



DOI: <https://doi.org/10.23857/dc.v10i1.3845>

Ciencias Técnicas y Aplicadas  
Artículo de Investigación

***Mejora continua del Sistema de gestión integral para la prevención de riesgos laborales en empresas químicas. Una estrategia para óptimos resultados***

***Continuous improvement of the comprehensive management system for the prevention of occupational risks in chemical companies. A strategy for optimal results***

***Melhoria contínua do sistema de gestão integral para prevenção de riscos ocupacionais em empresas químicas. Uma estratégia para resultados ideais***

Maritza Elizabeth García Lino <sup>I</sup>  
[maritza.garcia.lino@utelvt.edu.ec](mailto:maritza.garcia.lino@utelvt.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0001-9005-4915>

Lilian Roció Ruiz Sepa <sup>II</sup>  
[lilian.ruiz.sepa@utelvt.edu.ec](mailto:lilian.ruiz.sepa@utelvt.edu.ec)  
<https://orcid.org/0009-0004-1788-9368>

Jair Oswaldo Bedoya Benavides <sup>III</sup>  
[jair.bedoya.benavides@utelvt.edu.ec](mailto:jair.bedoya.benavides@utelvt.edu.ec)  
<https://orcid.org/0009-0009-7180-1749>

Carol Dayana Góngora Saavedra <sup>IV</sup>  
[carol.gongora@utelvt.edu.ec](mailto:carol.gongora@utelvt.edu.ec)  
<https://orcid.org/0009-0009-0773-5548>

**Correspondencia:** [maritza.garcia.lino@utelvt.edu.ec](mailto:maritza.garcia.lino@utelvt.edu.ec)

\***Recibido:** 27 de enero de 2024 \***Aceptado:** 24 de febrero de 2024 \***Publicado:** 28 de marzo de 2024

- I. Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas. Magister en Seguridad y Salud Ocupacional. Ingeniera Química, Ecuador.
- II. Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas. Master Universitario en Sistemas Integrados de Gestión de la Prevención de Riesgos Laborales, la Calidad, el Medio Ambiente y la Responsabilidad Social Corporativa. Ingeniera Química, Ecuador.
- III. Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas. Magister en Tecnologías de la Información. Ingeniero de Sistemas y Computación, Ecuador.
- IV. Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas. Master Universitario en Sistemas Integrados de Gestión de la Prevención de Riesgos Laborales, la Calidad, el Medio Ambiente y la Responsabilidad Social Corporativa. Ingeniera Química, Ecuador.

## Resumen

El objetivo principal de este artículo de revisión es analizar críticamente la literatura existente sobre la gestión integral de riesgos laborales en empresas químicas, con un enfoque en la mejora continua de los sistemas de gestión. La metodología aplicada está basada en los marcos de referencia en la gestión integral de riesgos laborales, y aplicada en el análisis del ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar), o también conocido como el ciclo de Deming o ciclo de mejora continua, es un enfoque sistemático para la gestión de la calidad que se puede aplicar con éxito en la gestión integral de riesgos laborales en empresas químicas. Se concluye, la gestión integral de riesgos laborales en empresas químicas es un enfoque esencial para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores, así como para proteger el medio ambiente y la comunidad. A través de la implementación de metodologías como el ciclo PDCA y normas como ISO 45001, y mediante el uso de herramientas tecnológicas avanzadas, las empresas pueden enfrentar los desafíos específicos del sector químico. La capacitación continua y la promoción de una cultura de seguridad sólida son componentes cruciales para la efectividad de estos sistemas de gestión.

**Palabras Claves:** Sistema de gestión integral; mejora continua; PDCA; ISO 45001.

## Abstract

The main objective of this review article is to critically analyze the existing literature on comprehensive occupational risk management in chemical companies, with a focus on the continuous improvement of management systems. The applied methodology is based on the reference frameworks in the comprehensive management of occupational risks, and applied in the analysis of the PDCA cycle (Plan, Do, Check, Act), or also known as the Deming cycle or continuous improvement cycle, It is a systematic approach to quality management that can be successfully applied in the comprehensive management of occupational risks in chemical companies. It is concluded that comprehensive occupational risk management in chemical companies is an essential approach to guarantee the safety and health of workers, as well as to protect the environment and the community. Through the implementation of methodologies such as the PDCA cycle and standards such as ISO 45001, and through the use of advanced technological tools, companies can face the specific challenges of the chemical sector. Ongoing training and promotion of a strong safety culture are crucial components to the effectiveness of these management systems.

**Keywords:** Comprehensive management system; continuous improvement; PDCA; ISO 45001.

## Resumo

O principal objetivo deste artigo de revisão é analisar criticamente a literatura existente sobre gestão abrangente de riscos ocupacionais em empresas químicas, com foco na melhoria contínua dos sistemas de gestão. A metodologia aplicada baseia-se nos referenciais na gestão integral dos riscos ocupacionais, e aplicada na análise do ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act), ou também conhecido como ciclo de Deming ou ciclo de melhoria contínua. uma abordagem sistemática à gestão da qualidade que pode ser aplicada com sucesso na gestão abrangente de riscos ocupacionais em empresas químicas. Conclui-se que a gestão integral dos riscos ocupacionais nas empresas químicas é uma abordagem essencial para garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores, bem como para proteger o meio ambiente e a comunidade. Através da implementação de metodologias como o ciclo PDCA e normas como a ISO 45001, e através da utilização de ferramentas tecnológicas avançadas, as empresas podem enfrentar os desafios específicos do setor químico. A formação contínua e a promoção de uma forte cultura de segurança são componentes cruciais para a eficácia destes sistemas de gestão.

