



Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

Aplicaciones de la inteligencia artificial en la identificación temprana de
peligros y evaluación de riesgos ergonómicos: revisión sistemática de la
literatura

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo la obtención del Título de:

Magíster en Seguridad y Salud Ocupacional

Presentado por:

Ambar Noheli Mariño Cantillo

Jonathan Damian Rubio Jara

Guayaquil - Ecuador

Año: 2026

Dedicatoria

A mi familia, por su amor incondicional y apoyo constante.

A mis padres, por su guía y motivación.

Y de manera muy especial, a mi abuelo Jaime, quien vive en mi corazón y en cada uno de mis sueños cumplidos.

Este logro también es para ti.

-Mariño Ambar

A mi hijo y a mi esposa, mi mayor motivación y la razón de este esfuerzo.

A mis padres y hermano, por su apoyo, confianza y fortaleza brindada a lo largo de este camino.

Y a quienes formaron parte de este logro y de mi crecimiento académico y personal.

-Rubio Jonathan

Agradecimientos

Agradecemos a Dios y profundamente a nuestras familias por su apoyo incondicional y por acompañarnos en cada etapa de este proceso.

A nuestros profesores, por compartir sus conocimientos, orientación y experiencia, fundamentales para el desarrollo y culminación de este trabajo.

A nuestros amigos, por su compañía, motivación y por estar siempre presentes a lo largo de este camino.

Sin el apoyo de todos ustedes, este logro no habría sido posible.

Declaración Expresa

Nosotros Mariño Cantillo Ambar y Rubio Jara Jonathan acordamos y reconocemos que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor de los autores. La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique los autores que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 18 de marzo 2026

Mariño Cantillo Ambar

Rubio Jara Jonathan

Evaluadores

Kleber Barcia V., Ph.D.

Profesor de Materia

Cristian Arias U., Ph.D.

Tutor de proyecto

Resumen

El presente proyecto de investigación se planteó como objetivo general analizar, mediante una revisión sistemática, las aplicaciones de la inteligencia artificial en la detección temprana y evaluación de riesgos ergonómicos, para el establecimiento de su aporte en la mejora de la gestión de la salud y seguridad laboral. Para la búsqueda de información se utilizó la metodología PRISMA. Como bases de datos, se utilizaron Scopus, Web of Science y PubMed. La calidad metodológica de las investigaciones se evaluó tomando como referencia los planteamientos del manual JB, la cual, una vez realizados los procedimientos correspondientes, permitió la selección de 20 fuentes académicas que cumplieron con los requisitos de inclusión y exclusión. Los resultados mostraron que la IA, por medio de la implementación de técnicas como sensores wearables, estimación de postura humana, visión por computadora y algoritmos de aprendizaje automático, ayuda a identificar posturas inadecuadas, cargas biomecánicas y movimientos repetitivos en los trabajadores. En general, se concluye que la IA aporta mayor precisión, objetividad y capacidad de monitoreo en tiempo real, fortaleciendo la prevención de trastornos musculoesqueléticos y apoyando la toma de decisiones preventivas.

Palabras clave: ergonomía, inteligencia artificial, peligros, riesgos, seguridad y salud en el trabajo.

Abstract

The general objective of this research project was to analyze, through a systematic review, the applications of artificial intelligence in the early detection and assessment of ergonomic risks, in order to establish its contribution to improving occupational health and safety management. The PRISMA methodology was used for the information search. Scopus, Web of Science, and PubMed were used as databases. The methodological quality of the research was evaluated using the guidelines of the JB manual, which, after carrying out the corresponding procedures, allowed for the selection of 20 academic sources that met the inclusion and exclusion criteria. The results showed that AI, through the implementation of techniques such as wearable sensors, human posture estimation, computer vision, and machine learning algorithms, helps to identify inadequate postures, biomechanical loads, and repetitive movements in workers. In general, it is concluded that AI provides greater precision, objectivity, and real-time monitoring capabilities, strengthening the prevention of musculoskeletal disorders and supporting preventive decision-making.

Keywords: ergonomics, artificial intelligence, hazards, risks, occupational safety and health.

Índice general

Resumen.....	I
<i>Abstract</i>	II
Índice general.....	III
Abreviaturas	VI
Índice de figuras.....	VII
Índice de tablas.....	VIII
Capítulo 1	1
1. Introducción	2
1.1 Descripción del problema	3
1.2 Justificación del problema	5
1.3 Objetivos	6
1.3.1 Objetivo general.....	6
1.3.2 Objetivos Específicos.....	7
1.4 Marco teórico	7
1.4.1 Seguridad y Salud en el Trabajo (SST).....	7
1.4.2 Definición y finalidad de la SST.....	7
1.4.3 Importancia de la seguridad y salud en el trabajo.....	8
1.5 Riesgos laborales.....	10
1.5.1 Definición y clasificación de los riesgos laborales	10
1.5.2 Riesgos ergonómicos	14
1.5.3 Métodos de evaluación de riesgos ergonómicos.....	17
1.6 La Inteligencia Artificial (IA) en el ámbito de la seguridad y salud en el trabajo.....	18
1.6.1 Definición y característica de la IA en el campo de las SST	18
1.6.2 La IA en la evaluación de riesgos ergonómicos	21
1.6.3 Aspectos éticos de la aplicación de la IA en la seguridad y salud en el trabajo.....	23

Capítulo 2	25
2. Metodología	26
2.1 Diseño de la investigación	26
2.1.1 Fuentes y estrategias de búsqueda	26
2.1.2 Criterios de inclusión y exclusión.....	28
2.1.2.1 Criterios de inclusión	28
2.1.2.2 Criterios de exclusión	28
2.1.3 Extracción y análisis de datos	29
2.1.4 Síntesis y presentación de resultados.....	30
2.1.5 Evaluación de la calidad metodológica.....	30
Capítulo 3	32
3. Resultados	33
3.1 Resultados de evaluación de la calidad metodológica.....	33
3.2 Resultados por objetivos	44
3.2.1 Técnicas y modelos de inteligencia artificial aplicados en la detección temprana de riesgos ergonómicos	44
3.2.2 Metodologías de evaluación ergonómica (RULA, REBA, OWAS y otras) automatizadas.....	46
3.2.3 Ventajas, limitaciones y desafíos ético-técnicos del uso de la IA en la evaluación de riesgos ergonómicos	48
3.2.4 Mejores prácticas y recomendaciones existentes para la implementación de IA en la gestión de riesgos ergonómicos.....	52
Capítulo 4	56
4. Conclusiones y recomendaciones	57
4.1 Conclusiones	57
4.2 Recomendaciones	58

Referencias

Anexos

Abreviaturas

- CENEA** Centro de Ergonomía Aplicada.
- IA** Inteligencia artificial.
- ISO** Organización Internacional de Normalización
- JBI** *Joanna Briggs Institute.*
- MMC** Manipulación manual de cargas.
- NIOSH** *National Institute for Occupational Safety and Health.*
- OIT** Organización Internacional del Trabajo.
- OMS** Organización Mundial de la Salud.
- PICO** Población, Intervención, Comparación, Resultado
- SST** Seguridad y Salud en el Trabajo.

Índice de figuras

Figura 1 Beneficios de la seguridad y salud en el trabajo.....	9
Figura 2 Factores de riesgo ergonómico	15
Figura 3 Beneficios de la IA en la SST:	20

Índice de tablas

Tabla 1	Clasificación de los riesgos laborales	10
Tabla 2	Métodos de evaluación de riesgos ergonómicos	17
Tabla 3	Aplicación de pregunta PIO.....	27
Tabla 4	Evaluación de calidad metodológica – Revisiones sistemáticas	33
Tabla 5	Evaluación de calidad metodológica – Estudios cuasiexperimentales	35
Tabla 6	Matriz de estudios incluidos	36

Capítulo 1

1. Introducción

Los riesgos ergonómicos en el lugar de trabajo constituyen una seria problemática que afecta la seguridad y salud en el trabajo a nivel mundial. Según el Centro de Ergonomía Aplicada, CENEA (2025), más del 50% de los trabajadores se encuentran expuestos a peligros ergonómicos en los diferentes sectores productivos, debido a la ausencia de medidas adecuadas. Como consecuencia de esta situación, la Organización Mundial de la Salud, OMS (2021), alrededor de 1,9 millones de personas se vieron afectadas por problemas asociados a trastornos musculoesqueléticos desarrollados en el ámbito laboral. Además, la Organización Internacional del Trabajo, OIT (2023), señala que cerca de 395 millones de trabajadores padecieron lesiones laborales no mortales.

Los datos evidencian que los riesgos laborales son una problemática que atenta contra la salud y seguridad de los trabajadores, repercutiendo negativamente en su nivel de productividad, generando afectaciones a la rentabilidad de las empresas. La detección a tiempo de estas problemáticas es fundamental para la toma de acciones que favorezcan el bienestar laboral. Frente a esta realidad, la inteligencia artificial (IA), se configura como una herramienta avanzada, con la capacidad para gestionar los riesgos laborales, diseñando e implementando sistemas de monitoreo y evaluación personalizados para lograr el bienestar y la salud en el trabajo (Molina y Arango, 2025).

La IA, según explican Vallejo y Núñez (2025), presenta características que hacen posible reducir la incidencia de riesgos laborales, por medio de la implementación de sistemas tecnológicos que facilitan la detección temprana de posibles incidentes. Por lo tanto, su correcta aplicación, presenta niveles de mejora en lo referente a la ergonomía laboral, así como en la definición de las estrategias de prevención que mejor se adapten al entorno organizacional.

Como menciona García (2024), la IA ha modificado la forma en que se identifican, evalúan y disminuyen los riesgos relacionados con la seguridad y la salud de los trabajadores. En el campo de la ergonomía, hace uso de los datos para generar algoritmos y metodologías que ayuden a valorar las principales dificultades que experimentan los trabajadores para el diseño de planes de gestión preventiva, codificando las posturas, reduciendo los sesgos de error y agilizando las evaluaciones para la toma de medidas que mejoren el rendimiento laboral y reduzcan las tasas de ausentismo.

Además, Castellón et al. (2024), señala que los sistemas de IA además de contribuir en la prevención de accidentes, también aportan a la mejora de las condiciones ergonómicas lo cual ayuda en la reducción de la fatiga de los trabajadores. De igual manera, viabilizan el cumplimiento de la normativa de seguridad y posibilitan la intervención inmediata en caso de evidenciar riesgos. Sin embargo, no se puede desconocer la existencia de desafíos tanto éticos como técnicos al momento de utilizar IA, sobre todo en lo referentes a la protección de datos, por lo que es fundamental definir las medidas para garantizar el uso transparente de la información.

Si bien existen importantes avances en el estudio acerca de la intervención de la IA en la prevención de riesgos ergonómicos, es importante realizar una revisión sistemática que permita ampliar el conocimiento existente, a fin de ser un aporte en la mejora de la seguridad y salud de los trabajadores. Por esta razón, se plantea profundizar en lo relacionado con las aplicaciones de la IA que hacen posible la detección temprana y la evaluación de los riesgos ergonómicos, de tal manera que se mejore la gestión de la seguridad y la salud laboral.

1.1 Descripción del problema

En el entorno laboral existen diferentes factores que ponen en riesgo la seguridad y salud de los trabajadores, como posturas forzadas, movimientos repetitivos o aplicación de

fuerza que pueden ocasionar trastornos musculoesqueléticos y, a largo plazo, algún tipo de discapacidad. Situación que no solo pone en riesgo la salud del colaborador sino también afecta a la productividad y rendimiento laboral en la empresa. De acuerdo con la OMS (2021), anualmente se registran 1,7 mil millones de personas con este padecimiento, siendo el más frecuente el dolor lumbar.

Pese a los avances sobre el tema de riesgos ergonómicos, identificar factores de riesgo, evaluar e implementar medidas de control, todavía sigue siendo un desafío para el sector empresarial. En primer lugar, por la falta de conocimiento de los métodos y procedimientos; en segundo lugar, por la necesidad de invertir recursos humanos y económicos. A esto se suma que las evaluaciones tradicionales dependen mucho de la subjetividad o percepción humana, así como también requieren de gran cantidad de tiempo.

Considerando estos desafíos, se analiza si las herramientas tecnológicas actuales podrían facilitar la tarea de identificar peligros y evaluar riesgos ergonómicos de forma temprana. En efecto, Vallejo y Núñez (2025), mencionan que el uso de la inteligencia artificial ha evolucionado en gran medida, emplea algoritmos y con las metodologías ya existentes se procesa la información recopilada para generar informes de la evaluación, con recomendaciones e inclusive con un programa de salud ocupacional.

Por su parte, García (2024), afirma que aplicar el uso de inteligencia artificial puede llegar a disminuir hasta un 70% el tiempo dedicado a la evaluación de riesgos ergonómicos por métodos tradicionales. En paralelo, es posible mejorar la precisión de los resultados y disminuir costos. Según datos globales de 2025, el 78% de las empresas utiliza inteligencia artificial en al menos una función operativa, demostrando una adopción generalizada de la tecnología (McKinsey & Company, 2025). No obstante, un estudio de S&P Global evidencia que apenas un 36% de las organizaciones dispone de una política formal de gobernanza de

IA, mostrando una madurez limitada en su implementación, pues, a pesar de la penetración alta de IA en términos generales, su uso en ámbitos especializados como la detección de riesgos ergonómicos sigue siendo escaso (S&P Global, 2025).

En este contexto, surge la necesidad de efectuar una revisión sistemática que permita recoger y analizar diferentes estudios relacionados con el uso de inteligencia artificial en materia de riesgos ergonómicos y cómo incorporarse dentro de las empresas, superando las barreras de los recursos limitados y la falta de conocimiento de los responsables de la salud del trabajador. De este modo, se comprenderá el impacto que puede ocasionar el uso de nuevas tecnologías en la gestión de entornos laborales seguros.

La pregunta de investigación que se pretende resolver es: ¿Cuáles son las aplicaciones y el nivel de efectividad de la inteligencia artificial en la identificación temprana de riesgos ergonómicos en entornos laborales?

1.2 Justificación del problema

La realización del presente estudio se justifica por la necesidad de profundizar en el conocimiento de los nuevos enfoques y herramientas tecnológicas implementadas para mejorar la seguridad y salud en el trabajo, principalmente en lo referente a riesgos ergonómicos. En este contexto, surge la inteligencia artificial como una de las tecnologías innovadoras que las empresas están empezando a implementar con el fin de mejorar las condiciones laborales de los trabajadores, de tal manera que se promueva la conformación de ambientes más seguros y saludables (Castellón et al., 2024).

Pese al impacto de la IA en el campo de la seguridad y salud en el trabajo, es fundamental considerar los desafíos éticos, técnicos y organizacionales que se presentan en su uso e implementación. Por esta razón, la realización de esta investigación se justifica debido a la importancia de analizar la capacidad de la IA para asegurar una efectiva

evaluación de los puestos de trabajo y los riesgos ergonómicos a los que se enfrentan los trabajadores, así como los aspectos asociados a la implementación desde una perspectiva responsable y sostenible, siguiendo los lineamientos y normativas laborales establecidos tanto a nivel nacional como internacional (Pabón et al., 2025).

Además, es fundamental establecer las razones por las cuales la adopción de la inteligencia artificial en la gestión de seguridad y salud ocupacional continúa siendo poco utilizada e incluso no analizada a profundidad. Por esta razón su potencial no es totalmente aprovechado, generando que los trabajadores continúen expuestos a riesgos laborales como los ergonómicos, los cuales se pueden solucionar con la correcta implementación de tecnologías innovadoras como la IA (Viña, 2024).

