

INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES LABORALES: UNA REVISIÓN EXHAUSTIVA DEL ESTADO DEL ARTE Y PERSPECTIVAS FUTURAS

**LISETH JOHANA OVALLE RIVERA
DIR. ING ALEXANDER PULIDO SAAVEDRA**

Facultad de ingeniería ambiental, Universidad Santo Tomás seccional Tunja,
liseth.ovalle@usantoto.edu.co

Resumen

Con el propósito de comprender a profundidad el papel de la inteligencia artificial en la prevención de accidentes laborales, se llevó a cabo una búsqueda sistemática en las bases de datos Scopus y Science Direct. En una primera etapa se identificaron cerca de 900 artículos relacionados con el tema. Posteriormente, se aplicaron filtros por año de publicación (2024–2025), por autor para evitar duplicaciones y por disponibilidad, seleccionando únicamente los estudios cuyo texto completo podía abrirse y analizarse. Esta depuración permitió obtener una muestra depurada y vigente, de la cual se seleccionaron 36 estudios clave que abordaban aplicaciones prácticas, enfoques metodológicos y resultados relevantes en diferentes sectores como transporte, industria, procesos críticos, salud ocupacional, así como discusiones sobre ética y confianza en sistemas de IA.

La metodología consistió en clasificar los artículos según su campo de aplicación y examinar detalladamente los enfoques tecnológicos empleados. Entre las técnicas más destacadas se encuentran el aprendizaje automático, las redes neuronales profundas, los sistemas multimodales, los gemelos digitales y los marcos de inteligencia artificial explicable. Los hallazgos fueron organizados en tablas comparativas que facilitaron la identificación de tendencias, avances tecnológicos y desafíos comunes presentes en los distintos sectores analizados.

Los resultados muestran que la inteligencia artificial ha logrado avances significativos en diversos frentes. Se evidencian progresos en la predicción temprana de fallas industriales, el fortalecimiento de la confiabilidad en sistemas críticos, la optimización de la seguridad en entornos laborales y la integración de elementos éticos y humanos en la toma de decisiones.

automatizadas. Estos avances reflejan un camino sólido hacia una gestión más segura, eficiente y responsable de los riesgos laborales.

Abstract

To gain a deeper understanding of the role of artificial intelligence in preventing workplace accidents, a systematic search was conducted in the Scopus and ScienceDirect databases. In the first stage, approximately 900 articles related to the topic were identified. Subsequently, filters were applied by publication year (2024–2025), by author to avoid duplication, and by availability, selecting only studies whose full text could be opened and analyzed. This refinement yielded a current and accurate sample, from which 36 key studies were selected. These studies addressed practical applications, methodological approaches, and relevant results in various sectors, including transportation, industry, critical processes, occupational health, and discussions on ethics and trust in AI systems.

The methodology consisted of classifying the articles according to their field of application and examining in detail the technological approaches employed. Among the most prominent techniques were machine learning, deep neural networks, multimodal systems, digital twins, and explainable artificial intelligence frameworks. The findings were organized into comparative tables that facilitated the identification of trends, technological advancements, and common challenges present in the various sectors analyzed.

The results show that artificial intelligence has made significant progress on several fronts. Advances are evident in the early prediction of industrial failures, the strengthening of reliability in critical systems, the optimization of safety in work environments, and the integration of ethical and human elements into automated decision-making. These advances reflect a solid path toward safer, more efficient, and more responsible management of workplace risks.

Palabras clave: Inteligencia artificial, Prevención de accidentes, Procesos críticos, Sistemas de confianza, Técnicas de IA.

Keywords: Artificial intelligence, Accident prevention, Critical processes, Trusted systems, AI techniques.

Introducción

El avance de la inteligencia artificial ha transformado la gestión de seguridad y la prevención de riesgos en diferentes ámbitos. Se encuentran aspectos importantes como la capacidad de los algoritmos de aprendizaje automático y profundo para analizar grandes volúmenes de datos, identificar patrones ocultos y generar predicciones precisas que han convertido a la inteligencia artificial en un elemento esencial para prevenir accidentes. Ejemplos de ellos son los modelos de pronóstico de fallas en sistemas energéticos (Zhao et al., 2024), o los sistemas de detección de anomalías en sistemas inteligentes (Fahrman et al., 2024), que determinan esta evidencia en la seguridad industrial y social.

En el ámbito del transporte y la movilidad, la IA ha sido fundamental en el desarrollo de vehículos autónomos, sistemas de asistencia a la conducción y predicción de riesgos marítimos. Algunas investigaciones como la de (Garikapati & Shetiya, 2024) y (Feng et al., 2024), demuestran que la combinación de aprendizaje automático y sensores inteligentes pueden reducir significativamente accidentes marítimos, incrementando la seguridad de los usuarios y la eficiencia en la gestión del transporte.