**Palavras-chave:** Sistema de gestão abrangente; melhora contínua; PDCA; ISO 45001.

## Introducción

La gestión integral de riesgos laborales es un enfoque sistemático y holístico que se centra en identificar, evaluar y controlar los riesgos asociados con las actividades laborales dentro de una organización. Este método reconoce que los riesgos laborales están interrelacionados y pueden tener múltiples causas y efectos. La integración de políticas, procedimientos y prácticas en todas las áreas de la empresa, desde la selección y capacitación del personal hasta el diseño de procesos y la implementación de medidas de control, es fundamental para su eficacia (Devaney, 2016; Wilks et al., 2015). Este enfoque se basa en principios de prevención, participación y mejora continua, priorizando la prevención de accidentes y enfermedades ocupacionales mediante la identificación proactiva de peligros y la implementación de medidas preventivas y de control.

En el sector químico, donde se manejan sustancias peligrosas y se realizan procesos delicados, la gestión integral de riesgos laborales adquiere una importancia crucial. Las empresas químicas enfrentan una amplia gama de riesgos, incluyendo la exposición a productos químicos tóxicos, riesgos

de incendio y explosión, y riesgos ergonómicos asociados con tareas repetitivas o físicamente exigentes. La complejidad de las operaciones químicas y la interacción de múltiples factores de riesgo aumentan la probabilidad de incidentes graves si no se gestionan adecuadamente (Song et al., 2018). Además de proteger la salud y seguridad de los empleados, la gestión integral de riesgos en este sector también contribuye a la protección del medio ambiente y la comunidad circundante, ya que los derrames, fugas o liberaciones accidentales de sustancias químicas pueden tener consecuencias catastróficas (Masuin & Latief, 2019). A pesar de los esfuerzos por mejorar la seguridad y salud ocupacional en el sector químico, existen desafíos significativos. La identificación y evaluación precisa de los riesgos asociados con las sustancias químicas utilizadas en las operaciones industriales es uno de los principales retos. Muchas sustancias químicas tienen efectos tóxicos a corto y largo plazo, y la exposición a ellas puede resultar en enfermedades graves o crónicas para los trabajadores (Liu et al., 2006). Además, la gestión de la complejidad y la variabilidad inherentes a los procesos químicos requiere sistemas de gestión flexibles y adaptativos. La globalización de la industria química introduce nuevos desafíos relacionados con la cadena de suministro, la regulación internacional y la gestión de riesgos en entornos multiculturales y multilingües (Liu et al., 2006; Sinyavsky, 2017).

El ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar), también conocido como el ciclo de Deming, es un enfoque sistemático para la gestión de la calidad que se puede aplicar con éxito en la gestión integral de riesgos laborales en empresas químicas. La fase de "Planificar" implica la identificación y evaluación de riesgos laborales, así como el establecimiento de objetivos y estrategias para su prevención y control. En la fase de "Hacer", se implementan las medidas planificadas, como la capacitación del personal y la mejora de los procedimientos operativos. La fase de "Verificar" implica la monitorización del desempeño del sistema de gestión, y en la fase de "Actuar", se toman acciones correctivas y preventivas para abordar cualquier desviación identificada (Yurizki & Ikatrinasari, 2022).

La norma ISO 45001 proporciona un marco de referencia internacionalmente reconocido para la implementación de sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. Su enfoque basado en procesos y en la mejora continua se alinea bien con los principios de la gestión integral de riesgos laborales en empresas químicas, aunque puede requerir adaptaciones específicas al contexto químico (Campailla et al., 2019). Los sistemas de gestión de la información ambiental (SGIA) son herramientas digitales diseñadas para recopilar, almacenar, analizar y gestionar datos relacionados

con el desempeño ambiental y la salud ocupacional en empresas químicas. Estos sistemas integran información de múltiples fuentes en una plataforma centralizada, facilitando la identificación temprana de peligros y la toma de decisiones informadas para la prevención de riesgos laborales (Greene, 1997; Rees & Rees, 2002).

El software de evaluación de riesgos específico para la industria química facilita la identificación, evaluación y gestión de riesgos laborales asociados con el manejo de sustancias químicas y procesos químicos. Este tipo de software incluye bases de datos de sustancias químicas, modelos de exposición y herramientas de análisis de escenarios para ayudar en la estimación de riesgos y la selección de medidas de control adecuadas (Khan & Abbasi, 1998). La capacitación continua es fundamental en la prevención de riesgos laborales en empresas químicas. Los empleados deben recibir formación regular sobre los riesgos específicos asociados con su trabajo y las medidas de prevención correspondientes. Además, es esencial fomentar una cultura de seguridad organizacional que promueva valores compartidos, comportamientos seguros y una comunicación abierta en todos los niveles de la organización (Fernández-Muñiz et al., 2007).

El objetivo principal de este artículo de revisión es analizar críticamente la literatura existente sobre la gestión integral de riesgos laborales en empresas químicas, con un enfoque en la mejora continua de los sistemas de gestión. Se busca identificar las mejores prácticas, herramientas y enfoques metodológicos que promuevan la prevención efectiva de accidentes y enfermedades ocupacionales en el sector químico. Además, se pretende ofrecer recomendaciones prácticas para la implementación y mejora de los sistemas de gestión de riesgos laborales en empresas químicas, con el objetivo de lograr resultados óptimos en términos de seguridad, salud ocupacional y sostenibilidad ambiental (Reniers, 2009).

