar de manera concisa y completa los resultados aportando datos estadísticos o en términos de cualidad necesarios para dar claridad sobre los hallazgos logrados durante el proceso investigativo.

En el ámbito de la higiene ocupacional se han realizado varios estudios que evalúan la eficacia de diferentes modelos de gestión de riesgos. Uno de los artículos examinó la efectividad del modelo COSHH Essentials en el control de la exposición a una mezcla de

químicos orgánicos. Los resultados revelaron la capacidad del modelo para identificar medidas de control adecuadas y su utilidad en la evaluación y gestión de riesgos. Sin embargo, se sugirió mejorar el modelo con información más detallada sobre sustancias químicas específicas y sus efectos en la salud (Lee et al., 2011). Los hallazgos clave del estudio demostraron que el modelo presenta ciertas desventajas, como la tendencia a sobreestimar los resultados y la influencia de la subjetividad en la evaluación de la volatilidad del líquido, lo que puede limitar su precisión y objetividad, no obstante, se destacan ventajas como la simplicidad y facilidad de comprensión y jerarquización del nivel de riesgo. En otro estudio, se analizaron diversos modelos de evaluación de riesgos en la industria de la impresión. Se concluyó que el modelo COSHH Essentials, basado en la identificación de niveles de exposición y riesgos para la salud, resultó efectivo al evaluar los riesgos de exposición al benceno (Shi et al., 2022). Por su parte, los autores Saemi Shin y Sang-Hoon Byeon propusieron mejoras en el sistema de gestión de riesgos asociados a contaminantes químicos de la Agencia de Salud y Seguridad Ocupacional de Corea, determinando que el modelo COSHH Essentials era más adecuado para establecer prioridades en comparación con el método utilizado por la American Industrial Hygiene Association (Shin y Byeon, 2021).

Tabla 1. Artículos por año y base de datos

Cantidad de artículos por año	PubMed	Scielo	Scopus	Google académico
2023	2	-	2	4
2022	2	-	2	1
2021	1	-	2	1
2020	-	-	-	1
2019	-	-	-	1
2018	1	-	1	2
2017	2	-	3	3
2016	3	1	2	4
2015	2	-	1	3
2014	1	-	1	1
2013	3	-	2	5
2012	1	-	-	3
2011	1	-	1	2
Total	19	1	17	31

Fuente: elaboración propia

En un estudio que utilizó la modelación de dinámica de fluidos computacionales (CFD) para evaluar el rendimiento de diferentes enfoques de control en la reducción de exposición a contaminantes químicos, los resultados respaldaron la efectividad del enfoque de contención, uno de los cuatro enfoques presentes en el método COSHH Essentials, al lograr una reducción significativa en la exposición potencial (Batt y Kelsey, 2014). Así mismo, en un estudio se evaluaron los riesgos asociados a la manipulación del indio y sus compuestos en plantas japonesas. El método COSHH Essentials fue utilizado para evaluar los riesgos genéricos y se recomendaron medidas de control, como el uso de equipo de protección personal adecuado y la implementación de estrictas medidas de control de ingeniería, concluyendo la utilidad y efectividad del método COSHH Essentials y su potencial para ser mejorado y aplicado en diferentes industrias (Higashikubo et al., 2018).

En otro artículo se presenta una herramienta web basada en el método COSHH-Essentials para seleccionar equipos de protección respiratoria (EPR), los resultados demuestran que esta herramienta es efectiva para identificar EPR adecuados para diversos contaminantes químicos, como polvos, fibras, nieblas, aerosoles, gases y vapores; los usuarios informan que la herramienta es fácil de utilizar y brinda una guía útil para la selección de EPR. Una ventaja significativa es su fundamentación en lo que los autores definen como el ampliamente utilizado y validado método COSHH-Essentials en el Reino Unido, así como su acceso libre en línea, lo que la hace accesible para las pymes y profesionales de la salud y seguridad en el trabajo, sin embargo, se identifica una limitación, ya que RPE-Select puede no ser apropiado para todas las situaciones laborales, debido a suposiciones sobre los niveles de exposición y condiciones específicas del lugar de trabajo (Vaughan et al., 2016).

Frente a la validación del método se deben mencionar varios artículos que abordan sus fortalezas y limitaciones; los autores destacan la simplicidad y facilidad de uso de las bandas de control en la evaluación rápida del riesgo asociado con la exposición a sustancias peligrosas. Sin embargo, señalan que estas bandas tienen restricciones, como su naturaleza semicuantitativa y la falta de consideración de variaciones en los escenarios de exposición o la susceptibilidad individual al daño. Por lo tanto, uno de los artículos propone implementar el método COSHH Essentials de manera sistemática, utilizando las bandas de peligro en combinación con otros determinantes de exposición, como el monitoreo y las medidas de control, para desarrollar una estrategia integral en la gestión de riesgos (Scheffers et al., 2016). De igual manera, en otro artículo se menciona que el modelo COSHH Essentials es una herramienta gratuita que proporciona pautas clave para controlar la exposición a sustancias químicas peligrosas. Los autores destacan la simplicidad del método y su utilidad para predecir concentraciones de sustancias en escenarios típicos de exposición ocupacional por inhalación. Consideran que este método puede ser una herramienta complementaria útil en la evaluación y control de la exposición a sustancias químicas peligrosas en el lugar de trabajo (Gromiec et al., 2013).