Este enfoque busca superar limitaciones como la escasez de recursos y el desconocimiento por parte de los responsables de seguridad y salud, permitiendo así comprender el impacto de las nuevas tecnologías en la gestión de ambientes laborales seguros y saludables.

La pregunta de investigación que se pretende resolver es: ¿De qué manera las aplicaciones y aportes de la inteligencia artificial contribuyen a la detección temprana y a la evaluación de riesgos ergonómicos en entornos laborales?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Analizar, mediante una revisión sistemática, las aplicaciones de la inteligencia artificial en la detección temprana y evaluación de riesgos ergonómicos, para el establecimiento de su aporte en la mejora de la gestión de la salud y seguridad laboral

1.3.2 Objetivos Específicos

Identificar las técnicas y modelos de inteligencia artificial aplicados en la detección temprana de riesgos ergonómicos para la determinación de los algoritmos utilizados y qué aportes reportan en la prevención de trastornos musculoesqueléticos.

Examinar las metodologías de evaluación ergonómica (RULA, REBA, OWAS y otras) que han sido automatizadas o mejoradas por inteligencia artificial para el análisis de la integración y precisión en la identificación de riesgos laborales.

Analizar las ventajas, limitaciones y desafíos ético-técnicos reportados sobre el uso de inteligencia artificial en la evaluación de riesgos ergonómicos, valorando su viabilidad y las condiciones de aplicabilidad para la mejora de la seguridad y el bienestar de los trabajadores.

Sintetizar las mejores prácticas y recomendaciones reportadas para la implementación de inteligencia artificial en la gestión de riesgos ergonómicos, fortaleciendo las estrategias preventivas en salud ocupacional.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Seguridad y Salud en el Trabajo (SST)

1.4.2 Definición y finalidad de la SST

La seguridad y salud en el trabajo es una dimensión esencial del ámbito laboral. Se define como la suma de acciones, normas, reglamentaciones y procesos que tienen como finalidad la prevención de enfermedades y accidentes de tipo ocupacional. De esta manera se busca que los trabajadores puedan desempeñar sus actividades en un ambiente adecuado, que garantice su bienestar físico, mental y social. Se desarrolla por medio de la implementación de mejoras en las condiciones laborales, valorando los potenciales riesgos a los cuales puede estar expuesto el personal, para la toma de decisiones estratégicas (Gómez, 2021).

A decir de Villamizar et al. (2022), la SST se relaciona con la implementación de sistemas direccionados a anticipar, analizar, evaluar y controlar los riesgos que afectan el bienestar físico y mental de los trabajadores. El empleador es la persona responsable de definir e implementar las acciones necesarias para prevenir los accidentes y enfermedades laborales. Por lo tanto, es la empresa quien debe contar con programas a través de los cuales se proteja al personal, implementando procesos en los cuales la promoción de la salud se configura como una dimensión esencial para la mejora de las condiciones de trabajo.

La Organización Internacional del Trabajo, OIT (2025), define la SST como el proceso a través del cual se previene la recurrencia de accidentes en el trabajo, al igual que el desarrollo de enfermedades profesionales. Su interés principal es proteger y fomentar un estado de salud óptimo para el personal de los diferentes tipos de empresas. Para lograrlo, es fundamental la puesta en marcha de planes que tomen en cuenta la realidad de las organizaciones, a fin de mejorar tanto las condiciones laborales como el medio ambiente en el cual cumplen con las responsabilidades asignadas los trabajadores.

Por lo tanto, la seguridad y salud en el trabajo debe cumplir funciones tanto de prevención como consultivas, de esta manera, se garantiza que los empleadores puedan cumplir con los requisitos necesarios para la conformación de entornos laborales seguros y saludables, en los que se promueva tanto el bienestar físico como mental. Así es posible reducir la incidencia de riesgos, ayudando a los trabajadores al cumplimiento de una manera segura, ofreciéndoles un ambiente de trabajo seguro y saludable.

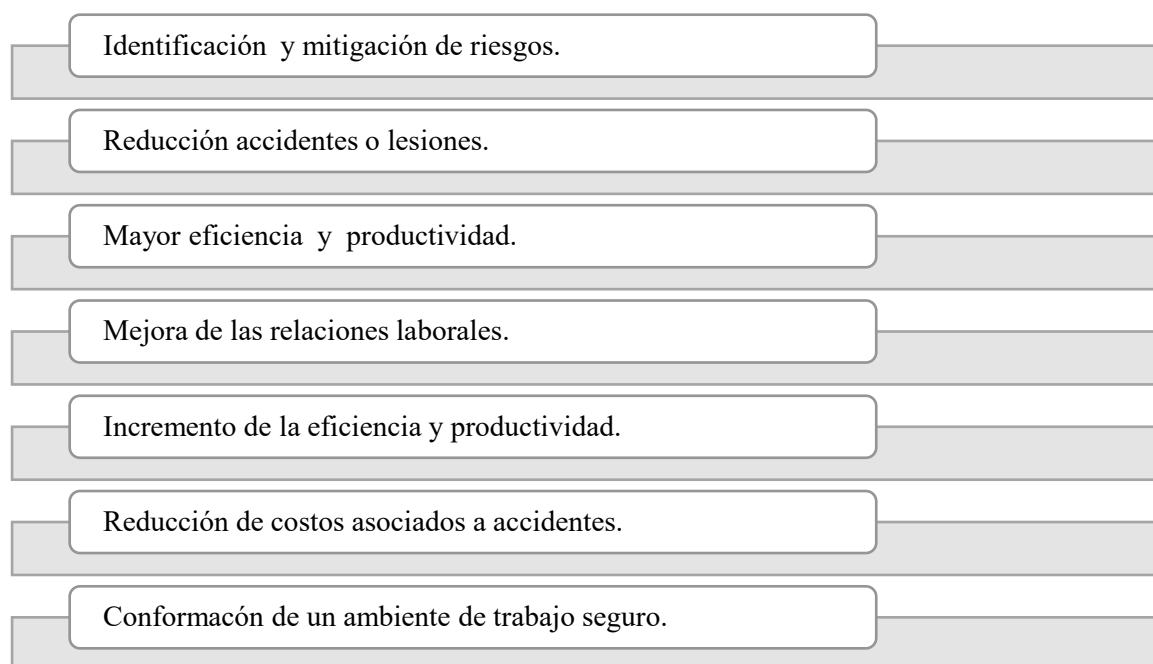
1.4.3 Importancia de la seguridad y salud en el trabajo

La seguridad y salud en el trabajo representan una dimensión fundamental para la conformación de entornos laborales seguros que promueven el bienestar y desarrollo del personal, así como la reducción de riesgos que pueden generar accidente o incluso

enfermedades que ponen en riesgo el bienestar de los trabajadores. Tomando en cuenta el aporte realizado por De la Cruz et al. (2022) y Calderón et al. (2023), la SST es importante porque presenta los siguientes beneficios detallados en la Figura 1.

Figura 1

Beneficios de la seguridad y salud en el trabajo



Nota: Adaptado De la Cruz et al. (2022).

Como se puede observar, garantizar un entorno laboral seguro es importante porque esta situación genera un impacto directo en los niveles de eficiencia y desempeño de los trabajadores. Al ser parte de ambientes de trabajo seguros, el personal cumple con sus responsabilidades de manera eficiente, ya que la organización lo dota de los medios necesarios para concentrarse totalmente en el cumplimiento de sus funciones, cuidando tanto su salud física como psicológica (Núñez, 2021).

1.5 Riesgos laborales

1.5.1 Definición y clasificación de los riesgos laborales

Los riesgos laborales se definen como aspectos, condiciones o situaciones que se presentan en el lugar de trabajo y pueden ocasionar enfermedades o accidentes que afectan de manera directa en la salud mental, emocional y física de los trabajadores. Les corresponde a las empresas la creación e implementación de las condiciones idóneas para que el personal pueda desempeñarse de manera segura, aportando a su bienestar integral, así como a la mejora del desempeño (Calderón et al., 2023).

Según se detalla en la Norma Técnica en Seguridad e Higiene del Trabajo (2024), formulada por el Ministerio de Trabajo en Ecuador, los riesgos laborales se clasifican de acuerdo a la tabla 1:

Tabla 1

Clasificación de los riesgos laborales

Tipo de riesgo	Descripción
Riesgos Físicos	<ul style="list-style-type: none"> • Se presentan como consecuencia de la exposición a agentes de carácter físico. • Ponen en riesgo la seguridad y la salud de los trabajadores al no existir las condiciones adecuadas para el desempeño de sus funciones.
Riesgos Químicos	<ul style="list-style-type: none"> • Se presentan cuando los trabajadores se encuentran expuestos a agentes como compuestos químicos, sintéticos o naturales sin la protección adecuada, afectando en la salud y bienestar de los trabajadores.
Riesgos Biológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Se presentan en los casos en los cuales los trabajadores están expuestos a agentes biológicos como bacterias, virus, hongos, entre otros.

-
- | | |
|-----------------------|---|
| Riesgos de Seguridad | <ul style="list-style-type: none">• Es importante que las empresas doten de los equipos de protección para evitar que generen daño en la salud de los trabajadores.• Se trata de condiciones de trabajo que se pueden presentar dentro o fuera del lugar de trabajo y que provocan lesiones o daños a los trabajadores.• Los principales riesgos de este tipo son: mecánicos, eléctricos, industriales o locativos. |
| Riesgos Ergonómicos | <ul style="list-style-type: none">• Se generan cuando, debido a su puesto en la empresa, los trabajadores realizan esfuerzos físicos excesivos, además de movimientos repetitivos, o adoptan posturas inadecuadas.• Esta situación provoca cansancio, dolor, accidentes, trastornos musculoesqueléticos, enfermedades profesionales, entre otros.• Se presentan como consecuencia de las falencias en la organización y gestión del trabajo, ya que no se toma el contexto del entorno en el cual el personal debe desenvolverse. |
| Riesgos Psicosociales | <ul style="list-style-type: none">• Al existir conflictos en el ambiente laboral, los trabajadores desarrollan problemas sociales y psicológicos que limitan su bienestar y, en consecuencia, su desempeño. |

Nota: Adaptado de Norma Técnica en Seguridad e Higiene del Trabajo (2024).

Además de la clasificación mencionada en la Tabla 1, según explica Villamizar et al. (2022), también se pueden considerar criterios, que permiten identificar otros tipos de riesgos laborales que atentan contra el bienestar de los trabajadores. A continuación, se presenta una breve descripción de cada uno.

Riesgo de tipo higiénico

Este tipo de riesgos se presenta debido a que los trabajadores se encuentran en constante exposición a agentes contaminantes que por diversas razones hacen parte del entorno de trabajo. Es decir, según lo expuesto por Cortés (2018), se trata de componentes relacionados al ruido, iluminación, vibración, temperatura o exposición a agentes químicos o biológicos. Los factores de riesgo más frecuentes son:

- Exposición a sustancias químicas que por sí solas o mezcladas son catalogadas como peligrosas.
- Constante exposición a agentes biológicos que se identifican como peligrosos, tales como las bacterias, hongos, parásitos o virus.
- Entorno laboral con condiciones de humedad elevada, alterando la sensación térmica de las instalaciones.
- Niveles de ruido elevados que generan el incremento del estrés, desconcentración e incluso pérdida de la audición.
- Condiciones de iluminación deficientes, generando riesgos al momento de desempeñar determinadas funciones.

Riesgo de cargas físicas

Los riesgos de cargas físicas se producen como consecuencia de las condiciones tanto orgánicas como funcionales del lugar de trabajo, generan diferentes problemáticas entre las que se encuentran: lesiones, dolor en los huesos y músculos, cansancio, pérdida de la sensibilidad, deformaciones e incapacidad (Cercado et al., 2021). Los principales factores de riesgo son los siguientes:

- Posturas de trabajo inadecuadas.
- Permanecer en la misma posición por demasiado tiempo.

- Ejercer fuerzas excesivas al momento de realizar las actividades.
- Realizar movimientos repetitivos.
- Aplicar fuerzas moderadas con el uso incorrecto de la masa muscular.

Riesgo de cargas mentales

Los riesgos de cargas mentales son aquellos que afectan a la estabilidad emocional y mental de los trabajadores. El personal de las empresas, al ser parte de ambientes laborales que no le brindan estabilidad a nivel psicológico, desarrolla problemas psíquicos, así como conductas inadecuadas que lo colocan en una posición de incomodidad constante, afectando su rendimiento y relacionamiento social (Villamizar et al., 2022). Los factores de riesgo más frecuentes son:

- Exceso de carga de trabajo.
- Falta de tiempos de descanso.
- Inadecuada comunicación con el equipo de trabajo.
- Escasa claridad en la definición y asignación de funciones.
- Clima laboral negativo que limita el relacionamiento social y el compañerismo.
- Inseguridad laboral.

Riesgo de tipo dinámico

El riesgo de tipo dinámico se presenta cuando existe una alta variabilidad en las condiciones de trabajo, por lo que el trabajador no cuenta con la plena seguridad del tipo de escenario al que se enfrenta o la actitud a asumir frente a un determinado escenario. Este tipo de riesgo aumenta o disminuye en función de la suma de las diferentes situaciones que se presentan en el entorno laboral (Villamizar et al., 2022). Debido a su complejidad los factores de riesgo pueden variados, siendo algunos de los más frecuentes:

- Cambios o transformaciones en el ambiente laboral no programados, que no son comunicados de manera oportuna.
- Necesidad de movilidad constante del trabajador tanto dentro como fuera de las instalaciones para cumplir con sus funciones.
- Modificaciones en el desarrollo de los procesos operativos sin que exista la capacitación suficiente para los trabajadores.
- Inadecuados procesos de evaluación y control de los puestos de trabajo lo que limita la identificación a tiempo de las posibles problemáticas o riesgos.
- Planificación administrativa y operativa deficiente.

1.5.2 Riesgos ergonómicos

El riesgo ergonómico se presenta cuando dentro de las empresas existen condiciones que propician el hecho de que los trabajadores puedan padecer lesiones, dolores, o en general, trastornos musculoesqueléticos. Se producen como consecuencia de la realización constante de posturas forzadas, el desarrollo de movimientos repetitivos, la manipulación de cargas excesivas, factores ambientales inadecuados, así como el sobreesfuerzo físico. Generan, como consecuencia, malestares físicos que disminuyen la capacidad, productividad y rendimiento de los trabajadores.

Según lo expuesto por Cercado et al. (2021), los riesgos ergonómicos se asocian a circunstancias en las cuales los trabajadores experimentan estrés biomecánico en el cumplimiento de los roles correspondientes dentro de la empresa. Algunos de los elementos que inciden en este tipo de riesgo son los movimientos repetitivos, la aplicación de fuerzas inadecuadas, posiciones incómodas, niveles de temperatura extremos, vibraciones y mantener posiciones estáticas.

A decir de Cenea (2023), los riesgos ergonómicos incrementan la posibilidad de que los trabajadores desarrollen trastornos musculoesqueléticos, ya que provocan que se incremente el nivel de intensidad de actividad física que se requiere para cumplir con sus responsabilidades laborales. Por esta razón el personal de las empresas ve limitada su pacada para logra un óptimo desempeño, además de provocar afectaciones físicas que traen como consecuencia incapacidades laborales que afectan directamente en el desempeño de los trabajadores y en la productividad empresarial.

Desde el punto de vista de Medina y Díaz (2024), los principales factores de riesgo ergonómico son los siguientes detallados en la Figura 2:

Figura 2

Factores de riesgo ergonómico



Nota: Adaptado de Medina y Díaz (2024).

