

Inteligencia artificial en el análisis predictivo de accidentes laborales como estrategia para fortalecer el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo: una revisión de alcance

Liliana Jaimes Gallo, Ana Araujo Plaza, Jeniffer Chaparro Concha

Trabajo de grado para optar el título de Especialista en Seguridad y Salud en el Trabajo

Director

Eduwin Andres Flórez Orejuela

Magíster en Administración

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

Especialización en Seguridad y Salud en el Trabajo

2026

Contenido

Introducción	10
1.1 Planteamiento del problema.....	11
1.2 Justificación	14
1.3 Objetivos	16
1.3.1 Objetivo general	16
1.3.2 Objetivos específicos	16
2. Marco referencial	17
2.1 Marco teórico	17
2.2 Marco conceptual	19
2.3 Marco legal.....	22
3. Método	25
4. Resultados.....	27
4.1 Resultados del Objetivo Especifico 1.....	27
4.1.1 Distribución de estudios por sector de aplicación.....	27
4.1.2 Distribución de estudios por país de aplicación	29
4.1.2 Distribución de estudios por año de publicación	31
4.1.4 Clasificación de las técnicas de Inteligencia Artificial utilizadas	32
4.1.5 Variables analizadas en los estudios.....	34
4.2 Resultados del Objetivo Especifico 2.....	35
4.3 Resultados Del Objetivo Específico 3.....	39
4.3.1 Beneficios de la inteligencia artificial en el SG-SST	39
4.3.2 Limitaciones en la implementación de la inteligencia artificial	40

4.3.3 Aportes al fortalecimiento del SG-SST	41
5. Discusión.....	42
6. Conclusiones.....	44
Referencias.....	46

Lista de Tablas

Tabla 1. <i>Conceptos para el análisis del uso de inteligencia artificial en la predicción de accidentes laborales</i>	20
Tabla 2. <i>Modelos de inteligencia artificial y su aplicación en la predicción de accidentes</i>	37
Tabla 3. <i>Herramientas tecnológicas y aplicaciones de la inteligencia artificial en SST.</i>	38

Lista de Figuras

Figura 1. <i>Distribución de estudios según el sector de aplicación</i>	28
Figura 2. <i>Distribución de estudios según el país de ejecución</i>	30
Figura 3. <i>Distribución de los estudios según el año de publicación durante el periodo 2019–2025</i>	31
Figura 4. <i>Técnicas de inteligencia artificial identificadas en los estudios analizados.....</i>	33
Figura 5. <i>Variables de estudio analizadas en la literatura revisada</i>	34

Resumen

La gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) se ha enfocado en acciones reactivas, reduciendo la posibilidad de anticipar la ocurrencia de accidentes laborales. Frente a esta situación, la inteligencia artificial surge como una alternativa que permite fortalecer la prevención a través del uso de modelos de análisis predictivo. En este contexto, el presente estudio tuvo como propósito analizar el uso de estas herramientas en la predicción de accidente laborales, como una estrategia para fortalecer el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, a partir de la revisión de evidencia científica publicada entre los años 2019 y 2025. Se realizó una revisión de alcance basada en la búsqueda sistemática de información en bases de datos académicas internacionales como Scopus y ScienceDirect, complementada con buscadores académicos como Google Scholar y repositorios institucionales universitarios, incluyendo artículos de investigación, revisiones, documentos técnicos y normativa relacionada en español e inglés. La información recopilada se organizó considerando los sectores de aplicación, las técnicas utilizadas y los resultados obtenidos. Los hallazgos evidencian un aumento en la producción científica sobre el uso de la inteligencia artificial en SST, predominando técnicas de aprendizaje automático como Random Forest y máquinas de soporte vectorial. Estas herramientas aportan a la anticipación de riesgos y la toma de decisiones, aunque presentan limitaciones relacionadas con los datos, tecnología y aspectos éticos, Su aplicación puede fortalecer el SG-SST, siempre que existan condiciones adecuadas para su implementación.

Palabras clave: inteligencia artificial, accidentes laborales, análisis predictivo, seguridad y salud en el trabajo, gestión del riesgo laboral

Abstract

Occupational Health and Safety (OHS) management has traditionally focused on reactive actions, which limits the ability to anticipate workplace accidents. In this context, artificial intelligence emerges as an alternative that can strengthen prevention through the use of predictive analysis models. Accordingly, the purpose of this study was to analyze the use of these tools in predicting workplace accidents as a strategy to support and improve the Occupational Health and Safety Management System, based on a review of scientific evidence published between 2019 and 2025. A scoping review was conducted through a systematic search of information in international academic databases such as Scopus and ScienceDirect, complemented by academic search engines like Google Scholar and university institutional repositories. The search included research articles, review papers, technical documents, and relevant regulations in both Spanish and English. The collected information was organized according to application sectors, techniques used, and reported results. The findings show an increase in scientific production on the use of artificial intelligence in OHS, with a predominance of machine learning techniques such as Random Forest and Support Vector Machines. These tools contribute to risk anticipation and decision-making processes; however, they also present limitations related to data quality, technological requirements, and ethical considerations. Overall, their application can support the strengthening of OHS management systems, provided that appropriate technical and organizational conditions are in place.

Keywords: artificial intelligence, occupational accidents, predictive analysis, occupational health and safety, risk management

Glosario

Accidente laboral: según la Ley 1562 de 2012, el accidente de trabajo corresponde a “todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo, y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional o psiquiátrica, una invalidez o la muerte” (párr. 1)

Algoritmo: conjunto finito de instrucciones o reglas definidas que permiten resolver un problema o ejecutar una tarea específica, base estructural de los modelos de inteligencia artificial (IBM, 2023, párr. 2).

Análisis predictivo: proceso mediante el cual se utilizan técnicas estadísticas y modelos de aprendizaje automático para estimar la probabilidad de ocurrencia de eventos futuros a partir de datos históricos (IBM, 2023, párr. 1).

Deep Learning (aprendizaje profundo): subcampo del aprendizaje automático basado en redes neuronales artificiales de múltiples capas que permite modelar patrones complejos en grandes volúmenes de datos (IBM, 2023, párr. 1).

Ensemble learning: método que consiste en combinar varios modelos predictivos con el fin de mejorar el desempeño, estabilidad y capacidad de generalización de las predicciones (Zhou, 2012, p. 2).

Inteligencia artificial (IA): disciplina tecnológica que desarrolla sistemas capaces de realizar tareas que requieren procesos asociados a la cognición humana, como aprendizaje, razonamiento y toma de decisiones (IBM, 2023, párr. 1).

Machine Learning (aprendizaje automático): rama de la inteligencia artificial que permite a los sistemas aprender a partir de datos y mejorar su desempeño sin programación explícita para cada situación (IBM, 2023, párr. 1).

Modelo predictivo: herramienta matemática o computacional que utiliza datos históricos para estimar posibles comportamientos o eventos futuros (IBM, 2023, párr. 1).

Seguridad y Salud en el Trabajo (SST): disciplina orientada a la prevención de accidentes y enfermedades laborales mediante la aplicación de medidas de control, seguimiento y mejora continua (Organización Internacional del Trabajo, 2019, párr. 2).

Introducción

La transformación digital alteró ha modificado los procesos organizacionales, y la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST). La inteligencia artificial (IA), junto con enormes cantidades de procesamiento de datos en este sentido, ha creado potencial para anticipar situaciones de riesgo en una variedad de entornos productivos (Zhang et al., 2021, p. 3). En consecuencia, se puede argumentar que el análisis predictivo de accidentes laborales realizado con herramientas basadas en IA ha sido una de las líneas de investigación con mayor potencial para optimizar las capacidades preventivas del Sistema de Gestión de Salud y Seguridad en el Trabajo (SG-SST). Sin embargo, a pesar de los cambios regulatorios y la creciente convergencia de mecanismos de gestión para sistemas de gestión en las organizaciones, los accidentes laborales siguen siendo un problema crítico a nivel mundial (OIT, 2023, párr. 4). Una parte sustancial de la gestión en SSO se basa en una lógica reactiva: tomar acciones después de un incidente. Este fallo ha impulsado enfoques alternativos, como examinar patrones y factores de riesgo antes de los accidentes, que enfatizan la prevención real y el análisis, para reemplazar el enfoque reactivo. Esta tensión da lugar a una pregunta que guía este estudio: ¿de qué manera el uso de la inteligencia artificial ha contribuido al análisis predictivo de accidentes laborales como estrategia para fortalecer el SG-SST, según la evidencia científica publicada entre 2019 y 2025? El enfoque clave de este estudio es un análisis de la literatura científica disponible en un momento particular sobre el uso de la IA para la predicción de riesgos ocupacionales. La hipótesis inicial es que los modelos de aprendizaje automático, las redes neuronales y los métodos de análisis de datos podrían conducir a una mejor identificación temprana de riesgos y decisiones preventivas en las organizaciones. Existen estudios que también examinaron la aplicación de enfoques de aprendizaje automático para identificar variables asociadas a accidentes como predictores de accidentes en la

construcción, la manufactura y la industria minera (Li et al., 2019). Demuestran mejoras sustanciales en el rendimiento de la predicción y la optimización preventiva, sin embargo, también informan de desafíos adicionales relacionados con medidas basadas en datos, la interpretabilidad del modelo y el uso de técnicas de aprendizaje automático para la integración de sistemas de gestión en los sistemas de gestión actuales. A pesar de estas limitaciones, esta revisión busca resumir y organizar la información científica más reciente, detectar patrones en el uso de estas herramientas y señalar vacíos en la literatura con el fin de identificar tendencias, vacíos de investigación y aplicaciones actuales en el ámbito de la SST.

