Identificación y mitigación de riesgos ergonómicos con el uso del Internet de las cosas

Guadalupe E. Rivera García[1,*], Gabriel Chavira Juárez[2], Edgar Jearvavi Vázquez Moreno[1] y Juan Carlos Ramírez Vázquez[1]
Instituto Tecnológico Superior de Pánuco[1], Facultad de Ingeniería Tampico[2]
Tecnológico Nacional de México[1] Universidad Autónoma de Tamaulipas[2]
Pánuco, Ver.[1]; Tampico, Tamps.[2]; México
[*] Autor de correspondencia: esmeralda.rivera@itspanuco.edu.mx

Abstract— This systematic review analyzes the impact of Internet of Things (IoT) technology on the identification and mitigation of ergonomic risks in business environments. Using the PRISMA methodology, studies published in the last decade were collected and analyzed, focusing on the application of IoT to reduce injuries and increase productivity. The results show that the integration of IoT systems allows for continuous, real-time monitoring, facilitating preventive interventions and improving employee safety and well-being (Upadhyay et al., 2022; EGASATIC, 2024; Choi & Pak, 2020). The main implementation challenges are discussed, and action plans are proposed for the effective integration of these technologies into workplace ergonomics management.

Keyword— up to 6, separated by commas.

Resumen— La presente revisión sistemática analiza el impacto de la tecnología de Internet de las cosas (IoT) en la identificación y mitigación de riesgos ergonómicos en entornos empresariales. Utilizando la metodología PRISMA, se recopilaron y analizaron estudios publicados en la última década, enfocándose en la aplicación de IoT para la reducción de lesiones y el aumento de la productividad. Los resultados evidencian que la integración de sistemas IoT permite un monitoreo continuo y en tiempo real, facilitando intervenciones preventivas, mejorando la seguridad y el bienestar de los empleados (Upadhyay et al., 2022; EGASATIC, 2024; Choi & Pak, 2020). Se discuten los principales retos de implementación y se proponen líneas de acción para la integración efectiva de estas tecnologías en la gestión ergonómica laboral.

Palabras claves—un máximo de 6, separadas por comas.

I. Introducción

La ergonomía es una disciplina fundamental en la gestión de la salud ocupacional, cuyo objetivo es adaptar el trabajo a las capacidades y limitaciones del trabajador para prevenir lesiones y enfermedades laborales. La ergonomía aplicada en el entorno laboral busca optimizar la interacción entre el trabajador y su entorno, minimizando riesgos y mejorando la eficiencia (Negulescu & Doval, 2021). Identificar y mitigar los riesgos ergonómicos en las empresas sigue siendo un desafío crítico, con impactos directos en la salud, el bienestar y la productividad de los empleados (Upadhyay et al., 2022). Los riesgos ergonómicos, especialmente aquellos asociados a movimientos repetitivos, posturas forzadas y manipulación de cargas, representan una de las principales causas de trastornos musculoesqueléticos en el ámbito laboral (Upadhyay et al., 2022; International Labour Organization, 2022). Entre los principales riesgos ergonómicos se encuentran: movimientos repetitivos, posturas forzadas, manipulación manual de cargas y uso prolongado de equipos informáticos, los cuales pueden derivar en lesiones musculoesqueléticas, fatiga y disminución de la productividad (Upadhyay et al., 2022). Según la Organización Internacional del Trabajo, los trastornos musculoesqueléticos constituyen hasta el 60% de todas las enfermedades laborales reportadas a nivel mundial. El incremento de estos trastornos físicos, subraya la necesidad de adoptar herramientas más efectivas para la prevención de riesgos ergonómicos (International Labour Organization, 2022).

Los métodos tradicionales, basados en inspecciones periódicas y reportes de incidentes, suelen ser reactivos y limitados en su capacidad para prevenir lesiones de manera oportuna. La falta de datos objetivos y en tiempo real dificulta la intervención temprana y la personalización de las estrategias preventivas (Negulescu & Doval, 2021).