La generación de fuerzas se refiere al hecho del límite de peso máximo que puede tener una carga, ya que levantar objetos pesados sin que se sigan los protocolos ni se utilicen los equipos de protección puede generar que los trabajadores desarrollen lesiones en diferentes partes del cuerpo. En cuanto a la frecuencia de movimientos, se establece que al generar que los trabajadores movilicen su cuerpo de manera repetitiva, sin la toma de medidas de prevención idóneas, se pueden producir trastornos musculoesqueléticos, tendinitis, dolor, entre otros tipos de afectaciones (Medina y Díaz, 2024).

Respecto al tiempo de exposición, se establece que se trata de un factor determinante al momento en que exista un riesgo ergonómico, por lo que se deben establecer periodos de rotación, así como tiempos de descanso para salvaguardar la salud del trabajador. De igual manera, la ausencia de periodos de recuperación representa un aspecto que incrementa las posibilidades de que el personal desarrolle lesiones que le impidan cumplir con sus funciones en el trabajo (Medina y Díaz, 2024).

Una situación similar se presenta en lo referente a las posturas forzadas, posturas estáticas, la exposición a vibraciones, el ambiente inadecuado y los factores psicosociales. La ausencia de medidas idóneas dentro de los espacios laborales constituye un peligro para los trabajadores, ya que no cuentan con los conocimientos, medios y condiciones que les ayuden a prevenir los riesgos ergonómicos, así como las consecuencias de estos en su bienestar físico. Por lo tanto, la ergonomía se convierte en una dimensión fundamental para que el personal sea parte de programas que le brinden las orientaciones que requiere para cumplir con sus labores de manera correcta e implementando las adaptaciones necesarias para cada uno de los puestos de trabajo (Cercado et al., 2021).

1.5.3 Métodos de evaluación de riesgos ergonómicos

La evaluación de riesgos ergonómicos dentro de la empresa es fundamental para asegurar que los trabajadores puedan desempeñar sus funciones de manera segura. Por esta razón, se han desarrollado diferentes métodos que permiten identificar cuáles son las principales dificultades que enfrenta el personal a nivel ergonómico, según la información publicada por Ergonautas (2025), detallada en la tabla 2:

Tabla 2

Métodos de evaluación de riesgos ergonómicos

<i>Métodos para evaluar fuerzas y biomecánica</i>	
Método	Descripción
Fuerzas EN1005-3	Evalúa los riesgos por ejercer fuerza tomando en cuenta la capacidad de los trabajadores.
Bio - Mec	Evalúa biomecánicamente los esfuerzos estáticos considerando la postura, carga, frecuencia y duración.
<i>Métodos para evaluar repetitividad</i>	
OCRA Check List	Evalúa el riesgo por movimientos repetitivos de los miembros superiores.
JSI	Evalúa el riesgo relacionado a la tarea por movimientos repetitivos de las extremidades superiores.
<i>Métodos para evaluar carga postural</i>	
RULA	Evalúa la exposición de los trabajadores a riesgos por posturas inadecuadas de los miembros superiores.
REBA	Evalúa los potenciales riesgos por cargas posturales dinámicas y estáticas.
<i>Métodos para evaluar manipulación de cargas</i>	
NIOSH	Evalúa los riesgos asociados a la tarea que implican el levantamiento de cargas de manera manual.

MMC -ISO	Evalúa la necesidad de analizar las condiciones ergonómicas en el proceso de la manipulación manual de las cargas.
----------	--

Nota: Adaptado de Ergonautas (2025).

Los métodos señalados permiten realizar la evaluación de los riesgos ergonómicos a los cuales se encuentran expuestos los trabajadores. Por medio del conocimiento de esta información, las áreas correspondientes pueden implementar las medidas preventivas que consideren necesarias para asegurar que los trabajadores se desarrollen y se desempeñen bajo condiciones ergonómicas idóneas que les permitan garantizar el bienestar del personal.

1.6 La Inteligencia Artificial (IA) en el ámbito de la seguridad y salud en el trabajo

1.6.1 Definición y característica de la IA en el campo de las SST

La IA se conceptualiza como la posibilidad de que los aparatos tecnológicos, principalmente los ordenadores, desarrollen acciones que hasta la actualidad habían sido potestad de la inteligencia humana. Por lo tanto, la IA hace posible manejar grandes cantidades de datos de tal manera que los algoritmos permitan organizar, predecir y analizar respuestas antes de realidades determinadas. Tiene como una de sus principales características la rapidez en el procesamiento de la información, superando incluso la capacidad humana, por lo que agiliza la toma de decisiones frente a contextos específicos (Rouhiainen, 2018).

Desde el punto de vista de Ferrante (2021), la IA es una disciplina que se encarga de los procesos de comprensión y de diseño de las entidades inteligentes. Posee los conocimientos y tecnología para la creación de sistemas de razonamiento, configurados con base en lineamientos que siguen la lógica del razonamiento humano, además hace uso de los algoritmos para ayudar en lo relacionado al aprendizaje automático. De igual manera, la IA detecta patrones, por lo que se facilita la realización de predicciones. En este sentido, la

idoneidad de los resultados va a depender de la calidad de la información que se ingrese a los sistemas para su automatización y análisis.

Por lo tanto, la inteligencia artificial, siguiendo el planteamiento de Matos et al. (2025), tiene la capacidad para el diseño de sistemas que pueden simular algunos de los procesos que son atribuidos a la inteligencia de los seres humanos, tales como: aprender, razonar, tomar decisiones y resolver problemas. La posibilidad de almacenar, analizar y procesar una amplia cantidad de datos les facilita la identificación de patrones para cumplir con determinadas acciones aplicables en diversos escenarios laborales, educativos, económicos, en general, en los diferentes ámbitos en los que participan los seres humanos.

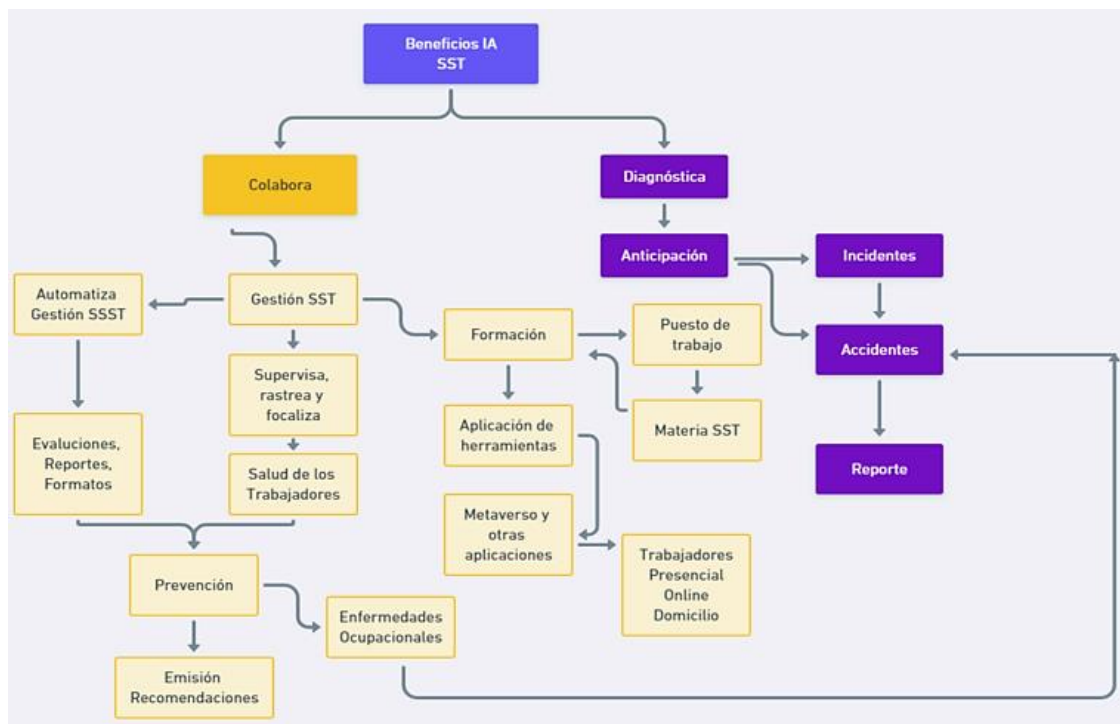
La OIT (2025), menciona que la IA además de tecnología como la digitalización, la automatización y la robótica son dimensiones que determinan el proceso de transformación de SST. Su adecuada implementación permite mejorar las condiciones de bienestar y salud de los trabajadores, ya que hace posible detectar potenciales riesgos en los lugares de trabajo y agilizar tanto la toma de decisiones como el diseño de las soluciones para disminuir la incidencia de accidentes y el desarrollo de enfermedades laborales.

Los sistemas de seguridad y salud en el trabajo basados en IA ayudan a tener una mejor vigilancia de la salud. También hacen posible que las operaciones y actividades se desarrollen de manera eficiente, lo que reduce la carga laboral, gracias a la integración de la innovación tecnológica. Esta situación genera que los trabajadores desempeñen sus funciones de manera segura debido a que la empresa toma los correctivos necesarios para evitar sobreesfuerzos que atenten contra su bienestar integral (OIT, 2025).

A decir de Ydangely (2024), algunos de los beneficios de la IA en el ámbito de la SST son los que se presentan en la siguiente Figura 3:

Figura 3

Beneficios de la IA en la SST:



Nota: Tomado de Ydangely (2024, p. 261)

Por lo tanto, la IA en la SST favorece la automatización de los procesos de gestión, posibilitando realizar evaluaciones y reportes de la situación del contexto laboral. Es decir, favorece la supervisión, así como el rastreo de los potenciales riesgos por medio de aplicaciones y herramientas innovadoras. Incluso permite el uso de simuladores para brindar información realista respecto a las dificultades que pueden experimentar los trabajadores cuando cumplen con sus responsabilidades, sin que se cumplan las condiciones mínimas de SST.

Por su parte Foment (2024), menciona que la IA aporta a las empresas tanto soluciones macro, como soluciones micro en lo referente a la SST. Las soluciones macro se relacionan con la implementación de sistemas de monitoreo en tiempo real, además de herramientas para elaborar análisis predictivos que hagan posible la toma de medidas

preventivas, además del manejo de grandes volúmenes de información que faciliten identificar los principales patrones de riesgo. En cuanto a las soluciones micro, se trata de las aplicaciones de la IA para optimizar la manera en que se realizan diariamente las acciones de gestión, la creación de contenidos, las consultas breves, a fin de reducir el impacto en la salud de los trabajadores y maximizar los resultados de la productividad.

1.6.2 La IA en la evaluación de riesgos ergonómicos

La IA cumple un papel importante en la evaluación de riesgos ergonómicos, a decir de Ramón y Castro (2025), facilita la automatización y optimización del análisis de la información asociada a las condiciones laborales. La IA tienen la capacidad para recopilar y procesar datos de carácter biométrico gracias a herramientas como cámaras, sensores además de algoritmos que ayuda de la identificación de la existencia de patrones en la postura, analizar los ángulos en los que se colocan las articulaciones, así como a establecer la relación entre el malestar a nivel muscular y los factores de riesgo ergonómico. En definitiva, reduce los posibles sesgos en las evaluaciones dando diagnósticos precisos que contribuyen a la adopción de medidas preventivas y a la toma de decisiones informadas.

Por su parte, según menciona García (2024), las principales características del uso de la IA en la evaluación de riesgos ergonómicos son las siguientes:

- Automatización de las fases de evaluación de los riesgos ergonómicos, reduciendo de manera significativa el tiempo para el conocimiento de las condiciones que afectan a los trabajadores.
- El análisis es objetivo y tiene mayor precisión ya que algoritmos permiten crear imágenes o videos que brindan información acertadas de los potenciales riesgos.
- Facilita detectar posturas incorrectas, nivel de riesgo y factores como la fatiga en tiempo real.

- El uso de las herramientas de IA para la evaluación de riesgos ergonómicos es fácil e intuitivo, por lo que está al alcance de las diferentes empresas.
- Permite evaluar a varios trabajadores al mismo tiempo, codificando tanto las posturas adecuadas como aquellas que generarían problemas musculoesqueléticos.
- Brinda información detallada sobre cada uno de los puestos de trabajo e incluso genera imágenes para una mejor comprensión de la situación.
- Aporta datos respecto a las acciones prioritarias a fin de prevenir de manera eficiente la recurrencia de riesgos ergonómicos.
- Se adapta a diferentes metodologías de evaluación de riesgos ergonómicas como REBA, OWAS u otras.
- Al identificar riesgos ergonómicos y contribuir en la toma de acciones de prevención, contribuye a mejorar los niveles de productividad de la empresa, incrementando la eficiencia.
- Si bien la implementación de la IA en la evaluación de riesgos ergonómicos requiere de una inversión por parte de la empresa, esto se ve retribuido en la mejora de los niveles de rentabilidad.

Por lo tanto, la IA aplicada en la evaluación de riesgos ergonómicos es importante debido a que aporta a la valoración de aspectos como posturas inadecuadas, movimientos repetitivos, cargas incorrectas, equipo de trabajo inadecuado, entre otros. Las características de las diferentes herramientas de IA existentes brindar datos más precisos por lo que es posible diseñar intervenciones de prevención eficientes, mejorar el bienestar integral de los trabajadores (Cercado et al., 2021).

1.6.3 Aspectos éticos de la aplicación de la IA en la seguridad y salud en el trabajo

La IA se configura como una herramienta que aporta de manera positiva en el desarrollo de diferentes sectores e industrias. Sin embargo, su incorporación genera retos importantes que deben ser tomados en cuenta para garantizar que sea un elemento seguro y sea aprovechado en beneficio del bienestar de los trabajadores. Por esta razón, es necesario conocer algunos de los principales desafíos, como la privacidad y seguridad, el desplazamiento laboral, así como el mal uso y responsabilidad.

La privacidad y seguridad son importantes porque el uso de IA en el lugar de trabajo exige el acceso y manejo de información privada tanto de los trabajadores como de la empresa. Por lo que es importante la existencia de marcos normativos que regulen la manera en que se utiliza estos datos. Es fundamental proteger toda la información sensible, de tal manera que el personal tenga la seguridad de que la empresa sigue las regulaciones necesarias para evitar que sus datos sean usados por razones contrarias a la mejora de sus condiciones de trabajo. Para esto es fundamental implementar consentimientos informados, ser anónimos y la constante supervisión humana de la forma en que se desempeña la IA (Diro et al., 2025).

Respecto al desplazamiento laboral y económico, se establece que el hecho de que la IA tiene la capacidad de automatizar diferentes procesos en determinados sectores laborales, surge la posibilidad de afectar la estabilidad de los trabajadores. Por esta razón es necesaria la definición de políticas de transición laboral justas, en las que el personal no sea sustituido por las aplicaciones y herramientas de la IA. Se debe procurar una interacción equilibrada para mejorar la rentabilidad de la empresa sin afectar el bienestar de los colaboradores (OCDE, 2023).

En cuanto al mal uso y responsabilidad, Diro et al. (2025), mencionan que la IA puede ser utilizada para fines ajenos al trabajo cuando no existen las políticas de protección ni el

personal debidamente capacitado para evitar que se utilice información de manera indebida.

La transparencia en los procesos y fines de la implementación de la IA es crucial para asegurar que sea aprovechada en beneficio del conjunto del personal que hace parte de la organización. De esta manera se crea un ambiente laboral que brinda estabilidad y seguridad a todos los colaboradores.

Capítulo 2

2. Metodología

2.1 Diseño de la investigación

La metodología implementada para el desarrollo del presente estudio fue PRISMA 2020, la cual se basa en la comprobación de diferentes elementos a fin de asegurar que los estudios seleccionados para el desarrollo de la revisión sistemática sigan un estricto rigor investigativo (Page et al., 2021) . De esta manera, se garantizó que los resultados presentados sean verificables y aporten al análisis del ámbito de investigación.