Es una síntesis organizada de lo que el conocimiento existente nos dice, con respecto a los académicos. A nivel práctico, es un recurso para los profesionales de SST que están interesados en implementar metodologías predictivas en sus procesos y prácticas empresariales y podrían aplicar un ejemplo práctico y obtener alguna perspectiva. Socialmente, es para apoyar el fortalecimiento de estrategias utilizadas para proteger la salud y la dignidad de los trabajadores.

1.1 Planteamiento del problema

La Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) es un componente integral de la gestión organizacional, pero las altas tasas de accidentes y enfermedades ocupacionales en todo el mundo siguen siendo generalizadas, lo que indica que las medidas de protección actuales son ineficaces.

Según la Organización Internacional del Trabajo (2023), más de 2.7 millones de personas mueren anualmente por causas relacionadas con el trabajo, lo que es una seria indicación de la gravedad del problema. Esto no solo afecta la salud de la población trabajadora, sino que también resulta en enormes daños económicos: se estima que superan el 4% del producto interno bruto (PIB) mundial en atención médica, compensación, pérdida de productividad e implicaciones

sociales. Estos datos subrayan la necesidad de mejorar los procedimientos de gestión de la SST, específicamente la anticipación y prevención de riesgos laborales. A pesar de los considerables avances en regulaciones y programas de prevención, la mayoría de los sistemas de gestión de la SST siguen siendo reactivos, respondiendo solo después de la ocurrencia de un accidente. Esto conduce no solo a altas tasas de ausentismo, sino también a una reducción de la eficiencia organizacional y una sobrecarga en los sistemas de seguridad social (Vera Ávila et al., 2022, p. 1).

Por lo tanto, encontramos la aplicación de la Inteligencia Artificial (IA), una tecnología notable que puede revolucionar la clasificación, estimación y resolución de riesgos laborales, convirtiendo el modo correctivo en uno predictivo y preventivo. Además, la aplicación de la IA ha comenzado a impulsar medidas preventivas en el lugar de trabajo, a través del análisis en tiempo real de registros históricos, el reconocimiento de patrones y la generación de alertas tempranas destinadas a reducir la ocurrencia de incidentes.

Basado en la evidencia disponible para modelos de predicción de accidentes (aprendizaje automático), los modelos de aprendizaje automático ahora son capaces de una precisión entre el 60% y el 99% en la predicción de accidentes, lo que indica su potencial en este nivel (Zhao et al., 2022, pp. 4–6; Ryu et al., 2023, pp. 7–9).

Desde una perspectiva global, algunos países como China, Corea del Sur, Alemania y Estados Unidos ya han adoptado el uso de sensores portátiles, visión artificial, mantenimiento predictivo y sistemas de monitoreo en tiempo real y han observado reducciones significativas en accidentes en construcción, minería y transporte.

Persisten desafíos en la integración de soluciones de inteligencia artificial (IA) a la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST). Internacionalmente, sin embargo, aún no existen directrices legales específicas para influir en la aplicación ética de tales tecnologías. Los peligros

de los sesgos algorítmicos, las preocupaciones sobre la privacidad de los datos y la pérdida de control sobre la autonomía de los trabajadores, entre otros problemas, se consideran amenazas en manos de expertos. Además, algunos de los estudios existentes indican que la evidencia empírica de la eficacia de tales herramientas aún es escasa, ya que ha habido poca investigación publicada sobre la efectividad de estas herramientas, y se necesitan más estudios para determinar el impacto de dichas herramientas.

En Colombia, aunque existen medidas regulatorias sólidas como la Ley 1562 de 2012, Decreto 1443 de 2014 y Resolución 0312 de 2019, los indicadores de accidentes son preocupantes. En 2024, el Consejo Colombiano de Seguridad registró 521,226 accidentes laborales, 10,429 casos de enfermedades ocupacionales y 408 muertes, totalizando más de 1,400 ocurrencias diarias (Consejo Colombiano de Seguridad, 2025, párr. 1-2). La mayoría de estos ocurren en construcción, minería, agricultura y manufactura. Las principales razones son la falta de inversión en tecnologías emergentes de prevención, la falta de capacitación de los profesionales de SST en el área de habilidades digitales, la resistencia cultural al cambio y la falta de directrices que puedan implementarse para la introducción de la inteligencia artificial en el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST).

Esas repercusiones abarcan más que pérdidas económicas, como las muertes de personas, efectos psicosociales en las familias y reducción de la productividad a través de una mayor carga en la salud pública. Esta falta de oportunidad impacta negativamente la competitividad de las empresas a largo plazo y reduce el logro de los ODS sobre trabajo decente y crecimiento económico (ONU, 2023, párr.3).

Este escenario hace prioritario investigar cómo, en las organizaciones, la inteligencia artificial puede servir como una nueva herramienta para fortalecer el Sistema de Gestión de

Seguridad y Salud Ocupacional (SG-SST) con el fin de transitar hacia modelos predictivos que mejoren la identificación de peligros, optimicen la toma de decisiones y faciliten entornos de trabajo seguros y sostenibles. Por otro lado, existen brechas en cómo se integra la inteligencia artificial en el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST).

La literatura hasta la fecha es escasa en relación con su comparación entre la eficacia y comparación de rendimiento, y para determinar los factores que impactan su efectividad o los modelos óptimos dependiendo del tipo de dominio económico. Lo mismo es aún más obviamente cierto en el contexto de América Latina y particularmente en Colombia al comparar el potencial de estas herramientas para la prevención de accidentes. Como resultado, es importante construir una revisión de alcance que permita la selección y análisis de la evidencia existente del uso de la inteligencia artificial en el análisis predictivo de accidentes para tener insumos que mejoren los sistemas de gestión y medidas preventivas con la ayuda de la aplicación de datos.

1.2 Justificación

A través del análisis de herramientas basadas en IA, que han comenzado a abrirse camino en la gestión de riesgos laborales, esta investigación tiene como objetivo mejorar las estrategias de prevención existentes en el sector de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST). Esto busca investigar cómo los procesos existentes pueden incorporar estas tecnologías en la anticipación de eventos adversos.

Esta revisión puede tener beneficios sociales en términos de vidas y salud de los trabajadores al respaldar por mejores condiciones laborales y reducir accidentes. De manera similar, puede crear beneficios para las instituciones y el sistema de salud al minimizar los costos asociados con discapacidades, accidentes y pérdida de productividad. De la misma manera, este

estudio facilita el reconocimiento de las aplicaciones actuales de la IA junto con sus ventajas, desventajas y desafíos, proporcionando un enfoque del siglo XXI para la SST y lo que eso significa para los profesionales e investigadores. A pesar del registro de avances similares en países como China, Corea del Sur, Alemania y Estados Unidos, la adaptación de nuevas tecnologías bajo la gestión de riesgos laborales sigue siendo escasa en América Latina. Esta diferencia sirve como recordatorio de que la información debe ser evaluada y organizada para orientar el desarrollo de la adopción tecnológica basada en estándares éticos y responsables que protejan a las personas en el lugar de trabajo.

En Colombia, sin embargo, existe un marco regulatorio para controlar la gestión de SST, pero no ofrece ninguna directriz respecto al uso de la IA como herramienta contra los accidentes laborales. Por lo tanto, esta monografía tiene como objetivo ofrecer elementos que puedan ser utilizados como base para la orientación técnica, los procesos de formación y las estrategias para realizar el uso adecuado de estas herramientas en la gestión de riesgos.

El estudio aspira a generar diversas contribuciones e incluso puede ayudar a reducir la ocurrencia de accidentes laborales y mejorar la calidad de vida de los trabajadores a escala social. En términos económicos, se anticipa que se minimicen los costos de discapacidades, seguros y pérdida de productividad.

A nivel organizacional, la toma de decisiones mejorada y basada en datos promueve entornos de trabajo más seguros, mientras que en el ámbito académico se presenta información actual que podría ser utilizada como base para futuras investigaciones. Por último, la investigación es posible, ya que tiene acceso a bases de datos académicas disponibles (Scopus, PubMed y Google Scholar), así como el tiempo necesario para desarrollarla. El período de observación de los datos

entre 2019 y 2025 proporciona un punto de acceso a la evolución reciente del uso de la IA en la SSO; nos permite lograr resultados acordes con el contexto prevaleciente.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Analizar el uso de la inteligencia artificial como herramienta para el análisis predictivo de accidentes laborales, en las publicaciones científicas realizadas entre 2019 y 2025, para el fortalecimiento de la gestión preventiva dentro del Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo.

1.3.2 Objetivos específicos

Caracterizar la literatura científica, entre 2019 y 2025, sobre el uso de la inteligencia artificial en el análisis predictivo de accidentes laborales.

Describir las herramientas, modelos y aplicaciones de inteligencia artificial reportadas en los estudios, de acuerdo con su enfoque, alcance y resultados obtenidos.

Analizar los principales beneficios, limitaciones y aportes de la inteligencia artificial al fortalecimiento del Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST).

2. Marco referencial

2.1 Marco teórico

Este análisis destaca la base teórica detrás del uso de la inteligencia artificial (IA) para el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) y su contribución para mejorar los procesos de prevención y control del riesgo laboral.

Este estudio busca revisar críticamente los modelos y perspectivas existentes que han enmarcado su papel en esta área en el período de 2019 a 2025. Para que el SG-SST se fortalezca, significa que se deben agregar herramientas para facilitar una gestión efectiva del riesgo.

Este sistema está regulado en Colombia bajo el Decreto 1072 de 2015 y la Resolución 0312 de 2019, que requieren la ejecución de un proceso de mejora continua para proteger la salud y el bienestar de los trabajadores. Como tal, el sistema está organizado en términos de identificación de peligros, evaluación de riesgos y medidas de control según sea apropiado para promover condiciones de trabajo seguras (Ministerio del Trabajo, 2019, art. 2.2.4.6.1).