La industria y la construcción representan otro aspecto muy importante para la aplicación de la IA en seguridad. Estudios como el de (S. Li et al., 2024) y (Arunthavanathan et al., 2024), resaltan como los modelos híbridos y las arquitecturas de la industria 4.0 permiten anticipar fallos en maquinaria, gestionar procesos de forma más segura y fortalecer la formación entre automatización y supervisión humana.

En el área de la salud y la seguridad ocupacionales, la IA ha permitido avances en la detección temprana de riesgos y en la protección de los trabajadores. Por ejemplo, (Shah & Mishra, 2024), describe como la IA puede identificar en tiempo real condiciones peligrosas en fábricas y obras, mientras que (Hasan et al., 2024), demostró que los sistemas multimodales elevan la precisión diagnóstica en entornos hospitalarios en más de un 20%.

Finalmente, la presente investigación tiene como objetivo analizar de manera integral los aportes mas recientes de la inteligencia artificial en la prevención de accidentes y la gestión de la seguridad en diferentes factores. De manera específica, se busca identificar las principales aplicaciones de la IA en transporte, industria, salud, sistemas críticos y reflexionar sobre los retos éticos, de explicabilidad y de confianza que plantea la adopción de estas tecnologías (Hoenig et al., 2024).

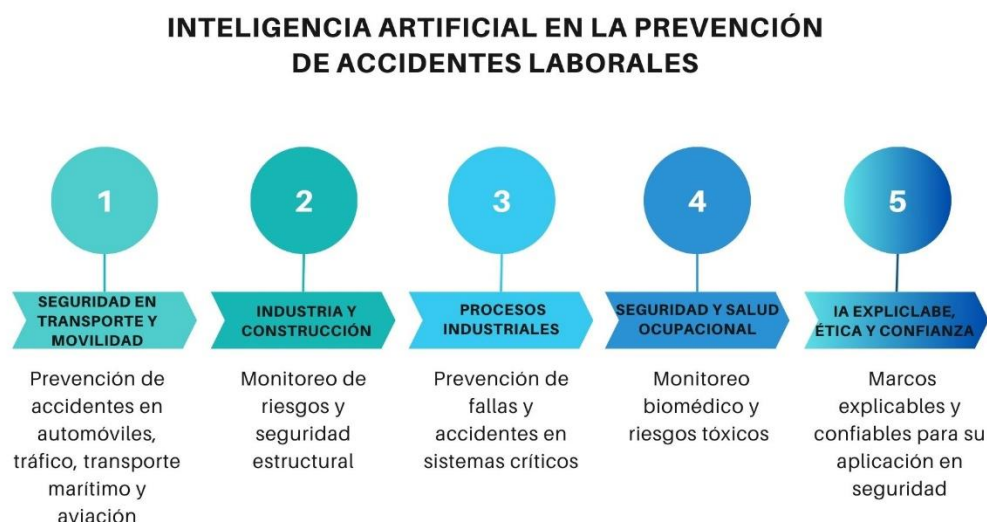
Metodología

La presente investigación implementa una revisión sistemática de literatura siguiendo lineamientos PRISMA, con el fin de garantizar un proceso transparente y reproducible. La búsqueda se realizó en las bases de datos Scopus y Science Direct entre enero y septiembre de 2024, a partir de la cual se identificaron inicialmente cerca de 900 artículos relacionados con inteligencia artificial aplicada a la prevención de accidentes laborales. Posteriormente, se aplicó un filtro por año que permitió limitar la revisión exclusivamente a publicaciones recientes correspondiente a los años 2024 y 2025, asegurando la actualidad del estado del arte. Adicionalmente, se realizó un filtro por autor con el propósito de descartar duplicaciones asociadas a grupos de investigación que publican múltiples versiones del mismo estudio, y finalmente se aplicó un filtro de disponibilidad, que consistió en seleccionar únicamente artículos con acceso completo al texto, excluyendo aquellos que no podían abrirse, presentaban restricciones de visualización o no contaban con acceso institucional.

Para la búsqueda se utilizaron cadenas booleanas combinando términos como: “artificial intelligence” AND “accident prevention”, “machine learning” AND “industrial safety”, “AI” AND “critical systems” AND “risk prediction”, y “explainable AI” AND “trustworthy AI”. Tras aplicar los filtros de año, autor y disponibilidad, el total de documentos se redujo de 900 a 210. Posteriormente, al aplicar los criterios de inclusión (que exigían pertinencia temática, metodologías definidas y aplicación en seguridad laboral, transporte, industria, salud, construcción o sistemas críticos) el número descendió a 118 artículos. Finalmente, luego de una evaluación exhaustiva de relevancia, calidad metodológica y coherencia con los objetivos de la investigación, se seleccionaron 36 artículos que constituyeron la base del análisis desarrollado.

Una vez depurada la muestra, los artículos se clasificaron en cinco grandes ejes de análisis: transporte y movilidad, industria y construcción, procesos industriales y sistemas críticos, salud y seguridad ocupacional, y ética, explicabilidad y confianza en IA. Esta organización permitió identificar tendencias, aportes tecnológicos y desafíos presentes en cada sector. La Figura 1 presenta de forma sintética las fases del proceso metodológico aplicado en esta revisión.