## **Desarrollo**

### **Gestión Integral de Riesgos Laborales en Empresas Químicas**

La gestión integral de riesgos laborales se refiere a un enfoque sistemático y holístico para identificar, evaluar y controlar los riesgos asociados con las actividades laborales en una organización. Este enfoque reconoce que los riesgos laborales no son eventos aislados, sino que están interrelacionados y pueden tener múltiples causas y efectos. Implica la integración de políticas, procedimientos y prácticas en todas las áreas de la empresa, desde la selección y capacitación del personal hasta el diseño de procesos y la implementación de medidas de control (Devaney, 2016; Wilks et al., 2015).

La gestión integral de riesgos laborales se basa en principios de prevención, participación y mejora continua. Prioriza la prevención de accidentes y enfermedades ocupacionales mediante la identificación proactiva de peligros, la evaluación de riesgos y la implementación de medidas preventivas y de control. Además, promueve la participación activa de todos los niveles de la organización, desde la alta dirección hasta los trabajadores de primera línea, en la identificación y gestión de riesgos laborales. Este enfoque fomenta una cultura de seguridad en la que la seguridad y la salud ocupacional son valores fundamentales compartidos por todos los empleados (Wilks et al., 2015) .

La gestión integral de riesgos laborales abarca aspectos físicos, químicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales del trabajo, reconociendo la complejidad y diversidad de los riesgos laborales presentes en diferentes industrias y entornos de trabajo. Al adoptar un enfoque integral, las empresas pueden minimizar los riesgos para la salud y seguridad de sus empleados, mejorar la productividad y el bienestar laboral, y cumplir con las obligaciones legales y éticas relacionadas con la prevención de riesgos laborales.

### **Importancia de la gestión integral en empresas químicas**

En el sector químico, donde se manejan sustancias peligrosas y se realizan procesos delicados, la gestión integral de riesgos laborales adquiere una importancia aún mayor. Las empresas químicas enfrentan una amplia gama de riesgos, incluyendo exposición a productos químicos tóxicos, riesgos de incendio y explosión, y riesgos ergonómicos asociados con tareas repetitivas o movimientos físicamente exigentes. Además, la complejidad de las operaciones químicas y la interacción de múltiples factores de riesgo pueden aumentar la probabilidad de incidentes graves si no se gestionan adecuadamente (Song et al., 2018).

La gestión integral de riesgos laborales en empresas químicas no solo protege la salud y seguridad de los empleados, sino que también contribuye a la protección del medio ambiente y la comunidad circundante. Los derrames, fugas o liberaciones accidentales de sustancias químicas pueden tener consecuencias catastróficas para el medio ambiente, la vida silvestre y la salud pública. Por lo tanto, es fundamental que las empresas químicas implementen medidas efectivas de prevención, preparación y respuesta para minimizar el riesgo de accidentes y mitigar su impacto en caso de que ocurran (Masuin & Latief, 2019).

## **Desafíos específicos en la prevención de riesgos laborales en el sector químico**

A pesar de los esfuerzos por mejorar la seguridad y salud ocupacional en el sector químico, todavía existen desafíos significativos que deben abordarse. Uno de los principales desafíos es la identificación y evaluación precisa de los riesgos asociados con las sustancias químicas utilizadas en las operaciones industriales. Muchas sustancias químicas tienen efectos tóxicos a corto y largo plazo, y la exposición a ellas puede resultar en enfermedades graves o crónicas para los trabajadores (Liu et al., 2006).

Otro desafío importante es la gestión de la complejidad y la variabilidad inherentes a los procesos químicos. Las empresas químicas operan en entornos dinámicos donde las condiciones pueden cambiar rápidamente, lo que requiere sistemas de gestión flexibles y adaptativos. Además, la globalización de la industria química ha introducido nuevos desafíos relacionados con la cadena de suministro, la regulación internacional y la gestión de riesgos en entornos multiculturales y multilingües (Liu et al., 2006; Sinyavsky, 2017).

## **Metodologías y Marcos de Referencia en la Gestión Integral de Riesgos Laborales**

### **Análisis del ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) y su aplicabilidad en empresas químicas**

El ciclo PDCA, también conocido como el ciclo de Deming o ciclo de mejora continua, es un enfoque sistemático para la gestión de la calidad que se puede aplicar con éxito en la gestión integral de riesgos laborales en empresas químicas. La fase de "Planificar" implica la identificación y evaluación de riesgos laborales, así como el establecimiento de objetivos y estrategias para su prevención y control. En la fase de "Hacer", se implementan las medidas planificadas, como la capacitación del personal, la instalación de equipos de protección y la mejora de los procedimientos operativos. La fase de "Verificar" implica la monitorización y seguimiento del desempeño del sistema de gestión, mediante la recopilación y análisis de datos sobre incidentes, accidentes y resultados de inspecciones. Finalmente, en la fase de "Actuar", se toman acciones correctivas y preventivas para abordar cualquier desviación o incumplimiento identificado durante el proceso de verificación (Yurizki & Ikatrinasari, 2022).

### **Enfoques basados en sistemas de gestión de la calidad (ISO 45001) y su adaptación al contexto químico**

La norma ISO 45001 proporciona un marco de referencia internacionalmente reconocido para la implementación de sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. Su enfoque basado en

procesos y en la mejora continua se alinea bien con los principios de la gestión integral de riesgos laborales en empresas químicas. Sin embargo, la adaptación de la norma ISO 45001 al contexto químico puede requerir consideraciones específicas, como la gestión de riesgos químicos, la seguridad en la manipulación y almacenamiento de sustancias peligrosas, y el cumplimiento de regulaciones sectoriales y normativas relacionadas con la gestión de productos químicos (Campailla et al., 2019).