Para validar la metodología, uno de los artículos destaca la solidez y confiabilidad de los resultados obtenidos con el método COSHH Essentials para determinar medidas de control incluso después de 15 años; en este documento se presenta que el método sigue siendo útil para la mayoría de las sustancias, aunque identifica algunas limitaciones y áreas de mejora, especialmente en sustancias con baja toxicidad o alta volatilidad, por lo que debe complementarse con otras metodologías para una evaluación completa y precisa (Vaughan y Rajan-Sithamparanadarajah, 2017); por su parte, otro artículo menciona que el método es respaldado por organismos internacionales, como el Health and Safety Executive (HSE) del Reino Unido, y es considerado una herramienta útil para evaluar los peligros intrínsecos de las sustancias químicas. El *Control Banding* ofrece la ventaja de enfocarse en determinar las medidas de control en lugar de evaluar detalladamente el riesgo, lo que puede mejorar la eficacia de la actuación preventiva; además, los métodos simplificados pueden ser aplicados por personas no expertas, lo que facilita su participación en la evaluación (Gallego, 2011).

En otro artículo se utilizó la guía COSHH Essentials para evaluar el riesgo por exposición a sustancias químicas en plantas de pintura; el estudio encontró que la concentración ambiental de benceno y tolueno en las plantas de pintura era alta y excedía los límites permisibles, lo que indicaba una necesidad urgente de controlar estas sustancias peligrosas en el lugar de trabajo. Además, se observó que la evaluación a través del método obtuvo resultados similares a los obtenidos mediante mediciones cuantitativas de las mismas sustancias, aunque se reconoció la necesidad de considerar las limitaciones del estudio, señalando que la baja cantidad de unidades de muestra y la medición de la concentración ambiental en un corto período de tiempo pudieron haber distorsionado la precisión de los resultados en términos de su magnitud (Farshad et al., 2013).

Por otra parte, un artículo presentó una herramienta de bandas de control basada en los mismos principios del método COSHH Essentials, pero adaptada para gestionar los riesgos asociados con los nanomateriales. La herramienta clasifica los materiales por peligrosidad y potencial de emisión, y propone bandas de control adaptadas a los niveles de riesgo, aunque se diseñó para ser simple de aplicar, requiere que el usuario tenga conocimientos especializados en prevención de riesgos químicos y nanomateriales (Riediker et al., 2012). En línea con lo anterior, otro artículo desarrolló un modelo semicuantitativo basado en el método COSHH Essentials para predecir los riesgos por exposición a sustancias químicas. El modelo demostró ser útil para identificar ocupaciones y productos químicos de alto riesgo, así como evaluar la eficacia de las medidas de control, sin embargo, se señaló que el método COSHH Essentials y otros métodos similares pueden ser inadecuados para evaluar los niveles de riesgo en industrias con procesos de fabricación complicados, por lo que se combinaron elementos de diferentes métodos para obtener una evaluación más completa (Wang et al., 2013). Siguiendo los parámetros anteriores, se encontraron varios artículos que presentan una comparación entre los métodos de evaluación de riesgos asociados a contaminantes químicos; de uno de los documentos se concluye que el uso de múltiples modelos de evaluación puede predecir de manera efectiva los riesgos de exposición al n-hexano en talleres cerrados con aire acondicionado, en este se utilizó el método COSHH Essentials, el modelo de evaluación de riesgos no cancerígenos de la EPA, el método del índice de exposición de Singapur y el modelo de evaluación de riesgos semicuantitativo en China (Zh et al., 2022).

Por otro lado, un estudio presentó una revisión exhaustiva de 20 métodos diferentes para evaluar el impacto de los riesgos por exposición a sustancias químicas en la salud de los trabajadores. El documento reveló que los principales desafíos radican en la inadecuación de los métodos revisados para la fase de diseño de procesos, lo que limita su aplicabilidad en la evaluación; además, algunos métodos no se ajustan a la definición de salud y seguridad en el trabajo desde la perspectiva de los procesos químicos, ya que sus enfoques de estimación de riesgos se centran en eventos de accidentes catastróficos. También se destaca la escasez de métodos inherentes a la salud en el trabajo, especialmente para las refinerías de petróleo y las industrias petroquímicas que manejan diversas sustancias químicas. El documento sugiere la necesidad de realizar más investigaciones para desarrollar métodos efectivos y completos que evalúen los riesgos asociados a los contaminantes químicos, lo que implica considerar aspectos como la salud, la seguridad y el medio ambiente, que la mayoría de los métodos actuales

pasan por alto, incluyendo el COSHH Essentials, que se centra exclusivamente en la sustancia química y no considera al trabajador (Hassim, 2016).