La pandemia de COVID-19 y la expansión del teletrabajo han puesto de manifiesto la necesidad de nuevas estrategias para abordar los riesgos ergonómicos fuera de los entornos tradicionales, lo que ha acelerado la adopción de soluciones tecnológicas como el IoT y la inteligencia artificial (IA) en la prevención de riesgos laborales (Trigoso, 2022; Valencia & Pinzón, 2018).

El IoT consiste en la interconexión de dispositivos y sensores que recopilan y transmiten datos en tiempo real (EGASATIC, 2024). En el ámbito ergonómico, el IoT permite: monitoreo continuo de posturas y movimientos, detección de desviaciones ergonómicas, generación de alertas preventivas y personalización de intervenciones. La integración de IoT en la ergonomía laboral facilita la transición de una gestión reactiva a una gestión proactiva, basada en datos objetivos (Choi & Pak, 2020). Además, el IoT proporciona una solución innovadora al permitir la recopilación de datos en tiempo real sobre posturas, movimientos y condiciones ambientales, facilitando la detección temprana de factores de riesgo, facilitando intervenciones rápidas y personalizadas que mejoran la seguridad y el rendimiento empresarial (Choi & Pak, 2020; Upadhyay et al., 2022; EGASATIC, 2024; TuMeke, 2024). Además, la convergencia con la IA permite analizar grandes volúmenes de datos y adaptar las estrategias de prevención a las características individuales de cada empleado (MPE Prevención, 2025). La IA complementa al IoT al analizar grandes volúmenes de datos y detectar patrones de riesgo, permitiendo la automatización de alertas y recomendaciones personalizadas (MPE Prevención, 2025). La IA posibilita el diseño de estaciones de trabajo adaptadas, el monitoreo de fatiga y la simulación de escenarios de riesgo mediante realidad virtual, mejorando la formación y la prevención.

El presente artículo tiene como objetivo general realizar una revisión sistemática para evidenciar el impacto y la implementación de la tecnología IoT en la identificación y mitigación de riesgos ergonómicos en empresas.

II. METODOLOGÍA

Para esta revisión sistemática se siguió la metodología PRISMA (Page et al., 2021), seleccionando artículos revisados por pares publicados en inglés y español en los últimos diez años. Se excluyeron estudios irrelevantes, duplicados, sin acceso completo o sin resultados significativos.

Se realizó un análisis detallado de publicaciones científicas entre abril y julio de 2025 en las bases de datos PubMed, Scopus y Web of Science. Se emplearon palabras clave en español e inglés combinados con operadores booleanos, por ejemplo: ("ergonomía" OR ergonomics) AND ("internet de las cosas" OR internet of things) AND ("empresas" OR companies). Las técnicas de búsqueda se ajustaron a cada base de datos con el fin de optimizar la extracción de literatura significativa.

Se incluyeron estudios originales (1) publicados en español o inglés, (2) en los últimos 10 años (2015–2025), (3) revisados por pares, y (4) centrados en la Identificación y mitigación de riesgos ergonómicos en las empresas con el uso de tecnología de Internet de las cosas (IoT). Se excluyeron aquellos trabajos que (a) sin acceso al texto completo, (b) irrelevantes o que no correspondían específicamente al tema de investigación, o que (c) no mostraban resultados significativos, referentes a la identificación o disminución de riesgos ergonómicos en las empresas con el uso de (IoT).

De acuerdo con las directrices PRISMA (Page et al., 2021), los autores realizaron la criba de los títulos y resúmenes utilizando los criterios previamente citados. De 21 referencias identificadas inicialmente en la base de datos, 2 se encontraban duplicadas por lo que fueron descartadas, quedando un total de 19 títulos. En la etapa de cribado, 5 estudios eran no acordes al tema de investigación y en 2 no se tuvo acceso al texto completo. En la fase de elegibilidad, se evaluaron 12 textos completos, eliminándose 5 que no mostraban resultados significativos referentes a la identificación o disminución de riesgos ergonómicos en las empresas con el uso IoT, quedando finalmente 7 artículos relevantes. El proceso de selección se resume en el diagrama de flujo de la Fig. 1.