Figura 1. Fases de la metodología



Fuente. Autor

Cada grupo temático se formó considerando los objetivos, aplicaciones y tecnologías predominantes en los estudios, lo cual facilitó identificar tendencias comunes y aportes relevantes.

Resultados

Seguridad en transporte y movilidad

El análisis de los artículos relacionados con transporte y movilidad permitió identificar diferentes metodologías de aplicación de la inteligencia artificial en la prevención de accidentes. Estas metodologías se pueden basar en cuatro grandes enfoques:

1. **Modelos de aprendizaje automático ML predictivo:** Según el artículo de Feng et al., (2024), se utiliza algoritmos como LightGBM y Random Forest para clasificar accidentes según nivel de severidad.
2. **Sensores biomédicos e IoT integrados a IA:** Estos están enfocados en la detección de fatiga y somnolencia de conductores mediante señales fisiológicas (ECG, EEG, EOG). (Alguindigue et al., 2024; Das et al., 2024)
3. **Marcos integrados para vehículos autónomos:** Incorporan redes neuronales profundas, sistemas ciber físicos e IA explicable para garantizar la seguridad vial. (Garikapati & Shetiya, 2024; Shafique et al., 2024).
4. **IA en sistemas aéreos no tripulados (drones):** Aplicada a la navegación autónoma y a la prevención de colisiones real, donde se analizan redes neuronales convolucionales y aprendizaje por refuerzo en esquemas de evasión. (Rezaee et al., 2024)

La Tabla 1 resume la clasificación de los artículos relacionados con transporte y movilidad, destacando la técnica de inteligencia artificial empleada y la aplicación específica en la prevención de accidentes, lo que permite comparar fácilmente los enfoques utilizados en cada estudio.

Tabla 1. Técnicas IA sector seguridad en transporte y movilidad

Autor (año)	Transporte	Técnica de IA	Aplicación de seguridad
(Garikapati & Shetiya, 2024)	Vehículos autónomos	ML + DL + IoT	Prevención de accidentes viales
(Das et al., 2024)	Automóvil (conductores)	IoT + visión	Detección de somnolencia
(Alguindigue et al., 2024)	Automóvil (conductores)	ML + biosensores	Prevención de fatiga
(Feng et al., 2024)	Marítimo	LightGBM	Predicción de severidad de accidentes

(Brandt et al., 2024)	Marítimo	ML híbrido	Predicción de riesgos marítimos
(Rana & Khatri, 2024)	Transporte terrestre	DL + IA integrada	Sistemas inteligentes de conducción
(Shafique et al., 2024)	Vehículos autónomos	Redes neuronales	Mejora de seguridad vial
(Rezaee et al., 2024)	Aéreo (drones)	CNN + RL	Prevención de colisiones en drones
(Garikapati & Shetiya, 2024)	Vehículos autónomos	ML + DL + IoT	Prevención de accidentes viales

Fuente: Autor

Industria y construcción

La incorporación de la inteligencia artificial en el sector de industria y de la construcción ha sido esencial en cuanto al cambio significativo en la manera de gestionar la salud ocupacional y prevenir accidentes laborales. La revisión de los artículos permitió identificar cinco enfoques metodológicos que aplican diferentes métodos de IA para abordar riesgos entornos de obra y en sistemas industriales: visión por computadora para el monitoreo de seguridad de obra, detección automatizada de fallas estructurales, machine learning aplicado a riesgos laborales, sistemas de soporte inteligente para la toma de decisiones y análisis ético-regulatorio de la IA en construcción.

1. **Visión por computadora para seguridad en obra:** Según un artículo realizado por Li et al., (2024), se pueden implementar técnicas de detección automática de riesgo estructurales y conductas inseguras. En este artículo se analizan redes neuronales convolucionales (CNN) y algoritmos híbridos para monitoreo en tiempo real.
2. **Detección automatizada de fallas estructurales:** Por otro lado, el artículo de Shahin et al., (2024) propone el uso de IA híbrida para localizar y clasificar grietas en concreto.
3. **Machine learning aplicado a la seguridad ocupacional:** Algoritmos de clasificación y predicción de riesgos laborales en sistemas industriales. (Ghadi et al., 2024)

- 4. **Sistemas de soporte de decisiones inteligentes:** Aplicación de IA en marcos de gestión de riesgos y seguridad de operaciones industriales. (Zhang et al., 2025)
- 5. **Aspectos éticos y regulatorios de la IA en construcción:** Revisión de riesgos sociales y laborales en la incorporación de IA y robótica. (Liang et al., 2023)

La Tabla 2 presenta las principales técnicas de inteligencia artificial aplicadas en la industria y la construcción, junto con su aplicación principal, permitiendo identificar los enfoques más utilizados en seguridad laboral y monitoreo en obra.