Otro de los artículos revisados aborda el uso de las bandas de control para la exposición a sílice en entornos laborales en América. Esta investigación presenta la colaboración entre NIOSH (*National Institute for Occupational Safety and Health*) y varias agencias en América, con el objetivo de eliminar la silicosis, empleando las bandas de control como una estrategia efectiva para gestionar y evaluar los riesgos, permitiendo que personas sin experiencia en el tema determinen las medidas de control adecuadas. El programa "La Eliminación de la Silicosis en las Américas" fue iniciado en 2005 por NIOSH, en colaboración con la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Organización Internacional del Trabajo (OIT); se basa en la metodología COSHH Essentials para identificar peligros, evaluar riesgos y determinar medidas de control. Estas medidas incluyen la prevención de la liberación de sustancias químicas peligrosas, el control de la exposición, el uso adecuado de equipos de protección personal y la capacitación de los trabajadores. El método COSHH Essentials clasifica los niveles de riesgo en cuatro bandas: bajo, medio, alto y muy alto, para aplicar las medidas correspondientes a cada nivel identificado (Beaucham et al., 2012).

En el mismo contexto, otro artículo resalta el uso de las bandas de peligro en las evaluaciones de riesgo para el manejo de sustancias químicas. Se resalta el método COSHH Essentials, que utiliza cinco bandas de peligro (A-E) para determinar los rangos de exposición objetivo en el aire, asignados mediante las frases H, que sustituyeron las frases R, de acuerdo con el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos. Estudios han demostrado la validez y confiabilidad de este método, evidenciando que es más protector que otros enfoques de evaluación de riesgos, como el EMKG (*Einfaches Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe*), que se traduce como "Concepto simple de medidas para sustancias peligrosas". Aunque existen diferencias en la asignación de bandas entre estos métodos, se considera que el COSHH Essentials es más recomendable debido a su aplicabilidad y confiabilidad, especialmente para pequeñas y medianas empresas (Arnone et al., 2015).

Otro estudio realizó una comparación entre los modelos CHARM (utilizado en Corea del Sur) y COSHH Essentials. Los autores analizaron los resultados obtenidos al aplicar ambos métodos a 59 sustancias cancerígenas, mutagénicas y reprotóxicas (CMR). Para el análisis se utilizaron los resultados de evaluaciones del entorno laboral y la información recopilada sobre el uso de productos químicos CMR. La comparación se realizó solo para las sustancias en las que ambos métodos eran aplicables y se disponía de información sobre su uso. La principal diferencia entre COSHH Essentials y CHARM radica en su aplicación, ya que el primero se basa en la información disponible para las sustancias evaluadas, y CHARM incluye mediciones ambientales en el entorno laboral. El estudio encontró que COSHH Essentials proporciona una guía sólida para la evaluación de riesgos químicos, pero también señaló algunas limitaciones en su aplicación, como la falta de información detallada sobre las sustancias químicas y los niveles de exposición (Kim et al., 2015). Los mismos autores, a través de otro artículo, destacan que ambos métodos son ampliamente utilizados en la evaluación de riesgos de productos químicos en entornos laborales. Se resalta la importancia de cumplir con las regulaciones y leyes

relacionadas con la evaluación y gestión de riesgos, así como proporcionar EPP adecuados a los trabajadores que manipulan sustancias químicas peligrosas y capacitarlos en el manejo seguro.

El artículo señala que, aunque CHARM y COSHH Essentials comparten métodos y estándares similares, existen diferencias en cómo se determina el nivel de riesgo. Por ejemplo, COSHH Essentials clasifica los productos químicos según su estado físico, mientras que CHARM no considera este factor. Además, COSHH Essentials evalúa el nivel de riesgo mediante la combinación de los niveles de peligro y volatilidad o pulverulencia, mientras que CHARM calcula el riesgo según la exposición medida mediante sensores ambientales en el lugar de trabajo. En general, se considera que COSHH Essentials es más conservador que CHARM (Kim et al., 2015).

Otro estudio abordó la aplicación experimental de diferentes métodos semicuantitativos para evaluar la exposición ocupacional a productos químicos peligrosos en laboratorios de investigación. El estudio comparó cuatro métodos diferentes: MoVaRisCh, COSHH Essentials, LaboRisCh y Datarisch. Los resultados indicaron que todos los métodos son consistentes en la identificación de los niveles de riesgo, pero se encontraron pequeñas diferencias en la calificación del riesgo, las cuales deben considerarse en relación con la estructura específica de cada método aplicado. El artículo destaca que COSHH Essentials es el más utilizado y ampliamente disponible a través de Internet, los autores sugieren que los investigadores pueden minimizar posibles sesgos o diferencias al utilizar diferentes métodos de evaluación para cada actividad laboral que deseen evaluar, además, destacan la importancia de un monitoreo ambiental y biológico confiable para minimizar la exposición (Mastrantonio et al., 2020).