En este sentido, la IA se introduce como un sistema para asistir la gestión preventiva analizando grandes cantidades de datos y proporcionando predicciones sobre posibles incidentes. Con una amplia gama de técnicas como el aprendizaje automático y el análisis de datos, encuentran patrones, revisan registros pasados para entender tendencias y contribuyen a decisiones en materia de prevención (Russell y Norvig, 2022, pp. 25-27).

El análisis predictivo ha sido uno de los usos más comúnmente utilizados de la inteligencia artificial para la seguridad ocupacional desde hace algún tiempo. Este proceso utiliza algoritmos que pueden analizar datos de accidentes, condiciones de trabajo, ambientales e historial de salud ocupacional para detectar patrones y obtener una estimación de la probabilidad de nuevos eventos.

Este tipo de análisis proporciona los medios para traducir datos en datos utilizables para la toma de decisiones y fomenta la transición de una gestión centrada en la respuesta a accidentes a un enfoque orientado a la prevención.

La introducción de herramientas basadas en IA en los sistemas de gestión ha transformado el enfoque para mitigar el riesgo laboral. Debido a la automatización del procesamiento de la información, es posible detectar variables conectadas con riesgos, producir alertas y definir estrategias basadas en la circunstancia del respectivo negocio o empleado, por lo tanto, es mejor situar la acción preventiva más en el marco apropiado a la situación. Estas teorías también contribuyen: combinan sistemas de aprendizaje automático, algoritmos matemáticos y componentes de gestión con elementos de toma de decisiones en patrones teóricos.

Los modelos de aprendizaje supervisado con mejor rendimiento son la regresión logística, los árboles de decisión, Random Forest, Máquinas de Vectores de Soporte [SVM] y XGBoost. Basados en datos pasados, sin embargo, estos algoritmos están entrenados para predecir el número o la intensidad de accidentes laborales. De hecho, el modelo Random Forest ha sido capaz de generar resultados prometedores al predecir tales ocurrencias en los ámbitos de la construcción y la manufactura (Zhang et al., 2019, p. 103). También se ha propuesto la investigación sobre estas aplicaciones en América Latina.

En Colombia, Maheronnaghsh et al. (2023) informan sobre la aplicación de algoritmos de aprendizaje automático para el análisis de incidentes en el sector manufacturero, mientras que, en América Latina, Vallejo-Morán y Núñez Solano (2024) investigan la aplicación de redes neuronales para la identificación temprana de factores de riesgo en entornos industriales. Los estudios ilustran un creciente interés entre los académicos de la región en la integración de medios tecnológicos para la protección de la seguridad y salud ocupacional. Por el contrario, los modelos

estadísticos convencionales siguen siendo una herramienta útil en el análisis de riesgos laborales, particularmente en la validación y en la comparación de modelos con los más recientes. Por ejemplo, la regresión logística sigue siendo relevante para analizar la relación entre factores de riesgo y accidentes (Maheronnaghsh et al., 2023, p. 5; Vallejo-Morán & Núñez Solano, 2024, p. 4).

Por último, la literatura reciente sugiere que aún existen limitaciones para la explotación práctica de la inteligencia artificial en el SG-SST incluso en el caso de contextos latinoamericanos. Mientras que la mayoría de los estudios se concentran en sectores industriales específicos, otras áreas, como los servicios o la salud, fueron menos estudiadas.

2.2 Marco conceptual

El Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) combina procesos para identificar, evaluar y controlar riesgos que puedan surgir en los entornos laborales para amparar la salud de los trabajadores y promover condiciones de trabajo seguras. Su uso se justifica a través de un enfoque de mejora continua que permite la gestión organizada de los peligros relacionados con diversas actividades laborales.

Por otro lado, la IA (Inteligencia Artificial) ha empezado a utilizarse como una herramienta de apoyo en estos procesos, ya que facilita el análisis de grandes cantidades de información sobre accidentes, comportamientos y condiciones de trabajo. Los patrones descubiertos a partir de este análisis pueden luego utilizarse para estimar la posible ocurrencia de incidentes.

Es en este contexto que la integración de la IA en el SG-SST no es solo una herramienta para anticipar riesgos, sino que también ayuda a mejorar la toma de decisiones y reducir incidentes en el lugar de trabajo.

Tabla 1. *Conceptos para el análisis del uso de inteligencia artificial en la predicción de accidentes laborales*

Concepto	Definición operativa	Fuente	Relación con el estudio
Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST)	Sistema estructurado orientado a la identificación, evaluación y control de riesgos laborales mediante la implementación de políticas, procesos y acciones preventivas dentro de la organización.	Decreto 1072 de 2015	Constituye el marco organizacional donde pueden integrarse herramientas de análisis predictivo.
Inteligencia Artificial (IA)	Campo de la informática que desarrolla sistemas capaces de ejecutar tareas asociadas al razonamiento humano, como aprendizaje, inferencia y toma de decisiones.	Russell y Norvig (2021)	Es la tecnología base que permite la construcción de modelos predictivos aplicados a la seguridad laboral.
Aprendizaje automático (Machine Learning)	Subcampo de la IA que permite a los sistemas identificar patrones y mejorar su desempeño a partir del análisis de datos sin programación explícita para cada tarea.	García et al. (2022)	Permite desarrollar algoritmos capaces de predecir la probabilidad de accidentes laborales.
Análisis predictivo	Conjunto de técnicas estadísticas y algorítmicas que utilizan datos históricos para estimar la probabilidad de ocurrencia de eventos futuros.	Cruz y Morales (2023)	Es el enfoque metodológico mediante el cual se anticipan eventos adversos en SST.

Nota. La tabla fue elaborada a partir de las distintas fuentes de información citadas en el desarrollo del estudio.

Estas definiciones proporcionan el marco conceptual necesario para comprender cómo las tecnologías emergentes fortalecen los procesos de seguridad y salud en el trabajo. A partir de ellas, se analizan los componentes teóricos y prácticos que sustentan el uso de la IA en la prevención de riesgos laborales.

El análisis predictivo utiliza datos pasados y modelos de aprendizaje automático para predecir cuándo pueden ocurrir accidentes. Específicamente, en el Sistema de Gestión de

Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), este proceso transforma nuestra reacción a los incidentes adoptando una estrategia preventiva para identificar peligros antes de que ocurran (Marhavilas et al., 2020, p. 2).

El aprendizaje automático, como un subconjunto de la inteligencia artificial, permite que los sistemas aprendan y evolucionen basándose en datos y no requiere ser programado para cada caso específico. En la prevención de riesgos laborales, estos algoritmos podrían acceder a grandes cantidades de información que se han extraído de informes de accidentes, inspecciones, mantenimiento y monitoreo ambiental. Esto significa que algo es posible, al menos en el contexto de los procedimientos de gestión de peligros, que no siempre es posible con métodos anteriores, por ejemplo, un vínculo que puede surgir entre largas horas de trabajo y fatiga, el uso incorrecto de equipos de protección personal, etc. Mientras tanto, Big Data representa la gestión y análisis de una gran cantidad de información producida en las diversas ubicaciones de una organización: información biométrica, ambiental, administrativa y derivada operativamente. Cuando las herramientas de inteligencia artificial se combinan con herramientas tecnológicas, el alcance de la predicción de riesgos, la cantidad de recursos se optimizará, se podrá derivar una buena acción preventiva más compatible con la situación actual del entorno (Marhavilas et al., 2020, p. 3).

El ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) es un elemento central para la mejora en el SG-SST. Al aplicar modelos predictivos a este proceso de monitoreo de cada una de estas fases, se puede reforzar cada una de ellas para cada uno de los pasos: planificar, detectar riesgos potenciales; ejecutar y aplicar controles; verificar, establecer los resultados y verificar; y actuar y tomar decisiones, utilizándolo para analizar datos. Se centra en la Seguridad Industrial para prevenir accidentes a través de medios técnicos, organizativos y humanos.

Este campo, a su vez, ha comenzado a depender en mayor medida del análisis de datos basado en herramientas basadas en inteligencia artificial, lo que permite anticipar peligros potenciales y una mejor gestión del espacio de trabajo.

2.3 Marco legal

La presente monografía se apoya en un conjunto de normas de alcance internacional, nacional y tecnológico que orientan la gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST), junto con el uso responsable de herramientas de inteligencia artificial (IA). Estas disposiciones brindan muestras para incorporar soluciones predictivas, procurando el cuidado de los trabajadores, la prevención de riesgos y un manejo adecuado de la información.

Normas Internacionales: a nivel internacional, los instrumentos promovidos por la Organización Internacional del Trabajo, incluyendo el Convenio 155 de 1981, que define la responsabilidad de los Estados en la formulación de políticas sobre seguridad y salud en el trabajo, y el Convenio 187 de 2006, destinado a fomentar una cultura de prevención de riesgos laborales a nivel mundial. Estas referencias ayudan en la planificación de estrategias diseñadas para cuidar a los trabajadores y mejorar sus condiciones laborales (Organización Internacional del Trabajo, 2006, párr. 2).

Normas Nacionales: el Decreto 1072 de 2015 recopila las disposiciones reglamentarias del sector trabajo e institucionaliza el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST). Este sistema exige a las empresas la identificación de peligros, evaluación de riesgos y

establecimiento de medidas de control, principios que pueden ser optimizados mediante el uso de modelos predictivos basados en IA (Ministerio de Trabajo, 2015, párr. 5).

A nivel nacional, la legislación colombiana establece las bases para el despliegue del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) y la implementación gradual de medidas relacionadas con la tecnología en la gestión de riesgos laborales. Por lo tanto, la Resolución 0312 de 2019 establece estándares mínimos de desempeño, independientemente del tamaño o nivel de actividad económica de una organización, y esta regulación ayuda a impulsar procesos de mejora continua (Ministerio de Trabajo, 2019, párr. 2).