Como mencionan Page et al. (2021), la metodología PRISMA fue importante porque ayudó en la mejora de la transparencia de la información identificada en los artículos seleccionados, además, garantizó la calidad de los datos, ayudó en la reducción del sesgo y facilitó encontrar estudios que reflejen el avance científico en el tema de análisis. Por lo que los estudios incluidos cumplieron con los criterios necesarios para el estudio acerca de la inteligencia artificial en la identificación temprana de peligros y evaluación de riesgos ergonómicos.

2.1.1 Fuentes y estrategias de búsqueda

La búsqueda de los estudios se realizará en bases de datos académicas, debidamente certificadas y avaladas a nivel investigativo. Las principales fueron Scopus, Web of Science y PubMed, entre otros. Como filtro de búsqueda, se definió como idiomas de publicación inglés y español. De igual manera, dentro de los filtros se colocó la opción de acceso abierto con el objetivo de asegurar poder visualizar los artículos completos.

Además, con el fin de garantizar que el enfoque de la investigación sea claro al momento de realizar la búsqueda de los artículos que permitan cumplir con los objetivos de investigación, se consideró importante la definición de la pregunta PICO. En este caso, al no existir una comparación puntual y centrarse únicamente en la inteligencia artificial, se planteó la pregunta PIO, tal como se expone en la siguiente tabla 3:

Tabla 3*Aplicación de pregunta PIO*

PIO	DESCRIPCIÓN
P (Población)	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajadores y ambientes de trabajo expuestos a riesgos ergonómicos.
I (Intervención)	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de IA para la identificación, prevención y evaluación de riesgos ergonómicos.
O (Resultado)	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de IA para la identificación, prevención y evaluación de riesgos ergonómicos.
Pregunta de investigación	<ul style="list-style-type: none"> • ¿De qué manera las aplicaciones y aportes de la inteligencia artificial contribuyen a la detección temprana y a la evaluación de riesgos ergonómicos en entornos?

Nota: Elaboración propia.

De igual manera, como parte de la estrategia de búsqueda se utilizaron los siguientes términos clave, tanto en inglés como en español:

Español

- “Inteligencia artificial”
- “Algoritmos predictivos”
- “Análisis de datos”
- “Evaluación ergonómica”
- “Riesgos ergonómicos”
- “Seguridad en el trabajo”
- “Salud ocupacional”

Inglés

- “Artificial intelligence”
- “Predictive algorithms”

- “Data analysis”
- “Ergonomic assessment”
- “Ergonomic risks”
- “Workplace safety”
- “Occupational health”

Con la finalidad de asegurar que la búsqueda de los estudios siga un proceso exhaustivo y válido, se realizaron combinaciones de los términos, combinando operadores booleanos en Search String tanto en español como en inglés, aplicando diferentes expresiones como: (“inteligencia artificial” OR “machine learning”) AND (“ergonomía” OR “riesgos musculoesqueléticos”). De esta manera, se unificaron sinónimos y es posible ampliar la búsqueda para identificar estudios relevantes. Este proceso fue ajustado a cada una de las características de las bases de datos a fin de obtener mejores resultados de búsqueda.

2.1.2 Criterios de inclusión y exclusión

Los criterios de inclusión y exclusión definidos para la búsqueda de las publicaciones académicas fueron los siguientes

2.1.2.1 Criterios de inclusión

Los criterios de inclusión implementados en la búsqueda de las fuentes académicas se mencionan a continuación:

- Artículos en idioma inglés y español.
- Artículos revisados por pares sobre IA aplicada a riesgos ergonómicos.

2.1.2.2 Criterios de exclusión

Los criterios de exclusión definidos en la búsqueda de las fuentes académicas se mencionan a continuación:

- Artículos en idioma diferente al inglés o español.
- Opiniones y estudios sin relevancia directa.
- Estudios que no apliquen inteligencia artificial en casos laborales de posturas ergonómicas.

El interés por abordar esta temática se da debido a que surgen avances decisivos en el campo de la inteligencia artificial, impulsados por el desarrollo de Frameworks como TensorFlow, que permitieron la expansión del Deep Learning y visión por computadora aplicadas al análisis ergonómico. Estudios recientes demuestran que, desde 2020, la IA ha comenzado a utilizarse con mayor frecuencia en la evaluación automatizada de posturas y riesgos musculoesqueléticos (Massiris et al., 2020; Agostinelli et al., 2024). Además, revisiones actuales evidencian que, la integración de sensores, aprendizaje automático y análisis biomecánico se ha consolidado en esta década (Donisi L. et al., 2022; Anacleto et al., 2024). Por esta razón, la consideración de los años mencionados garantiza la inclusión de investigaciones que representan el estado del arte de la IA aplicada a la ergonomía.

2.1.3 Extracción y análisis de datos

El trabajo consistió en una revisión sistemática, de carácter exploratorio, la cual permitió realizar el análisis de las aplicaciones de la inteligencia artificial en la detección temprana y evaluación de riesgos ergonómicos, para el establecimiento de su aporte en la mejora de la gestión de la salud y seguridad laboral.

Para la extracción y análisis de los datos se organizó una matriz en la cual se tomó en cuenta la siguiente información:

- Autor(es).
- País.

- Objetivos del estudio.
- Tipo de estudio.
- Participantes.
- Método.
- Principales resultados.
- Calidad.
- Base de datos.

La información fue organizada de tal manera que permitió identificar aspectos acerca de las técnicas y modelos de la IA en la detección de riesgos ergonómicos, las metodologías de evaluación ergonómica, las ventajas, limitaciones y desafíos ético-técnicos, y finalmente plantear directrices para la implementación de IA en la gestión de riesgos ergonómicos.

2.1.4 Síntesis y presentación de resultados

Los resultados de esta revisión sistemática se exponen de forma clara y precisa, se destacan los principales avances de la IA en aspectos como las técnicas y modelos existentes en la actualidad y su aporte en la identificación de riesgos ergonómicos, así como las metodologías de evaluación ergonómica, las ventajas, limitaciones y desafíos ético-técnicos. A partir de esta información se plantearon directrices para la adecuada implementación de IA en la gestión de riesgos ergonómicos

2.1.5 Evaluación de la calidad metodológica

La calidad metodológica de las investigaciones se evaluó tomando como referencia los planteamientos del manual JBI para la evaluación crítica de los estudios, el cual propone que se consideren diferentes listas de verificación dependiendo del diseño de cada investigación (Aromataris y Munn, JBI Manual for Evidence Synthesis, 2020). A través de su

aplicación se busca asegurar la validez y confiabilidad de los resultados, por lo que se consideraron los siguientes aspectos:

- Claridad y coherencia entre los objetivos y el problema de investigación.
- Relación entre el diseño metodológico y los objetivos.
- Definición clara de la población y muestra, aplicando los criterios de inclusión y exclusión.
- Validez y confiabilidad de los métodos e instrumentos utilizados para la recolección de datos.
- Transparencia y coherencia en el análisis y presentación de los resultados.
- Correspondencia entre los resultados obtenidos y las conclusiones.

La evaluación crítica, hizo posible la valoración de la confiabilidad y relevancia de los diferentes estudios utilizados en la revisión sistemática. La aplicación de la metodología mencionada fue de utilidad para realizar un análisis integral de la bibliografía publicada en torno a la aplicación de la inteligencia artificial en la identificación temprana de peligros y evaluación de riesgos ergonómicos.

Capítulo 3

3. Resultados

3.1 Resultados de evaluación de la calidad metodológica

Para la evaluación de la calidad metodológica se recopilamos estudios relacionados al tema, mismos que fueron sometidos a un proceso de evaluación por medio del manual JBI. En los estudios recopilados se identificaron dos tipos: revisiones sistemáticas y estudios cuasiexperimentales.

En este sentido, para las revisiones sistemáticas se utilizó la Lista de verificación de evaluación crítica del JBI, para revisiones sistemáticas y síntesis de investigación, de Aromataris et al. (2015), que contiene un total de 11 ítems, calificando cada criterio con: Si, No, No está claro y no aplica, adicionalmente, en el Anexo 1 se muestra el detalle. Para determinar la calidad metodológica (CM), se califican como artículos de alta calidad a los que tienen 9 o más respuestas afirmativas, mientras que los artículos de calidad moderada son aquellos que tienen 3 ítems negativos y de baja calidad los que tienen más de 3 respuestas negativas.

Una vez valorado, en la Tabla 4 se presentan los resultados de la lista de verificación para revisiones sistemáticas, en la cual se evidencia un predominio de estudios con calidad moderada y alta.

Tabla 4

Evaluación de calidad metodológica – Revisiones sistemáticas

Autor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	CM
(Safari et al., 2025)	Si	Si	Si	Si	Si	No aplica	Si	No aplica	No está claro	Si	Si	Moderada
(Iyer et al., 2025)	Si	Si	Si	No aplica	Si	No está claro	Si	No aplica	No está claro	Si	Si	Moderada
(Deshpande et al., 2025)	Si	Si	Si	Si	Si	No está claro	Si	No aplica	Si	Si	Si	Alta

(Agostinelli et al., 2024)	Si	Si	Sí	No aplica	Si	No está claro	Si	No aplica	No está claro	Si	Si	Moderada
(Khani-Shekarab y Khani-Shekarab, 2021)	Si	Si	Sí	Si	No está claro	No está claro	Si	No aplica	No está claro	Si	Si	Moderada
(Luna et al., 2023)	Si	Si	Sí	Si	Sí	No aplica	Si	No aplica	No está claro	Si	Si	Moderada
(García, 2024)	Si	Si	Sí	No aplica	Si	No aplica	Si	No aplica	No está claro	Si	Si	Moderada
(Donisi L. et al., 2022)	Si	Si	Sí	Si	No está claro	No aplica	Si	No aplica	No está claro	Si	Si	Moderada
(Hisyam et al., 2021)	Si	Si	Sí	Si	Si	No aplica	Si	Si	No está claro	Si	Si	Alta

Nota. La tabla muestra la valoración metodológica de las revisiones sistemáticas analizadas en el estudio.

Por otro lado, para los estudios cuasiexperimentales se utilizó la Lista de verificación del JBI para estudios cuasiexperimentales de Barker et al. (2024), que contiene un total de 9 ítems, calificando cada criterio con: Si, No, No está claro y no aplica, adicionalmente en el Anexo 2 se muestra el detalle. Para establecer la calidad metodológica (CM), se califican como artículos de alta calidad a los que tienen al menos 8 respuestas afirmativas, mientras que los artículos de calidad moderada son aquellos que registran 3 ítems negativos y de baja calidad los que tienen más de 3 respuestas negativas.

Una vez valorado, en la Tabla 5 se presentan los resultados de la lista de verificación para revisiones sistemáticas, en la cual se evidencia un predominio de estudios con calidad moderada y alta.

Tabla 5*Evaluación de calidad metodológica – Estudios cuasiexperimentales*

Artículo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	CM
(Mudiyanselage et al., 2021)	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	NA	Sí	Alta
(Larez y Maribao, 2025)	Sí	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí	NA	Sí	Moderada
(Fan et al., 2024)	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	NA	Sí	Alta
(Jeganathan, 2025)	Sí	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí	NA	Sí	Moderada
(Chatzis et al., 2022)	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	NA	Sí	Alta
(Singhtaun et al., 2025)	Sí	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí	NA	Sí	Moderada
(Ciccarelli et al., 2022)	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	NA	Sí	Alta
(Wang et al., 2023)	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	NA	Sí	Alta
(Granda, 2025)	Sí	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí	NA	Sí	Moderada
(Ramón y Castro, 2025)	Sí	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí	NA	Sí	Moderada
(Ispășoiu et al., 2024)	Sí	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí	NA	Sí	Moderada

Nota. La tabla muestra la valoración metodológica de los estudios cuasiexperimentales analizados en el estudio.

Tabla 6*Matriz de estudios incluidos*

N	Autor/es	Año	Título	Tipo de estudio	Resultados	Conclusión
1	Mahdi Safari; Amir Hossein Naserbakht; Arghavan Badri Kouhi; Sakineh Varmazyar	2025	Artificial intelligence and emerging technologies in assessing ergonomic risk factors in the workplace: A systematic review	Revisión sistemática	El 32% de los estudios se enfocaron en el desarrollo de dispositivos wearables para predecir el riesgo de trastornos musculoesqueléticos, utilizando acelerómetros y técnicas de aprendizaje automático para identificar actividades de forma automática y mejorar la evaluación de riesgos ergonómicos. Además, se emplearon algoritmos de IA, visión artificial y sistemas de evaluación ergonómica para la predicción del riesgo.	Implementar dispositivos wearables inteligentes para la evaluación de riesgos ergonómicos es importante. La IA y el aprendizaje automático en estos dispositivos permiten la monitorización en tiempo real de los movimientos y posturas de los trabajadores, identificando así posibles riesgos asociados a los trastornos musculoesqueléticos
2	Hari Iyer; Eunsik Kim; Chang Nam; Heejin Jeong	2025	A scoping review on emerging technologies and automation of musculoskeletal ergonomic assessments	Revisión sistemática	La integración de tecnologías avanzadas en las evaluaciones ergonómicas puede mejorar la seguridad y la productividad de los trabajadores al respaldar la toma de decisiones basada en evidencia en tiempo real.	Los estudios muestran que es viable usar herramientas automatizadas de evaluación postural con video y dispositivos portátiles de bajo costo, lo que facilita intervenciones ergonómicas específicas y mejora la estandarización metodológica. Sin embargo, existen limitaciones como costos, capacitación, privacidad, resistencia organizacional e infraestructura.
3	Uttam Deshpande; Sufola Silva; Sudhindra Deshpande; Veena Kangralkar; Rudragoud Patil; Ramchandra Ameet; Prabal Birajdar; Siddhu Singadi; Prathamesh	2025	A review of machine learning techniques for ergonomic risk assessment based on human pose estimation	Revisión sistemática	Los sistemas HPE basados en aprendizaje profundo produjeron precisiones prometedoras, pero presentaron dificultades durante el procesamiento en tiempo real y la oclusión de imágenes. Se investigó el potencial de técnicas que logran un equilibrio entre rendimiento y velocidad. Se examinan los efectos de HPE en la ergonomía, con énfasis en cómo se pueden habilitar sistemas automatizados de evaluación de riesgos, aumentar la seguridad de los trabajadores y mejorar la productividad.	El estudio concluye explorando futuras posibilidades de investigación, incluyendo la integración de la detección multimodal, la adaptación de dominios para diversas industrias y la creación de sistemas de monitorización ergonómica en tiempo real basados en inteligencia artificial.