Por otra parte, se encontró un estudio centrado en evaluar la exposición dérmica ocupacional a sustancias químicas utilizando diversos modelos predictivos: EASE (*Estimation and Assessment of Substance Exposure*); DREAM (*Dermal Exposure Assessment Method*); Stoffenmanager; ECETOC TRA (*European Center for Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals Targeted Risk Assessment*); MEASE (*Metal's EASE*); PHED (*Pesticide Handlers Exposure Database*); DERM (Método de clasificación de exposición dérmica); RISKOFDERM (Evaluación de riesgos de exposición dérmica ocupacional a productos químicos); COSHH Essentials (*Control of Substances Hazardous to Health Regulations*). Este estudio resalta que COSHH Essentials proporciona una guía paso a paso para evaluar riesgos y tomar decisiones sobre medidas de control, así como información sobre la selección y uso adecuado de equipos de protección personal (EPP). Los autores hacen referencia a un estudio previo (Garrod y Rajan-Sithamparanadarajah, 2003) que describe el desarrollo específico del método en relación con la exposición dérmica, el uso de EPP y primeros auxilios. Esto respalda la afirmación de que el método COSHH Essentials también puede ser aplicado a otras vías de absorción en el organismo, menos comunes como la dérmica (Jankowska et al., 2017).

Siguiendo con estudios comparativos, se confronta el método COSHH Essentials con el método SSA (*Structured Subjective Assessment*), en el análisis de decisiones de higiene ocupacional. Ambas metodologías se utilizan junto con simulaciones Monte Carlo bidimensionales para determinar probabilidades previas. El método SSA fue seleccionado por ser la primera versión de un enfoque fuente-receptor y ha sido

fundamental para el desarrollo de herramientas avanzadas; por otro lado, el método COSHH Essentials se eligió por su facilidad de uso, especialmente para personas no capacitadas en higiene ocupacional. Aunque ambos métodos son semicuantitativos y se pueden utilizar para determinar probabilidades previas, difieren en su enfoque y complejidad. Si un usuario tiene pocas mediciones de exposición y no está seguro de si son representativas para una tarea específica, se recomienda utilizar ambos métodos y comparar los resultados. La concordancia entre los métodos puede ser un factor importante en la toma de decisiones. En caso de discrepancias o diferencias significativas, puede ser necesario recopilar datos adicionales sobre la exposición (Lee et al., 2013).

Por otra parte, el estudio realizado por (Segura y Maurí, 2016) tuvo por objetivo determinar el nivel de riesgo existente, comparando la metodología COSHH Essentials y el método INRS, hallando que ambos permiten realizar una evaluación cualitativa sin necesidad de detección compleja, dando como resultado la posibilidad de concluir la evaluación cuando el riesgo es bajo, jerarquizar los riesgos y priorizar las medidas correctoras, por tanto, en primera opción se convierten en una elección preferible frente a los métodos cuantitativos que son más complejos, avalando así que los métodos simplificados son más sencillos y eficientes, por lo tanto, ayudan a las organizaciones a ahorrar tiempo y recursos, pero son solo una primera aproximación de la situación higiénica. Así mismo, se presenta la evaluación de riesgos químicos en una empresa rumana de procesamiento de acero inoxidable, se describe el método simplificado de evaluación de riesgos químicos del INRS, que utiliza criterios simples y fácilmente accesibles para evaluar los riesgos asociados con contaminantes químicos. Frente al método COSHH Essentials, el artículo manifiesta que es una técnica de control de bandas que determina el método de gestión al asignar las características cualitativas del entorno laboral de las empresas a una predicción de peligro y que fue desarrollado para apoyar la gestión de sustancias químicas en pequeñas y medianas empresas como una herramienta práctica y ampliamente aceptada para evaluar los riesgos por exposición a contaminantes químicos (Moraru y Popescu-Stelea, 2022).

Así mismo, se evaluaron tres métodos de evaluación de riesgos para la exposición al polvo de alúmina en la industria manufacturera abrasiva. Estos métodos incluyen el COSHH Essentials, el modelo de evaluación de riesgos para la salud ocupacional y seguridad en Australia, y el modelo semicuantitativo de evaluación de riesgos para la exposición ocupacional a sustancias químicas en Singapur. Los resultados revelaron que los tres métodos eran adecuados para evaluar los riesgos asociados con el polvo de alúmina, aunque cada uno presentaba fortalezas y debilidades distintas. El modelo COSHH Essentials se destacó por su facilidad de uso y aplicabilidad en pequeñas y medianas empresas, pero no consideraba los efectos a largo plazo ni proporcionaba una evaluación cuantitativa del riesgo. El modelo australiano, por su parte, fue integral y adaptable a diversas industrias, pero resultaba costoso y requería abundante información detallada. Por último, el modelo de Singapur ofrecía una evaluación cuantitativa del riesgo y se adaptaba a diferentes situaciones, aunque también demandaba una gran cantidad de datos y podía ser difícil de aplicar en presencia de múltiples sustancias químicas (Gu et al., 2021).