Se pueden aplicar estos estándares mediante el uso de herramientas apoyadas en inteligencia artificial, como sistemas de alertas de riesgo y análisis de condiciones de riesgo. Por otro lado, la Ley 1562 de 2012 introdujo ajustes en el Sistema General de Riesgos Laborales, ampliando la definición de accidente de trabajo y reforzando la responsabilidad de los empleadores en la implementación de medidas preventivas orientadas a mejorar su funcionamiento (Congreso de la República de Colombia, 2012, párr. 4).

Esta normativa permite la inclusión de tecnologías que apoyan la identificación y control de riesgos (Congreso de la República de Colombia, 2012, párr. 2). Por parte de la transformación digital, la Ley 1955 de 2019 (según el Plan Nacional de Desarrollo 2018–2022) apoya la implementación de tecnologías en sectores productivos y el Documento CONPES 3975 de 2019 establece un marco para el desarrollo e implementación de inteligencia artificial en el país que dirige su aplicación de acuerdo con consideraciones relacionadas con la responsabilidad y la gobernanza (Departamento Nacional de Planeación, 2019, p. 14).

En cuanto al procesamiento de información personal, la Ley 1581 de 2012 estableció principios, derechos y deberes para garantizar la privacidad de las personas en relación con la

protección de datos. Esta regulación es particularmente relevante en el campo de la previsión de IA en SST; si se adopta esta regulación, tendrá acceso a información sensible asociada con la salud y el desempeño de los trabajadores (Congreso de la República de Colombia, 2012, párr. 3).

Así mismo, el Decreto 1377 de 2013 regula cómo se aplicará dicha ley y los criterios de cuándo se debe usar adecuadamente los datos personales. Desde un punto de vista histórico y técnico, la Ley 9 de 1979 crea principios en el campo de la salud pública por razones que se relacionan, por ejemplo, con la higiene y seguridad de los trabajadores, el ambiente laboral, y la Resolución 2400 de 1979 proporciona condiciones de trabajo que incluyen iluminación, ventilación y protección del trabajador, que aún están vigentes y pueden mejorarse con herramientas tecnológicas (Ministerio de Salud, 1979, párr. 2; Ministerio de Trabajo, 1979, párr. 4).

Por último, la ley 1964 de 2019, ayuda a promover el desarrollo tecnológico y la competencia, apoyando así la innovación en el país, la Ley 1266 de 2008, regula el procesamiento de información financiera y crediticia, y al igual que las demás, establece principios claros, que también son relevantes para el procesamiento de datos digitales. Este marco regulatorio trabaja en conjunto para asegurar que las herramientas basadas en inteligencia artificial puedan incorporarse como una forma de apoyo para la gestión del SG-SST a discreción tanto de la dirección como de los empleados, siempre que su implementación se realice sobre la base de principios de responsabilidad, la protección de información sensible y los derechos individuales de los trabajadores (Congreso de la República de Colombia, 2008, párr. 3; Congreso de la República de Colombia, 2019, párr. 2).

3. Método

La presente investigación se desarrolló en un diseño de revisión de alcance para sistematizar y estructurar la evidencia disponible en el campo. Por esta razón, un objetivo específico del artículo es identificar y analizar la producción científica respecto a la aplicación de la inteligencia artificial (IA) en la predicción de accidentes laborales y su desarrollo hacia la mejora del sistema de gestión de salud y seguridad en el Trabajo (SGSST) en el período de 2019 a 2025. Este tipo de revisión es adecuado debido al crecimiento acelerado de la literatura sobre IA aplicada a la seguridad laboral y la necesidad de consolidar los conocimientos existentes para orientar futuras investigaciones y estrategias en el ámbito ocupacional (Arksey & O'Malley, 2005).

La revisión de alcance permite identificar tendencias, enfoques metodológicos y de investigación, brechas de investigación y resultados reportados en diversos contextos laborales, sin estar confinada a un solo tipo de estudio. Con este fin, se desarrolló una estrategia de búsqueda en la que se combinaron descriptores en inglés y español utilizando operadores (por ejemplo, "inteligencia artificial", "aprendizaje automático", "análisis predictivo", "accidentes laborales" y "gestión de seguridad", así como sus equivalentes en inglés) en un intento de ampliar la búsqueda. Los criterios de inclusión incluyeron estudios teóricos, empíricos y revisiones en inglés o español entre 2019 y 2025 que discutieran la aplicación de la inteligencia artificial para predecir accidentes laborales o en la gestión de salud y seguridad ocupacional. Contrario a estos, se eliminaron las fuentes sin acceso al texto completo y se excluyeron los artículos duplicados y aquellos no relevantes para el contexto laboral.

El análisis se realizó en múltiples etapas; en las primeras etapas, se recopilaron algunos datos básicos de los estudios incluidos, tales como: autor, año de publicación, país, tipo de estudio, instrumentos de IA y categoría de aplicación. Luego se realizó una síntesis descriptiva y

comparativa que permitió identificar las tendencias, así como las implicaciones positivas y adversas en la aplicación de dicha tecnología. Se prestó especial atención al desarrollo de modelos predictivos, riesgos específicos y sectores de aplicación en estos (industria, construcción, transporte, salud, etc.), así como el impacto en el desarrollo del SG-SST. Luego, también se abordó una investigación cualitativa sobre los méritos teóricos y metodológicos del enfoque basado en IA contra los accidentes laborales, y su efecto en las decisiones basadas en datos y la gestión de riesgos.

La revisión se ha construido en el enfoque PRISMA-ScR (Elementos de Reporte Preferidos para Revisiones Sistemáticas y Meta-Análisis Extensión para Revisiones de Alcance) (Tricco et al., 2018) que tiene como objetivo mantener una transparencia general y una comprensión holística del proceso de revisión. Se reconoce que la exclusión de artículos sin acceso al texto completo puede limitar el alcance del análisis al considerar posibles limitaciones. De manera similar, la dependencia de referencias existentes y los métodos aplicados para el reclutamiento pueden impactar los resultados. Algunos estudios también pueden reflejar enfoques particulares de sus autores, lo cual debe tenerse en cuenta en la interpretación de los hallazgos.

Desde el punto de vista ético, el desarrollo de esta revisión se basó en el uso responsable de la información, respetando los derechos de autor y evitando la alteración de los datos analizados. Aunque no se trabajó con información primaria sensible, se reconoce la importancia de la protección de datos en estudios relacionados con el ámbito laboral, especialmente cuando se emplean herramientas de análisis predictivo.

Finalmente, esta estrategia metodológica permitió construir una visión general sobre el uso de la inteligencia artificial en la gestión de la seguridad y salud en el trabajo, evidenciando tanto sus aportes como las dificultades asociadas a su implementación en distintos contextos.

4. Resultados

4.1 Resultados del Objetivo Especifico 1

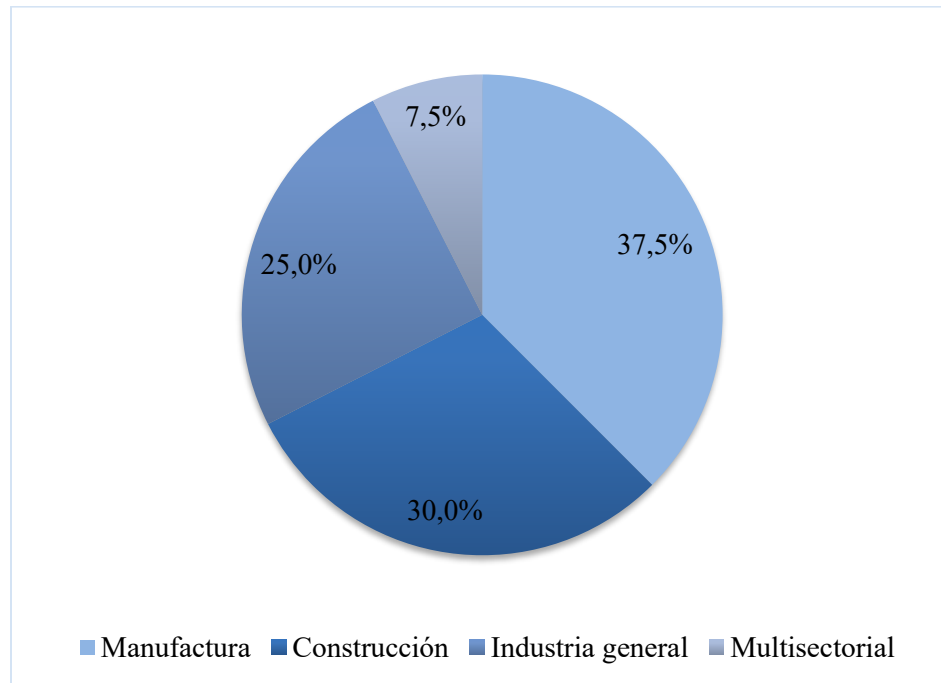
Analizar la literatura científica, entre los años 2019 y 2025, sobre el uso de la inteligencia artificial en el análisis predictivo de accidentes laborales.

Se realizó revisión y sistematización de 40 estudios científicos publicados entre 2019 y 2025, relacionados con la aplicación de técnicas de inteligencia artificial para el análisis predictivo de accidentes laborales dentro del contexto del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) teniendo en cuenta la ecuación de búsqueda descrita en el capítulo anterior.

A partir de la matriz de análisis construida para la investigación, se identificaron y clasificaron diversas variables relevantes presentes en los estudios, tales como sector de aplicación, país de origen de la investigación, técnicas de inteligencia artificial empleadas, métricas de desempeño utilizadas para evaluar los modelos predictivos y variables relacionadas con las condiciones laborales de los trabajadores.

La sistematización de esta información permitió realizar un análisis descriptivo de los principales enfoques investigativos en el campo, identificando tendencias, patrones y características comunes en el uso de la inteligencia artificial para la predicción de accidentes laborales. Los resultados obtenidos se presentan a continuación con el fin de evidenciar los aspectos más relevantes identificados en la literatura científica analizada.