Tabla 2. Técnicas IA sector industria y construcción

Técnica de IA	Aplicación principal
Visión por computadora (CNN, DL). (J. Li et al., 2024)	Monitoreo en tiempo real de seguridad en obra
IA híbrida (DL + ML). (Shahin et al., 2024)	Identificación de fallas estructurales
Machine learning (RF, SVM). (Ghadi et al., 2024)	Predicción de riesgos en industria
IA en sistemas expertos. (Zhang et al., 2025)	Soporte inteligente en seguridad laboral
IA + robótica. (Liang et al., 2023)	Ética y confiabilidad en construcción
Big data + ML. (Smetana et al., 2024)	Análisis de riesgos en obras viales
Bibliometría + análisis descriptivo. (Tamascelli et al., 2024)	Tendencias en IA para seguridad ocupacional

Fuente: Autor

Según lo anterior, se evidencia que la inteligencia artificial no solo ofrece herramientas técnicas para la prevención de riesgos y aporta a la seguridad en entornos industriales y de construcción, sino que también propone la necesidad de integrar marcos técnicos que garanticen su implementación responsable.

Procesos industriales y sistemas críticos

Los resultados de los artículos muestran como la inteligencia artificial está transformando la seguridad en procesos industriales y sistemas críticos, con avances tangibles en la detección temprana de riesgos, mantenimiento predictivo y optimización de seguridad operacional. Para ello se categorizan en los siguientes modelos:

1. **Monitoreo y predicción de falla:** Un artículo realizado por Zhao et al., (2024) logró pronósticos de degradación de baterías con reducción de fallas catastróficas en un 30% gracias a ML avanzado.

Por otro lado, se puede mejorar la predicción de fallas en bombas industriales alcanzando el 90% de precisión, superando modelos LSTM-CNN y GWO-lightGBM. (S. Li et al., 2024)

2. **Sistemas críticos y confiabilidad:** Perez-Cerrolaza et al., (2024), identifica los retos de la “caja negra” de IA en contextos de transporte, energía y manufactura, proponiendo integrar IA explicable y marcos de seguridad funcional (FuSa, SOTIF).
3. **Procesos autónomos y control adaptativo:** Nieves et al., (2024), demostró mejoras en procesos de soldadura, moldeo e inyección de plásticos, destacando la capacidad de RL para adaptarse en tiempo real a variaciones industriales.
4. **Perspectiva regulatoria sostenible:** También se puede resaltar el papel de IIOT, Digital Twins y Air n la optimización de la gestión de riesgos, anticipando una integración regulatoria más estricta. (Abedsoltan et al., 2024)
5. Arunthavanathan et al., (2024), plantea la necesidad de IA en cooperación con humanos (inteligencia artificial + inteligencia aumentada), destacando que la automatización total sin supervisión humana incrementa muchos riesgos.
6. Ortega-Gras et al., (2025), confirma que la implementación de IoT y big data en manufactura reduce hasta un 35% las emisiones de CO2 y mejora la eficiencia de procesos productivos.

La Tabla 3 muestra los hallazgos más relevantes en procesos industriales y sistemas críticos, organizando los estudios según su contexto, la técnica de IA utilizada y los resultados clave obtenidos.

Tabla 3. Técnicas IA sector procesos industrial y sistemas críticos

Autor (año)	Contexto	Técnica de IA	Resultados clave
Li et al. (2024)	Industria de bombas	LightGBM híbrido. (Perez-Cerrolaza et al., 2024)	90% precisión en predicción de fallas
Abedsoltan et al. (2024)	Procesos químicos	ML + Digital Twins. (Abedsoltan et al., 2024)	Integración de IIoT para gestión de riesgos
Perez-Cerrolaza et al. (2024)	Sistemas críticos	ML + XAI. (Perez-Cerrolaza et al., 2024)	Identificación de limitaciones en IA de seguridad
Nievas et al. (2024)	Manufactura (soldadura, inyección)	Reinforcement Learning. (Nievas et al., 2024)	Control autónomo adaptativo
Arunthavanathan et al. (2024)	Industria 4.0	IA + Inteligencia aumentada. (Arunthavanathan et al., 2024)	Complementariedad humano-máquina en seguridad
Ortega-Gras et al. (2025)	Manufactura circular	IoT + Big Data. (Ortega-Gras et al., 2025)	Reducción del 35% en emisiones de CO ₂
Li et al. (2024)	Energía (baterías)	ML. (Zhao et al., 2024)	Prevención de fallas catastróficas

Fuente: Autor

Salud y seguridad ocupacional

Los trabajos revisados en el ámbito de salud y seguridad ocupacionales aplican la inteligencia artificial (IA) desde tres enfoques principales:

- 1. Monitores y prevención en la salud ocupacional:** (Shah & Mishra, 2024), propone un marco de integración de IA en prevención de riesgos laborales, combinando procesamiento de datos biométricos y sistemas de soporte de decisiones.