Alineado con lo anterior se presentó el progreso de la investigación en métodos de evaluación de riesgos para la salud ocupacional en China y se compararon cinco modelos de evaluación (el modelo de Singapur; COSHH Essentials; el modelo australiano; el modelo rumano y el modelo del Consejo Internacional de Minería y Metales, ICMM). El modelo COSHH Essentials se consideró fácil de entender, pero con dificultades para considerar plenamente los efectos de la difusión acelerada causada por diversas acciones físicas, como que en una cantera de piedra a cielo abierto no puede evaluar las diferencias en el riesgo de exposición al polvo en diferentes puestos de trabajo. Los otros modelos utilizados en el estudio también presentaban limitaciones similares, excepto el modelo de Singapur, que podía identificar las diferencias en el riesgo de exposición al polvo entre diferentes puestos de trabajo y utilizar concentraciones reales para evaluar los riesgos (Qiuliang et al., 2021).

De igual manera, se presentan seis herramientas basadas en el control de bandas (CB) para evaluar los riesgos asociados con la exposición a nanomateriales en el lugar de trabajo. Estas herramientas incluyen: la desarrollada por la Agencia Nacional de Seguridad Sanitaria de Alimentos, Medio Ambiente y Trabajo (ANSES), que utiliza la herramienta COSHH-Essentials; Stoffenmanager Nano 1.0, desarrollada por el Instituto Nacional Holandés para la Salud y el Medio Ambiente (RIVM); NanoSafer: creada por el Instituto Nacional Danés de Salud Ocupacional (NFA); CB Nanotool establecida por el Instituto Federal Suizo de Tecnología (ETH Zurich); ART elaborada por el Instituto Federal Alemán (BFR) para evaluar los riesgos asociados con la exposición a sustancias químicas peligrosas y, por último, ECETOC TRA, generada desde el Consejo Europeo de Organizaciones Industriales y Asociaciones Nacionales de Industrias Químicas (ECETOC). Estas metodologías se basan en el enfoque pragmático del control de bandas, que permite gestionar el riesgo en ausencia de información sólida sobre toxicología y exposición, pero es importante destacar que pueden no ser adecuadas para todas las situaciones, ya que asumen una relación lineal entre el peligro y la exposición, lo cual puede no ser siempre el caso. Además, el proceso de asignación de bandas de riesgo y exposición requiere el juicio del evaluador, lo que puede introducir subjetividad en la evaluación; otra limitación es la falta de consideración de la variabilidad individual en la susceptibilidad a los efectos tóxicos, que puede cambiar significativamente entre individuos (Brouwer, 2012).

En otro artículo se muestra una guía para evaluar el riesgo por exposición a contaminantes químicos en laboratorios de química, con el objetivo de proteger la salud y el medio ambiente. Se destaca el uso del método del Índice de Peligrosidad en el Manejo de Agentes Químicos (IPMAQ), el cual permite una evaluación eficiente al minimizar los costos, ya que no requiere mediciones de concentración de agentes químicos en el ambiente. Además, ofrece la ventaja de un análisis sistemático de los factores de riesgo, aumentando la consistencia en las conclusiones; esta metodología se basa en el método COSHH Essentials para obtener el índice de riesgo potencial de cada sustancia (según las frases "H"), la capacidad o tendencia de pasar al medio ambiente y la sustancia utilizada en cada operación. El método se emplea para evaluar los riesgos asociados a los contaminantes químicos determinando el índice de riesgo potencial y luego establecer medidas preventivas para minimizar los riesgos asociados con su manejo (González et al., 2021). Coincidiendo con lo anterior, en otro artículo se utilizó el método COSHH Essentials para evaluar los riesgos asociados a la manipulación de

sustancias químicas en un laboratorio de química analítica, permitiendo identificar los productos químicos utilizados, evaluar los riesgos y determinar las medidas preventivas necesarias, incluyendo el uso adecuado de equipos de protección personal, trabajar en una campana extractora y etiquetar correctamente los productos químicos. Se destaca la importancia de monitorear y revisar regularmente la efectividad de las medidas preventivas establecidas (Marín et al., 2017).

El método COSHH Essentials, junto con el método del Consejo Internacional de Minería y Metales (ICMM) y el método del índice compuesto, se compararon en un estudio realizado en una empresa de baterías de plomo-ácido. Mientras que el ICMM tiene un alcance más amplio y considera diversos factores, como la gravedad del daño a la salud y la probabilidad de exposición, el COSHH Essentials se basa en la naturaleza fisicoquímica del riesgo. Por su parte, el método del índice compuesto utiliza una fórmula matemática para combinar factores como la gravedad del daño, la probabilidad y el tiempo de exposición. Aunque el artículo no determina el mejor método, los resultados sugieren que el método del índice compuesto fue adecuado para evaluar el riesgo ocupacional relacionado con el plomo. Sin embargo, se recomienda utilizar múltiples métodos para una evaluación más completa y precisa del riesgo ocupacional (Lin et al., 2018). En otro documento se describen varios métodos de evaluación, cada uno con ventajas y desventajas. Entre ellos se encuentra el modelo EPA de los Estados Unidos, cuantitativo, pero requiere datos específicos y no considera los equipos de protección personal. El modelo australiano, cualitativo, pero se basa en juicio subjetivo. El método rumano tiene un alcance amplio, pero es subjetivo y dificulta la interpretación de la probabilidad de consecuencias. El modelo de Singapur, semicuantitativo, pero puede ser confuso al determinar el índice de exposición. El modelo ICMM, cualitativo, pero puede sobreestimar el riesgo. El modelo COSHH Essentials es simple y conveniente, aunque puede presentar sesgos en la evaluación de la volatilidad de líquidos, por lo que el estudio menciona el modelo OHRA, utilizado en China para evaluar riesgos ocupacionales de manera cualitativa y cuantitativa, y establecer estrategias de control similar al método COSHH Essentials (Zhou et al., 2017).