	Raikar; Shreyas Arjunwadkar					
4	Srimantha Mudiyanse; Phuong Nguyen; Mohammad Sadra; Reza Akhavian	2021	Automated Workers Ergonomic Risk Assessment in Manual Material Handling using sEMG Wearable Sensors and Machine Learning	Cuasiexperimental	Se desarrollaron cuatro modelos de aprendizaje automático diferentes: Árbol de Decisión, Máquina de Vectores de Soporte, K-Vecino Más Cercano y Bosque Aleatorio, para clasificar las evaluaciones de riesgo calculadas con base en la ecuación de levantamiento de NIOSH. También se evaluó la sensibilidad de los modelos a diversos parámetros para encontrar el mejor rendimiento con cada algoritmo. Los resultados indican que los modelos de árboles de decisión tienen el potencial de predecir el nivel de riesgo con una precisión cercana al 99,35%.	El algoritmo Decision Tree arrojó el nivel más alto de precisión de la prueba, con 97,70%, 99,35% y 99,05% en tres segmentaciones de tiempo de 1 segundo, 0,5 segundos y 0,25 segundos, respectivamente. El nivel de estrés físico y los riesgos de WMSD asociados con las tareas de levantamiento están representados por el Índice de Levantamiento de NIOSH. Un valor de LI por debajo de 1,0 denota un Riesgo Normal para un empleado sano. A medida que aumenta el LI, el nivel de riesgo asociado aumenta correspondientemente y una vez que el valor de LI supera 3,0, representa un mayor riesgo asociado con la tarea.
5	Thomas Agostinelli; Andrea Generosi; Silvia Ceccacci; Maura Mengoni	2024	Validation of computer vision-based ergonomic risk assessment tools for real manufacturing environments	Revisión sistemática	Los resultados revelan que la precisión de las evaluaciones de riesgos varía según las condiciones ambientales específicas y la configuración de las estaciones de trabajo. Si bien estos sistemas aún no están optimizados para la certificación de riesgos a nivel experto, ofrecen un potencial significativo para mejorar la seguridad y la eficiencia en el lugar de trabajo al proporcionar un monitoreo continuo de la postura.	Los resultados mostraron alta variabilidad en la precisión de las herramientas según las características del puesto de trabajo y la configuración de las cámaras, por lo que no se considera que estos sistemas sean aún lo suficientemente confiables para certificar niveles de riesgo ergonómico. No obstante, su nivel de precisión permite utilizarlos para monitoreo continuo y apoyo al trabajo de los ergónomos.
6	Reza Khani-Shekarab; Alireza khani-shekarab	2021	Comprehensive systematic review into combinations of artificial intelligence, human	Revisión sistemática	Los resultados indicaron que la aplicación de la IA en la automatización con respecto a los factores humanos podría dividirse en tres áreas de ergonomía física, ergonomía cognitiva y ergonomía organizacional. Las	El estudio concluye que la integración de la inteligencia artificial con los factores humanos (ergonomía física, cognitiva y organizacional) es clave para optimizar el bienestar y el rendimiento de los sistemas. Existe una relación complementaria donde

			factors, and automation		principales áreas de aplicación en ergonomía física y cognitiva incluyen transporte, experiencia del usuario e interacciones hombre-máquina.	los factores humanos mejoran la interacción con la IA, y la IA potencia la eficiencia mediante el análisis de datos y la predicción de estados humanos.
7	Larez, F; Maribao, Y	2025	Integration of artificial intelligence and traditional methods for ergonomic risk assessment	Evidencia textual narrativa	La combinación de inteligencia artificial con métodos ergonómicos clásicos validados (como REBA, RULA y NIOSH) se presenta como el enfoque más sólido para el futuro, al mejorar la rapidez y precisión de la evaluación sin perder rigor científico ni validez normativa. Este modelo híbrido optimiza el bienestar humano y el desempeño productivo, posiciona al ergonomista en la vanguardia tecnológica y constituye una alternativa técnica y legalmente defendible.	La inteligencia artificial mejora la objetividad, consistencia y eficiencia en la evaluación de riesgos ergonómicos, pero presenta limitaciones como falta de estandarización jurídica, altos costos, dependencia tecnológica y menor capacidad para captar factores cualitativos. Por ello, se recomienda un enfoque híbrido donde la IA apoye el análisis de datos y el ergonomista interprete y valide los resultados, garantizando rigor científico y validez técnica y legal.
8	Chao Fan; Qipei Mei; Xiaonan Wang; Xinming Li	2024	ErgoChat: a Visual Query System for the Ergonomic Risk Assessment of Construction Workers	Estudio cuasiexperimental	El sistema integra respuesta visual a preguntas (VQA) y subtítulo de imágenes para identificar y describir riesgos ergonómicos posturales a partir de imágenes, junto con un conjunto de datos específico para su entrenamiento. Las pruebas muestran alta precisión del VQA (96,5 %) y un desempeño superior frente a modelos entrenados con datos genéricos, lo que evidencia el potencial de la IA generativa para el desarrollo de evaluaciones ergonómicas interactivas.	El estudio desarrolló ErgoChat, un modelo basado en GPT y modelos de lenguaje visual, para identificar y describir riesgos ergonómicos en la construcción, demostrando mayor precisión que modelos genéricos mediante un conjunto de datos especializado y evaluaciones con métricas y expertos. Se destaca su potencial para alertas tempranas, capacitación, reportes e inspecciones automatizadas, aunque presenta limitaciones como alucinaciones lingüísticas y restricciones perceptivas, por lo que se recomienda mejorar los datos y las técnicas de optimización del modelo en futuras investigaciones.
9	Balachandar Jeganathan	2025	AI-Powered Ergonomics: Enhancing Workplace Safety	Estudio cuasiexperimental	Los resultados indican que el sistema alcanzó una precisión del 100 % en pruebas controladas y mejoró significativamente la ergonomía laboral	A pesar de su potencial, desafíos como la privacidad de datos, la generalización de modelos y la adopción en el lugar de trabajo siguen siendo obstáculos para la adopción

			through Posture Detection		en diversos entornos. La corrección postural basada en IA redujo las lesiones laborales en un 25 % en entornos de fabricación y las molestias en la oficina en un 30 %, lo que demuestra su eficacia para reducir los riesgos para la salud laboral.	generalizada de la ergonomía impulsada por IA. Este estudio destaca la importancia de integrar la IA en las normas de seguridad laboral, ofreciendo soluciones basadas en datos para mejorar el bienestar de los empleados y la eficiencia operativa.
10	Theocharis Chatzis; Dimitrios Konstantinidis; Kosmas Dimitropoulos	2022	Automatic Ergonomic Risk Assessment Using a Variational Deep Network Architecture	Estudio cuasiexperimental	El método propuesto estima puntuaciones de riesgo ergonómico basadas en REBA para distintas partes del cuerpo y el cuerpo completo, utilizando información esquelética 3D extraída de imágenes RGB. Mediante un enfoque variacional y un modelo de doble flujo, se representan las interacciones articulares en un espacio latente descriptivo e integran puntuaciones reales de riesgo para mejorar la discriminación y precisión del modelo en la evaluación postural.	Los resultados experimentales en dos conjuntos de datos complejos, UW-IOM y TUM Kitchen, demuestran la capacidad del método propuesto para lograr alta precisión y robustez (MSE < 0,3), superando el rendimiento de los enfoques más avanzados. Además, el método propuesto puede predecir con gran precisión las puntuaciones de riesgo ergonómico para diferentes partes del cuerpo, lo que proporciona información importante a los trabajadores sobre qué partes del cuerpo sufren mayor tensión durante una tarea laboral. Finalmente, los resultados sobre la clasificación de las acciones humanas en niveles de riesgo REBA muestran que el método ayuda a clasificar acciones con éxito.
11	Chansiri Singhtaun; Suriya Natsupakpong; Pollakrit Lorprasertkul	2025	Ergonomic Risk Assessment Using Human Pose Estimation with MediaPipe Pose	Estudio cuasiexperimental	El experimento utilizó puntos clave articulares 2D y 3D y ángulos de 72 posturas para predecir la postura corporal mediante clasificadores. El mejor modelo alcanzó precisiones superiores al 90 % en espalda y brazos y 85 % en piernas, mientras que en una estación de empaque simulada la precisión fue menor (70–83 %). La precisión global para clasificar el nivel de riesgo considerando todo el cuerpo fue del 77,64 %.	La investigación propone un enfoque de estimación de postura basado en puntos clave de MediaPipe y un clasificador por reglas para evaluar riesgos ergonómicos con el método OWAS. Los resultados muestran mayor precisión de puntos clave 2D para posturas en planos 2D/3D y de puntos clave 3D para rotaciones del tronco, con una precisión global del 77,64 % en la clasificación del riesgo. El sistema se integró en una herramienta automatizada en tiempo real, con potencial aplicación en formación

						y evaluación ergonómica en entornos laborales.
12	Marianna Ciccarelli; Alessandra Papetti; Cecilia Scoccia; Giacomo Menchi; Leonardo Mostarda; Giacomo Palmieri; Michele Germani	2022	A system to improve the physical ergonomics in Human-Robot Collaboration	Estudio cuasiexperimental	El estudio demuestra que el sistema propuesto mejora la ergonomía y la seguridad en la colaboración humano-robot, reduciendo el nivel de riesgo RULA de 7 a 4 mediante el ajuste automático de la altura del producto. Además, las pruebas de laboratorio confirmaron la eficacia del sistema de visión para monitorear la postura y reconocer gestos, permitiendo una interacción segura y la detención automática del robot para prevenir accidentes.	El sistema integra detección de presencia humana, reconocimiento de gestos y monitoreo postural en tiempo real para una colaboración humano-robot segura y ergonómica, combinando las capacidades del robot y del operador humano para reducir el riesgo de trastornos musculoesqueléticos. Las simulaciones y pruebas de laboratorio respaldan su potencial, y se plantea el uso de múltiples cámaras y algoritmos de IA más avanzados para su implementación en entornos industriales reales.
13	Wang Donglian; Chen Gu; Jintao Ke	2023	Real-time ergonomic risk assessment in construction using a co-learning-powered 3D human pose estimation model	Estudio cuasiexperimental	El método de coaprendizaje propuesto permite que el modelo HPE aprenda poses humanas 2D y 3D simultáneamente a partir del conjunto de datos fusionados, lo que garantiza que el modelo HPE pueda reconocer con precisión las posturas 3D de los trabajadores directamente a partir de imágenes 2D.	Al analizar el conjunto de datos fusionados, el modelo 3D HPE basado en regresión desarrollado, FusionPose*, puede lograr un rendimiento de última generación a través de una mejora de 0,2 mm en el conjunto de datos de validación Human3.6 M con costos computacionales mucho más bajos, y el modelo liviano, FusionPose, presenta un rendimiento comparable a FusionPose* al tiempo que reduce los GFLOP en un 93,7 %.
14	Luis Granda	2025	Aplicación de inteligencia artificial para optimizar los métodos de valoración ergonómica en entornos laborales	Estudio cuasiexperimental	ErgoIA mejora la evaluación de riesgos ergonómicos al reducir hasta en un 75 % el tiempo de análisis, disminuir costos, minimizar la subjetividad en las valoraciones y simplificar la recolección de datos sin necesidad de instrumentación especializada. El sistema permite analizar automáticamente movimientos y posturas mediante IA a partir de videos capturados incluso con dispositivos móviles.	La aplicación de la IA en la valoración ergonómica es un avance significativo, aún hay un amplio campo de investigación por explorar, como se podría plantear a futuras investigaciones podrían enfocar cómo la IA contribuye de manera analítica a las posibles afecciones ambientales con una línea de investigación en cambio climático y sostenibilidad de recursos, apoyando el desarrollo de entornos de trabajo más

						saludables, inclusivos y sostenibles para toda la fuerza laboral.
15	Giovanni Luna; Cesar García; Gabriel Grosskelwing; Roberto Meléndez	2023	Ergonomía en la industria 4.0: Un enfoque de la Inteligencia artificial para la eficiencia y la seguridad ocupacional.	Revisión sistemática	La IA contribuye significativamente a la optimización de procesos y la toma de decisiones, mientras que la integración de la ergonomía asegura adaptaciones centradas en el trabajador. Se observó un consenso en la necesidad de habilidades actualizadas para los empleados y una colaboración interdisciplinaria para una transición efectiva.	Las conclusiones resaltan la importancia de un enfoque holístico que armonice la tecnología avanzada aplicada al diseño ergonómico que procure la integridad del operador, subrayando la necesidad de estrategias especializadas y de capacitación para preparar a la fuerza laboral para los desafíos emergentes de la Industria 4.0.
16	Claudia García	2024	Inteligencia artificial en la evaluación de riesgos ergonómicos en puestos de trabajo, un enfoque innovador	Revisión sistemática	Las evaluaciones de puesto de trabajo con la interacción de la Inteligencia Artificial, pueden llegar a reducir hasta en un 70% el tiempo invertido en la evaluación de los riesgos ergonómicos por parte de los profesionales encargados, teniendo en cuenta que la mayor dificultad se presenta en la recopilación y codificación de la información.	La inteligencia artificial es una gran herramienta que utiliza los algoritmos y las metodologías ya implementadas en las evaluaciones ergonómicas de puestos de trabajo, tales como: OWA, NIOSH (Norma ISO), OCRA, RULA, REBA entre otras; para hacer la recopilación de los datos de los puestos de trabajo de manera más precisa y rápida que los utilizados actualmente, proporcionando una gestión preventiva y eficiente a la hora de abordar el riesgo ergonómico, y no una gestión reactiva que dificulta el tiempo de respuesta y de control del riesgo.
17	Leandro Donisi; Giuseppe Cesarelli; Noemi Pisani; Alfonso Ponsiglione; Carlo Ricciardi; Edda Capodaglio	2022	Wearable Sensors and Artificial Intelligence for Physical Ergonomics: A Systematic Review of Literature	Revisión sistemática	Las técnicas de análisis ergonómico basadas en sensores e inteligencia artificial se enfocan en la prevención de trastornos musculoesqueléticos, especialmente en extremidades superiores y espalda, y abordan aspectos posturales aún poco estandarizados en la literatura. Este enfoque aporta información relevante para mejorar la seguridad, el diseño de entornos y equipos de trabajo, y	El estudio concluye que el uso de sensores portátiles combinados con inteligencia artificial es una estrategia eficaz y para la evaluación ergonómica, al permitir el monitoreo de posturas y cargas biomecánicas, contribuyendo a la prevención de trastornos musculoesqueléticos. Asimismo, muestra la importancia de los algoritmos de aprendizaje automático para mejorar la detección de

					la organización laboral, contribuyendo a prevenir la fatiga y la sobrecarga física.	riesgos y el diseño de intervenciones preventivas.
18	Muhamad Hisyam; Mohd Hafidz; Ahmad Azlan; Nur Zaidi; Sohrab Hossain	2021	Implementation of Kinetic and Kinematic Variables in Ergonomic Risk Assessment Using Motion Capture Simulation: A Review	Revisión sistemática	Los resultados evidencian que las variables cinéticas y cinemáticas obtenidas mediante sensores inerciales, captura de movimiento y análisis biomecánico son herramientas efectivas para evaluar el riesgo ergonómico, al permitir identificar posturas forzadas, movimientos repetitivos y cargas físicas asociadas a trastornos musculoesqueléticos. Además, la integración de estas variables con modelos computacionales y aprendizaje automático mejora la detección temprana de riesgos, superando las limitaciones de los métodos tradicionales basados en observación y cuestionarios.	El estudio destaca que las mediciones cinéticas y cinemáticas constituyen una base objetiva para sistemas avanzados de evaluación ergonómica, con ventajas en precisión y automatización. No obstante, persisten desafíos en estandarización, validación clínica e implementación industrial, por lo que se recomienda seguir investigando la integración de biomecánica e inteligencia artificial para fortalecer la prevención de trastornos musculoesqueléticos y la gestión de la seguridad y salud ocupacional.
19	Jhonnatan Ramón; Marisodel Castro	2025	Análisis de los Puestos de Trabajo Mediante el Uso de Inteligencia Artificial Y su Relación con la Sintomatología Osteomuscular en Trabajadores de una Institución de Formación Para el Trabajo Y el Desarrollo Humano en la Ciudad de Barranquilla	Estudio cuasiexperimental	La evaluación automática de ángulos articulares en tiempo real mediante la plataforma PosturaRisk permitió identificar alteraciones posturales frecuentes, como flexión del tronco, inclinaciones laterales y elevación asimétrica de hombros, que no eran evidentes a simple vista. Aunque el 44 % de los trabajadores reportó molestias musculoesqueléticas, solo el 9 % contaba con diagnóstico clínico, evidenciando una normalización del dolor y automedicación. Se recomienda fortalecer las rutas de atención en salud laboral, mejorar los canales de reporte y facilitar evaluaciones médicas oportunas.	Los hallazgos muestran la necesidad de un sistema de vigilancia integral en salud ocupacional con un enfoque ergonómico, que combine datos observacionales, autodeclarados y tecnológicos. Dicho sistema facilitaría el seguimiento periódico de las condiciones laborales, potenciaría una cultura de autocuidado y serviría como modelo replicable en otras instituciones del sector educativo técnico-laboral, donde los trastornos musculoesqueléticos a menudo permanecen invisibilizados.