Por otro lado, Lindroth et al., (2024) implementa modelos de visión por computadora y ML en monitoreo hospitalario para detectar condiciones inseguras.

(Hasan et al., 2024), emplea sensores multimodales y modelos explicables para monitorear signos vitales y prevenir riesgos.

- 2. Prevención de riesgos específicos y detección temprana:**

Wang et al., (2024), combina espectroscopia fotoacústica con redes neuronales U-Net para detectar gases tóxicos a nivel de trazas en entornos industriales.

(Buyuktepe et al., 2025), utiliza LIME, SHAP, WIT, para interpretar fraudes alimentarios que afectan a la salud pública.

- 3. Aplicaciones en deporte y bienestar:** Musat et al., (2024), revisa modelos de redes neuronales y random forests para predecir riesgo de lesiones en atletas.

Por otro lado, se tienen mejoras en la detección temprana de riesgos. Por ejemplo, los sensores potenciados con IA lograron detectar HCN en concentraciones de 0.89 ppb con tiempo de respuesta de 1 segundo, lo que presenta un avance en monitoreo ambiental y seguridad industrial (Wang et al., 2024). En salud hospitalaria, los sistemas multimodales mejoraron la precisión diagnóstica en un 15-20% frente a métodos tradicionales. (Hasan et al., 2024)

La integración de IA en seguridad ocupaciones permite detectar condiciones peligrosas en tiempo real en fábricas y obras, reduciendo incidentes laborales (Shah & Mishra, 2024). En fraudes alimentarios, el uso de XAI (SHAP, LIME) permitió identificar los factores mas influyentes en adulteraciones, aumentando la transparencia regulatoria (Buyuktepe et al., 2025).

En deportes de contacto, los algoritmos de ML identificaron patrones de riesgo en lesiones musculoesqueléticas, favoreciendo entrenamientos personalizados y prevención proactiva. (Musat et al., 2024).

La Tabla 4 sintetiza las aplicaciones de inteligencia artificial en salud y seguridad ocupacional, presentando los contextos evaluados, las técnicas empleadas y los principales resultados alcanzados en cada investigación.

Tabla 4. Técnicas IA sector salud y seguridad ocupacional

Contexto	Técnica de IA	Resultados clave
Seguridad laboral	ML + sistemas de soporte (Shah & Mishra, 2024)	Prevención de accidentes en tiempo real
Salud hospitalaria	Visión por computadora(Lindroth et al., 2024)	Mejora de detección de riesgos clínicos
Salud ocupacional	Modelos multimodales + XAI (Hasan et al., 2024)	+20% precisión diagnóstica
Seguridad industrial	U-Net en sensores fotoacústicos (Wang et al., 2024)	Detección de HCN a 0.89 ppb
Seguridad alimentaria	DL + XAI (SHAP, LIME) (Buyuktepe et al., 2025)	Identificación de fraudes alimentarios
Seguridad deportiva	CNN + RF + ANN (Musat et al., 2024)	Predicción de lesiones deportivas

Fuente: Autor

IA explicable, ética y confianza

La metodología de este bloque de análisis se centró en la revisión de nueve artículos que abordan la ética, la explicabilidad y la confianza en sistemas de inteligencia artificial aplicados a seguridad. Los textos fueron clasificados en cuatro ejes metodológicos:

1. **Explicabilidad y transparencia en sistemas críticos:** Hoenig et al., (2024), identificó que la incorporación de XAI mejora la trazabilidad de fallos en sistemas industriales en un 25% en tiempos de diagnóstico.

Huang et al., (2024), destacó la necesidad de métricas de robustez frente a ataques adversarios en IA de gran escala.

2. **Modelos de confianza y toma de decisiones multicriterio:** Abdel-Basset et al., (2025), validó un esquema que prioriza riesgos en infraestructura crítica con un índice de coherencia de 0.89, reforzando la toma de decisiones en tiempo real.

Almatared et al., (2024), demostró que los gemelos digitales reducen en un 30% los tiempos de respuesta en simulaciones de incendios.

3. **Integración de IA y ética humana:** Davila-Gonzalez & Martin, (2024), propuso un modelo que combina datos fisiológicos, emocionales y cognitivos, para detectar estrés y ansiedad laboral en etapas tempranas.

Chutia & Baruah, (2024), sistematizó el uso de CNN y RNN en monitoreo emocional, logrando precisiones superiores al 85% en clasificación de estados afectivos.

4. **Detección de anomalías y percepción ambiental:** Tibaduiza et al., (2024), validó su aplicación en la detección de contaminantes y gases tóxicos con alta sensibilidad.

Fahrmann et al., (2024), mostró que los algoritmos basados en Deep learning alcanzan mejorar del 18% en recall de anomalías frente a métodos estadísticos.