La herramienta *Simple Risk Assessment and Control* (SiRAC), es un método simplificado de evaluación de riesgos para la manipulación de productos químicos en pequeñas y medianas empresas en Malasia, basado en los parámetros del método COSHH Essentials. Este método integra el enfoque de CB en una herramienta de evaluación de riesgos en siete pasos. Frente al método COSHH Essentials, se destaca su disponibilidad en línea y su reconocimiento internacional por parte de la OIT, la OMS, el Programa Internacional sobre Seguridad Química (IPCS) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Ambos métodos utilizan bandas de control como sistema simplificado de evaluación de riesgos cualitativos en tareas de manipulación de productos químicos, categorizando los peligros y el potencial de exposición para estimar el riesgo, y luego recomendar niveles de controles sin requerir amplios conocimientos o recursos (Hazlina Yon, 2021).

Así mismo, en un artículo se examinaron los posibles efectos en la salud de los trabajadores expuestos a pesticidas utilizados para el control de las lampreas marinas. Los pesticidas mencionados son el 3-trifluorometil-4-nitrofenol (TFM) y Bayluscide TM. El TFM puede causar irritación y depresión del sistema nervioso central, mientras que el

Bayluscide TM puede causar irritación, dermatitis, ampollas, agrietamiento, edema y reacciones alérgicas en la piel. Se utilizaron los métodos *International Chemical Control Toolkit* de la OIT y COSHH Essentials para evaluar la exposición cutánea y por inhalación asociada a la manipulación de los pesticidas, se clasificaron los riesgos y se establecieron estrategias de control basadas en la peligrosidad de las sustancias, la volatilidad y la cantidad utilizada o generada (Ceballos et al., 2015).

Por último, se presentó un análisis exhaustivo sobre la evaluación de la exposición a sustancias químicas en diferentes escenarios durante el período comprendido entre 2003 y 2020. En esta revisión bibliográfica se examinaron dieciséis metodologías relacionadas con la evaluación del riesgo por contaminantes químicos. En relación con el método COSHH Essentials menciona que considera aspectos como las propiedades físicas y el manejo general de dichas sustancias, así como la evaluación del peligro mediante el uso de frases H o frases R, además, los autores señalan que este método tiende a ser más conservador. Si bien no se establece cuál método es superior, destacan entre las ventajas de los métodos estudiados la posibilidad de realizar estudios in-silico, lo que evita la necesidad de la experimentación en seres humanos. Igualmente, se menciona que estos métodos permiten obtener un nivel confiable de riesgo sin necesidad de mediciones ambientales y aseguran una jerarquía de riesgo basada en criterios generales. No obstante, también se reconocen desventajas como la dificultad para obtener información representativa y veraz, la aplicabilidad en diferentes escenarios de exposición y los diferentes criterios utilizados en los análisis (Mora et al., 2022).

Discusión

En diversos entornos laborales, su enfoque práctico y simplificado, basado en las FDS, permite identificar rápidamente los peligros y aplicar medidas de control adecuadas. Su facilidad de uso y disponibilidad en línea lo hacen accesible para cualquier empleador, independientemente de su conocimiento en seguridad química, lo que ahorra tiempo y costos asociados a la implementación de medidas de control. Sin embargo, es importante tener en cuenta sus limitaciones, como su dependencia de la calidad y actualidad de la información de las FDS, su enfoque cualitativo y la falta de consideración de otros factores de exposición. Por tanto, se recomienda complementar el método COSHH Essentials con otras herramientas y enfoques para una evaluación más precisa y detallada de los riesgos químicos en el lugar de trabajo.

Conclusiones

El método COSHH Essentials es ampliamente utilizado y reconocido internacionalmente como una herramienta efectiva para evaluar y controlar los riesgos para la salud relacionados con el manejo de sustancias químicas peligrosas en entornos laborales. Aunque existen otros métodos de evaluación de riesgos, el COSHH Essentials se destaca por su simplicidad, accesibilidad y capacidad de proporcionar medidas de control prácticas. Sin embargo, se reconoce la necesidad de mejorar su implementación y

comprensión por parte de los usuarios para optimizar su efectividad en la prevención de riesgos químicos en el lugar de trabajo.

Referencias

- [1] Arnone, M., Koppisch, D., Smola, T., Gabriel, S., Verbist, K., & Visser, R. (2015). Hazard banding in compliance with the new Globally Harmonised System (GHS) for use in control banding tools. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 73(1), 287 - 295. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2015.07.014>
- [2] Batt, R., & Kelsey, A. (2014). Analysis of factors affecting containment with extracted partial enclosures using computational fluid dynamics. *The Annals of Occupational Hygiene*, 58(2), 227 - 240. Obtenido de <https://doi.org/10.1093/annhyg/met061>
- [3] Beaucham, C., Lentz, T., & Rice, F. (2012). Expanding control banding for workplace silica exposures throughout the Americas. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 18(4), 344 - 347. Obtenido de <https://doi.org/10.1179/2049396712Y.0000000001>
- [4] Brouwer, D. (2012). Control banding approaches for nanomaterials. *Annals of Occupational Hygiene*, 56(5), 506 - 514. Obtenido de <https://doi.org/10.1093/annhyg/mes039>
- [5] Farshad, A., Oliaei, H., Mirkazemi, R., & Bakand, S. (2013). Risk assessment of benzene, toluene, ethylbenzene, and xylenes (Btex) in paint plants of two automotive industries in Iran by using the Coshh Guideline. *Eurasian Multidisciplinary Forum*, 1(1), 270 - 276.
- [6] Gallego, R. (2011). Control banding: métodos simplificados de evaluación de agentes químicos. *Revista Enfermería del Trabajo*, 1(1), 42 - 44.
- [7] González, Y., Martínez, I., & Marín, D. (2021). Chemical risk evaluation in a Physical Chemistry laboratory. *Tecnología Química*, 41(3), 257 - 268. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852021000300561
- [8] Gromiec, J., Kupczewska, M., Jankowska, A., & Czerczak, S. (2013). Predictive models for the assessment of occupational exposure to chemicals: a new challenge for employers. *En Medycyna Pracy*, 64(5), 699 - 716. doi:<https://doi.org/10.13075/mp.5893.2013.0058>
- [9] Hassim, M. (2016). Comparison of methods for assessing occupational health hazards in chemical process development and design phases. *Current Opinion in Chemical Engineering*, 14, 137 - 149. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.coche.2016.10.001>
- [10] Hazlina, T. (2021). Control banding: the new approach of risk assessment in Malaysia. *Journal of Energy and Safety Technology*, 4(1), 19 - 27. <https://jest.utm.my/index.php/jest>
- [11] Higashikubo, I., Arito, H., Ando, K., Araki, A., Shimizu, H., & Sakurai, H. (2018). Control banding assessment of workers' exposure to indium and its compounds in 13 Japanese indium plants. *Journal of Occupational Health*, 60(3), 263 - 270. <https://doi.org/10.1539/joh.2017-0261-BR>
- [12] Jankowska, A., Czerczak, S., & Kupczewska, M. (2017). Assessment of predictive dermal exposure to chemicals in the work environment. *Medycyna Pracy*, 68(4), 557 - 569. doi:<https://doi.org/10.13075/MP.5893.00555>
- [13] Jiménez, R., Mira, G., Aguilar, J., Sánchez, M., Sousa, E., & Bustinza, J. (2017). Herramientas para la gestión del riesgo químico. Métodos de evaluación cualitativa y modelos de estimación de la exposición. Obtenido de www.insht.es
- [14] Kim, M., Shin, S., & Byeon, S. (2015). Comparison of CHARM and COSHH Essentials for CMR Chemicals Running title: Comparison of CHARM and COSHH Essentials. *Journal of Occupational Health*, 57(4), 339 - 345. doi:<https://doi.org/10.1539/joh.14-0253-OA>
- [15] Kim, M., Shin, S., & Byeon, S. (2015). Comparison of chemical risk assessment methods in South Korea and the United Kingdom. *Journal of Occupational Health*, 57(4), 339 - 345. doi:<https://doi.org/10.1539/joh.14-0253-OA>
- [16] Lee, E., Kim, S., Feigley, C., & Harper, M. (2013). Exposure models for the prior distribution in bayesian decision analysis for occupational hygiene decision making. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 10(2), 97 - 108. doi:<https://doi.org/10.1080/15459624.2012.748627>
- [17] Lee, E., Slaven, J., Bowen, R., & Harper, M. (2011). Evaluation of the COSHH Essentials model with a mixture of organic chemicals at a medium-sized paint producer. *The Annals of Occupational Hygiene*, 55(1), 16 - 29. doi:<https://doi.org/10.1093/annhyg/meq067>
- [18] Lin, C., Xiu, Q., & Du, Z. (2018). Occupational hazards in a lead-acid battery enterprise: a comparison study of three health risk assessment methods. *Chinese Journal of Public Health*, 34(6), 849 - 853. doi:<https://doi.org/10.11847/zgggws1119044>

- [19] Marín, D., Montes, O., & González, Y. (2017). Evaluation of chemical risks in laboratory of analytic chemistry for the method COSHH Essential. *Ciencia en su PC*, 91 - 106.
- [20] Mastrantonio, R., Scatigna, M., D'abramo, M., Martínez, V., Paoletti, A., & Fabiani, L. (2020). Experimental application of semi-quantitative methods for the assessment of occupational exposure to hazardous chemicals in research laboratories. *Risk Management and Healthcare Policy*, 13, 1929 - 1937. doi:<https://doi.org/10.2147/RMHP.S248469>
- [21] Miraz, C. (2014). Metodologías de evaluación cualitativa para el control del riesgo químico en el ámbito sanitario [Doctorado].
- [22] Mora, J., Alfaro, K., Murillo, M., Calderón, M., & González, A. (2022). Chemical risk: state of the art of chemical substances exposure assessment. *Revista Tecnología en Marcha*, 36(1), 130 - 139. doi:<https://doi.org/10.18845/tm.v36i1.5875>
- [23] Moraru, R., & Popescu, M. (2022). Chemical risk assessment in a selected Romanian stainless steel processing company. *System Safety: Human - Technical Facility - Environment*, 4(1), 257 - 268. doi:<https://doi.org/10.2478/czoto-2022-0027>
- [24] Qiuliang, X., Yiyao, C., Peng, W., Hong, R., Weiming, Y., Fei, L., & Meibian, Z. (2021). Comparison of five occupational health risk assessment models applied to silica dust hazard in small open pits. *Preventive Medicine*, 33(9), 873 - 876. doi:<https://doi.org/10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2021.09.003>
- [25] Riediker, M., Ostiguy, C., Triolet, J., Troisfontaine, P., Vernez, D., Bourdel, G., . . . Cadéne, A. (2012). Development of a control banding tool for nanomaterials. *Journal of Nanomaterials*, 1, 1 - 8. doi:<https://doi.org/10.1155/2012/879671>
- [26] Sánchez, C. (2017). Métodos simplificados de evaluación del riesgo de inhalación a agentes químicos en prácticas de laboratorio docente de bromatología descriptiva [Máster Universitario]. Universidad de Alicante.
- [27] Scheffers, T., Doornaert, B., Berne, N., Van, G., Leplay, A., & Van, M. (2016). On the strength and validity of hazard banding. *The Annals of Occupational Hygiene*, 60(9), 1049 - 1061. doi:<https://doi.org/10.1093/annhyg/mew050>
- [28] Segura, A., & Maurí, A. (2016). A comparison of two simplified methods of exposure risk assesment of inhalation of chemical agents: the COSHH essentials method and the INRS-based method. *Archivos de Prevención de Riesgos Laborales*, 19(2), 107 - 109. doi:<https://doi.org/10.12961/aprl.2016.19.02.5>
- [29] Shi, B., Su, S., Wen, C., Wang, T., Xu, H., & Liu, M. (2022). The prediction of occupational health risks of benzene in the printing industry through multiple occupational health risk assessment models. *Frontiers in Public Health*, 1 - 9. doi:<https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.1038608>
- [30] Shin, S., & Byeon, S. H. (2021). Review and improvement of chemical hazard risk management of korean occupational safety and health agency. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(17), 1 - 20. doi:<https://doi.org/10.3390/ijerph18179395>
- [31] Vaughan, N., & Rajan, R. (2017). An Assessment of the Robustness of the COSHH-Essentials (C-E) Target Airborne Concentration Ranges 15 Years on, and Their Usefulness for Determining Control Measures. *Annals of Work Exposures and Health*, 61(3), 270 - 283. doi:<https://doi.org/10.1093/ANNWEH/WXX002>
- [32] Vaughan, N., Rajan, B., & Atkinson, R. (2016). Evaluation of RPE-Select: a web-based respiratory protective equipment selector tool. *The Annals of Occupational Hygiene*, 60(7), 900 - 912. doi:<https://doi.org/10.1093/annhyg/mew035>
- [33] Wang, S., Wu, T., Juang, Y., Dai, Y., Tsai, P., & Chen, C. (2013). Developing a semi-quantitative occupational risk prediction model for chemical exposures and its application to a national chemical exposure databank. *International Journal of Environmental Research Health*, 10(8), 3157 - 3171. doi:<https://doi.org/10.3390/ijerph10083157>
- [34] Zh, J., Su, S., Wen, C., Wang, T., Xu, H., & Liu, M. (2022). Application of multiple occupational health risk assessment models in the prediction of occupational health risks of n-Hexane in the air-conditioned closed workshop . *Frontiers in Public Health*, 1 - 12.
- [35] Zhou, L., Tian, F., Zou, H., Yuan, W., Hao, M., & Zhang, M. (2017). Research progress in occupational health Risk Assessment Methods in China. *Biomedical and Environmental Sciences*, 30(8), 616 - 622. Obtenido de <https://doi.org/10.3967/bes2017.082>