### **Modelos específicos de gestión de riesgos laborales en la industria química: ejemplos y comparación**

En el ámbito de la industria química, se han desarrollado modelos específicos de gestión de riesgos laborales para abordar los desafíos únicos asociados con la manipulación y procesamiento de sustancias químicas. Estos modelos pueden variar en términos de enfoque metodológico, alcance y complejidad, pero comparten el objetivo común de prevenir accidentes y enfermedades ocupacionales (Sidjabat et al., 2021). Ejemplos de modelos específicos incluyen el Modelo de Gestión de Riesgos del Consejo Americano de Química (ACC), el Marco de Gestión de Riesgos Químicos del Foro Empresarial Mundial para la Sostenibilidad (WBCSD), y el Modelo de Seguridad y Salud del Instituto Americano del Petróleo (API). La comparación entre estos modelos puede proporcionar información valiosa sobre las mejores prácticas y áreas de mejora en la gestión integral de riesgos laborales en empresas químicas (Jagusiak-Kocik, 2017).

### **Evaluación de la eficacia de las metodologías existentes y áreas de mejora identificadas**

La evaluación de la eficacia de las metodologías existentes en la gestión integral de riesgos laborales en empresas químicas es fundamental para identificar áreas de mejora y oportunidades de optimización. Se pueden utilizar indicadores clave de desempeño, como la tasa de accidentes, la frecuencia de inspecciones y la participación del personal en programas de seguridad, para evaluar el impacto de las medidas de prevención y control implementadas. Además, la retroalimentación de los trabajadores y la revisión periódica de los procedimientos operativos pueden proporcionar información sobre la efectividad y la adecuación de las metodologías existentes. La identificación de áreas de mejora puede conducir a la implementación de acciones correctivas y preventivas para fortalecer el sistema de gestión integral de riesgos laborales y mejorar su desempeño en términos de seguridad, salud ocupacional y sostenibilidad ambiental (Polewangi & Delvika, 2022).



## **Herramientas Tecnológicas para la Gestión Integral de Riesgos Laborales**

### **Sistemas de gestión de la información ambiental (SGIA) y su aplicación en empresas químicas**

Los sistemas de gestión de la información ambiental (SGIA) son herramientas digitales diseñadas para recopilar, almacenar, analizar y gestionar datos relacionados con el desempeño ambiental y la salud ocupacional en empresas químicas. Estos sistemas integran información de múltiples fuentes, como monitores de calidad del aire, sensores de gases, registros de incidentes y análisis de riesgos, en una plataforma centralizada y accesible. La aplicación de SGIA en empresas químicas permite una supervisión en tiempo real de las condiciones de trabajo y del entorno, facilitando la identificación temprana de peligros y la toma de decisiones informadas para la prevención de riesgos laborales (Greene, 1997; Rees & Rees, 2002).

Los SGIA ofrecen una variedad de funcionalidades, como la generación de informes automáticos, la programación de alertas en caso de condiciones anómalas y la integración con sistemas de gestión existentes, como los sistemas de gestión de la seguridad y salud ocupacional (SGSSO) y los sistemas de gestión ambiental (SGA). Estas características permiten una gestión más eficiente y efectiva de los riesgos laborales en empresas químicas, al proporcionar a los responsables de seguridad y salud ocupacional datos actualizados y relevantes para la toma de decisiones (Greene, 1997).

### **Software de evaluación de riesgos específico para la industria química: características y ventajas**

El software de evaluación de riesgos específico para la industria química es una herramienta diseñada para facilitar la identificación, evaluación y gestión de riesgos laborales asociados con el manejo de sustancias químicas y procesos químicos en empresas químicas. Este tipo de software proporciona una interfaz intuitiva y personalizable que permite a los usuarios realizar evaluaciones de riesgos de manera sistemática y documentada. Además, incluye bases de datos de sustancias químicas, modelos de exposición y herramientas de análisis de escenarios para ayudar en la estimación de riesgos y la selección de medidas de control adecuadas (Khan & Abbasi, 1998).

Las características del software de evaluación de riesgos específico para la industria química pueden incluir la capacidad de realizar análisis de peligros y operabilidad (HAZOP), análisis de modos de falla y efectos (FMEA), y análisis de árbol de fallas (FTA). Estas herramientas permiten una evaluación detallada y exhaustiva de los riesgos potenciales asociados con diferentes procesos y actividades en empresas químicas. Además, el software puede generar informes de riesgos

personalizados, matrices de riesgos y mapas de riesgos que facilitan la comunicación y la toma de decisiones en todos los niveles de la organización (Özdemir & Hekim, 2018).

### **Utilización de tecnologías emergentes (IoT, IA, Big Data) en la prevención de riesgos laborales**

La utilización de tecnologías emergentes como el Internet de las cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA) y el análisis de big data está transformando la prevención de riesgos laborales en empresas químicas. El IoT permite la conexión de dispositivos y sensores en tiempo real, lo que facilita la monitorización continua de condiciones de trabajo y ambientales. La IA puede analizar grandes volúmenes de datos para identificar patrones y tendencias, ayudando a predecir riesgos potenciales y tomar medidas preventivas proactivas. El análisis de big data permite la identificación de correlaciones entre variables y la evaluación del impacto de diferentes factores en la salud y seguridad ocupacional (Hayat & Réda, 2022).