20	Adrian Ispășoiu; Ioan Milosan; Camelia Gabor	2024	Improving Workplace Safety and Health Through a Rapid Ergonomic Risk Assessment Methodology Enhanced by an Artificial Intelligence System	Estudio cuasiexperimental	La metodología propuesta, integrada con un sistema de inteligencia artificial, permitió identificar eficientemente posturas de riesgo y factores asociados a trastornos musculoesqueléticos, generando clasificaciones en tiempo real. La herramienta reduce el tiempo y la subjetividad del análisis tradicional, ofreciendo una alternativa más precisa y sistemática para la evaluación ergonómica en seguridad y salud laboral.	El estudio concluye que la integración de la inteligencia artificial en la evaluación ergonómica mejora la identificación y gestión de riesgos laborales, optimiza los procesos de evaluación y aumenta la precisión en la detección de posturas peligrosas. Además, destaca el potencial de las tecnologías inteligentes para fortalecer la prevención de riesgos y promover entornos de trabajo más seguros y saludables.
----	--	------	---	------------------------------	---	---

Nota. La tabla muestra la valoración metodológica de las revisiones sistemáticas analizadas en el estudio.

- Identificar las técnicas y modelos de inteligencia artificial aplicados en la detección temprana de riesgos ergonómicos para la determinación de los algoritmos utilizados y qué aportes reportan en la prevención de trastornos musculoesqueléticos.
- Examinar las metodologías de evaluación ergonómica (RULA, REBA, OWAS y otras) que han sido automatizadas o mejoradas por inteligencia artificial para el análisis de la integración y precisión en la identificación de riesgos laborales.

3.2 Resultados por objetivos

3.2.1 Técnicas y modelos de inteligencia artificial aplicados en la detección temprana de riesgos ergonómicos

Las investigaciones recogidas demuestran el incremento del uso de la inteligencia artificial para la detección temprana de riesgos ergonómicos, a través de la identificación de posturas inadecuadas, cargas biomecánicas y movimientos repetitivos. En este sentido, una de las técnicas más empleadas es el dispositivo wearable, utilizado conjuntamente con algoritmos de aprendizaje.

En efecto, Safari et al. (2025) mencionan que, dentro de su revisión sistemática, identificaron que el 68% de los estudios diseñaron sistemas para evaluar riesgos empleando la IA, así como también el 32% diseñaron dispositivos portátiles con funcionalidades de predicción de riesgos por trastorno musculoesquelético, equipados con acelerómetros y ML, de tal modo que se analicen de forma automática las actividades. En paralelo, Donisi et al. (2022), sostienen que la integración de sensores portátiles que emplean inteligencia artificial ayuda a las tareas de seguimiento de las posturas de los empleados, así como de las cargas mecánicas. En consecuencia, contribuye a la detección temprana de factores de riesgo, formando una base para el diseño de estrategias de intervención.

Otra de las técnicas utilizadas es la Estimación de la Postura Humana (EPH). Al respecto, Deshpande et al. (2025) plantean el uso de redes neuronales para extraer cuerpos en 2 y 3 dimensiones, de forma que sea posible automatizar el proceso de evaluación ergonómica. No obstante, se resaltaron limitaciones con relación al procesamiento de información en tiempo real. Del mismo modo, Wang et al. (2023), diseñaron un método para la estimación de posturas en 3 dimensiones, para una mayor precisión y reducción de costos a la hora de evaluar.

Por su parte, Mudiyanse et al. (2021), utilizaron sensores electromiográficos de superficie (sEMG) conjuntamente con otras herramientas, tales como máquinas de vectores o árboles de decisión, a fin de efectuar una agrupación de riesgos según el tipo de tarea realizada por el trabajador. La herramienta más empleada fue el árbol de decisión, con un nivel de aceptación de más de 90% y alta fiabilidad. Simultáneamente, Singhtun et al. (2025), afirma que para recopilar información de articulares empleó el método MediaPipe, logrando obtener resultados precisos del 78%. Chatzis et al. (2022) igualmente diseñaron una arquitectura capaz de evaluar con el método REBA e identificar tareas que representan un alto riesgo.

Una siguiente técnica detectada es la visión por computadora, así Fan et al. (2024), aluden que ha desarrollado un sistema que permite describir de manera automática los riesgos ergonómicos y dar respuesta a inquietudes de las posturas de los colaboradores. Dicho sistema se denomina ErgoChat, emplea la IA para notificar alertas a tiempo. Mientras tanto, Jeganathan (2025), realizó una integración entre un TensorFlow con un bosque aleatorio, con el propósito de disminuir casos de molestias y lesiones musculares.

Por su parte, Ciccarelli et al. (2022), realizaron una combinación de los métodos humanos con un robot para la evaluación ergonómica en tiempo real. A través de este

sistema, que se apoya en criterios del RULA, se pudo comprobar que el uso de IA contribuye a reducir las posturas forzadas. Hisyam et al. (2021) destacan la importancia del uso de variables cinéticas y cinemáticas que se utilizan con algunos modelos de aprendizaje para la detección de riesgos ergonómicos.

Del mismo modo, Ramón y Castro (2025) concluyeron que la evaluación de riesgos ergonómicos por medio del uso de la IA permitió identificar alteraciones en las posturas, que no eran detectables por el ojo humano. Asimismo, Iyer et al. (2025) y Khani-Shekarab y Khani-Shekarab (2021), manifiestan que automatizar este tipo de evaluaciones facilita las tareas de decisión, sirve de apoyo para el planteamiento de actividades correctivas o preventivas y la mejora de la objetividad. Sin embargo, es importante tomar en cuenta que implementar estas técnicas recogidas demandan una inversión y estandarización de la metodología.

3.2.2 Metodologías de evaluación ergonómica (RULA, REBA, OWAS y otras) automatizadas

Los estudios recopilados demuestran el incremento de la automatización de las metodologías de evaluación ergonómica, tales como RULA, REBA, OWAS y NOISH. Esto con la finalidad de obtener resultados más precisos, que prevalezca más la objetividad que la subjetividad y al mismo tiempo para detectar de forma temprana los factores de riesgo laboral.

Son varios los estudios que coinciden que la incorporación de inteligencia artificial ha facilitado la detección de riesgos ergonómicos, empleando diferentes sistemas. Safari et al. (2025) manifiestan que, en la actualidad, a las diferentes metodologías de evaluación ergonómica se han integrado sensores portátiles, modelos de machine learning, acelerómetros y algoritmos, con el propósito de convertirlos en modelos predictivos con

capacidad de detectar a los riesgos ergonómicos en tiempo real. De este modo, se incrementa el nivel de eficiencia en la detección de riesgos y, por ende, se eleva el compromiso de brindar protección a los trabajadores.

Del mismo modo, Iyer et al. (2025) indican que la implementación de dispositivos portátiles y de video en las metodologías tradicionales facilitan la cuantificación objetiva de los movimientos repetitivos, las posturas forzadas y la toma de decisiones de empresas de cualquier ámbito económico.

Una de las metodologías tradicionales, llamada NIOSH, se utiliza para evaluar el levantamiento de carga y prevenir lumbalgias o problemas de espalda, misma que ha sido potenciada a través de la incorporación de modelos de machine learning. En efecto, Mudiyansele et al. (2021) señalan que por medio de la aplicación de diferentes algoritmos de machine learning en el método NIOSH se ha facilitado la clasificación de los riesgos en su totalidad. Por consiguiente, estos resultados evidencian que la IA se puede utilizar en la traducción de criterios biomecánicos para que las clasificaciones de riesgos se evalúen de manera automática; de tal forma que facilita la detección de probabilidad alta de trastornos musculoesqueléticos.

Con relación al método OWAS, Singhtaun et al. (2025) plantean el desarrollo de un sistema compuesto de MediaPipe Pose, que permite pronosticar las posturas de los trabajadores para detectar puntos claves que se almacenan en una base de datos y posteriormente se emplean en la clasificación de las posturas. Este sistema propuesto, según Singhtaun et al. (2025), tiene un nivel de confiabilidad y precisión del 78%. De este modo, se pone en evidencia que la tarea de codificar los riesgos se puede reemplazar por procesos computacionales que posibiliten la evaluación de las posturas en tiempo real.

Por otro lado, en la metodología REBA, Chatzis et al. (2022), diseñaron un esquema capaz de procesar información esquelética en tres dimensiones a través de fotografías digitales, para la predicción de puntuaciones del método REBA con alto nivel de confiabilidad. Además de automatizar la determinación del nivel de riesgo, el esquema es capaz de sugerir acciones sobre las partes del cuerpo más afectadas. En paralelo, Agostinelli et al. (2024) aplicaron una evaluación de las herramientas de visión artificial en empresas de manufactura e identificaron que este tipo de herramienta es de gran utilidad para el control y monitoreo de las posturas de los trabajadores.

De la misma manera, en el método RULA se han implementado diferentes sistemas, así pues, Ciccarelli et al. (2022) hicieron pruebas para demostrar que la integración de la visión artificial en un robot con sensores facilitó la evaluación ergonómica en tiempo real, logrando resultados favorables en la reducción del nivel de riesgo; de un puntaje de 7 bajó a 5 puntos. De este modo, se demostró que el uso de IA no solo se limita a identificar los riesgos, sino que también contribuye a la modificación del entorno laboral para la prevención de las posturas forzadas.

3.2.3 Ventajas, limitaciones y desafíos ético-técnicos del uso de la IA en la evaluación de riesgos ergonómicos

Estudios como el de Safari et al. (2025) señalan que entre las principales ventajas del uso de la IA en la evaluación de riesgos ergonómicos se encuentra la capacidad para realizar el monitoreo en tiempo real de las posturas, por medio del uso de wearables e IA. Esto ayuda a que exista una mayor precisión en el análisis, permitiendo determinar los principales problemas que enfrentan los trabajadores. De esta manera, es posible reducir costos al momento de implementar soluciones, ya que los recursos tecnológicos logran un mayor nivel de eficiencia frente a métodos tradicionales.

Por su parte, Iyer et al. (2025) destacan como una de las ventajas, la capacidad para la automatización de las evaluaciones ergonómicas para realizarlas en tiempo real. Permitiendo conocer de cerca los problemas que enfrentan los trabajadores al momento de cumplir sus funciones, lo cual puede repercutir en su salud musculoesquelética. Al contar con información real sobre las condiciones de ergonomía, es posible la toma de decisiones basadas en evidencia, mejorando el entorno de trabajo y, en consecuencia, los niveles de productividad.

Además, Jeganathan (2025) señalan que, al contar con herramientas relacionadas a la IA para la evaluación de riesgos ergonómicos, las lesiones se reducen en un 25%, mientras que las molestias en puesto de oficina disminuyen un 30%. Esto se debe a que los sistemas basados en IA alcanzan mayores niveles de precisión al momento de evaluar la postura de los trabajadores, por lo tanto, las acciones de mejora que se implementan viabilizan que las condiciones laborales mejoren de manera significativa.

Mientras que Ciccarelli et al. (2022), señala que la implementación de la IA, ayudó a reducir los diferentes riesgos ergonómicos identificados con el método RULA, gracias a la interacción entre las personas y el robot para asegurar que las actividades se realicen protegiendo la salud de los trabajadores. Es así que se promueve la prevención de riesgos provocados por posturas inadecuadas en tiempo real, asegurando que los trabajadores no padezcan problemas musculoesqueléticos.

Desde el punto de vista de Granda (2025), la incorporación de la IA en los procesos de evaluación de riesgos ergonómicos tiene como ventaja que el tiempo de análisis se reduce hasta un 75%, al igual que disminuye la posibilidad de que se cometan errores humanos cuando se aplican métodos tradicionales. Por lo tanto, los costos que las empresas invierten en este tipo de procedimientos se reducen de manera significativa. Una posición similar

mantiene García (2024), quien afirma que el tiempo de la evaluación baja en un 70%, además de que se presenta una mejora importante al momento de recopilar y codificar la información.

Como parte de las ventajas, Donisi et al. (2022) también identifican la posibilidad de realizar un monitoreo objetivo tanto de las posturas ergonómicas de los trabajadores, así como de las cargas biomecánicas que deben soportar. Por esta razón se logra la identificación temprana de los posibles riesgos ergonómicos, ayudando a que se tomen acciones correctivas que favorezcan tanto el desempeño como el bienestar de los trabajadores en las diferentes áreas de la empresa.

En cuanto a las limitaciones, Agostinelli et al. (2024) señalan que en algunos casos el uso de herramientas de IA para la evaluación de riesgos ergonómicos puede ser susceptible de variación cuando se presentan diferentes tipos de condiciones ambientales. Otra de las problemáticas es que, al tratarse de un campo aún en evolución y desarrollo, no se cuenta con la suficiente confiabilidad para realizar certificaciones de expertos en este campo, por lo que su aplicación está sujeta al nivel de conocimientos de la persona que implemente este tipo de sistemas.

Según explican Deshpande et al. (2025), algunos sistemas presentan problemas para realizar el procesamiento de la información en tiempo real, además de la oclusión de imágenes, ya que no se logra una adecuada integración de técnicas 2D y 3D. Frente a esta realidad, la información que muestre la tecnología de evaluación basada en IA, al no estar procesada de manera correcta, puede presentar deficiencias que no aportan a la mitigación de riesgos ergonómicos en los trabajadores.

De manera similar, Singhtaun et al. (2025) indican que los sistemas de IA, en algunos casos alcanzan un nivel de precisión global moderada que es de alrededor del 77,64%. Esta

situación se presenta por los errores en las estimaciones 3D, así como consecuencia de oclusiones que impiden observar las diferentes posiciones ergonómicas en su integralidad. Al no contar con información real y precisa, se dificulta la definición e implementación de las estrategias necesarias para disminuir la probabilidad de problemas musculoesqueléticos en los trabajadores.

A partir del planteamiento de Wang et al. (2023), una de las limitaciones más evidentes de este tipo de sistemas es la alta carga de datos informáticos, lo que reduce la posibilidad de obtener datos en tiempo real, ya que se requiere que diferentes sistemas de computadoras trabajen de manera simultánea. Además, los costos para adquirir estos sistemas suelen ser elevados, razón por la cual no están al alcance de todos los tipos de empresas, son opciones únicamente para quienes tienen los recursos tanto económicos como tecnológicos para su implementación.

Respecto a los desafíos ético-técnicos, Iyer et al. (2025) mencionan los costos de hardware como uno de los más importantes, así como también la necesidad de contar con personal capacitado para su correcta implementación y uso. También se destaca la posibilidad de que al ingresar la información de los trabajadores surjan problemas que pongan en riesgo su privacidad si no existen protocolos adecuados para proteger estos datos. De igual manera, la resistencia de las organizaciones a innovar en este campo es un reto importante, sumado al hecho de que en gran parte de los casos la infraestructura tecnológica es limitada.