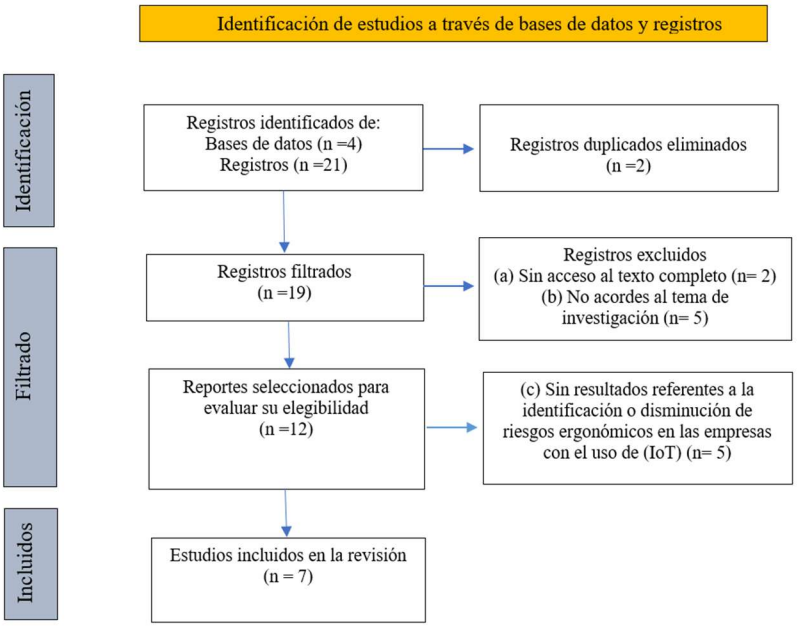

Fig. 1. Diagrama de flujo PRISMA..

III. Resultados

Los estudios seleccionados documentan la aplicación de tecnologías IoT en la ergonomía laboral, destacando: sensores portátiles (wearables) para monitoreo de posturas y movimientos (Upadhyay et al., 2022), cámaras y algoritmos de visión computarizada para el análisis de movimientos articulares (TuMeke, 2024; EGASATIC, 2024), estaciones de trabajo inteligentes que ajustan automáticamente la altura y la inclinación de sillas y escritorios (EGASATIC, 2024), sistemas de alerta en tiempo real para corregir posturas inadecuadas (TuMeke, 2024) y plataformas de análisis predictivo que anticipan la aparición de lesiones y recomiendan pausas activas o ejercicios específicos (MPE Prevención, 2025). En la Tabla 1, se presentan los hallazgos de la literatura revisada en donde se muestra la fuente, tecnología LoT utilizada, aplicación principal y beneficios clave de las Tecnologías LoT en la ergonomía.

Otros autores se enfocaron en analizar la reducción de lesiones y el impacto en la productividad de los empleados, evidenciando en sus resultados que la implementación de tecnologías IoT en la ergonomía laboral contribuye de la siguiente manera: reducción de hasta un 40% en la incidencia de lesiones musculoesqueléticas (Upadhyay et al., 2022), disminución del ausentismo laboral por causas ergonómicas, aumento de la productividad entre un 10% y un 25% tras la adopción de sistemas inteligentes (Negulescu & Doval, 2021; EGASATIC, 2024) y mejora la percepción de seguridad de los empleados

(Acuña et al., 2024). En la fig.1 se muestra la representación gráfica del impacto de LoT en lesiones y productividad.

Tabla I. Tecnologías IoT y su aplicación ergonómica.