4.1.1 Distribución de estudios por sector de aplicación

Figura 1. *Distribución de estudios según el sector de aplicación*

Nota: La figura presenta la distribución de los estudios analizados según su sector de aplicación, con base en la revisión de literatura realizada entre 2019 y 2025.

El análisis de los 40 estudios consolidados evidencia que la mayor parte de las investigaciones sobre inteligencia artificial aplicada a la predicción de accidentes laborales se concentra en sectores productivos caracterizados por un alto nivel de riesgo ocupacional. En particular, los sectores de manufactura y construcción representan la mayor proporción de los estudios analizados, reuniendo aproximadamente el 67,5 % de las investigaciones.

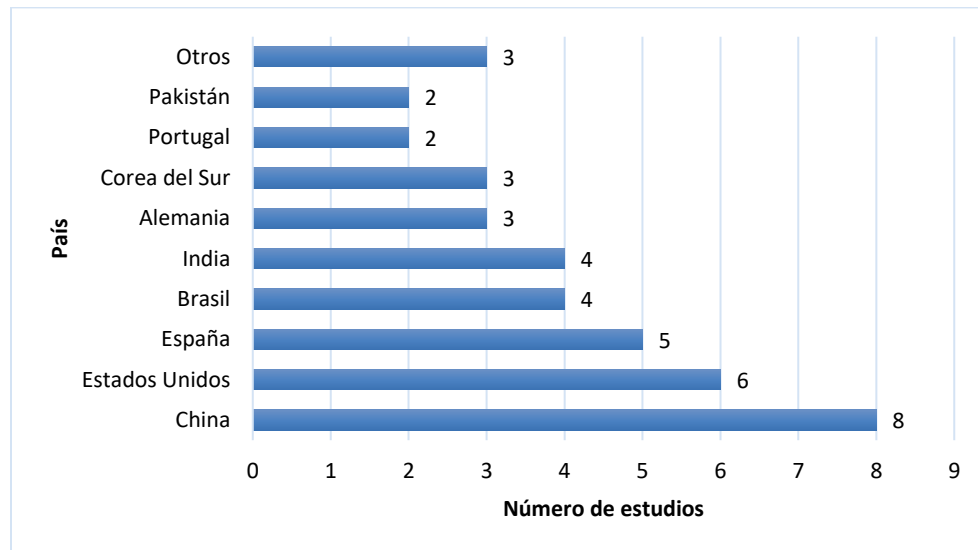
Esta tendencia puede explicarse por la naturaleza de las actividades desarrolladas en estos sectores, donde los trabajadores se encuentran expuestos de manera constante a maquinaria pesada, herramientas industriales, condiciones ambientales adversas y actividades de alto esfuerzo físico, factores que incrementan significativamente la probabilidad de ocurrencia de accidentes laborales. En consecuencia, estos sectores han sido priorizados en la investigación científica para el

desarrollo de modelos predictivos que permitan anticipar escenarios de riesgo y fortalecer las estrategias preventivas.

Por otra parte, un porcentaje menor de los estudios se enfoca en el sector industrial en general o en análisis multisectoriales, lo cual demuestra que el uso de la inteligencia artificial en la seguridad laboral aún se encuentra en un proceso de expansión hacia otros ámbitos productivos. No obstante, los resultados obtenidos sugieren que la aplicación de técnicas de inteligencia artificial tiene un alto potencial en diferentes sectores económicos, lo que permitiría fortalecer los procesos de prevención dentro de los Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST).

4.1.2 Distribución de estudios por país de aplicación

El análisis geográfico de los estudios identificados muestra que la investigación relacionada con el uso de inteligencia artificial para la predicción de accidentes laborales se concentra principalmente en países con alto desarrollo tecnológico y capacidad investigativa, destacándose China, Estados Unidos y varios países europeos.

Figura 2. *Distribución de estudios según el país de ejecución*

Nota. La figura fue elaborada a partir de los estudios analizados en la revisión de literatura publicada entre 2019 y 2025.

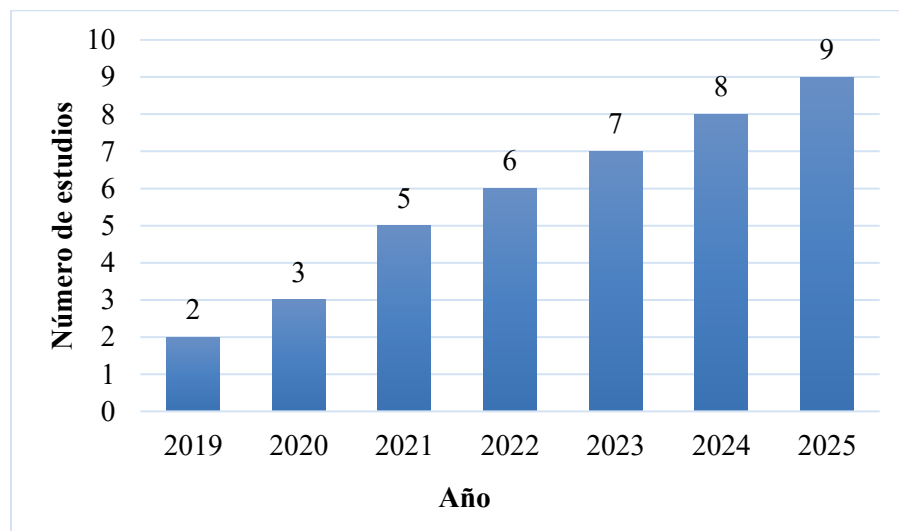
China se posiciona como uno de los países con mayor producción científica en este campo, relacionado con su fuerte inversión en tecnologías emergentes como el machine learning y el análisis de grandes volúmenes de datos (Big Data) aplicados a la industria. De manera similar, Estados Unidos presenta una participación significativa debido al desarrollo de sistemas avanzados de gestión de seguridad industrial y a la disponibilidad de amplias bases de datos sobre accidentes laborales.

En el contexto europeo, países como España, Alemania y Portugal también muestran un aporte relevante en la investigación científica, particularmente en sectores industriales y de construcción. Por su parte, algunos países de América Latina, como Brasil, comienzan a incursionar en este tipo de investigaciones, lo cual evidencia una creciente preocupación por incorporar tecnologías avanzadas en la gestión de la seguridad laboral.

En conjunto, esta distribución geográfica permite identificar que el desarrollo de modelos de inteligencia artificial para la prevención de accidentes laborales se encuentra liderado por economías con altos niveles de inversión en investigación y desarrollo, aunque su aplicación tiene potencial de expansión hacia otras regiones del mundo.

4.1.2 Distribución de estudios por año de publicación

Figura 3. *Distribución de los estudios según el año de publicación durante el periodo 2019–2025*



Nota: La figura fue elaborada a partir de los estudios analizados en la revisión de literatura publicada entre 2019 y 2025.

La gráfica evidencia una tendencia ascendente en la producción de estudios entre 2019 y 2025, reflejada en el incremento progresivo del número de publicaciones a lo largo del periodo analizado. En los primeros años (2019–2020) se observa una baja cantidad de investigaciones, lo que corresponde a una etapa inicial en la aplicación de la inteligencia artificial en el análisis de accidentes laborales. A partir de 2021, se presenta un aumento continuo en la cantidad de estudios,

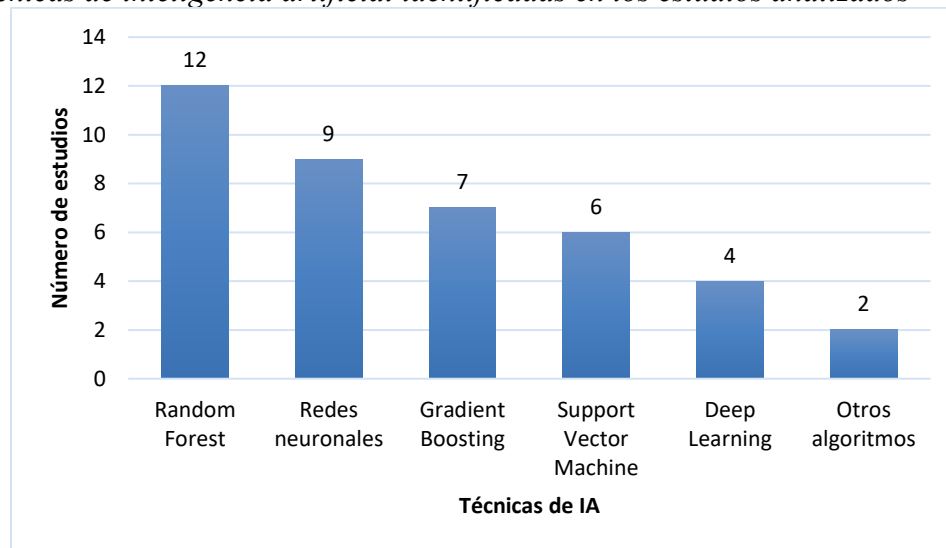
el cual se mantiene sin descensos hasta 2025, año en el que se alcanza el mayor número de publicaciones.

Este comportamiento sugiere un crecimiento sostenido del interés académico y científico en el uso de herramientas de inteligencia artificial dentro del campo de la seguridad y salud en el trabajo. Asimismo, la mayor concentración de estudios en los años recientes (2023–2025) indica una consolidación del tema como línea de investigación, impulsada por el avance tecnológico y la necesidad de fortalecer estrategias de prevención de riesgos laborales mediante enfoques predictivos.

En conjunto, la tendencia observada permite concluir que la producción científica en esta temática no solo ha aumentado en cantidad, sino que también refleja un proceso de importancia investigativa, en el cual la inteligencia artificial se posiciona como una herramienta cada vez más utilizada para el análisis y la anticipación de accidentes laborales dentro del SG-SST.

4.1.4 Clasificación de las técnicas de Inteligencia Artificial utilizadas

El análisis de las técnicas de inteligencia artificial empleadas en los estudios consolidados evidencia un mayor uso de algoritmos de aprendizaje automático supervisado, particularmente el algoritmo Random Forest, seguido por redes neuronales artificiales, Gradient Boosting y máquinas de soporte vectorial (Support Vector Machine).

Figura 4. *Técnicas de inteligencia artificial identificadas en los estudios analizados*

Nota: La figura fue elaborada a partir de los estudios analizados en la revisión de literatura publicada entre 2019 y 2025.

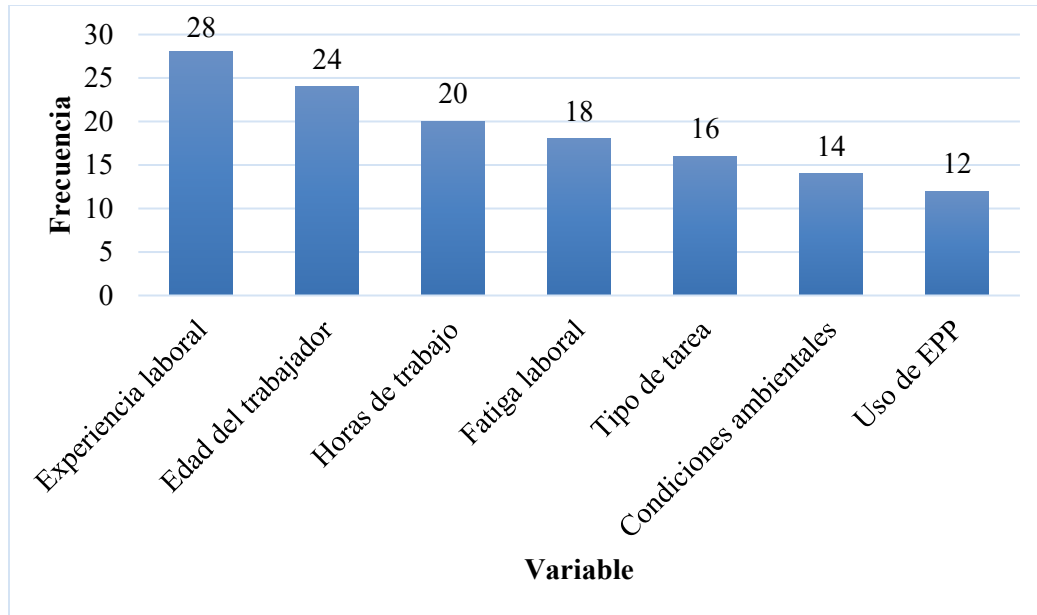
La aplicación continua del método de Random Forest en los estudios revisados se debe a que maneja una gran cantidad de datos mientras mantiene la robustez en los resultados. Este enfoque se basa en construir múltiples árboles de decisión que combinan sus respuestas para ofrecer predicciones más consistentes que las de un solo modelo.

Las redes neuronales artificiales y los modelos de Deep Learning se utilizan más en la actualidad en la investigación. Esto se debe principalmente a que nos permite examinar una estructura más amplia de relaciones dentro de los datos y procesar diferentes variables simultáneamente, lo cual es preferido cuando los datos no siguen patrones simples.

En conjunto, la variedad de métodos reconocidos indica que la inteligencia artificial proporciona varias alternativas para el examen predictivo de accidentes laborales. Esto facilita la elección del modelo que mejor se adapte a las características de los datos, la situación de la aplicación y el propósito del análisis.

4.1.5 Variables analizadas en los estudios

Figura 5. Variables de estudio analizadas en la literatura revisada



Nota: La figura fue elaborada a partir de los estudios analizados en la revisión de literatura publicada entre 2019 y 2025.

Los resultados muestran que la experiencia laboral es la variable más analizada, presente en 28 estudios, lo que indica que el nivel de experiencia de los trabajadores influye significativamente en la probabilidad de ocurrencia de accidentes laborales. En segundo lugar, se encuentra la edad del trabajador, identificada en 24 estudios, variable que suele relacionarse con factores como la capacidad física, la adaptación a las condiciones laborales y el tiempo de exposición a riesgos.

Asimismo, variables como las horas de trabajo (20 estudios) y la fatiga laboral (18 estudios) evidencian la importancia de los factores asociados a la carga laboral y al desgaste físico o mental de los trabajadores. Por su parte, el tipo de tarea (16 estudios) y las condiciones ambientales (14

estudios) reflejan la influencia de las características propias del entorno de trabajo en la ocurrencia de accidentes.

En conjunto, estos resultados evidencian que los modelos predictivos basados en inteligencia artificial integran principalmente variables humanas, organizacionales y ambientales, lo cual permite mejorar la identificación de factores de riesgo y fortalecer las estrategias de prevención dentro del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST).

Además, los modelos reportan niveles de desempeño favorables, reflejados en valores de precisión que, en la mayoría de los casos, superan el 70 %. Esto respalda su utilidad como herramientas de apoyo en la anticipación de accidentes laborales. Sin embargo, además de la evidencia técnica, la investigación indica que el funcionamiento depende en gran medida de la calidad de los datos y de las condiciones del entorno donde se aplican.

Desde un enfoque práctico, la introducción de estas tecnologías mejora la calidad del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, y apoya procesos como la identificación de peligros y la toma de decisiones preventivas basadas en información. Sin embargo, no se implementa de la misma manera en todas las organizaciones, ya que está vinculado a su nivel de desarrollo y a la capacidad de integrar estas herramientas dentro de los procesos que ya tienen establecidos.

4.2 Resultados del Objetivo Especifico 2

4.2.1 Modelos de inteligencia artificial para la predicción de accidentes laborales

Describir las herramientas, modelos y aplicaciones de inteligencia artificial reportadas en los estudios, de acuerdo con su enfoque, alcance y resultados obtenidos.

A partir de la revisión de los estudios identificados, se determinó que la predicción de accidentes laborales por inteligencia artificial depende de la integración de modelos analíticos y herramientas basadas en el procesamiento de datos. Este objetivo busca detallar aún más cómo se están aplicando estas tecnologías y qué tipo de resultados están produciendo.

Respecto a los modelos empleados, hay un uso común de algoritmos de aprendizaje automático supervisado, especialmente modelos basados en clasificación y predicción. Entre los más utilizados se encuentran Random Forest, máquinas de vectores de soporte (SVM) y Gradient Boosting. Sus resultados son más fáciles de interpretar en comparación con otros modelos más complejos. Lo más importante es que estos algoritmos se ejecutan con la asistencia de datos históricos, detectando así tendencias de riesgo en una amplia gama de situaciones administrativas.

Aun así, en algunas investigaciones, también se han incluido Redes Neuronales Artificiales junto con modelos de aprendizaje profundo, aunque se usan con menos frecuencia, son útiles en el caso de grandes cantidades de información o de requisitos de datos más complejos. Su valor radica en la capacidad de identificar relaciones que no siempre son evidentes, especialmente cuando varias variables están involucradas al mismo tiempo.

Para organizar la información recopilada, se presenta la Tabla 2, en la cual se resumen los principales modelos identificados y su aplicación dentro del análisis predictivo de accidentes laborales.

Tabla 2. *Modelos de inteligencia artificial y su aplicación en la predicción de accidentes*

Tipo de modelo	Algoritmos identificados	Uso en los estudios	Aplicación principal
Aprendizaje supervisado	Random Forest, SVM, Gradient Boosting	Predominante	Predicción de accidentes
Redes neuronales	ANN, Deep Learning	Moderado	Identificación de patrones complejos
Modelos combinados	Ensemble learning	Limitado	Optimización de resultados

Nota. La tabla fue elaborada a partir de los estudios analizados en la revisión de literatura publicada entre 2019 y 2025.

A partir de lo anterior, se puede evidenciar que la elección del modelo está principalmente relacionada con el tipo de datos disponibles y el propósito del análisis. Cuando la información es más dinámica o presenta mayor complejidad, con frecuencia se utilizan enfoques más avanzados que permiten un procesamiento de datos más amplio, por otro lado, cuando hay información estructurada y variables bien definidas, generalmente se utilizan modelos supervisados.

4.2.2 Herramientas tecnológicas, variables de análisis y desempeño de los modelos

En cuanto a las herramientas tecnológicas, los estudios revisados en el presente análisis muestran que se utilizaron varios tipos de mecanismos para la recopilación y análisis de información. Algunos de los más utilizados incluyen sensores portátiles, sistemas de monitoreo en tiempo real, plataformas de análisis de datos y aplicaciones de visión por computadora. Estas herramientas permiten la recopilación continua de datos sobre las condiciones del lugar de trabajo, que se utilizan para detectar situaciones y comportamientos inseguros que pueden resultar en accidentes. Las herramientas identificadas y su aplicación en entornos laborales se resumen en la Tabla 3.

Tabla 3. *Herramientas tecnológicas y aplicaciones de la inteligencia artificial en SST.*

Herramienta tecnológica	Tipo de aplicación	Contexto de uso	Función principal
Sensores portátiles	Monitoreo en tiempo real	Sectores de alto riesgo	Detección de condiciones peligrosas
Visión artificial	Análisis de comportamiento	Entornos industriales	Identificación de actos inseguros
Bases de datos	Modelos predictivos	Multisectorial	Análisis de accidentes históricos
Plataformas analíticas	Gestión del riesgo	Empresas	Apoyo en toma de decisiones

Nota. La tabla fue elaborada a partir de los estudios analizados en la revisión de literatura publicada entre 2019 y 2025.

Estas herramientas no trabajan por separado, sino que se integran con los modelos de inteligencia artificial para mejorar la información que se obtiene y la forma en que se analizan los datos. Esto permite que el sistema de monitoreo permanezca dinámico al procesar información de manera continua y nos permite anticipar posibles situaciones de riesgo.

Los enfoques predictivos se definen utilizando variables humanas, laborales y ambientales (incluyendo experiencia, edad, condiciones de trabajo y carga laboral), así como los estudios revisados. Al considerar estos aspectos, vemos las causas reales de un accidente tanto en un sentido técnico como desde el punto de vista de los trabajadores y también desde el punto de vista de su entorno.

En cuanto a los resultados, se predice que estas herramientas tendrán más del 70% de precisión, de modo que su uso puede ayudar en la previsión de accidentes y la planificación con antelación. No obstante, la precisión de los modelos depende fundamentalmente de la calidad de los datos y del tipo de contexto en el que se implementan.

Por último, aunque tales tecnologías se han desarrollado, la implementación sigue siendo más común en algunos campos profesionales y organizaciones con amplia infraestructura tecnológica. Lo que quiere decir que, aunque la inteligencia artificial puede ayudarnos con las decisiones de seguridad y salud en el trabajo, y estamos construyendo tecnología para lograrlo, todavía existen barreras en forma de escasez de información, infraestructura y la adopción de este tipo de herramientas en las organizaciones.

4.3 Resultados Del Objetivo Específico 3

Analizar los principales beneficios, limitaciones y aportes de la inteligencia artificial al fortalecimiento del Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST).

Según la revisión de estudios seleccionados, la integración de la inteligencia artificial para predecir accidentes laborales ha estado generando cambios en la forma en que se gestionan la seguridad y salud ocupacional. En algunos casos, de hecho, hay un cambio de estrategias tradicionales a metodologías que aprovechan el análisis de datos y la anticipación de riesgos. Los hallazgos se presentan en tres partes basadas en estos resultados: beneficios, limitaciones y contribuciones al Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST).

4.3.1 Beneficios de la inteligencia artificial en el SG-SST

Los estudios revisadores muestran que la inteligencia artificial aumenta las posibilidades analíticas, ya que tiene en cuenta muchas variables y conjuntos de datos al mismo tiempo, este enfoque permite descubrir patrones de riesgo que tienden a pasarse por alto en enfoques más tradicionales que se limitan al análisis de accidentes que ya han ocurrido.

Los modelos predictivos por su parte, permiten pronosticar la probabilidad de que ocurran eventos adversos, esto también ayudará en la predicción de riesgos y en la elaboración de medidas preventivas específicas para el escenario dado. También ayuda a orientar cómo se asignan los recursos, permitiendo priorizar acciones según el nivel de riesgo identificado. Además, la combinación de estas herramientas con tecnologías de monitoreo en tiempo real fortalece los procesos de seguimiento en el entorno laboral. Se pueden activar alertas basadas en condiciones inseguras o comportamientos inseguros, lo que permite una respuesta más rápida y refleja la filosofía de mejora continua en el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST).

4.3.2 Limitaciones en la implementación de la inteligencia artificial

Aunque se han realizado avances tecnológicos, la investigación ha demostrado repetidamente que la aplicación de la IA en la Seguridad y Salud en el Trabajo aún enfrenta varias limitaciones que afectan su aplicación práctica.

Los factores principales a considerar son la calidad y disponibilidad de los datos. Como regla general, los modelos predictivos dependen de que los datos y la información estén organizados y sean confiables; sin embargo, cuando los registros están incompletos, contienen errores o son inconsistentes, la predicción puede ser inexacta y menos útil en la práctica.

A su vez, tienen limitaciones en un contexto de infraestructura tecnológica y en las capacidades de una organización, debido a los recursos limitados disponibles y al personal capacitado, la adopción de tales herramientas representa una barrera, particularmente en entornos de menor digitalización. Por otro lado, la adopción de estas tecnologías en los procesos estándar

de SG-SST no es necesariamente simple, la resistencia al cambio o la fragmentación en la colaboración entre equipos puede dificultar la implementación en la gestión diaria.

Además, desde un punto de vista ético, se informa que algunas investigaciones han descrito preocupaciones respecto al procesamiento de datos personales, el funcionamiento de algoritmos y los posibles sesgos en los resultados. Estas variables pueden afectar el nivel de confianza de las personas y la aceptación de decisiones respaldadas por estos sistemas.

4.3.3 Aportes al fortalecimiento del SG-SST

Los estudios analizados muestran que la inteligencia artificial puede apoyar el fortalecimiento del SG-SST, especialmente en procesos como la identificación de peligros, la evaluación de riesgos y la definición de medidas preventivas.

Con este enfoque, la gestión puede ser eficiente, lo que consiste en decisiones que no se realizan únicamente con la orientación de la experiencia o datos retrospectivos, sino que también se informan mediante el análisis de datos y tendencias de los mismos. De manera similar, los resultados de tales herramientas pueden proporcionar una mejor organización de la información del ciclo PHVA, en particular las etapas de planificación y verificación, al facilitar la detección de posibles incoherencias y la evaluación de la efectividad de las acciones ejecutadas.

Otro aspecto, es su función en la cultura empresarial, ya que su aplicación puede llevar a una mayor conciencia del riesgo, lo que puede fomentar la toma de decisiones basadas en información hacia prácticas, más importante aún, estos estudios demuestran que la IA no reemplaza las técnicas tradicionales del SG-SST, sino que las promueve e integra en ellas, ayudando a profundizar el análisis y mejorar el control del riesgo. Sin embargo, para que su

aplicación funcione en la práctica, es necesario que las organizaciones la ajusten a sus procesos, cuenten con las capacidades técnicas necesarias y tengan en cuenta los aspectos éticos.

5. Discusión

Los resultados de esta revisión de alcance muestran que la inteligencia artificial ha avanzado en la predicción de accidentes laborales, teniendo en cuenta estudios previos que destacan su aporte en la identificación de riesgos en el apoyo a la toma de decisiones en Seguridad y Salud en el Trabajo (Cheng et al., 2020, p. 6; Zhang et al., 2019, p. 102).

Por lo tanto, se evidencia una evolución de la gestión del riesgo laboral con datos como una extensión de los enfoques tradicionales. Es cierto que los procesos de digitalización en varios sectores tienen una correlación positiva con el crecimiento de publicaciones de 2019 a 2025, lo que indica que el mundo está entrando en una era de rápidos avances tecnológicos.

El papel de las herramientas analíticas en la gestión del riesgo ocupacional ha sido abordado en algunos estudios (Kumar et al., 2021, p. 8), demostrando que la inteligencia artificial no solo genera interés en la investigación académica, sino que también abarca las necesidades en los lugares de trabajo. Sin embargo, una parte significativa de estas investigaciones se centra en países con tecnología más avanzada y el uso de dichas técnicas sigue siendo limitado en lugares como América Latina (Marhavilas et al., 2020, p. 5).

Respecto a los modelos utilizados, el uso de métodos como Random Forest y máquinas de vectores de soporte coincide con lo descrito en la literatura, que son métodos que permiten trabajar con grandes volúmenes de datos y lograr resultados con precisión satisfactoria (Chen et al., 2021, p. 4).

Por otro lado, la mayoría de los estudios solo han examinado las aplicaciones de los métodos de aprendizaje automático en el ámbito ocupacional, sin tener en cuenta las diversas necesidades laborales o los problemas éticos. Además, los resultados revelan que el rendimiento de estos modelos no solo depende de su modelo, sus condiciones y especialmente la calidad de los datos disponibles, también afectan sus resultados (Khan et al., 2022, p. 49).

En términos de lo que podría mejorar, los resultados afirman la importancia que la inteligencia artificial puede tener en la promoción de la gestión de riesgos y la anticipación de accidentes. Sin embargo, su implementación no es igual en todos los contextos debido a aspectos de la infraestructura tecnológica, así como al acceso a la información y la capacitación del personal (Marhavilas et al., 2020, p. 5).

La implementación de estas soluciones en la industria no depende solo de la tecnología sino también de las condiciones de cada empresa. Por otro lado, algunos estudios muestran que, aunque los modelos pueden presentar buenos resultados en entornos controlados, su desempeño en situaciones reales puede verse afectado por la dinámica y complejidad del contexto laboral. En este sentido, la calidad de los datos podría jugar un papel decisivo, ya que determina directamente la aplicabilidad de los modelos mientras la información es parcial o inconsistente (Chen et al., 2021, p. 6).

A su vez, se destacan los riesgos que plantea la implementación de estas tecnologías, especialmente en casos donde la dependencia de los resultados de los sistemas automáticos crea un riesgo de dependencia excesiva de estos sistemas automatizados. Esto puede llevar a una falsa impresión del control del riesgo si no se tiene en cuenta el juicio profesional (Marhavilas et al., 2020, p. 4; Zhang et al., 2019, p. 101).

Por lo tanto, es importante tener en cuenta que la inteligencia artificial no puede verse como un sustituto del pensamiento humano, sino como uno de los elementos de apoyo para ayudar en la gestión de la seguridad y salud en la seguridad y salud en el Trabajo. En terminos generales, estos hallazgos indican que la implementación de las tecnologías está creando prácticas alternativas para el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) que se alejan de los modelos tradicionales más estáticos y enfocados y son modelos más dinámicos e integrados. También sugiere que es necesario mejorar la alfabetización en herramientas técnicas y analíticas de datos en el área, sin descuidar la competencia básica en gestión de riesgos.

6. Conclusiones

La presente investigación permitió observar que el uso de la inteligencia artificial en la predicción de accidentes laborales ha venido en aumento entre 2019 y 2025, con mayor presencia en sectores como la manufactura y la construcción, así como en países con mayor desarrollo tecnológico. Esto muestra un interés cada vez mayor por incorporar herramientas basadas en datos en la gestión de la seguridad y salud en el trabajo.

En cuanto a las técnicas utilizadas, se encontró un uso frecuente de modelos de aprendizaje automático supervisado, especialmente algoritmos como Random Forest y máquinas de soporte vectorial. Estos han mostrado buenos resultados en la identificación de patrones de riesgo y en la estimación de la probabilidad de accidentes, con niveles de precisión superiores al 70 % en varios de los estudios revisados.

También se pudo evidenciar que la inteligencia artificial permite integrar variables relacionadas con factores humanos, organizacionales y ambientales, lo que facilita una

comprensión más amplia de la accidentalidad laboral. Esto, a su vez, aporta al diseño de estrategias de intervención más ajustadas a las condiciones de cada contexto dentro del SG-SST.

Frente a los beneficios, se analiza que estas herramientas aportan a la anticipación de riesgos, apoyan la toma de decisiones y favorecen un enfoque más preventivo en la gestión del riesgo laboral. Sin embargo, su aplicación todavía depende de aspectos como la calidad de los datos, la disponibilidad de infraestructura tecnológica y la capacidad de las organizaciones para implementarlas.

Desde un punto de vista práctico, la inteligencia artificial puede apoyar procesos como la identificación de peligros, la evaluación de riesgos y la planificación de medidas preventivas, facilitando el paso hacia una gestión más apoyada en el análisis de información y en la anticipación de eventos.

En general, se puede decir que la inteligencia artificial no reemplaza los enfoques tradicionales de la seguridad y salud en el trabajo, sino que los complementa, ampliando las posibilidades de análisis y gestión del riesgo. Para que su implementación sea efectiva, se requiere no solo contar con condiciones técnicas, sino también fortalecer las capacidades de los profesionales y lograr una buena articulación con los procesos organizacionales. Finalmente, se hace necesario seguir investigando en contextos específicos, especialmente en países en desarrollo, donde aún existen retos para su aplicación en distintos entornos laborales.

Referencias

- Arksey, H., & O'Malley, L. (2005). Scoping studies: Towards a methodological framework. *International Journal of Social Research Methodology*, 8(1), 19–32.
<https://doi.org/10.1080/1364557032000119616>
- Business Insider. (2025, abril 15). *A Boston-based construction firm is leveraging AI to keep roughly 30,000 workers safe*. <https://www.businessinsider.com/ai-for-worker-site-safety-in-construction-2025-4>
- Chen, H., Li, X., & Wang, J. (2021). Application of machine learning in occupational accident prediction: A review. *Safety Science*, 139, 105254.
<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105254>
- Cheng, C. W., Leu, S. S., Lin, C. C., & Fan, C. (2020). Characteristic analysis of occupational accidents using machine learning techniques. *Safety Science*, 124, 104607.
<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104607>
- Congreso de la República de Colombia. (1979). *Ley 9 de 1979. Por la cual se dictan medidas sanitarias*. Diario Oficial No. 35.308.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1177>
- Congreso de la República de Colombia. (2008). *Ley 1266 de 2008. Por la cual se dictan las disposiciones generales del hábeas data y se regula el manejo de la información financiera, crediticia, comercial, de servicios y la proveniente de terceros países*. Diario Oficial No. 47.219.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=34488>
- Congreso de la República de Colombia. (2012). *Ley 1562 de 2012. Por la cual se modifica el Sistema General de Riesgos Laborales y se dictan otras disposiciones en materia de salud*

- ocupacional*. Diario Oficial No. 48.488.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=48365>
- Congreso de la República de Colombia. (2012). *Ley 1581 de 2012. Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales*. Diario Oficial No. 48.587.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=49981>
- Congreso de la República de Colombia. (2012a). *Ley 1562 de 2012. Por la cual se modifica el Sistema General de Riesgos Laborales*. Diario Oficial No. 48.488.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=48365>
- Congreso de la República de Colombia. (2012b). *Ley 1581 de 2012. Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales*. Diario Oficial No. 48.587.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=49981>
- Congreso de la República de Colombia. (2019). *Ley 1955 de 2019. Por el cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018–2022 “Pacto por Colombia, pacto por la equidad”*. Diario Oficial No. 50.964.
- Congreso de la República de Colombia. (2019). *Ley 1964 de 2019. Por medio de la cual se promueve el desarrollo y uso de vehículos eléctricos en Colombia*. Diario Oficial No. 50.990. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=90377>
- Consejo Colombiano de Seguridad. (2024). *Informe de siniestralidad laboral 2024*. CCS.
https://ccs.org.co/observatorio/assets/boletin_fasecolda/67f54ebbcab3f.pdf
- Cruz, J., & Morales, A. (2023). Big data e inteligencia artificial aplicadas a la gestión preventiva en el trabajo. *Revista Iberoamericana de Seguridad Laboral*.

Decreto 1072 de 2015. (2015). *Por el cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo*. Diario Oficial de la República de Colombia.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=72173>

Decreto 1377 de 2013. (2013). *Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 1581 de 2012 sobre protección de datos personales*.

Departamento Nacional de Planeación. (2019). *Documento CONPES 3975: Política nacional para la transformación digital e inteligencia artificial*.

<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3975.pdf>

Fiegler-Rudol, J., Lau, K., Mroczek, A., & Kasperczyk, J. (2025). Exploring human–AI dynamics in enhancing workplace health and safety: A narrative review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 22(2), 199.

<https://doi.org/10.3390/ijerph22020199>

García-Peñaloza, N. C., Loaiza-Vera, J. L., Pérez-Cabrera, M. M., Serrato-Rojas, D., & Nogales-Gómez, M. L. (2025). Implementación de la inteligencia artificial en los procesos de salud y seguridad en el trabajo. *Gestión y Desarrollo Libre*, 10(2), 45–58.

https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/gestion_libre/article/view/12656

Gazcón Ochoa, L. M. (2024). *Tecnologías basadas en inteligencia artificial aplicadas a la gestión de la seguridad y salud en el trabajo: Estado de arte* [Trabajo de grado, Universidad Industrial de Santander].

González, L., Martínez, D., & Rincón, J. (2023). Innovación tecnológica y desafíos del SG-SST en Colombia. *Revista Colombiana de Salud Ocupacional*.

Hernández, M., Rojas, C., & Peña, F. (2022). Costos económicos y sociales de la accidentalidad laboral en Colombia. *Revista Colombiana de Salud Ocupacional*.

- Khan, M. I., Lee, S., & Kim, J. (2022). Data quality challenges in applying machine learning to occupational safety. *Journal of Safety Research*, 81, 45–56. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2022.02.005>
- Kumar, S., Kumar, R., & Singh, A. (2021). *Artificial intelligence in occupational safety: Opportunities and challenges*. *Journal of Cleaner Production*, 298, 126657. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126657>
- Ley 9 de 1979. (1979). *Por la cual se dictan medidas sanitarias*. Diario Oficial No. 35.308.
- Li, X., Fang, D., & Love, P. (2021). Computer vision applications for safety in construction: Current status and future directions. *Automation in Construction*. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103487>
- Maheronnaghsh, S., Zolfagharnasab, H., Gorgich, M., & Duarte, J. (2023). *Machine learning in Occupational Safety and Health: A systematic review*. *International Journal of Occupational and Environmental Safety*, 7(1). https://doi.org/10.24840/2184-0954_007-001_001586
- Marhavilas, P. K., Koulouriotis, D., & Gemeni, V. (2020). Risk analysis and assessment methodologies in the work environment using artificial intelligence approaches. *Safety Science*, 125, 104658. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104658>
- Ministerio de Trabajo. (1979). *Resolución 2400 de 1979. Estatuto de seguridad industrial*. Diario Oficial No. 35.308.
- Ministerio de Trabajo. (1994). *Decreto 1295 de 1994. Por el cual se determina la organización y administración del Sistema General de Riesgos Profesionales*.
- Ministerio de Trabajo. (2015). *Decreto 1072 de 2015. Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo*. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=72173>

Ministerio de Trabajo. (2019). *Resolución 0312 de 2019. Por la cual se definen los estándares mínimos del SG-SST.*

Ministerio de Trabajo. (2019). *Resolución 0312 de 2019. Por la cual se definen los estándares mínimos del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST.*
<https://www.mintrabajo.gov.co>

Organización de las Naciones Unidas. (2023). *Objetivos de desarrollo sostenible: Informe 2023.*
Naciones Unidas.

Organización Internacional del Trabajo. (1981). *Convenio 155 sobre seguridad y salud de los trabajadores y medio ambiente de trabajo.* OIT.

Organización Internacional del Trabajo. (2006). *Convenio 187 sobre el marco promocional para la seguridad y salud en el trabajo.* OIT.

Organización Internacional del Trabajo. (2023). *Seguridad y salud en el centro del futuro del trabajo.* OIT.

Park, J., & Lee, S. (2022). Wearable sensor-based safety systems in mining industry: A review. *Minerals*, 12(5), 512. <https://doi.org/10.3390/min12050512>

Resolución 2400 de 1979. (1979). *Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo.* Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.

Russell, S., & Norvig, P. (2021). *Artificial intelligence: A modern approach* (4th ed.). Pearson Educación.

UNESCO. (2021). *Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial.* UNESCO.

- Vallejo-Morán, J. C., & Núñez Solano, S. J. (2024). *La Inteligencia Artificial en la Gestión de la Seguridad y Salud Laboral en los Procesos Productivos: Una Revisión Sistemática. Ciencia y Reflexión*, 4(1). <https://doi.org/10.70747/cr.v4i1.215>
- Zhang, M., Fang, D., & Cheng, C. (2019). Predictive modeling of construction accidents using artificial intelligence techniques. *Automation in Construction*, 102, 99–109. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.02.009>
- Zhao, Y., Liu, J., & Zhou, H. (2022). Machine learning applications for occupational accident prediction: A systematic review. *Accident Analysis & Prevention*, 170, 106706. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2022.106706>