Jeganathan (2025), coincide que la privacidad de los datos es un desafío importante a considerar, así como el hecho de los modelos de IA se generalicen, provocando que no se obtenga información real respecto a los problemas ergonómicos que enfrentan los

trabajadores. A esto se suma el hecho de que las empresas no están preparadas ni financiera ni técnicamente para la adopción de este tipo de sistemas.

Además, Larez y Maribao (2025) señalan que dentro de los procesos para el uso de IA en la valoración de riesgos ergonómicos hacen falta normativas o estándares jurídicos que delimiten hasta dónde este tipo de tecnologías pueden usar la información de los trabajadores. Otro problema importante es que se genera una alta dependencia tecnológica, lo que impide que se analicen únicamente datos e imágenes, mas no se tomen en cuenta aspectos cualitativos que pueden ser expresados por los trabajadores. De manera similar, Hisyam et al. (2021) exponen como un desafío la escasa estandarización de protocolos de aplicación, así como la falta de una validación clínica de los resultados que aporten los sistemas de IA, para lograr un análisis integral que permita diseñar e implementar soluciones en favor del bienestar y seguridad de los trabajadores.

Tal como muestran los diferentes autores mencionados, existen diferentes ventajas, limitaciones y desafíos ético-técnicos alrededor del uso de inteligencia artificial en la evaluación de riesgos ergonómicos. Sin embargo, la viabilidad de su implementación para mejorar la seguridad y bienestar de los trabajadores dependerá de factores como la capacidad tecnológica y económica de la empresa, así como del personal a cargo para asegurar que arroje información relevante que ayude a la implementación de estrategias enfocadas en reducir la incidencia de problemas relacionados con la ergonomía en el lugar de trabajo.

3.2.4 Mejores prácticas y recomendaciones existentes para la implementación de IA en la gestión de riesgos ergonómicos

En relación con las mejores prácticas para la implementación de la inteligencia artificial, se destaca el modelo propuesto por Larez y Maribao (2025), el cual se basa en el uso de la IA en combinación con métodos clásicos como REBA, RULA y NIOSH. Los

autores plantean la fórmula “IA + Método Clásico = precisión + validación científica”, de esta manera, se asegura que la valoración ergonómica se realice de forma rápida y eficiente con el uso de la tecnología, pero asegurando que se mantenga la rigurosidad en el análisis. Se trata de un enfoque que además de trabajar por el bienestar de los trabajadores y mejorar su desempeño, brinda al ergonomista la opción de aprovechar adecuadamente los beneficios de la tecnología. Además, permite la implementación de metodologías de evaluación estandarizadas que son reconocidas y aceptadas en el campo laboral.

Otras de las prácticas recomendadas en la propuesta por Safari et al. (2025) señalan la integración de tecnologías avanzadas como dispositivos *wearables*, algoritmos de aprendizaje automático y sistemas de visión artificial para realizar evaluaciones ergonómicas continuas y en tiempo real. De esta manera se puede realizar el monitoreo de los puestos de trabajo de manera frecuente tomando medidas preventivas a tiempo y así evitar que los trabajadores desarrollen trastornos musculoesqueléticos. Su adecuada implementación hace posible que se mejoren los niveles de eficiencia, así como la precisión al momento de evaluar los riesgos, además de que reduce los costes y los tiempos en relación al uso de métodos de valoración tradicionales.

También se considera importante tomar en cuenta el aporte de Donisi et al. (2022), quienes señalan la importancia de integrar sensores *wearables* con IA con el fin de prevenir trastornos musculoesqueléticos. Otros aspectos que destaca este enfoque son el uso de algoritmos de aprendizaje automático a fin de detectar posibles problemas ergonómicos a tiempo. Así, se pueden tomar medidas para la mejora en las condiciones de trabajo por medio del diseño de condiciones laborales adecuadas que ayuden en la prevención y control de problemáticas como la fatiga o la sobrecarga.

Desde el punto de vista de Hisyam et al. (2021), es posible la incorporación de variables de tipo cinéticas y cinemáticas, las cuales ayudan a contar con información acerca de la velocidad, ángulos y fuerza que los trabajadores utilizan en el desempeño de sus actividades. Al integrar modelos computacionales, esta información puede ser procesada de manera eficiente a fin de identificar los principales riesgos ergonómicos en cada puesto de trabajo a fin de tomar decisiones debidamente fundamentadas e informadas en beneficio del bienestar del personal, lo cual ayuda en la mejora de la productividad empresarial.

En este sentido, como parte de las recomendaciones, Iyer et al. (2025) señalan la importancia de diseñar herramientas automatizadas de valoración de riesgos ergonómicos que sean rentables y escalables, sobre todo en entornos empresariales en los que los recursos son limitados. También, cuando sea posible, se plantea la integración de la IA en las diferentes áreas de trabajo a fin de llevar un mejor control de la situación ergonómica. De igual manera, se considera necesario que los trabajadores reciban capacitación sobre ergonomía, de tal forma que cuenten con la formación necesaria para adoptar posturas adecuadas al momento de cumplir sus funciones en las organizaciones.

Por su parte, Fan et al. (2024) mencionan que la IA puede ser utilizada, programándola para que emita alertas tempranas sobre potenciales riesgos ergonómicos y facilitar la automatización de las evaluaciones. Otro aspecto a destacar es que herramientas como ErgoChat serían de utilidad para ayudar en la organización y diseño de capacitaciones enfocadas en asegurar que los trabajadores conozcan los aspectos básicos de ergonomía de tal manera que tengan mayor conciencia sobre la importancia de adoptar posturas ergonómicas para el cumplimiento de las actividades que les corresponden dentro de la empresa.

Según el planteamiento de Ciccarelli et al. (2022), se recomienda que las empresas que posean los recursos necesarios implementen sistemas que cuenten con cámara y algoritmos avanzados que permitan detectar la presencia humana para realizar un correcto monitoreo postural. Mientras que Ramón y Castro (2025) señalan que al momento de implementar sistemas integrales de vigilancia ergonómica se debe asegurar que los datos sean procesados correctamente, generando reportes que sean apoyados con una evaluación clínica y faciliten la implementación de estrategias de mejora.

En general, autores como Luna et al. (2023) exponen la importancia de lograr un equilibrio entre el uso de la IA, la ergonomía y la intervención humana. Para esto se requiere la realización de procesos de capacitación al personal, a fin de que conozcan la importancia de las posturas ergonómicas. De esta manera se asegura que no exista una alta dependencia de la tecnología, aprovechando adecuadamente los beneficios que aporta, garantizando el bienestar de los trabajadores. Por lo tanto, como mencionan Ispășoiu et al. (2024), la IA puede ser implementada como parte de los sistemas de prevención en el campo de la seguridad y salud en el trabajo, así las decisiones y acciones que se tomen estarán debidamente respaldadas para la creación de entornos laborales seguros.

Capítulo 4

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

- Las técnicas y modelos de inteligencia artificial aplicados en la detección temprana de riesgos ergonómicos para la determinación de los algoritmos utilizados y qué aportes reportan en la prevención de trastornos musculoesqueléticos comprenden el uso de sensores wearables, visión por computadora, estimaciones de postura humana y algoritmos de aprendizaje. Con todas ellas se ha facilitado la identificación temprana de las posturas inadecuadas y los movimientos repetitivos; así como también ayuda a la obtención de resultados más precisos, objetivos y para la prevención de riesgos musculoesqueléticos.
- Se examinaron las metodologías de evaluación ergonómica (RULA, REBA, OWAS y NOISH) que han sido automatizadas o mejoradas por inteligencia artificial para el análisis de la integración y precisión en la identificación de riesgos laborales, determinando que dichas metodologías han fortalecido la precisión, favorecen la detección temprana, facilitan el proceso de evaluación, permiten la construcción de una base de datos. Sin embargo, se destaca que se pueden utilizar como una herramienta complementaria para la toma de decisiones y promoción de estrategias.
- Las principales ventajas del uso de la IA en la evaluación de riesgos ergonómicos, según la literatura revisada, son la capacidad para realizar el monitoreo en tiempo real de las posturas, automatización de las evaluaciones ergonómicas para realizarlas en tiempo real, reducción y prevención del nivel de lesiones y riesgos, disminución del tiempo de análisis, los costos se reducen de manera significativa, monitoreo objetivo y la identificación temprana de problemas. Entre las limitaciones se identificaron la susceptibilidad de variación cuando se presentan diferentes tipos de condiciones ambientales, no existe personal totalmente capacitado para su implementación,

problemas al integrar técnicas 2D y 3D además de la alta carga de datos informáticos, y no todas las empresas. En cuanto a los desafíos, se detectaron los costos de hardware, problemas de privacidad de información, la resistencia de las organizaciones a innovar y la falta de recursos tanto económicos como tecnológicos.

- Las mejores prácticas y recomendaciones identificadas en la literatura son la integración de la IA con métodos de evaluación clásicos como REBA, RULA y NIOSH con el fin de lograr una mayor precisión y fiabilidad en la valoración de riesgos ergonómicos. También se considera importante el uso de wearables, aprendizaje automático y visión artificial para el desarrollo de evaluaciones ergonómicas continuas. Otro aspecto a considerar es la incorporación de variables de tipo cinéticas y cinemáticas las cuales ayudan a contar con información acerca de la velocidad, ángulos y fuerza que los trabajadores utilizan en el desempeño de sus actividades. También se recomienda que este tipo de herramientas se integren de manera progresiva y considerando la capacidad técnica de la empresa.

4.2 Recomendaciones

- Es importante que las empresas implementadas tecnología de inteligencia artificial de forma progresiva para la evaluación de riesgos ergonómicos, con el propósito de detectar a tiempo los riesgos relacionados con las posturas forzadas, movimientos repetitivos.
- Es fundamental que las empresas que ya tienen implementado las diferentes metodologías de evaluación de riesgos ergonómicos, complementen con herramientas de IA para la generación de bases de datos y mejorar la detección temprana de los riesgos.

- Se recomienda que las empresas implementen sistemas de IA para la evaluación de riesgos ergonómicos, sin embargo, este proceso debe realizarse de manera planificada y progresiva a fin de que se realicen las pruebas necesarias para asegurar que los aspectos tecnológicos respondan de manera adecuada a su contexto de trabajo. Para que su funcionamiento sea el esperado, se debe capacitar al personal encargado de su implementación de tal manera que la inversión sea aprovechada mejorando el bienestar de los trabajadores.
- Se recomienda que al implementar sistemas de evaluación de riesgos basados en IA se considere también la integración de métodos de valoración tradicionales como REBA, RULA Y NIOSH. De esta manera se puede contar con información más precisa respecto a los problemas que enfrentan los trabajadores para el diseño e implementación de estrategias de mejora que aporten a la conformación de un ambiente laboral seguro para todos, aportando así en el incremento de la productividad.

Referencias

- Agostinelli, T., Generosi, A., & Ceccacci, S. M. (2024). Validación de herramientas de evaluación de riesgos ergonómicos basadas en visión artificial para entornos de fabricación reales. *Sci Rep*, *14*(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-79373-4>
- Agostinelli, T., Generosi, A., Ceccacci, S., & Mengoni, M. (2024). Validation of computer vision-based ergonomic risk assessment tools for real manufacturing environments. *Sci Rep*(14), 1-19. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-79373-4>
- Anacleto, P., Colim, A., Jesús, C., Lopes, S., & Carneiro, P. (2024). Digital and Virtual Technologies for Work-Related Biomechanical Risk Assessment: A Scoping Review. *Safety*, *10*(3), 79. <https://doi.org/10.3390/safety10030079>
- Aromataris, E., & Munn, Z. (2020). *JBI Manual for Evidence Synthesis*. Joanna Briggs Institute: <https://synthesismanual.jbi.global>
- Aromataris, E., Fernandez, R., Godfrey, C., Holly, C., H, K., & Tungpunkom, P. (2015). Summarizing systematic reviews: methodological development, conduct and reporting of an Umbrella review approach. *Int J Evid Based Healthc*, *13*(3), 132-140.
- Barker, T., Habibi, N., Aromataris, E., Stone, J., Leonardi-Bee, J., & Sears, K. (2024). The revised JBI critical appraisal tool for the assessment of risk of bias quasi-experimental studies. *JBI Evid Synth*, *22*(3), 378-388.
- Calderón, R., Madrid, B., & Muñoz, G. (2023). Importancia de la seguridad y salud en el trabajo para el fortalecimiento de las PYMES. Una revisión bibliográfica. *MQRInvestigar*, *7*(3), 362-378. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.3.2023.362-378>
- Castellón, L., Olascoaga, N., Carriazo, L., Castrillón, C., & Severiche, C. (2024). Herramientas de inteligencia artificial para sistemas de seguridad y salud en el trabajo. *Metaverse Basic and Applied Research*, *3*, 1-8. <https://doi.org/10.56294/mr2024.129>
- Cenea. (2023). *¿Qué son los riesgos ergonómicos?* CENEA. https://www.cenea.eu/wp-content/uploads/2023/03/Que_son_los_riesgos_ergonomicos_Guia-definitiva-CENEA-2023.pdf
- CENEA. (18 de Febrero de 2025). *¿Qué son los riesgos ergonómicos?* Centro de Ergonomía Aplicada: <https://www.cenea.eu/riesgos-ergonomicos/>
- Cercado, M., Chinga, G., & Soledispa, X. (2021). Riesgos ergonómicos asociados al puesto de trabajo del personal administrativo. *Revista Publicando*, *8*(3), 69-81. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8118323>

- Chatzis, T., Konstantinidis, D., & Dimitropoulos, K. (2022). Automatic Ergonomic Risk Assessment Using a Variational Deep Network Architecture. *Sensors*, 22(16), 1-15. <https://doi.org/10.3390/s22166051>
- Ciccarelli, M., Papetti, A., Scoccia, C., Menchi, G., Mostarda, L., Palmieri, G., & Germani, M. (2022). A system to improve the physical ergonomics in Human-Robot Collaboration. *Procedia Computer Science*, 200, 689-698. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.267>
- Cortés, J. (2018). *Técnicas de prevención de riesgos laborales*. Tebar. https://www.google.com.ec/books/edition/T%C3%A9cnicas_de_preveni%C3%B3n_de_riesgos_labo/pjoY17cYVVUC?hl=es&gbpv=1&pg=PA3&printsec=frontcover
- De la Cruz, H., Arias, S., Acosta, P., & Reyna, A. (2022). Importancia de la seguridad, salud ocupacional y vigilancia epidemiológica en empresas ecuatorianas: incidencia en la satisfacción laboral. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 4(1), 98-112., 4(1), 98-112. <https://editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/42>
- Deshpande, U., Silva, S., Deshpande, S., Kangralkar, V., Patil, R., Ameet, R., . . . Arjunwadkar, S. (2025). A review of machine learning techniques for ergonomic risk assessment based on human pose estimation. *Discov Artif Intell* (285), 1-32. <https://doi.org/10.1007/s44163-025-00566-5>
- Diro, A., Kaiser, S., Saini, A., Fatima, S., Cong, P., & Erba, F. (2025). Workplace security and privacy implications in the GenAI age: A survey. *Journal of Information Security and Applications*, 89, 1-26. <https://doi.org/10.1016/j.jisa.2024.103960>
- Donisi, L., Cesarelli, G., Pisani, N., Ponsiglione, A., Ricciardi, C., & Capodaglio, E. (2022). Sensores portátiles e inteligencia artificial para la ergonomía física: una revisión sistemática de la literatura. *Diagnostics*, 12(12). <https://doi.org/10.3390/diagnostics12123048>
- Donisi, L., Cesarelli, G., Pisani, N., Ponsiglione, A., Ricciardi, C., & Capodaglio, E. (2022). Wearable Sensors and Artificial Intelligence for Physical Ergonomics: A Systematic Review of Literature. *Diagnostics*, 12(2), 1-21. <https://doi.org/10.3390/diagnostics12123048>