Estas tecnologías emergentes están siendo utilizadas en empresas químicas para desarrollar sistemas de alerta temprana, modelos predictivos de riesgos y sistemas de apoyo a la toma de decisiones. Por ejemplo, se están implementando dispositivos portátiles con sensores de gases y temperatura que pueden alertar a los trabajadores sobre condiciones peligrosas en tiempo real. Del mismo modo, se están desarrollando algoritmos de IA que pueden analizar el comportamiento del personal y los datos ambientales para predecir y prevenir accidentes antes de que ocurran. El análisis de big data se utiliza para identificar tendencias de lesiones, patrones de exposición y áreas de riesgo, lo que permite a las empresas priorizar recursos y acciones de prevención de manera más efectiva (Askham et al., 2013).

### **Casos de estudio de implementación exitosa de herramientas tecnológicas en empresas químicas**

Existen numerosos casos de estudio que ejemplifican la implementación exitosa de herramientas tecnológicas en empresas químicas para mejorar la gestión integral de riesgos laborales. Por ejemplo, una empresa química implementó un sistema de SGIA que permitió una supervisión en tiempo real de las condiciones ambientales y de trabajo, lo que resultó en una reducción significativa de los accidentes y lesiones laborales. Otra empresa utilizó software de evaluación de riesgos específico para la industria química para identificar y mitigar los riesgos asociados con la manipulación de productos químicos tóxicos, lo que mejoró la seguridad y la salud ocupacional de sus empleados (Lee et al., 2010; Yan et al., 2019). Estos casos de estudio destacan la efectividad de las herramientas tecnológicas en la prevención de riesgos laborales en empresas químicas y proporcionan ejemplos concretos de buenas prácticas para otras organizaciones del sector.

## **Capacitación y Cultura de Seguridad en Empresas Químicas**

### **Importancia de la capacitación continua en la prevención de riesgos laborales**

La capacitación continua es un componente fundamental en la prevención de riesgos laborales en empresas químicas. Los empleados deben recibir formación regular sobre los riesgos específicos asociados con su trabajo, así como sobre las medidas de prevención y los procedimientos de seguridad correspondientes. Esta capacitación no solo ayuda a aumentar el conocimiento y la conciencia de los trabajadores sobre los riesgos laborales, sino que también les proporciona las habilidades y competencias necesarias para identificar y responder adecuadamente a situaciones peligrosas. Además, la capacitación continua permite a las empresas adaptarse a cambios en los procesos, tecnologías y regulaciones, garantizando que los empleados estén siempre actualizados y preparados para enfrentar los desafíos emergentes en materia de seguridad y salud ocupacional (Fernández-Muñiz et al., 2007).

### **Desarrollo de programas de formación específicos para el personal de empresas químicas**

El desarrollo de programas de formación específicos para el personal de empresas químicas es esencial para abordar los riesgos únicos asociados con el manejo de sustancias químicas y procesos químicos. Estos programas deben incluir módulos de formación teórica y práctica que cubran temas como identificación de peligros, manejo seguro de productos químicos, uso adecuado de equipos de protección personal (EPP), procedimientos de emergencia y primeros auxilios. Además, es importante adaptar la formación a las funciones y responsabilidades específicas de cada trabajador, asegurando que reciban la información y el entrenamiento necesarios para realizar su trabajo de manera segura y eficiente (Fernández-Muñiz et al., 2007; Porkka & Paajanen, 2014). Los programas de formación también deben ser revisados y actualizados periódicamente para reflejar cambios en la tecnología, los procesos y las regulaciones, y para abordar cualquier nueva información sobre riesgos laborales emergentes.

### **Fomento de una cultura de seguridad organizacional: estrategias y mejores prácticas**

El fomento de una cultura de seguridad organizacional es fundamental para garantizar la efectividad de los programas de capacitación y la prevención de riesgos laborales en empresas químicas. Una cultura de seguridad sólida se basa en valores compartidos, comportamientos seguros y una comunicación abierta y transparente en todos los niveles de la organización. Para promover una cultura de seguridad, las empresas químicas pueden implementar estrategias como el liderazgo comprometido, la participación activa de los empleados, el reconocimiento de comportamientos

seguros y la creación de canales de retroalimentación. Además, es importante establecer sistemas de recompensa y consecuencias claras para fomentar el cumplimiento de las normas y procedimientos de seguridad (Zwetsloot et al., 2020). Al crear un entorno de trabajo donde la seguridad es una prioridad compartida, las empresas químicas pueden reducir el riesgo de accidentes y lesiones, y mejorar el bienestar y la productividad de sus empleados.

### **Evaluación del impacto de la capacitación y la cultura de seguridad en la prevención de accidentes**

La evaluación del impacto de la capacitación y la cultura de seguridad en la prevención de accidentes es fundamental para medir la efectividad de los programas y estrategias implementadas en empresas químicas. Se pueden utilizar indicadores clave de desempeño, como la tasa de accidentes, la frecuencia de inspecciones y la participación del personal en programas de seguridad, para evaluar el impacto de la capacitación y la cultura de seguridad en la prevención de accidentes. Además, se pueden realizar encuestas de satisfacción y percepción del personal para obtener retroalimentación sobre la efectividad de los programas de formación y el clima de seguridad en la organización. Los resultados de estas evaluaciones pueden utilizarse para identificar áreas de mejora y ajustar los programas y estrategias de seguridad en consecuencia, con el objetivo de lograr una reducción continua de los accidentes y lesiones laborales en empresas químicas (Cortés et al., 2012).

### **Gestión de Riesgos Específicos en la Industria Química**

#### **Identificación y evaluación de riesgos químicos en el lugar de trabajo**

La identificación y evaluación de riesgos químicos en el lugar de trabajo son procesos críticos para garantizar la seguridad y salud ocupacional en empresas químicas. Esto implica la identificación de sustancias químicas presentes en el lugar de trabajo, así como la evaluación de sus propiedades físicas, químicas y toxicológicas. Se deben considerar factores como la inflamabilidad, la reactividad, la corrosividad y el potencial carcinogénico de las sustancias químicas, así como los posibles efectos adversos en la salud de los trabajadores. La evaluación de riesgos químicos también incluye la identificación de rutas de exposición, como inhalación, ingestión y contacto dérmico, y la estimación de la probabilidad y gravedad de los efectos adversos asociados con la exposición a sustancias químicas peligrosas (Herber et al., 2001).

Para llevar a cabo una identificación y evaluación exhaustiva de los riesgos químicos, es necesario realizar un inventario detallado de todas las sustancias presentes en el lugar de trabajo. Este inventario debe incluir información sobre la cantidad de cada sustancia, su estado físico (sólido, líquido, gas) y

sus condiciones de almacenamiento. Además, es importante mantener actualizada la ficha de datos de seguridad (FDS) de cada sustancia, la cual proporciona información esencial sobre sus propiedades y medidas de manejo seguro. La evaluación debe contemplar tanto los riesgos inmediatos como los riesgos a largo plazo, considerando la interacción entre diferentes sustancias y los posibles efectos acumulativos en la salud de los trabajadores. También es crucial la participación de personal capacitado en toxicología y seguridad química para garantizar una evaluación precisa y completa de los riesgos presentes (Bernabeu-Martínez et al., 2018; Herber et al., 2001).

### **Manejo seguro de productos químicos y sustancias peligrosas**

El manejo seguro de productos químicos y sustancias peligrosas es fundamental para prevenir accidentes y lesiones en empresas químicas. Esto incluye prácticas seguras de almacenamiento, manipulación, transporte y eliminación de sustancias químicas, así como el uso adecuado de equipos de protección personal (EPP) y dispositivos de seguridad. Se deben establecer procedimientos y protocolos claros para la recepción, etiquetado y almacenamiento de productos químicos, así como para la manipulación y mezcla seguras de sustancias peligrosas. Además, se deben proporcionar capacitación y entrenamiento adecuados al personal sobre los riesgos asociados con productos químicos específicos y las medidas de control y prevención correspondientes (Kretchik, 2000; Polovich, 2004).

Una correcta gestión del manejo de productos químicos implica la implementación de un sistema de gestión de seguridad que contemple todas las etapas del ciclo de vida de los productos químicos, desde su adquisición hasta su disposición final. Esto incluye la identificación de las sustancias químicas mediante un etiquetado claro y estandarizado, el uso de recipientes adecuados para su almacenamiento y la implementación de medidas de control ambiental para prevenir fugas y derrames. Además, es necesario contar con planes de emergencia bien definidos para responder a incidentes relacionados con productos químicos, incluyendo procedimientos de evacuación y medidas de primeros auxilios. La colaboración entre diferentes departamentos de la empresa y la comunicación efectiva entre los empleados son aspectos clave para asegurar una gestión integral y segura de los productos químicos (Kretchik, 2000).

### **Protocolos de seguridad para operaciones específicas en empresas químicas**

Las operaciones específicas en empresas químicas, como el manejo de reactores, el almacenamiento y transporte de productos químicos, y la manipulación de sustancias inflamables, requieren protocolos de seguridad detallados para minimizar el riesgo de accidentes. Esto incluye la implementación de

controles de ingeniería, como la ventilación adecuada y la instalación de sistemas de contención, así como el uso de equipos de protección personal (EPP) y dispositivos de seguridad, como duchas de seguridad y lavaojos. Además, se deben establecer procedimientos de trabajo seguro (PTS) y permisos de trabajo para actividades que presentan riesgos especiales, como trabajos en altura, trabajos en espacios confinados y trabajos con productos químicos corrosivos o tóxicos (Lunn & Lawler, 2002) .

La creación y mantenimiento de protocolos de seguridad deben basarse en una evaluación de riesgos detallada y específica para cada tipo de operación. Es fundamental que estos protocolos sean revisados y actualizados periódicamente para reflejar cambios en los procesos, la introducción de nuevas tecnologías y la aparición de nuevas regulaciones. La capacitación continua del personal en la implementación de estos protocolos es igualmente importante, asegurando que todos los trabajadores comprendan y sigan los procedimientos de seguridad. Además, la supervisión regular y las auditorías de cumplimiento pueden ayudar a identificar y corregir desviaciones en la práctica, garantizando que los protocolos de seguridad se mantengan efectivos y relevantes en la prevención de accidentes y la protección de la salud de los trabajadores (Lunn & Lawler, 2002).

### **Ejemplos de incidentes y accidentes relevantes en la industria química y lecciones aprendidas**

El análisis de incidentes y accidentes relevantes en la industria química proporciona lecciones importantes sobre los riesgos específicos y las medidas de prevención necesarias para garantizar la seguridad y salud ocupacional. Ejemplos de incidentes pueden incluir fugas de productos químicos, explosiones de reactores, incendios en plantas químicas y derrames de sustancias peligrosas. Al estudiar estos incidentes, se pueden identificar causas subyacentes, como fallos en el equipo, errores humanos, deficiencias en los procedimientos de seguridad y fallas en la capacitación del personal. Estas lecciones pueden utilizarse para mejorar los sistemas de gestión de riesgos laborales y prevenir incidentes similares en el futuro mediante la implementación de medidas correctivas y preventivas adecuadas (Tohyama, 2017) .

Además, la documentación y análisis de estos incidentes deben ser utilizados como herramientas educativas dentro de la organización. Realizar simulacros de emergencia basados en escenarios reales, mantener un registro detallado de incidentes y compartir estas experiencias en foros y capacitaciones pueden ayudar a sensibilizar al personal sobre la importancia de la seguridad y las consecuencias de no seguir los protocolos establecidos. La cultura de seguridad debe ser promovida desde los niveles más altos de la dirección hasta los trabajadores operativos, incentivando una actitud

proactiva hacia la identificación y mitigación de riesgos. La retroalimentación continua y la adaptación de medidas de seguridad basadas en las lecciones aprendidas son esenciales para crear un entorno de trabajo más seguro y resiliente en la industria química.

## Conclusiones

La gestión integral de riesgos laborales en empresas químicas es fundamental para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores, así como para proteger el medio ambiente y las comunidades circundantes. Este enfoque sistemático e inclusivo permite a las empresas identificar, evaluar y controlar los riesgos asociados con las actividades laborales, minimizando así la probabilidad de accidentes y enfermedades ocupacionales. La integración de políticas, procedimientos y prácticas de seguridad en todos los niveles de la organización fomenta una cultura de prevención y mejora continua, esencial para la efectividad de los sistemas de gestión de riesgos laborales.

El sector químico, con sus complejos procesos y manejo de sustancias peligrosas, presenta desafíos específicos que requieren soluciones adaptadas y flexibles. La implementación de metodologías como el ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) y normas internacionales como ISO 45001 proporciona un marco estructurado para la gestión de la seguridad y salud ocupacional. Estas herramientas ayudan a las empresas a establecer objetivos claros, monitorear su desempeño y realizar mejoras continuas en sus procedimientos de seguridad.

Las tecnologías emergentes, como los sistemas de gestión de la información ambiental (SGIA) y el software de evaluación de riesgos específicos para la industria química, facilitan la recopilación y análisis de datos en tiempo real. Estas herramientas permiten una identificación temprana de peligros y una toma de decisiones más informada, mejorando la eficacia de las medidas preventivas y de control. La capacitación continua de los empleados es crucial para asegurar que comprendan los riesgos específicos de sus tareas y sepan cómo mitigarlos adecuadamente. Promover una cultura de seguridad en la organización, donde la prevención y la salud ocupacional son valores compartidos, es esencial para reducir la incidencia de accidentes y enfermedades laborales.

La gestión integral de riesgos laborales en empresas químicas no solo protege a los trabajadores y el entorno, sino que también mejora la eficiencia operativa y el cumplimiento de las regulaciones. La adopción de enfoques integrales y el uso de tecnologías avanzadas son clave para enfrentar los desafíos específicos del sector y garantizar un entorno laboral seguro y sostenible.

## Referencias

- Askham, C., Gade, A. L., & Hanssen, O. (2013). Linking chemical risk information with life cycle assessment in product development. *Journal of Cleaner Production*, 51, 196–204. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2013.01.006>
- Bernabeu-Martínez, M. A., Ramos Merino, M., Santos Gago, J. M., Álvarez Sabucedo, L. A., Wanden-Berghe, C., & Sanz-Valero, J. (2018). Guidelines for safe handling of hazardous drugs: A systematic review. *PLoS ONE*, 13. <https://consensus.app/papers/guidelines-handling-drugs-review-bernabeumartínez/5accd37fe90854fd9d348fefe9ae21f2>
- Campailla, C., Martini, A., Minini, F., & Sartor, M. (2019). 14. ISO 45001. Quality Management: Tools, Methods, and Standards. <https://doi.org/10.1108/978-1-78769-801-720191014>
- Cortés, J. M., Pellicer, E., & Catalá, J. (2012). Integration of Occupational Risk Prevention Courses in Engineering Degrees: Delphi Study. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 138, 31–36. <https://consensus.app/papers/integration-occupational-risk-prevention-courses-cortés/070d1436fd6555c794d8637dd24ef7cf>
- Devaney, K. (2016). An Integral Approach to Risk Management. *INCOSE International Symposium*, 26. <https://doi.org/10.1002/j.2334-5837.2016.00200.x>
- Fernández-Muñiz, B., Montes-Peón, J. M., & Vázquez-Ordás, C. (2007). Safety culture: analysis of the causal relationships between its key dimensions. *Journal of Safety Research*, 38 6, 627–641. <https://consensus.app/papers/safety-culture-analysis-causal-relationships-dimensions-fernándezmuñiz/4923177737835b0182799edb6a1f3595>
- Greene, N. (1997). Computer Software for Risk Assessment. *J. Chem. Inf. Comput. Sci.*, 37, 148–150. <https://doi.org/10.1021/ci960095h>
- Hayat, H., & Réda, G. A. (2022). An IoT and spatial Big data based architecture for monitoring Occupational Health Risks exposure. 2022 First International Conference on Big Data, IoT, Web Intelligence and Applications (BIWA), 13–18. <https://doi.org/10.1109/BIWA57631.2022.10037804>
- Herber, R., Duffus, J., Christensen, J. M., Olsen, E., & Park, M. V. (2001). Risk assessment for occupational exposure to chemicals. A review of current methodology (IUPAC Technical Report). *Pure and Applied Chemistry*, 73, 1031–1993. <https://consensus.app/papers/risk-assessment-exposure-chemicals-review-methodology-herber/557b62fcf0d058a4bf94b33c4cc6b789>
-



- Jagusiak-Kocik, M. (2017). PDCA cycle as a part of continuous improvement in the production company - a case study. *Production Engineering Archives*, 14, 19–22. <https://doi.org/10.30657/pea.2017.14.05>
- Khan, F., & Abbasi, S. A. (1998). MAXCRED - a new software package for rapid risk assessment in chemical process industries. *Environ. Model. Softw.*, 14, 11–25. [https://doi.org/10.1016/S1364-8152\(97\)00031-5](https://doi.org/10.1016/S1364-8152(97)00031-5)
- Kretchik, J. T. (2000). Process safety management of highly hazardous chemicals. *Chemical Health and Safety*, 7, 44. <https://consensus.app/papers/process-safety-management-highly-hazardous-chemicals-kretchik/adae7225215e551bb19863a4fb8cd7fd>
- Lee, Y., Kim, J., Kim, J., Kim, J., & Moon, I. (2010). Development of a risk assessment program for chemical terrorism. *Korean Journal of Chemical Engineering*, 27, 399–408. <https://doi.org/10.1007/S11814-010-0094-X>
- Liu, L., Ji, J., Fan, T., Qi, L., & Wu, Z. (2006). Risk Management in Chemical Industry Supply Chain. 2006 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics, 415–418. <https://doi.org/10.1109/SOLI.2006.329039>
- Lunn, G., & Lawler, G. (2002). Safe Use of Hazardous Chemicals. *Current Protocols in Cytometry*, 20. <https://consensus.app/papers/safe-hazardous-chemicals-lunn/91a8b73cf19c5d4f9843ea06265cae30>
- Masuin, R., & Latief, Y. (2019). Development of integration risk on integrated management system in order to increase organizational performance of construction company. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 620. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/620/1/012024>
- Özdemir, V., & Hekim, N. (2018). Birth of Industry 5.0: Making Sense of Big Data with Artificial Intelligence, “The Internet of Things” and Next-Generation Technology Policy. *Omics: A Journal of Integrative Biology*, 22(1), 65–76. <https://doi.org/10.1089/omi.2017.0194>
- Polewangi, Y. D., & Delvika, Y. (2022). The Analysis of the ISO 45001: 2018 Implementation Towards the Performance of Occupational Health and Safety Management System (OHSMS) at ABC Inc. *International Journal of Research and Review*. <https://doi.org/10.52403/ijrr.20221146>
- Polovich, M. (2004). Safe handling of hazardous drugs. *Online Journal of Issues in Nursing*, 9(3), 6. <https://consensus.app/papers/handling-drugs-polovich/c0f417dbdac65aa79ae907d7c55970bc>
-

- Porkka, P., & Paajanen, P. (2014). Comparison of Safety Cultures Between the Chemical and Power Industries. *Chemical Engineering Transactions*, 36, 403–408. <https://consensus.app/papers/comparison-safety-cultures-between-chemical-power-porkka/8fd27273fa9858a0a402bff229574b14>
- Rees, J. A., & Rees, A. L. (2002). An effective computer-aided decision support system for major hazard assessment. *Process Safety Progress*, 21, 115–124. <https://doi.org/10.1002/prs.680210206>
- Reniers, G. (2009). An optimizing hazard/risk analysis review planning (HARP) framework for complex chemical plants. *Journal of Loss Prevention in The Process Industries*, 22, 133–139. <https://doi.org/10.1016/J.JLP.2008.10.005>
- Sidjabat, F., Putri, A. R., & Oktaviani, W. (2021). Comparison of ISO 14001:2015 and ISO 45001:2018 Implementation in Coal Mining Sector, Study Case: PT Adaro Energy Tbk, PT Toba Bara Sejahtera Tbk, and PT Indo Tambangraya Megah Tbk. *JIE Scientific Journal on Research and Application of Industrial System*. <https://doi.org/10.33021/JIE.V6I2.1453.G935>
- Sinyavsky, N. G. (2017). Management of Integrated Risk of Industrial Enterprise. *Industrial Safety and Risk Management*, 89–104. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-60696-5\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-319-60696-5_12)
- Song, G., Khan, F., & Yang, M. (2018). Integrated risk management of hazardous processing facilities. *Process Safety Progress*, 38. <https://doi.org/10.1002/prs.11978>
- Tohyama, C. (2017). Towards comprehensive health risk assessments of chemicals for occupational and environmental health. *Industrial Health*, 55, 199–200. <https://consensus.app/papers/towards-comprehensive-health-risk-assessments-chemicals-tohyama/6e3396cb57ee587db733994524e749ae>
- Wilks, M. F., Roth, N., Aicher, L., Faust, M., Papadaki, P., Marchis, A., Calliera, M., Ginebreda, A., Andres, S., Kühne, R., & Schüürmann, G. (2015). White paper on the promotion of an integrated risk assessment concept in European regulatory frameworks for chemicals. *The Science of the Total Environment*, 521–522, 211–218. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.03.065>
- Yan, Y., Chen, Q., Yu, H., He, H., Tian, X., & Yan, Z. (2019). Research and application of environmental information management system based on multi-agent technology. *Desalination and Water Treatment*, 157, 355–364. <https://doi.org/10.5004/dwt.2019.24201>

Mejora continua del Sistema de gestión integral para la prevención de riesgos laborales en empresas químicas.  
Una estrategia para óptimos resultados

---

- Yurizki, E., & Ikatrinasari, Z. F. (2022). Analysis Of ISO 45001:2018 And Performance Management Implementation Toward Work Accidents And Performance Of Companies In Indonesia's Leading Steel Industry. Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management. <https://doi.org/10.46254/an12.20220943>
- Zwetsloot, G., van Middelaar, J., & van der Beek, D. (2020). Repeated assessment of process safety culture in major hazard industries in the Rotterdam region (Netherlands). *Journal of Cleaner Production*, 257, 120540. <https://consensus.app/papers/repeated-process-safety-culture-hazard-industries-zwetsloot/5896278932e55fd98d1fafd7b94b0012>.

©2024 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).