La Tabla 5 organiza los resultados clave de los estudios sobre inteligencia artificial explicable, destacando los avances en transparencia, detección de anomalías, robustez y toma de decisiones en sistemas críticos

Tabla 5. Resultados clave en los sistemas relacionados con IA explicable

Contexto	Resultados clave
Sistemas ciberfísicos	+25% eficiencia en trazabilidad de fallos mediante XAI. (Hoenig et al., 2024)
Modelos de gran escala	Necesidad de métricas robustas contra ataques adversarios. (Huang et al., 2024)
Seguridad industrial	Índice de coherencia 0.89 en decisiones multicriterio. (Abdel-Basset et al., 2025)
Seguridad contra incendios	-30% tiempo de respuesta en escenarios de evacuación. (Almatared et al., 2024)
Industria 5.0	Detección temprana de estrés y ansiedad en trabajadores. (Davila-Gonzalez & Martin, 2024)
Análisis emocional	Precisión >85% en clasificación de estados afectivos. (Chutia & Baruah, 2024)
Sensores industriales	Detección de contaminantes y gases tóxicos con alta sensibilidad. (Tibaduiza et al., 2024)
Entornos inteligentes	+18% recall en detección de anomalías con deep learning. (Fahrman et al., 2024)

Fuente: Autor

La Tabla 6 presenta las recomendaciones priorizadas derivadas del análisis, organizadas según la acción sugerida, el actor responsable, el plazo de implementación y el indicador de éxito asociado.

Tabla 6. Recomendaciones priorizadas

Acción prioritaria	Actor responsable	Plazo estimado	Indicador de éxito
Implementar proyectos piloto de IA en áreas críticas de seguridad	Gerencia / SST / TI	Corto plazo (6 meses)	Piloto en funcionamiento y reducción inicial de incidentes reportada
Establecer lineamientos éticos, protocolos de uso y protección de datos	Comité de ética / Jurídica	Corto plazo (3–6 meses)	Documento aprobado y aplicado en procesos internos
Capacitar al personal en competencias digitales e interacción con IA	Talento humano / SST	Mediano plazo (6–12 meses)	Al menos 70% del personal capacitado y certificado
Integrar modelos explicables (XAI) en sistemas críticos	Área de TI / Ingeniería	Mediano plazo (12 meses)	Mejora comprobada en trazabilidad y auditoría de decisiones automatizadas
Actualizar infraestructura tecnológica para soportar IA	Tecnología / Finanzas	Largo plazo (1–2 años)	Sistemas actualizados con capacidad para IA e IoT
Desarrollar alianzas con universidades para validación y ensayo de modelos	Dirección institucional	Largo plazo (1–2 años)	Dos o más proyectos colaborativos implementados

Fuente: Autor

Conclusiones

La inteligencia artificial representa un avance significativo en la prevención de accidentes laborales, pero su aplicación en entornos reales aún enfrenta limitaciones importantes. Muchos de los modelos desarrollados funcionan adecuadamente en escenarios controlados, sin embargo, al trasladarse a empresas con infraestructuras tecnológicas limitadas o con datos incompletos, su efectividad puede disminuir. Esta brecha entre la teoría y la práctica evidencia la necesidad de adaptar las soluciones de IA a las condiciones específicas de cada organización.

Otro desafío clave radica en la gestión de los datos y la ética en su uso. Las empresas requieren información confiable, actualizada y bien estructurada para que los sistemas de inteligencia artificial operen de manera precisa. Al mismo tiempo, deben garantizar la protección de los datos personales y laborales, estableciendo políticas claras que regulen la transparencia y la responsabilidad en la toma de decisiones automatizadas.

La aceptación y capacitación del personal también son factores determinantes. La resistencia al cambio, el temor a la sustitución laboral y la falta de formación pueden limitar la adopción de estas tecnologías. Por ello, la integración de la inteligencia artificial debe entenderse como un proceso gradual que combine innovación tecnológica con desarrollo humano y cultural dentro de las organizaciones.

Finalmente, para lograr una integración eficiente y sostenible, se recomienda que las empresas implementen proyectos piloto, fortalezcan la formación técnica y establezcan alianzas con universidades y centros de investigación. De esta manera, la inteligencia artificial podrá consolidarse como una herramienta confiable y ética que, más allá de automatizar procesos, contribuya a construir entornos laborales más seguros, eficientes y orientados al bienestar humano.