- Ergonautas. (16 de Octubre de 2025). *Métodos de evaluación de la ergonomía de puestos de trabajo*. Ergonautas: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos-evaluacion-ergonomica.html>
- Fan, C., Mei, Q., Wang, X., & Li, X. (2024). ErgoChat – a Visual Query System for the Ergonomic Risk Assessment of Construction Workers. *Arxiv*, 1-32. <https://arxiv.org/pdf/2412.19954>
- Ferrante, E. (2021). Inteligencia artificial y sesgos algorítmicos ¿Por qué deberían importarnos? *Nueva sociedad*(294), 27-36. <https://biblat.unam.mx/hevila/Nuevasociedad/2021/no294/3.pdf>
- Foment. (2024). *Guía de posibles aplicaciones de la INTELIGENCIA ARTIFICIAL a la seguridad y salud laboral*. Prevent Control. https://www.foment.com/wp-content/uploads/2024/10/GuiaIA2024_ESP.pdf
- García, C. (2024). *Inteligencia artificial en la evaluación de riesgos ergonómicos en puestos de trabajo, un enfoque innovador*. [Tesis de Maestría]. Universidad Europea de Canarias. https://titula.universidadeuropea.com/bitstream/handle/20.500.12880/9148/TFM_ClaudiaGarciaGalindo_Memoria_MUPRL.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gómez, A. (2021). Seguridad y salud en el trabajo en Ecuador. *Archivos de Prevención de Riesgos Laborales*, 24(3), 232-239. <https://doi.org/10.12961/apr.2021.24.03.01>
- Granda, L. (2025). *Aplicación de inteligencia artificial para optimizar los métodos de valoración ergonómica en entornos laborales*. [Tesis pregrado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]: <https://dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/66311/1/T-115414%20POSTG139%20GRANDA%20CANDO%20LUIS.pdf>
- Hisyam, M., Hafidz, M., Azlan, A., Zaidi, N., & Hossain, S. (2021). Implementation of Kinetic and Kinematic Variables in Ergonomic Risk Assessment Using Motion Capture Simulation: A Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(16), 1-14. <https://doi.org/10.3390/ijerph18168342>
- Ispășoiu, A., Milosan, I., & Gabor, C. (2024). Improving Workplace Safety and Health Through a Rapid Ergonomic Risk Assessment Methodology Enhanced by an Artificial Intelligence System. *Appl. Syst. Innov.*, 7(6), 103. <https://doi.org/10.3390/asi7060103>

- Iyer, H., Kim, E., Nam, C., & Jeong, H. (2025). A scoping review on emerging technologies and automation of musculoskeletal ergonomic assessments. *Ergonomics*, 1-26. <https://doi.org/10.1080/00140139.2025.2547286>
- Jeganathan, B. (2025). AI-Powered Ergonomics: Enhancing Workplace Safety through Posture Detection. *International Journal of Research and Scientific Innovation*, XII(II), 410-429. <https://doi.org/10.51244/IJRSI.2025.12020037>
- Khani-Shekarab, R., & Khani-Shekarab, A. (2021). Comprehensive systematic review into combinations of artificial intelligence, human factors, and automation. *Arxiv*, 1-17. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2104.09233>
- Larez, F., & Maribao, Y. (2025). Integration of artificial intelligence and traditional methods for ergonomic risk assessment. *E-Revista Multidisciplinaria Del Saber*(3), 1-13. <https://doi.org/10.61286/e-rms.v3i.287>
- Luna, G., García, C., Grosskelwing, G., & Meléndez, R. (2023). Ergonomía en la industria 4.0: Un enfoque de la Inteligencia artificial para la eficiencia y la seguridad ocupacional. *Congreso Interdisciplinario de Ingenierías*(1), 23-29. https://pmii.itsm.edu.mx/productividad/CII/memoriacii_2023.pdf
- Massiris, M., Fernández, J., Bajo, J., & Delrieux, C. (2020). Ergonomic risk assessment based on computer vision and machine learning. *Computers & Industrial Engineering*, 149, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106816>
- Matos, T., Santos, W., Zdravevski, E., & Coelho, J. (2025). A systematic review of artificial intelligence applications in education: Emerging trends and challenges. *Decision Analytics Journal*, 15(1), 1-17.
- McKinsey & Company. (5 de Noviembre de 2025). *El estado de la IA en 2025: agentes, innovación y transformación*. Retrieved 20 de Noviembre de 2025, from <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai?>
- Medina, K., & Díaz, J. (2024). Riesgos Ergonómicos en el Entorno Laboral: Importancia y Factores de Riesgo. Revisión Bibliográfica . *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(3), 1115-1130. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11323
- Molina, C., & Arango, C. (2025). Aplicaciones de la Inteligencia Artificial en salud y seguridad en el trabajo: una revisión sistemática. *Revista de la Asociación Española de Especialistas en Medicina del Trabajo*, 33(4), 485-502. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S3020-11602024000400010

- Mudiyanselage, S., Nguyen, P., Rajabi, M., & Akhavian, R. (2021). Automated Workers' Ergonomic Risk Assessment in Manual Material Handling using sEMG Wearable Sensors and Machine Learning. *Arxiv*, 1-13. <https://arxiv.org/pdf/2109.15036>
- Norma Técnica en Seguridad e Higiene del Trabajo. (2024). Ministerio del Trabajo. https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2024/11/Anexo-3_Norma-Tecnica-de-Seguridad-e-Higiene-del-Trabajo-signed-signed-signed-signed.pdf
- Núñez, C. (2021). Análisis sobre la importancia de la seguridad y salud en el trabajo en el sector de la construcción en Colombia. *Rev. Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información*, 8(15), 1-10. <https://doi.org/10.21017/rimci.2021.v8.n15.a91>
- OCDE. (2023). *Perspectivas de empleo de la OCDE 2023*. Publicaciones OCDE. <https://doi.org/10.1787/08785bba-en>
- OIT. (26 de Noviembre de 2023). *Casi 3 millones de personas mueren por accidentes y enfermedades relacionadas con el trabajo*. Organización Internacional de Trabajo: <https://www.ilo.org/es/resource/news/casi-3-millones-de-personas-mueren-por-accidentes-y-enfermedades#:~:text=en%20el%20Trabajo-,Casi%203%20millones%20de%20personas%20mueren%20por%20accidentes%20y%20enfermedades,sufrieron%20lesiones%20laborales%20no%20mor>
- OIT. (23 de Abril de 2025). *La IA y la digitalización están transformando la seguridad y la salud en el trabajo*. Organización Internacional del Trabajo: <https://www.ilo.org/es/resource/news/la-ia-y-la-digitalizacion-estan-transformando-la-seguridad-y-la-salud-en-el>
- OIT. (15 de Octubre de 2025). *Seguridad y salud en el trabajo*. <https://libguides.ilo.org/occupational-safety-and-health-es>
- OMS. (17 de Septiembre de 2021). *OMS/OIT: Casi 2 millones de personas mueren cada año por causas relacionadas con el trabajo*. Organización Mundial de la Salud: <https://www.who.int/es/news/item/16-09-2021-who-ilo-almost-2-million-people-die-from-work-related-causes-each-year>
- OMS. (2021). *Trastornos musculoesqueléticos*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>
- Pabón, H., Castillo, J., Rangel, A., Patiño, O., Angarita, R., & Cáceres, J. (2025). El Impacto Global de la IA en la Seguridad en el Trabajo, Oportunidades y Desafíos para el Futuro

- del Trabajo. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(2), 7500-7513. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2.17476
- Page, M., McKenzie, J., Boutron, P. B., Hoffmann, T., Mulrow, C., Brennan, L. S., . . . Grimshaw, J. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Research Methods & Reporting*, 372, 1-9. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Ramón, J., & Castro, M. (2025). *Análisis de los puestos de trabajo mediante el uso de inteligencia artificial y su relación con la sintomatología osteomuscular en trabajadores de una institución de formación para el trabajo y el desarrollo humano en la ciudad de Barranquilla*. [Tesis de Maestría]. Universidad de la Costa. <https://repositorio.cuc.edu.co/server/api/core/bitstreams/2de3aa00-5367-4b6d-a11f-b609d9914ae2/content>
- Rouhiainen, L. (2018). *Inteligencia Artificial*. Planeta. https://planetadelibrosar0.cdnstatics.com/libros_contenido_extra/40/39307_Inteligencia_artificial.pdf
- S&P Global. (1 de Octubre de 2025). *La adopción de IA está en aumento, pero pocas empresas miden su impacto*. Retrieved 20 de Noviembre de 2025, from <https://www.spglobal.com/sustainable1/en/insights/special-editorial/ai-adoption-is-soaring-but-few-companies-are-measuring-its-impact?>
- Safari, M., Naserbakht, A. H., Kouhi, A. B., & Varmazyar, S. (2025). Artificial intelligence and emerging technologies in assessing ergonomic risk factors in the workplace: A systematic review. *WORK: A Journal of Prevention, Assessment & Rehabilitation*, 82(3), 727-739. <https://doi.org/10.1177/10519815251349793>
- Singhtaun, C., Natsupakpong, S., & Lorprasertkul, P. (2025). Ergonomic Risk Assessment Using Human Pose Estimation with MediaPipe Pose. *AICCC*, 465-471. <https://doi.org/10.1145/3719384.3719453>
- Vallejo, J., & Núñez, S. (2025). La Inteligencia Artificial en la Gestión de la Seguridad y Salud Laboral en los Procesos Productivos: Una Revisión Sistemática. *Ciencia Y Reflexión*, 4(1), 2423-2463. <https://doi.org/10.70747/cr.v4i1.215>
- Villamizar, J., Vargas, E., & Montes, L. (2022). Importancia de la elaboración e implementación del sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. *Formación*

<https://formacionestrategica.com/index.php/foes/article/view/101/70>

- Viña, J. (2024). El papel de la inteligencia artificial como herramienta de la inspección de trabajo y de la seguridad social en la lucha contra los accidentes de trabajo en España. *Revista Trabalho, Direito e Justiça*, 2(1), 1-23. <https://doi.org/10.37497/RevistaTDJ.TRT9PR.2.2024.63>
- Wang, C., Donglian, G., & Jintao, K. (2023). Real-time ergonomic risk assessment in construction using a co-learning-powered 3D human pose estimation model. *Computer Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 39(9), 1337-1353. <https://doi.org/10.1111/mice.13139>
- Ydangely, A. (2024). La inteligencia artificial en la prevención de la seguridad y salud laboral en América. *Revista Internacional y Comparada de RELACIONES LABORALES Y DERECHO DEL EMPLEO*, 12(1), 249-286. https://ejcls.adapt.it/index.php/rlde_adapt/article/view/1402

Anexos

Anexo 1. Checklist para revisiones sistemáticas

Lista de verificación de evaluación crítica del JBI para revisiones sistemáticas y síntesis de investigaciones

Revisor _____ Fecha _____

Autor _____ Año _____	Número de registro _____			
	Sí	No	No claro	No aplicable
1. ¿La pregunta de revisión está enunciada de forma clara y explícita?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. ¿Fueron los criterios de inclusión apropiados para la pregunta de revisión?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. ¿Fue apropiada la estrategia de búsqueda?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. ¿Fueron adecuadas las fuentes y recursos utilizados para la búsqueda de estudios?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. ¿Fueron apropiados los criterios de valoración de los estudios?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. ¿La evaluación crítica fue realizada por dos o más revisores de forma independiente?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. ¿Había métodos para minimizar los errores en la extracción de datos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. ¿Fueron apropiados los métodos utilizados para combinar los estudios?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. ¿Se evaluó la probabilidad de sesgo de publicación?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. ¿Las recomendaciones de políticas y/o prácticas fueron respaldadas por los datos informados?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. ¿Fueron apropiadas las directivas específicas para nuevas investigaciones?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Valoración general: Incluir Excluir Buscar más información

Comentarios (incluido el motivo de la exclusión)

Anexo 2. Checklist para estudio cuasiexperimental

Lista de verificación del JBI para estudios cuasi experimentales

Evaluador de RoB:	Fecha de valoración:	Número de registro:
Autor del estudio:	Título del estudio:	Año de estudio:

Validez interna	Elección - Comentarios/Justificación	Sí	No	No claro	N / A
Sesgo relacionado con la precedencia temporal					
1	¿Está claro en el estudio cuál es la “causa” y cuál es el “efecto” (es decir, no hay confusión sobre qué variable viene primero)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Sesgo relacionado con la selección y asignación					
2	¿Hubo un grupo de control?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sesgo relacionado con factores de confusión					
3	¿Los participantes incluidos en alguna comparación fueron similares?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sesgo relacionado con la administración de la intervención/exposición					
4	¿Los participantes fueron incluidos en alguna comparación que recibía un tratamiento o atención similar, además de la exposición o intervención de interés?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sesgo relacionado con la evaluación, detección y medición del resultado					
5	¿Hubo múltiples mediciones del resultado, tanto antes como después de la intervención/exposición?	Sí	No	No claro	N / A
	Resultado 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Resultado 2		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Resultado 3		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Resultado 4		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Resultado 5		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Resultado 6		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Resultado 7		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6	¿Los resultados de los participantes incluidos en alguna comparación se midieron de la misma manera?	Sí	No	No claro	N/A
	Resultado 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Resultado 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Resultado 3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Resultado 4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Resultado 5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Resultado 6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Resultado 7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7	¿Se midieron los resultados de manera confiable?	Sí	No	No claro	N/A
	Resultado 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Resultado 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Resultado 3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Resultado 4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Resultado 5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Resultado 6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Resultado 7		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-------------	--	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Sesgo relacionado con la retención de participantes

8	¿Se completó el seguimiento y, de no ser así, se describieron y analizaron adecuadamente las diferencias entre los grupos en términos de su seguimiento?					
	Resultado 1		Sí	No	No claro	N/A
	Resultado 1		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Resultado 2		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Resultado 3		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Resultado 2		Sí	No	No claro	N/A
	Resultado 1		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Resultado 2		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Resultado 3		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Resultado 3		Sí	No	No claro	N/A
	Resultado 1		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Resultado 2		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Resultado 3		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Resultado 4		Sí	No	No claro	N/A	
Resultado 1		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Resultado 2		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Resultado 3		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Resultado 5		Sí	No	No claro	N/A	

Resultado 1		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Resultado 2		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Resultado 3		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Resultado 6		Sí	No	No claro	N/ A
Resultado 1		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Resultado 2		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Resultado 3		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Resultado 7		Sí	No	No claro	N/ A
Resultado 1		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Resultado 2		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Resultado 3		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Validez de la conclusión estadística

9	¿Se utilizó un análisis estadístico apropiado?				
	Resultado 1	Sí	No	No claro	N/ A
	Resultado 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Resultado 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Resultado 3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Resultado 2	Sí	No	No claro	N/ A
	Resultado 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Resultado 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Resultado 3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Resultado 3	Sí	No	No claro	N/ A

Resultado 1		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Resultado 2		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Resultado 3		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Resultado 4		Sí	No	No claro	N / A
Resultado 1		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Resultado 2		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Resultado 3		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Resultado 5		Sí	No	No claro	N / A
Resultado 1		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Resultado 2		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Resultado 3		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Resultado 6		Sí	No	No claro	N / A
Resultado 1		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Resultado 2		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Resultado 3		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Resultado 7		Sí	No	No claro	N / A
Resultado 1		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Resultado 2		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Resultado 3		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Valoración general: Incluir: Excluir:

Buscar más información:

Comentarios: