

Revisión de alcance

Análisis de las metodologías para la evaluación y valoración del riesgo químico en el trabajo: una revisión de alcance

Evolution and advances in methodologies for chemical risk assessment at work: a scoping review

Anyi Natalia Gómez López, Luis Alberto Vallejo-Morán, Oscar Marino López-Mallama

Received: 4 marzo 2025

Accepted: 13 junio 2025

Resumen

Introducción: La evaluación y valoración del riesgo químico han adquirido una importancia creciente en la seguridad y salud en el trabajo debido a los efectos adversos de las sustancias químicas en la salud de los trabajadores y en las condiciones del entorno laboral.

Objetivo: Analizar las diferentes metodologías para la evaluación y valoración del riesgo químico entre 1993 y 2024, evaluando su aplicabilidad en distintos contextos laborales en Colombia.

Métodos: Se llevó a cabo un estudio descriptivo observacional de corte transversal con análisis documental, aplicando el método interpretativo hermenéutico.

Resultados: Se revisaron 100 documentos, incluyendo artículos científicos, normativas, guías y estudios previos. A nivel internacional, metodologías semicuantitativas y cuantitativas como INSHT, MoVaRisQ y AIHA han optimizado la identificación y priorización de riesgos. En Colombia, la adopción de metodologías internacionales y nacionales, como la GTC 45, ha impulsado avances en la gestión del riesgo químico; sin embargo, persisten desafíos en su estandarización y aplicación.

Conclusiones: Aunque se han logrado avances significativos, es necesario fortalecer la sistematización y la uniformidad en la aplicación de estas metodologías, mejorar la capacitación del personal y promover un enfoque integral y adaptativo que garantice la protección de la salud laboral y ambiental, alineado con estándares internacionales

Abstract

Introduction: The assessment and evaluation of chemical risk have become increasingly important in occupational health and safety due to the adverse effects of chemical substances on workers' health and workplace conditions.

Objective: To analyze the different methodologies for the evaluation and assessment of chemical risk between 1993 and 2024, evaluating their applicability in different work contexts in Colombia.

Methods: A descriptive, cross-sectional observational study was conducted using documentary analysis and the hermeneutic interpretative method.

Results: A total of 100 documents were reviewed, including scientific articles, regulations, guidelines, and previous studies. Internationally, semi-quantitative and quantitative methodologies such as INSHT, MoVaRisQ, and AIHA have improved the identification and prioritization of risks. In Colombia, the adoption of both international and national methodologies, such as GTC 45, has driven progress in chemical risk management. However, challenges remain in standardization and implementation.

Conclusions: Although significant progress has been made, it is necessary to strengthen the systematization and uniformity in the application of these methodologies, improve personnel training, and promote an integrated and adaptive approach that ensures the protection of occupational and environmental health, aligned with international standards.

Palabras clave: Liberación de peligros químicos; medio ambiente y salud pública; metodologías de evaluación de riesgos; normas de seguridad y salud ocupacional; salud laboral.

Key words: Occupational health; chemical hazard release; environment and public health; occupational safety and health standards; risk assessment methodologies

¹ Institución Universitaria Antonio José Camacho, Cali, Colombia

Introducción

El riesgo químico en el contexto ocupacional se refiere a la probabilidad de que la exposición a sustancias químicas presentes en el ambiente de trabajo genere efectos adversos en la salud de los trabajadores.^{1,2} Esta exposición puede ocurrir por inhalación, contacto dérmico o ingestión, y está asociada con una amplia variedad de patologías, que van desde afecciones respiratorias y dermatológicas hasta enfermedades crónicas como el cáncer ocupacional.^{3,4} La gestión eficaz de estos riesgos requiere la implementación de metodologías de evaluación y valoración que permitan identificar, medir y controlar la exposición a agentes químicos peligrosos, garantizando entornos laborales seguros y en cumplimiento con la normativa vigente.^{5,6}

La evaluación y valoración del riesgo químico han cobrado creciente relevancia en el ámbito de la seguridad y salud en el trabajo, debido al impacto que las sustancias químicas pueden generar en la salud de los trabajadores, así como en las condiciones y el medio ambiente laboral.^{7,8} A nivel internacional, la evaluación cualitativa del riesgo se fundamenta en la relación entre la probabilidad de ocurrencia y la magnitud de las consecuencias, un enfoque ampliamente respaldado por organismos como la Organización Internacional del Trabajo.⁹ En el ámbito colombiano, la normativa vigente establece que el nivel de riesgo se determina a partir de la combinación entre el nivel de probabilidad y la severidad de las consecuencias,¹⁰ lo que enfatiza la necesidad de contar con evaluadores capacitados y con experiencia en la aplicación de estos métodos.^{11,12}

No obstante, la subjetividad inherente a las metodologías cualitativas ha impulsado el desarrollo de enfoques más estructurados, como los métodos cuantitativos y semicuantitativos, los cuales buscan proporcionar una evaluación más precisa y reproducible del riesgo químico.¹³ En este contexto, se han desarrollado y adoptado diversas metodologías a nivel internacional y nacional, con el objetivo de mejorar la trazabilidad y la efectividad de los procesos de evaluación y valoración del riesgo químico en distintos entornos ocupacionales.^{14,15}

El presente artículo analiza las diferentes metodologías para la evaluación y valoración del riesgo químico entre 1993 y 2024, evaluando su aplicabilidad en distintos contextos laborales en Colombia. Además, se examina la adopción de estos enfoques en el país, identificando avances normativos, oportunidades de mejora y desafíos pendientes en la gestión del riesgo químico en el ámbito ocupacional.

Materiales y métodos

Este estudio descriptivo observacional de corte transversal se basó en un análisis documental utilizando el método interpretativo hermenéutico.^{16,17} Se recopiló al menos 100 documentos, que incluyeron artículos científicos, leyes, normas técnicas, estudios, trabajos de grado de maestría y doctorado, así como libros especializados sobre la gestión del riesgo químico a nivel global, regional y nacional. De estos, se seleccionaron 50 documentos para identificar las metodologías cualitativas, cuantitativas y semicuantitativas utilizadas para la evaluación y valoración del riesgo químico.

Criterios de elegibilidad

Se incluyeron en el análisis 100 documentos publicados entre 1993 y 2024, en plataformas virtuales especializadas y no especializadas, en los idiomas inglés y español. Estos documentos debían abordar de manera directa el tema de revisión: evaluación y valoración del riesgo químico en diversos contextos ocupacionales en Colombia.

Fuentes de información

La información relevante se obtuvo de 13 bases de datos especializadas, que incluyen tanto fuentes académicas como repositorios institucionales.¹⁸ Estas bases de datos fueron las siguientes: Dialnet (25), Google académico (19), OIT (4), Politécnico Gran Colombiano (3), PubMed (8), Redalyc (16), Repositorio Unilibre (2), Repositorio Uniminuto (1), Researchgate (6), Scielo (9), Scopus (4), Tecnológico de Costa Rica (2) y Z-library (1).

Estrategia de búsqueda

Para la búsqueda de la información, se diseñó una ecuación bibliográfica centrada en las metodologías de evaluación y valoración del riesgo químico durante el período 1993-2024.¹⁹ Se realizó una búsqueda documental conforme a una matriz general de categorías relacionadas con el riesgo químico en los ámbitos internacional, regional y local, abarcando artículos científicos, estudios, tesis de maestría y doctorado, así como guías y normativas.²⁰

La búsqueda se efectuó entre el 11 de junio de 2024 y el 11 de septiembre de 2024. Los términos clave utilizados en el proceso de búsqueda fueron: “condiciones de trabajo”, “evaluación”, “factores”, “metodología”, “riesgo químico”, “exposición”, “valoración”, “sustancia”, “tóxica”.

Los términos de búsqueda definitivos, en español e inglés, junto con los operadores booleanos correspondientes para cada base de datos y fueron los siguientes:

Plataformas: se seleccionaron las bases de datos debido a su cobertura, facilidad de acceso, por su uso en el campo académico y con el fin de detectar contenidos científicos iberoamericanos de calidad: Google Académico,²¹ Redalyc,²² Repositorio Institucional UniLibre, Repositorio Institucional Uniminuto, ResearchGate,²³ Dialnet,²⁴ OIT,²⁵ Politécnico Gran Colombiano, Scielo,²⁶ Tecnológico de Costa Rica, PubMed,²⁷ Scopus²⁸ y Z-library.²⁹

Ecuación: (riesgo químico OR peligro químico OR sustancia peligrosa) AND (exposición ocupacional OR exposición laboral) AND ((valoración de riesgo OR análisis de peligro OR evaluación de riesgo) AND (industria química OR construcción OR manufactura)) OR ((methods AND risk AND chemical). Las palabras claves fueron validados en los Tesoros de la UNESCO y en los Descriptores de la Ciencias de la Salud de Bireme.³⁰

Proceso de selección de estudios

El proceso de selección de los estudios se desarrolló en dos fases principales. En la primera fase, se llevó a cabo una revisión exhaustiva de los títulos y resúmenes de los documentos

recopilados, lo que permitió aplicar un filtro inicial para identificar aquellos artículos que cumplieran con los criterios de inclusión. Esta etapa se centró en la relevancia de los temas tratados y en la adecuación de los contenidos a los objetivos del estudio.³¹

En la segunda fase, se realizó una lectura completa de los documentos seleccionados en la fase anterior. Durante esta etapa, se evaluaron en profundidad los detalles metodológicos, los enfoques utilizados en la evaluación del riesgo químico y la calidad de las evidencias presentadas. Los documentos que no cumplieran con los estándares metodológicos o que no aportaban información suficiente sobre las metodologías de evaluación y valoración del riesgo químico fueron excluidos.³²

Resultados

En la Figura 1, se presentan los 100 documentos relacionados con las metodologías para evaluar y valorar los riesgos químicos en las condiciones y el medio ambiente de trabajo. Del total de documentos encontrados, 29 fueron excluidos, ya que no cumplieran con los criterios de búsqueda preestablecidos. Así, se obtuvo una base de datos de 71 documentos, los cuales fueron sometidos a una revisión de títulos y resúmenes, con el objetivo de realizar una selección más adecuada al propósito de identificar las diferentes metodologías para evaluar y valorar el riesgo químico a nivel nacional entre 1993 y 2024. Como resultado de este proceso de selección, se estableció una base de datos final compuesta por 50 documentos.

Es importante destacar que el identificador estricto son las metodologías para evaluar y valorar el riesgo químico solo se encontró en un documento,³³ lo cual permitió realizar una reconstrucción hermenéutica textual³⁴ del periodo 1993-2024. Este hallazgo convierte el presente estudio en una investigación exploratoria sobre las metodologías de evaluación y valoración del riesgo químico.³⁵ En la mayoría de los casos, las menciones sobre las metodologías

fueron tangenciales, sin un tratamiento sistemático. La mayoría de los estudios analizados se enfocan en la identificación de los peligros del riesgo químico, la prevención de su impacto, y la propuesta de planes, programas o guías operativas y normativas.

Al clasificar los documentos según la metodología utilizada en relación con la temática matriz sobre riesgo químico, se observó que, de los 71 documentos filtrados, 51 emplean una metodología cualitativa, 16 utilizan una metodología cuantitativa, y solo 4 emplean una metodología mixta. Finalmente, se utilizó una base de datos documental compuesta por 50 trabajos, los cuales fueron sometidos a una lectura completa y un análisis de interpretación hermenéutica textual.³⁶ Este enfoque permitió consolidar las metodologías para identificar los peligros, así como evaluar y valorar los riesgos químicos entre 1993 y 2024.

Metodologías para la evaluación, valoración y prevención del riesgo químico desde 1993 hasta 2024 en el ámbito internacional y en Colombia

Se identificaron, a nivel internacional, ocho metodologías clave para la prevención del riesgo químico aplicadas en Colombia. Estas metodologías son las siguientes: el Método del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), el Método para la Valoración del Riesgo Químico (MoVaRisQ), el Método de la Asociación Americana de Higiene Industrial (AIHA), la metodología del Instituto Británico de Normas (Norma Británica BS 8000), las Notas Técnicas de Prevención (NTP 330), también propuestas por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, el Análisis de Peligros y Operabilidad (HAZOP), el método de William T. Fine, y el Material de Formación sobre Evaluación y Gestión de Riesgos en el Lugar de Trabajo para Pequeñas y Medianas Empresas, desarrollado por la Organización Internacional del Trabajo (OIT).

Método del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el

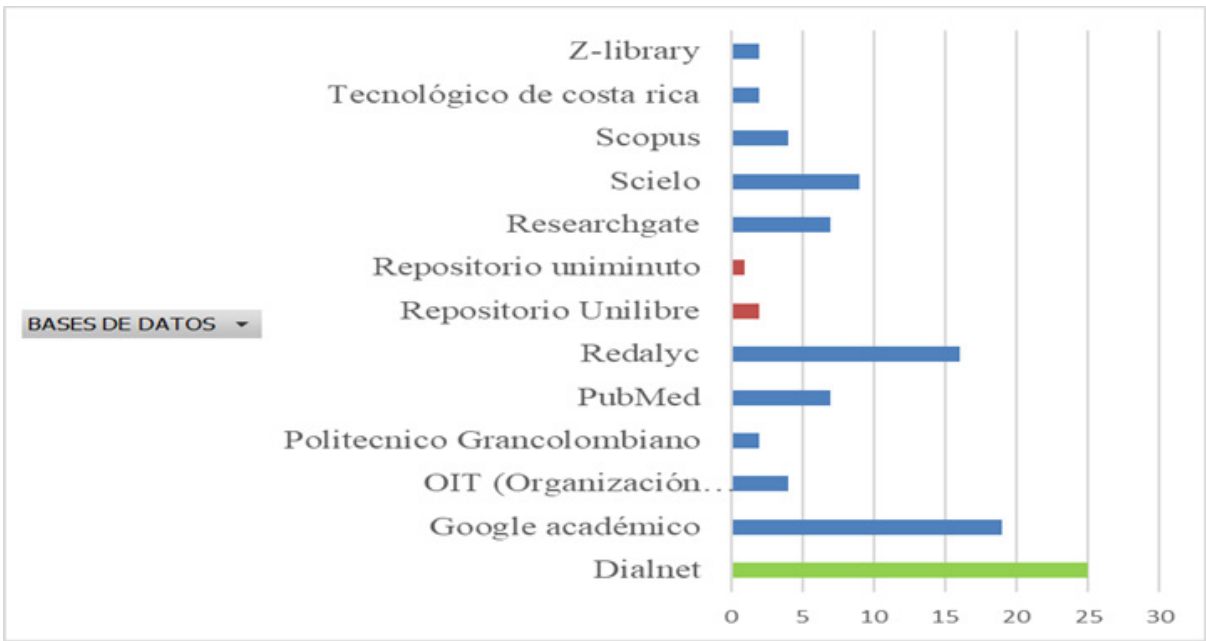


Figura 1. Resultados de la búsqueda en bases de datos

Trabajo (INSHT)

Desarrollado en España, esta metodología semicuantitativa se enfoca en clasificar y evaluar el riesgo químico en función de la peligrosidad de la sustancia y el nivel de exposición. Es ampliamente utilizado en Europa y Latinoamérica, ya que permite un análisis rápido y efectivo del riesgo, ayudando a establecer controles específicos para diferentes niveles de riesgo.³⁷

Método para la valoración del riesgo químico (MoVaRisQ)

Este método semicuantitativo, originario de Italia, evalúa el riesgo químico mediante un índice que considera la toxicidad, la frecuencia de exposición y las características operacionales en el lugar de trabajo. MoVaRisQ es particularmente útil en entornos donde se manejan múltiples sustancias químicas, ya que permite priorizar los riesgos y establecer controles escalonados.³⁸

Método de la Asociación Americana de Higiene Industrial (AIHA)

Esta metodología recomienda un enfoque tanto cualitativo como cuantitativo, basado en límites de exposición ocupacional, evaluaciones de exposición y estudios toxicológicos. Es adecuada para entornos donde el riesgo químico es complejo y requiere medidas de control detalladas y específicas.³⁹

Norma Británica BS 8800

Desarrollada en el Reino Unido, esta metodología mixta guía la gestión de la seguridad y salud ocupacional. Se enfoca en la identificación, evaluación y control de los riesgos, utilizando tanto evaluaciones cualitativas de los peligros como la cuantificación parcial de los riesgos mediante una escala que considera la gravedad y la probabilidad.⁴⁰

Notas Técnicas de Prevención (NTP 330)

Originaria de España, esta metodología cualitativa se basa en un sistema simplificado para la evaluación de riesgos de accidentes. El nivel de riesgo se determina según la combinación de la probabilidad y la severidad de las consecuencias, permitiendo priorizar intervenciones y establecer medidas preventivas efectivas.⁴¹

Análisis de Peligros y Operabilidad (HAZOP)

Desarrollada en el Reino Unido, esta metodología cualitativa y estructurada se utiliza para identificar riesgos en procesos industriales. Se basa en un análisis detallado de los parámetros de diseño y operación de un sistema, utilizando palabras guía para identificar desviaciones que puedan generar peligros o afectar las operaciones. Es especialmente utilizada en las industrias química, petroquímica y manufacturera.⁴²

Método de William T. Fine

Esta metodología semicuantitativa, desarrollada en Estados Unidos, evalúa y prioriza los riesgos laborales mediante una fórmula basada en la probabilidad, severidad y exposición al peligro. Su simplicidad lo convierte en una herramienta útil

para identificar áreas críticas y planificar acciones correctivas de manera eficiente.⁴³

Material de formación sobre evaluación y gestión de riesgos en el lugar de trabajo para pequeñas y medianas empresas (OIT)

Creada por la Organización Internacional del Trabajo, esta metodología cualitativa está diseñada para pequeñas y medianas empresas, ofreciendo herramientas prácticas para identificar, evaluar y controlar los riesgos laborales. Este enfoque permite priorizar las medidas preventivas y fomentar una cultura de seguridad adaptada a las necesidades específicas de estas organizaciones.⁴⁴

En la Tabla 1, se presenta una síntesis de las metodologías internacionales para la evaluación, valoración y prevención del riesgo químico, destacando su origen, características, aplicaciones, alcances y limitaciones, lo que ofrece una visión global y detallada de cada metodología. La razón para la elegibilidad de las ocho metodologías fue porque son las que cumplen con la condición de que a nivel universal se considera que el riesgo es igual a la probabilidad por la consecuencia. En Colombia de acuerdo con el Decreto 1072 de 2015 en su libro 2, parte 2, título 4, capítulo 6 define que la evaluación del riesgo es el proceso para determinar el nivel de riesgo asociado al nivel de probabilidad de que dicho riesgo se concrete y al nivel de severidad de las consecuencias de esa concreción, lo que indica que el nivel del riesgo es igual al nivel de la probabilidad por el nivel de la consecuencia ($NR = NP * NC$).^{45,46}

Metodologías de Origen Nacional para la Evaluación y Valoración del Riesgo Químico

Se identificaron, a nivel nacional, tres metodologías clave para la prevención del riesgo químico aplicadas en Colombia. Estas metodologías son las siguientes:

Guía Técnica Colombiana GTC 45:2012

La GTC 45:2012 es una guía técnica ampliamente utilizada en Colombia para la identificación, evaluación y control de riesgos laborales. Esta metodología se basa en una matriz de probabilidad y consecuencias, lo que permite una valoración semicuantitativa de los riesgos.⁴⁶

Características principales:

- Identifica peligros y evalúa los riesgos en función de la probabilidad de ocurrencia (muy alto, alto, medio, bajo) y las consecuencias (leves, graves, muy graves, mortales o catastróficas).
- Clasifica los riesgos en niveles: no aceptable, no aceptable o aceptable con control específico, mejorable y aceptable.
- Facilita la priorización de controles mediante un enfoque estructurado.
- Aplicación típica: Se emplea en la identificación de peligros, evaluación y valoración de los riesgos en diversos sectores económicos, como la industria, la atención hospitalaria, el transporte, la pesca, el sector agrícola y los servicios, entre otros.

Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST)

Tabla 1. Características de las metodologías internacionales sobre la evaluación y prevención del riesgo químico

Métodos	Año	Conceptualización	Características	Proceso de aplicación	Ejemplo	Alcances	Limitaciones
AIHA (Asociación Americana de Higiene Industrial)	1939	Metodología para evaluar riesgos mediante límites de exposición ocupacional, aplicando evaluaciones cualitativas y cuantitativas.	Detallado y completo; requiere análisis cualitativos y cuantitativos.	Identificación de sustancias Determinación de límites de exposición Evaluación cualitativa y cuantitativa Definición de controles de ingeniería y prácticas seguras.	Evaluación de polvo de sílice en una planta de fabricación de vidrio, con implementación de controles de ingeniería y equipo de protección respiratoria.	evaluación Proporcionalada detallada; ideal para industrias con exposición a químicos peligrosos y altos niveles de riesgo.	Complejo y costoso; requiere personal capacitado y acceso a datos detallados; poco práctico en empresas pequeñas.
INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo)	2003	Método semicuantitativo para evaluar el riesgo químico según peligrosidad y exposición.	Fácil de implementar, clasifica el riesgo en bajo, medio y alto.	Identificación de sustancias Clasificación de peligrosidad Evaluación de nivel de exposición Asignación de controles.	Evaluación de químicos en un laboratorio industrial para establecer controles de ventilación.	Permite una clasificación rápida del riesgo y es adecuado para industrias de diferentes tamaños.	No se consideran variables complejas como exposición combinada; requiere actualización periódica.
MoVaRisQ (Metodo de Valoración de Riesgo Químico)	2008	Método semicuantitativo que evalúa el riesgo químico con un índice basado en toxicidad, exposición y tipo de tarea.	Proporciona una escala de riesgos, adaptable a diferentes entornos.	Clasificación de sustancia Análisis de toxicidad y frecuencia de exposición Asignación de índice de riesgo Priorización de controles.	Evaluación de sustancias en una planta para establecer controles específicos en áreas tóxicas.	Considere toxicidad, exposición y características de la tarea, adaptándose a diferentes entornos.	No es adecuado para industrias con alta rotación de sustancias químicas; necesita ajustes para cada control específico.
Norma Británica BS 8800	1996	Guía para la gestión de la seguridad y salud ocupacional basada en la mejora continua.	Flexible y aplicable a distintas organizaciones.	Evaluación de riesgos Implementación de controles Revisión y mejora continua.	Aplicación en una empresa manufacturera para mejorar la seguridad en el lugar de trabajo.	Adaptable a distintos sectores; promueve la mejora continua.	No es una certificación, requiere compromiso organizacional.
NTP 330	1993	Método simplificado para la evaluación de riesgos laborales basado en probabilidad y consecuencia.	Práctico y de fácil aplicación.	Identificación de peligros Evaluación de riesgos según matriz de probabilidad y consecuencia.	Evaluación de riesgos en una empresa de construcción.	Permite una evaluación rápida y sencilla.	Puede ser demasiado general para algunos entornos de alto riesgo.
HAZOP (Hazard and Operability Study)	1963	Método estructurado para identificar peligros y problemas operativos en procesos industriales.	Enfocado en el análisis detallado de procesos.	División del proceso en secciones Identificación de desviaciones Análisis de causas y consecuencias Recomendaciones	Evaluación de seguridad en una planta petroquímica.	Profundiza en el análisis de procesos complejos.	Requiere equipo multidisciplinario y es un proceso extenso.

Tabla 1. Continuación

William T. Fine	1971	Método cuantitativo basado en una fórmula para calcular el riesgo.	Permite priorizar riesgos según valores numéricos.	Identificación del riesgo Asignación de valores de probabilidad, exposición y consecuencias Cálculo del nivel de riesgo.	Evaluación de seguridad en una línea de producción automatizada.	Aporta un criterio numérico para la toma de decisiones.	No considera factores cualitativos detallados.
Material de formación y sobre evaluación y gestión de riesgos en el lugar de trabajo para pequeñas y medianas empresas (OIT)	2003	Material educativo orientado a la identificación y gestión de riesgos en PYMES.	Práctico y accesible para pequeñas y medianas empresas.	Evaluación de riesgos Implementación de medidas de control. Seguimiento y mejora continua	Aplicación en pequeñas empresas del sector manufacturero y de servicios.	Facilita la concienciación y formación en seguridad laboral.	Puede carecer de profundidad para entornos industriales complejos.

Elaboración propia (2024)

Guía Técnica de Implementación para MIPYMES Colombia: El Ministerio de Trabajo de Colombia ha desarrollado una guía técnica para el diseño e implementación del SG-SST en microempresas, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES).⁴⁷ El paso dos de esta guía presenta la metodología para la identificación de peligros, evaluación y valoración de riesgos, así como su gestión. Esta metodología está dirigida exclusivamente a MIPYMES que no realicen actividades de alto riesgo.

Características principales:

- a) Utiliza matrices 4x4 para evaluar el nivel de probabilidad (bajo, medio, alto, muy alto) y la severidad de las consecuencias (leve, grave, muy grave, mortal o catastrófico).
- b) La evaluación del riesgo se obtiene multiplicando el nivel de probabilidad por el nivel de severidad.
- c) La valoración del riesgo se clasifica como: aceptable, aceptable con control específico, o no aceptable.
- d) Aplicación típica: Está orientada al sector microempresarial y a pequeñas y medianas empresas que no desarrollan actividades de alto riesgo.

Matrices ARL (4x4, 5x5, 6x6)

Las Matrices ARL son herramientas visuales que cruzan los niveles de probabilidad (eje vertical) y consecuencias (eje horizontal) para clasificar los riesgos en diferentes niveles. Estas matrices son utilizadas por las Aseguradoras de Riesgo Laboral (ARL) en Colombia para evaluar y valorar riesgos laborales.⁴⁸

Características principales:

- a) 4x4: Utiliza cuatro niveles de probabilidad y cuatro niveles de consecuencias. Es adecuada para riesgos simples.
- b) 5x5: Más detallada, con cinco niveles tanto de probabilidad como de consecuencias, ideal para riesgos moderados o complejos.
- c) 6x6: La más compleja, proporciona mayor precisión en la evaluación de riesgos críticos y en la priorización de los controles necesarios.
- d) Aplicación típica: Se utiliza principalmente en sectores como la minería, construcción e industria química.

En la Tabla 2 se presenta un análisis comparativo de diversas metodologías internacionales y nacionales para la evaluación y valoración de riesgos químicos, destacando los parámetros considerados en cada metodología. Los elementos señalados con una “X” indican los factores incluidos en cada metodología para calcular el nivel de riesgo, como la probabilidad, exposición, consecuencias y peligrosidad. Estas metodologías facilitan la toma de decisiones en seguridad y salud en el trabajo, permitiendo una mejor gestión del riesgo en diferentes entornos laborales.

A continuación, se detalla su significado según los campos y las metodologías:

Nivel de Deficiencia: Mide qué tan inadecuadas son las medidas de control actuales

Nivel de Exposición: Indica la frecuencia o intensidad del contacto con el agente químico

Tabla 2. Comparativo de metodologías internacionales y nacionales para la evaluación y valoración de riesgos químicos

Métodos	Deficiencia	Exposición	Nivel de Probabilidad	Consecuencia	Riesgo	Valoración del Riesgo	Consecuencias	Exposición	Probabilidad	Peligrosidad	Grado de Riesgo	Probabilidad que tenga lugar un suceso	Gravedad de las Consecuencias	Nivel de Severidad
Norma Británica BS 8800							X		X			X		
NTP 330 (Evaluación de Riesgos Laborales)			X	X	X									
INSHT					X	X	X		X					
MoVaRisch					X			X		X				
AIHA					X				X					X
HAZOP					X				X					X
William Fine							X	X	X	X	X			
Material de formación sobre evaluación y gestión de riesgos en el lugar de trabajo para pequeñas y medianas empresas (OIT)									X				X	
Guía Técnica GTC 45	X	X	X	X	X	X								
Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo Guía Técnica de Implementación para MIPYMES			X			X								X
Matricial ARL 4x4			X	X	X									
Matricial ARL 5x5			X	X	X									
Matricial ARL 6x6			x	x	x									

Nivel de Probabilidad: Evalúa la posibilidad de que ocurra el evento peligroso

Nivel de Consecuencia: Representa la severidad del daño esperado en caso

Discusión

Las metodologías para la identificación, evaluación y valoración del riesgo químico ha sido un proceso dinámico, impulsado por la creciente necesidad de mejorar la salud y seguridad en los ambientes laborales, así como mitigar los impactos adversos derivados de la exposición a sustancias químicas. A nivel internacional, metodologías como la Norma Británica BS 8800, NTP 330 (Evaluación de Riesgos Laborales), INSHT, MoVaRisQ, AIHA, HAZOP, el método de William Fine y el material de formación sobre evaluación y gestión de riesgos en el lugar de trabajo para pequeñas y medianas empresas (OIT) han sido ampliamente adoptadas en Colombia, cada una con ventajas y limitaciones dependiendo del contexto de aplicación.²⁹ Si bien las metodologías cualitativas han sido fundamentales en la identificación inicial de riesgos, los enfoques semicuantitativos y cuantitativos han permitido una evaluación más precisa y una mejor jerarquización de los riesgos.²⁸

En el caso de Colombia, la evaluación y valoración del riesgo químico ha estado influenciada por las normativas internacionales, lo que ha llevado a la adopción de metodologías nacionales como la GTC 45, el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) y las matrices de riesgo utilizadas por las Administradoras de Riesgos Laborales (ARL). Estas herramientas han facilitado la clasificación y priorización de los riesgos químicos en diversos sectores industriales.⁴⁸ Sin embargo, persisten desafíos importantes, como la estandarización en la aplicación de las metodologías, la capacitación del personal evaluador y la integración de tecnologías avanzadas en la evaluación del riesgo.

El análisis revela que Colombia, en términos de metodologías para la evaluación y valoración del riesgo químico, ha estado principalmente subordinada a las metodologías derivadas de los convenios multilaterales internacionales. Estos acuerdos, que abarcan desde el Convenio de Viena de 1982 hasta el Acuerdo de París contra el Cambio Climático de 2015,²³ han influido directamente en las políticas y normativas nacionales. Esta tendencia ha quedado reflejada en diversas leyes y regulaciones en el ámbito de la seguridad y salud en el trabajo, entre las cuales destacan: Ley 30 de 1990, Ley 29 de 1992, Ley 253 de 1996, Ley 1159 de 2007 y Ley 994 de 2005.²³ A través de estas leyes, Colombia ha incorporado y adaptado los estándares internacionales para la gestión del riesgo químico, buscando una alineación con los compromisos globales de protección ambiental y salud ocupacional.²³

Uno de los principales obstáculos identificados es la falta de sistematización en la documentación y seguimiento de las metodologías implementadas, lo que dificulta la evaluación continua de su eficacia a largo plazo. Además, la variabilidad en la aplicación de las metodologías entre diferentes sectores económicos resalta la necesidad de una mayor armonización y adaptabilidad de los métodos de evaluación del riesgo químico.⁴⁹

El fortalecimiento de la formación en evaluación del riesgo químico, la promoción de enfoques basados en evidencia científica y la implementación de tecnologías emergentes pueden contribuir significativamente a la mejora de la evaluación y valoración del riesgo químico en Colombia.^{50,51} Asimismo, la alineación con los estándares internacionales y el desarrollo de políticas públicas robustas facilitarían una aplicación efectiva y equitativa de las metodologías de evaluación en el país.⁵²⁻⁶⁰

Conclusiones

La gestión del riesgo químico en Colombia ha experimentado un avance notable desde 1993, impulsada por la integración de marcos internacionales y el desarrollo de políticas públicas nacionales enfocadas en la seguridad y salud en el trabajo, a través de leyes, decretos y disposiciones varias. Inicialmente basada en un enfoque regulatorio y metodologías reactivas, la gestión del riesgo ha evolucionado hacia un modelo más proactivo y preventivo, que ahora integra normativas y enfoques holísticos de la gestión del riesgo.

La diversidad de metodologías disponibles para la evaluación, valoración y gestión de riesgos químicos ha permitido a las industrias adaptarse a sus necesidades específicas y capacidades técnicas. Metodologías con enfoques semicuantitativos y estandarizados, como el INSHT, MoVaRisQ y AIHA, han facilitado la implementación en entornos con recursos limitados. Sin embargo, aún persisten desafíos significativos en cuanto a la uniformidad y eficacia de la aplicación de estas metodologías, especialmente en regiones con limitaciones económicas.

La ecuación general del riesgo, definida como $R = P \times C$, donde (R) es el riesgo, (P) es la probabilidad de ocurrencia de un evento adverso, y (C) es la consecuencia o severidad del daño resultante, ha sido la base conceptual sobre la cual se han construido diversas metodologías. No obstante, la evolución de los métodos de evaluación de riesgo químico ha permitido la incorporación de más variables, como el nivel de exposición, el grado de peligrosidad de las sustancias y la vulnerabilidad de los trabajadores expuestos.

En Colombia, la adopción de metodologías derivadas de estándares internacionales, junto con la implementación de normativas nacionales como la Guía Técnica Colombiana GTC 45, el Sistema de Seguridad y Salud en Trabajo, y las matrices de riesgo de las ARL, han permitido consolidar un marco regulatorio y metodológico en la gestión del riesgo químico.

Las metodologías de evaluación y valoración del riesgo químico han representado un avance significativo en la seguridad y salud en el trabajo. No obstante, persisten desafíos en términos de estandarización, capacitación y adaptación a los nuevos retos que impone el contexto global. Es imperativo seguir fortaleciendo la investigación en este campo para garantizar que la evaluación y valoración del riesgo químico sea cada vez más precisa, accesible y efectiva en la prevención de enfermedades y accidentes de trabajo.

Referencias

1. Nunes AJR. Resiliencia del crisotilo: una aproximación a las características, riesgos ambientales, salud y protección jurídica. *Rev Ibero-Am Humanidades Ciênc E Educ*. 2022; 8(12): 590-618. Doi: 10.51891/rease.v8i12.8049
2. Rivera-Díaz MDP, Candelo-Viáfara JM, Bonilla Betancourt LF. Propuesta de herramienta integrada para diagnosticar impactos ambientales y su afectación a la salud humana en dos empresas del Valle del Cauca (Colombia). *Rev CEA*. 2023; 9(20): e2492. Doi: 10.22430/24223182.2492
3. Inca D, Cajamarca D, Pástor A, Hidalgo L. Medidas preventivas ante los riesgos ambientales relacionado con el manejo del cromo en la industria de la curtiembre. *Polo Conoc*. 2022; 7(6). Doi: 10.23857/pc.v7i6.4265
4. Lam-Vivanco AM, Espinoza CFM, Flores AAR, Sánchez SFM, Muñoz BGH. Análisis de los factores riesgo biológico que causan accidentes laborales en la minería en Portovelo, sector Pacche. *Cienc Lat Rev Científica Multidiscip*. 2023; 7(5): 10742-55. Doi: 10.37811/cl_rcm.v7i5.8736
5. López DAP, Rincón AT, Martínez MTG. Gestión del riesgo de seguridad y salud en el trabajo del cultivo de la cebolla. Caso de estudio en la vereda Susacá del municipio de Aquitania, Boyacá. *SIGNOS Investig Sist Gest*. 2025; 17(1): 13-26. Doi: 10.15332/24631140.10606
6. Luna SB, Espinosa LMC, López TM, Valdés CC, Bataller VM. Metodología para la gestión de riesgos y oportunidades en el Sistema de Gestión de los Servicios Científico-Técnicos DECA. *Rev CENIC Cienc Quím*. 2022; 53: 23-43.
7. Aguirre-Paredes AS, Díaz-Nova D, Rodríguez-Beltrán SA. Propuesta para el diseño del Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo para el control y mitigación de riesgos laborales en la empresa de acueducto y alcantarillado en el municipio de Guachucal, Nariño. *Rev Criterios*. 2024; 31(2): 93-109. Doi: 10.31948/rc.v31i2.3599
8. Murillo-Vargas G, Martos-Guatusmal PA, Díaz-Bambula F. Sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo. Una mirada desde las universidades acreditadas en alta calidad de Colombia. *Form Univ*. 2025; 18(1): 111-20. Doi: 10.4067/S0718-50062025000100111
9. Organización Internacional del Trabajo. Mejora de la seguridad y salud en el trabajo en las pequeñas y medianas empresas. Organización Internacional del Trabajo; 2021. Disponible en: https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/%40ed_dialogue/%40lab_admin/documents/publication/wcms_792224.pdf
10. Ministerio de Salud y Protección Social. Guía para la identificación de peligros, valoración de riesgos y determinación de controles. Bogotá: Ministerio de Salud y Protección Social; 2024. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/Ministerio/Institucional/Procesos%20y%20procedimientos/GTHG01.pdf>
11. Bejarano-Naula CM, Torres Cobos SM, Lluan Guatatuca FJ, Punina Cayambe BS. Evaluación de Factores de Riesgo en las Mecánicas Automotriz de la Ciudad de Riobamba. *Cienc Lat Rev Científica Multidiscip*. 2024; 8(1): 2067-86. Doi: 10.37811/cl_rcm.v8i1.9610
12. Hilasaca YP. Implementación de un sistema de seguridad y salud ocupacional para evitar accidentes en la planta piloto de curtiembre. *Rev Investig*. 2022; 11(3): 205-13. Doi: 10.26788/ri.v11i3.3582.
13. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Herramientas para la gestión del riesgo químico. Métodos de evaluación cualitativa y modelos de estimación de la exposición. España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT); 2017. Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/96076/Herramientas+para+la+gestion+del+riesgo+quimico.pdf/ca44ff68-bde2-4b96-af67-1477f9f0bf76?t=1527065689115>
14. Castro-Collantes G, Pacheco-Giler H. Evaluación de factores de riesgos laborales en el Hospital Básico Israel Quintero Paredes del Cantón Paján para mitigar los impactos en el personal. *Polo Conoc*. 2021; 6(12): 872-884. Doi: 10.23857/pc.v6i12.3413
15. Guamán JL, Sánchez Pérez EE, Pallo Fueres NM. Prevención de riesgos laborales físicos en el Instrumentador Quirúrgico. *Rev Conectividad*. 2024; 5(4): 75-88. Doi: 10.37431/conectividad.v5i4.197
16. Cure D, Portes J, Solano D, Toledo J, Ramírez B, Rodriguez S. Detección temprana de estrés laboral crónico en médicos una revisión de alcance. *Rev Colomb Salud Ocupacional*. 2025; 15(1): e-18801. Doi: 10.18041/2322-634X/rcso.1.2025.11801
17. Polanía-Reyes CL, Cardona Olaya FA, Castañeda Gamboa GI, Vargas IA, Calvache Salazar OA, Abanto Vélez WI. Metodología de Investigación Cuantitativa & Cualitativa Aspectos conceptuales y prácticos para la aplicación en niveles de educación superior. *Institución Universitaria Antonio José Camacho y Universidad César Vallejo*; 2020. Doi: 10.54278/9789588292991
18. Betancourth X, Galarza A. Retos de ocupacionales en personas que trabajan y estudian de manera simultánea. *Rev Colomb Salud Ocupacional*. 2024; 14(2): e-11010. Doi: 10.18041/2322-634X/rcso.2.2024.11010
19. Delgado-García D, Miranda-Astorga "Patricio, Aldaz S, Sultan N, Delgado-Cano A, Delgado-Ostaiza K, et al. Mirada normativa: efectos en salud ocasionados por la exposición a fibra de amiantomianto: experiencia en Chile. *Rev Colomb Salud Ocupacional*. 2024; 14(1): e-10560. Doi: 10.18041/2322-634X/rcso.1.2024.10560
20. Molina-Romero J, Hernández-Maldonado L, Gómez-Barbosa M, García-Cuan A, Agualimpia-Romero H. Factores de riesgos laborales asociados al proceso de biorremediación en plantas eléctricas. *Rev Colomb Salud Ocupacional*. 2023;13(2): e-10710. Doi: 10.18041/2322-634X/rcso.2.2023.10710
21. Franco-Pérez ÁM. Google Académico: el buscador

especializado para la ayuda a la investigación. Hosp Domic. 2023; 7(1): 31-43. Doi: 10.22585/hospdomic.v7i1.188

22. Farias Diniz R, Moisés J, Akila Barbosa D, Freire Costa AL. Psicología Ambiental en América Latina: un análisis de la producción científica de acceso abierto. Rev Interam Psicol J Psychol. 2023; 57(3): e1844. Doi: 10.30849/ripij.v57i3.1844

23. Sosa VLM, Martínez PR, Licea JI, Licea PM. Estudio alométrico sobre el análisis de la producción científica en relación con la COVID-19 desde la red social académica ResearchGate (2019-2021). Rev Publicando. 2021; 8(32): 3-11. Doi: 10.51528/rp.vol8.id2199

24. Bojo-Canales C, Sanz-Lorente M, Sanz-Valero J. Tendencias de las búsquedas de información sobre las colecciones SciELO, Redalyc y Dialnet realizadas a través de Google. Rev Esp Doc Científica. 2021; 44(2): e294. Doi: 10.3989/redc.2021.2.1765

25. Son K. ¿Son efectivos los tratados internacionales solo para los Estados ratificantes? Influencia de los convenios de la OIT sobre la protección de la maternidad en el mundo. Rev Int Trab. 2023; 142(2): 271-97. Doi: 10.1111/ilrs.12279

26. Cueva EJM, Sumba NN, Meleán RR, Artigas MW, Cueva ON, Plaza QM. Gestión del contenido en redes sociales, por revistas científicas indexadas en SciELO España. Rev Comun SEECI. 2023; 56: 194-213. Doi: 10.15198/seeci.2023.56.e834

27. Pinto NO, Fiori-Chíncaro GA, Agudelo-Botero AM, Llaguno-Rubio JM, García DR. Dosis de radiación permitida en pacientes odontológicos. Una revisión. Rev Científica Odontológica. 2023; 11(1): e144. Doi: 10.21142/2523-2754-1101-2023-144

28. Almeida EA, López MO, Uribe JM. Turismo médico: innovación y desafíos en la investigación global. Desarro Gerenc. 2025; 17(1): 1-38. Doi: 10.17081/dege.17.1.7368

29. Powell J, Wessies A. Creating a culture of hospitality that engages and retains Gen Z: library services. Christ Libr. 2021; 64(1): article 3. DOI: 10.55221/2572-7478.2248

30. Guerrero S, Portocarrero D, Lopez-Mallama O. Mapeo de tendencias en estudios sobre modelos de gestión administrativa en Centros de Adulto Mayor. Gest Rev Empresa Gob. 2024; 4(4): 7-21. Doi: 10.35622/j.rg.2024.04.001

31. Sandoval JS, Ospino RJS. Estrategias de la responsabilidad social empresarial una oportunidad para la gestión de los factores de riesgo psicosociales. Rev Colomb Salud Ocupacional. 2023;13(2): e-9548. doi: 10.18041/2322-634X/rcso.2.2023.9548

32. Jiménez L, Oñate L, Tatis M. Factores de riesgo psicosocial asociados al síndrome de burnout en trabajadores de la salud. Rev Colomb Salud Ocupacional. 2023;13(2): e-10839. Doi: 10.18041/2322-634X/rcso.2.2023.10839

33. Patiño FRI. Riesgo químico y salud ambiental en Colombia: estudio de caso con hidrocarburos aromáticos. Tesis doctoral. Elche, España: Universidad Miguel Hernández de Elche;

2017. <https://dspace.umh.es/bitstream/11000/3579/1/TD%20Pati%C3%B1o%20Fl%C3%B3rez%2C%20Rosa%20Isabel.pdf>

34. Rojas CIR. Hermenéutica para las técnicas cualitativas de investigación en ciencias sociales: una propuesta. Espacios Públicos. 2011; 14(31): 176-89.

35. Hernández SR, Fernández CC, Baptista LMP. Metodología de la investigación. 6ª ed. México: McGraw-Hill; 2014. https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf

36. Velásquez JD. Una guía corta para escribir revisiones sistemáticas de literatura parte 4. Dyna. 2015; 82(190): 9-12. DOI: 10.15446/dyna.v82n190.49511

37. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Riesgo químico: Sistemática para la evaluación higiénica - Año 2010. España: INSST; 2010. Obtenido de <https://www.insst.es/documentacion/material-tecnico/documentos-tecnicos/riesgo-quimico-sistematica-para-la-evaluacion-higienica-2010>

38. V-Apps. MoVaRisCh 2025 simplifies chemical risk assessment for small businesses. Italia: V-Apps; 2025. Obtenido de <https://www.v-apps.cloud/en/movarisch-2025-simplifies-chemical-risk-assessment-for-small-businesses/>

39. Asociación de Capacitación en Higiene Ocupacional. Manual del estudiante Principios básicos en higiene ocupacional. Asociación de Capacitación en Higiene Ocupacional; 2017. https://aiha-assets.sfo2.digitaloceanspaces.com/AIHA/ohta-uploads/Training-Docs/W201-Basic-Principles/KA02-v3-0-22Aug17-Student-Manual_spanish-ESP-REV-COMPLETO-RE6.pdf

40. British Standards Institution. Occupational health and safety management systems. Guide; 2004. Obtenido de <https://knowledge.bsigroup.com/products/occupational-health-and-safety-management-systems-guide?version=standard#rdl>

41. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. NTP 330: Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente - Año 1993. España: Ministerio de Trabajo y Economía Social; 1993. Obtenido de <https://www.insst.es/documentacion/coleccionestecnicas/ntp-notas-tecnicas-de-prevencion/9-serie-ntp-numeros-296-a-330-ano-1994/ntp-330-sistema-simplificado-de-evaluacion-de-riesgos-de-accidente-1993>

42. Crawley F, Preston M, Tyler B. HAZOP: Guide to best practice guidelines to best practice for the process and chemical industries. USA: Elsevier. Obtenido de <https://hsseworld.com/wp-content/uploads/2021/01/HAZOP-GUIDE-TO-BEST-PRACTICE-ICHEM-THIRD-EDITION.pdf>

43. Fine WT. Mathematical evaluation3 for controlling hazards. Oak, Maryland: Naval Ordinance Laboratory White; 1971. Obtenido de https://otl-training.nl/wp-content/uploads/2015/03/hazards_fine.pdf

44. Organización Internacional del Trabajo. Material de

formación sobre valuación y gestión de riesgos en el lugar de trabajo para pequeñas y medianas empresas. Primera edición. Ginebra: Organización Internacional del Trabajo OIT; 2013. Recuperado de https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/@ed_protect/@protrav/@safework/documents/instructionalmaterial/wcms_232852.pdf

45. Presidente de la República de Colombia. Decreto 1072 Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo. Presidente de la República de Colombia; 2015. Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=72173>

46. ICONTEC. Guía técnica colombiana GTC 45: Guía para la identificación de peligros y la valoración de riesgos en seguridad y salud ocupacional. 3ª ed. Bogotá: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación – ICONTEC; 2012. http://132.255.23.82/sipnvo/normatividad/GTC_45_DE_2012.pdf

47. Ministerio de Trabajo de Colombia. Guía técnica de implementación del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) para MIPYMES. Bogotá: Ministerio de Trabajo; 2016. <https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/51963/Guia+tecnica+de+implementacion+del+SG+SST+para+Mipym es.pdf/e1acb62b-8a54-0da7-0f24-8f7e6169c178>

48. ARL SURA. Metodología para la identificación de peligros, evaluación y valoración de riesgos. 4ª ed. Bogotá: ARL SURA; 2017. https://www.arlsura.com/files/metodologia_definitiva_ipevr.pdf

49. Ministerio del Trabajo de Colombia. Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo - SG-SST. Bogotá: MinTrabajo; 2024. citado 2025 3 de marzo. Disponible en: <https://www.mintrabajo.gov.co/relaciones-laborales/riesgos-laborales/sistema-de-gestion-de-seguridad-y-salud-en-el-trabajo>

50. González L, Rodríguez P. Gestión de riesgos químicos en el ámbito laboral: Un enfoque práctico. Universidad Antonio José Camacho; 2021. <https://repositorio.uniajc.edu.co/server/api/core/bitstreams/8aa0e876-2ca8-4622-89b9-c06be0265ef3/content>

51. Hernandez DM. Manejo y prevención del riesgo químico. Bogotá: Positiva Compañía de Seguros. Invima; 2024. citado 2025 3 de marzo. Disponible en: <https://www.invima.gov.co/sites/default/files/el-instituto/red-laboratorios/Manejo%20y%20prevenci%C3%B3n%20del%20riesgo%20quim%C3%ADco.pdf>

52. Niño BYF, González AYC, Rentería CHD. Riesgo químico en lugares de trabajo. Bogotá: Consejo Colombiano de Seguridad (CCS); 2021.. Disponible en: <https://ccs.org.co/wp-content/uploads/2021/06/Guia-tecnica-Riesgo-quimico-en-lugares-de-trabajo.pdf>

53. Instituto Nacional de Salud, Grupo de Evaluación de Riesgos en Inocuidad de Alimentos. Metodología para la Evaluación de Riesgos Químicos en alimentos. Bogotá, D. C., Colombia: Instituto Nacional de Salud; 2017. Disponible en: <https://www.ins.gov.co/BibliotecaDigital/1-2016-met-ev-riesgos-quimicos.pdf>

54. Asamblea Nacional Constituyente. Constitución Política de

Colombia Título II Derechos, garantías y deberes. Capítulo 3 Derechos fundamentales; 1991 <https://www.constitucioncolombia.com/titulo-2/capitulo-3>

55. Congreso de la República de Colombia. Ley 99 de 1993. Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial No. 41.146. Bogotá: Congreso de la República de Colombia; 1993. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=297>

56. Congreso de la República de Colombia. Ley 253 de 1996. Por la cual se aprueba el “Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación”, adoptado en Basilea, Suiza, el 22 de marzo de 1989. Diario Oficial No. 42.692. Bogotá: Congreso de la República de Colombia; 1996. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/1656894>

57. Congreso de la República de Colombia. Ley 1196 de 2008. Por medio de la cual se aprueba el “Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes (COP)”, adoptado en Estocolmo, Suecia, el 22 de mayo de 2001. Diario Oficial No. 47.036. Bogotá: Congreso de la República de Colombia; 2008. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=38387>

58. Congreso de la República de Colombia. Ley 1159 de 2007. Róterdam sobre el procedimiento de consentimiento fundamentado previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional”, adoptado en Róterdam, el 10 de septiembre de 1998. Diario Oficial No. 46.719. Bogotá: Congreso de la República de Colombia; 2007. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/ley-1159-2007.pdf>

59. Congreso de la República de Colombia. Ley 29 de 1992. Por la cual se fomenta la investigación científica y tecnológica y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial No. 40.696. Bogotá: Congreso de la República de Colombia; 1992. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=10584>

60. Congreso de la República de Colombia. Ley 2111 de 2021. Por medio del cual se sustituye el título xi “de los delitos contra los recursos naturales y el medio ambiente” de la ley 599 de 2000, se modifica la ley 906 de 2004 y se dictan otras disposiciones. Bogotá: Congreso de la República de Colombia; 2021. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/1586962>

© Universidad Libre. 2025. Licence Creative Commons CC-by-nc-sa/4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en>