Referencias

- Abdel-Basset, M., Mohamed, R., & Chang, V. (2025). A Multi-Criteria Decision-Making Framework to Evaluate the Impact of Industry 5.0 Technologies: Case Study, Lessons Learned, Challenges and Future Directions. *Information Systems Frontiers*, 27(2), 791–821. <https://doi.org/10.1007/s10796-024-10472-3>
- Abedsoltan, H., Abedsoltan, A., & Zoghi, Z. (2024). Future of process safety: Insights, approaches, and potential developments. In *Process Safety and Environmental Protection* (Vol. 185, pp. 684–707). Institution of Chemical Engineers. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2024.03.034>
- Alguindigue, J., Singh, A., Narayan, A., & Samuel, S. (2024). *Biosignals Monitoring for Driver Drowsiness Detection Using Deep Neural Networks*.
- Almatared, M., Liu, H., Abudayyeh, O., Hakim, O., & Sulaiman, M. (2024). Digital-Twin-Based Fire Safety Management Framework for Smart Buildings. *Buildings*, 14(1). <https://doi.org/10.3390/buildings14010004>
- Arunthavanathan, R., Sajid, Z., Amin, M. T., Tian, Y., Khan, F., & Pistikopoulos, E. (2024). Process safety 4.0: Artificial intelligence or intelligence augmentation for safer process operation? *AIChE Journal*, 70(7). <https://doi.org/10.1002/aic.18475>
- Brandt, P., Munim, Z. H., Chaal, M., & Kang, H. S. (2024). Maritime accident risk prediction integrating weather data using machine learning. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 136. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2024.104388>
- Buyuktepe, O., Catal, C., Kar, G., Bouzemrak, Y., Marvin, H., & Gavai, A. (2025). Food fraud detection using explainable artificial intelligence. *Expert Systems*, 42(1). <https://doi.org/10.1111/exsy.13387>
- Chutia, T., & Baruah, N. (2024). A review on emotion detection by using deep learning techniques. *Artificial Intelligence Review*, 57(8). <https://doi.org/10.1007/s10462-024-10831-1>
- Das, S., Pratihari, S., Prahan, B., Jhaveri, R., & Benedetto, F. (2024). IoT-Assisted Automatic Driver Drowsiness Detection through Facial Movement Analysis Using Deep Learning and a U-Net-Based ArchitectureIoT-Assisted Automatic Driver Drowsiness Detection through Facial Movement Analysis Using Deep Learning and a U-Net-Based Architecture. *Creative Commons Attribution (CC BY)*.
- Davila-Gonzalez, S., & Martin, S. (2024). Human Digital Twin in Industry 5.0: A Holistic Approach to Worker Safety and Well-Being through Advanced AI and Emotional Analytics. *Sensors*, 24(2). <https://doi.org/10.3390/s24020655>
- Fahrman, D., Martin, L., Sanchez, L., & Damer, N. (2024). Anomaly Detection in Smart Environments: A Comprehensive Survey. *IEEE Access*, 12, 64006–64049. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3395051>

- Feng, Y., Wang, X., Chen, Q., Yang, Z., Wang, J., Li, H., Xia, G., & Liu, Z. (2024). *Prediction of the severity of marine accidents using improved machine learning*.
- Garikapati, D., & Shetiya, S. S. (2024). Autonomous Vehicles: Evolution of Artificial Intelligence and the Current Industry Landscape. In *Big Data and Cognitive Computing* (Vol. 8, Issue 4). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/bdcc8040042>
- Ghadi, Y. Y., Mazhar, T., Shloul, T. Al, Shahzad, T., Salaria, U. A., Ahmed, A., & Hamam, H. (2024). Machine Learning Solutions for the Security of Wireless Sensor Networks: A Review. *IEEE Access*, 12, 12699–12719. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3355312>
- Hasan, M. M., Watling, C. N., & Larue, G. S. (2024). Validation and interpretation of a multimodal drowsiness detection system using explainable machine learning. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 243. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2023.107925>
- Hoenig, A., Roy, K., Acquaah, Y. T., Yi, S., & Desai, S. S. (2024). Explainable AI for Cyber-Physical Systems: Issues and Challenges. *IEEE Access*, 12, 73113–73140. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3395444>
- Huang, X., Ruan, W., Huang, W., Jin, G., Dong, Y., Wu, C., Bensalem, S., Mu, R., Qi, Y., Zhao, X., Cai, K., Zhang, Y., Wu, S., Xu, P., Wu, D., Freitas, A., & Mustafa, M. A. (2024). A survey of safety and trustworthiness of large language models through the lens of verification and validation. *Artificial Intelligence Review*, 57(7). <https://doi.org/10.1007/s10462-024-10824-0>
- Li, J., Miao, Q., Zou, Z., Gao, H., Zhang, L., Li, Z., & Wang, N. (2024). A Review of Computer Vision-Based Monitoring Approaches for Construction Workers' Work-Related Behaviors. *IEEE Access*, 12, 7134–7155. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3350773>
- Li, S., Jin, N., Dogani, A., Yang, Y., Zhang, M., & Gu, X. (2024). Enhancing LightGBM for Industrial Fault Warning: An Innovative Hybrid Algorithm. *Processes*, 12(1). <https://doi.org/10.3390/pr12010221>
- Liang, C.-J., Le, T.-H., Ham, Y., Mantha, B. R. K., Cheng, M. H., & Lin, J. J. (2023). *Ethics of Artificial Intelligence and Robotics in the Architecture, Engineering, and Construction Industry*. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2024.105369>
- Lindroth, H., Nalaie, K., Raghu, R., Ayala, I. N., Busch, C., Bhattacharyya, A., Moreno Franco, P., Diedrich, D. A., Pickering, B. W., & Herasevich, V. (2024). Applied Artificial Intelligence in Healthcare: A Review of Computer Vision Technology Application in Hospital Settings. In *Journal of Imaging* (Vol. 10, Issue 4). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/jimaging10040081>

- Musat, C. L., Mereuta, C., Nechita, A., Tutunaru, D., Voipan, A. E., Voipan, D., Mereuta, E., Gurau, T. V., Gurău, G., & Nechita, L. C. (2024). Diagnostic Applications of AI in Sports: A Comprehensive Review of Injury Risk Prediction Methods. In *Diagnostics* (Vol. 14, Issue 22). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/diagnostics14222516>
- Nievas, N., Pagès-Bernaus, A., Bonada, F., Echeverria, L., & Domingo, X. (2024). Reinforcement Learning for Autonomous Process Control in Industry 4.0: Advantages and Challenges. In *Applied Artificial Intelligence* (Vol. 38, Issue 1). Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/08839514.2024.2383101>
- Ortega-Gras, J.-J., Bueno-Delgado, M.-V., Puche-Forte, J.-F., Garrido-Lova, J., & Martínez-Fernández, R. (2025). Exploring Industry 4.0 Technologies Implementation to Enhance Circularity in Spanish Manufacturing Enterprises. *Sustainability*, 17(17), 7648. <https://doi.org/10.3390/su17177648>
- Perez-Cerrolaza, J., Abella, J., Borg, M., Donzella, C., Cerquides, J., Cazorla, F. J., Englund, C., Tauber, M., Nikolakopoulos, G., & Flores, J. L. (2024). Artificial Intelligence for Safety-Critical Systems in Industrial and Transportation Domains: A Survey. *ACM Computing Surveys*, 56(7). <https://doi.org/10.1145/3626314>
- Rana, K., & Khatri, N. (2024). Automotive intelligence: Unleashing the potential of AI beyond advance driver assisting system, a comprehensive review. *Computers and Electrical Engineering*, 117. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2024.109237>
- Rezaee, M. R., Hamid, N. A. W. A., Hussin, M., & Zukarnain, Z. A. (2024). Comprehensive Review of Drones Collision Avoidance Schemes: Challenges and Open Issues. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 25(7), 6397–6426. <https://doi.org/10.1109/TITS.2024.3375893>
- Shafique, R., Rustam, F., Murtala, S., Jurcut, A. D., & Choi, G. S. (2024). Advancing Autonomous Vehicle Safety: Machine Learning to Predict Sensor-Related Accident Severity. *IEEE Access*, 12, 25933–25948. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3366990>
- Shah, I. A., & Mishra, S. (2024). Artificial intelligence in advancing occupational health and safety: An encapsulation of developments. *Journal of Occupational Health*, 66(1). <https://doi.org/10.1093/joccuh/uiad017>
- Shahin, M., Chen, F. F., Maghanaki, M., Hosseinzadeh, A., Zand, N., & Khodadadi Koodiani, H. (2024). Improving the Concrete Crack Detection Process via a Hybrid Visual Transformer Algorithm. *Sensors*, 24(10). <https://doi.org/10.3390/s24103247>
- Smetana, M., Salles de Salles, L., Sukharev, I., & Khazanovich, L. (2024). Highway Construction Safety Analysis Using Large Language Models. *Applied Sciences (Switzerland)*, 14(4). <https://doi.org/10.3390/app14041352>

- Tamascelli, N., Campari, A., Parhizkar, T., & Paltrinieri, N. (2024). Artificial Intelligence for safety and reliability: A descriptive, bibliometric and interpretative review on machine learning. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 90. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2024.105343>
- Tibaduiza, D., Anaya, M., Gómez, J., Sarmiento, J., Perez, M., Lara, C., Ruiz, J., Osorio, N., Rodriguez, K., Hernandez, I., & Sanchez, C. (2024). Electronic Tongues and Noses: A General Overview. In *Biosensors* (Vol. 14, Issue 4). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/bios14040190>
- Wang, L., Lv, H., Zhao, Y., Wang, C., Luo, H., Lin, H., Xie, J., Zhu, W., Zhong, Y., Liu, B., Yu, J., & Zheng, H. (2024). Sub-ppb level HCN photoacoustic sensor employing dual-tube resonator enhanced clamp-type tuning fork and U-net neural network noise filter. *Photoacoustics*, 38. <https://doi.org/10.1016/j.pacs.2024.100629>
- Zhang, M., Taimuri, G., Zhang, J., Zhang, D., Yan, X., Kujala, P., & Hirdaris, S. (2025). Systems driven intelligent decision support methods for ship collision and grounding prevention: Present status, possible solutions, and challenges. *Reliability Engineering and System Safety*, 253. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2024.110489>
- Zhao, J., Feng, X., Pang, Q., Fowler, M., Lian, Y., Ouyang, M., & Burke, A. F. (2024). Battery safety: Machine learning-based prognostics. In *Progress in Energy and Combustion Science* (Vol. 102). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2023.101142>