TFuente	Tecnología	Aplicación principal	Beneficios clave
Upadhyay et al., 2022	Sensores portátiles	Monitoreo de posturas y movimientos	Detección temprana de riesgos
TuMeke, 2024	Visión computarizada	Análisis de movimientos articulares	Corrección inmediata de posturas
EGASATIC, 2024	Estaciones inteligentes	Ajuste automático del mobiliario	Prevención de lesiones
TuMeke, 2024	Sistemas de alerta	Notificaciones en tiempo real	Intervención oportuna
MPE Prevención, 2025	Plataformas predictivas	Análisis de datos y recomendaciones	Prevención proactiva

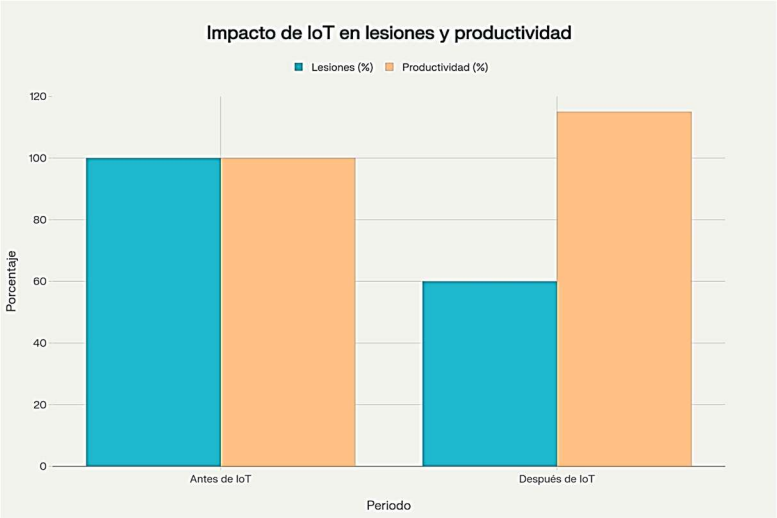

Fig. 2. Reducción de las lesiones e Incremento de la productividad tras la implementación de IoT

IV. Casos de estudio y experiencias empresariales

Empresas de sectores como manufactura, logística y oficinas han reportado mejoras significativas en la gestión ergonómica tras la adopción de soluciones IoT (TuMeke, 2024; EGASATIC, 2024). Por ejemplo, el uso de chalecos inteligentes y escritorios conectados ha permitido identificar patrones de riesgo y corregirlos antes de que deriven en lesiones graves. En Costa Rica, la implementación de sistemas de monitoreo IoT ha mejorado la percepción de seguridad y reducido la incidencia de accidentes laborales (Acuña et al., 2024). En la tabla 2 se presentan soluciones IoT implementadas por las empresas, así como los resultados obtenidos.

Tabla II. Ejemplos de aplicaciones IoT en empresas

Fuente	Sector	Solución IoT implementada	Resultados obtenidos
TuMeke, 2024; EGASATIC, 2024	Manufactura	Sensores en chalecos y estaciones	Reducción de lesiones y ausentismo
TuMeke, 2024; EGASATIC, 2024	Logística	Cámaras y algoritmos de visión	Mejora en la postura y reducción de fatiga
TuMeke, 2024; EGASATIC, 2024	Oficinas	Escritorios y sillas inteligentes	Incremento de la satisfacción y productividad
Acuña et al., 2024	Salud	Wearables para monitoreo de movimientos	Prevención de lesiones por movimientos repetitivos

V. Discusión

A. *Ventajas de la integración IoT-IA en ergonomía*

La integración de IoT e IA en la ergonomía laboral representa un avance significativo en la prevención de riesgos y la mejora del bienestar de los empleados (Upadhyay et al., 2022; Choi & Pak, 2020). Entre las ventajas destacan: monitoreo continuo y personalizado de la postura y movimientos, detección temprana de riesgos y emisión de alertas automáticas, adaptación de las estaciones de trabajo a las características individuales, reducción de la carga física y mental mediante automatización de tareas repetitivas (MPE Prevención, 2025) y entrenamiento y formación en entornos virtuales seguros.

B. *Desafíos y limitaciones*

Dentro de los desafíos y limitaciones del presente estudio se encuentran: privacidad y seguridad de los datos recopilados por sensores y dispositivos IoT (Choi & Pak, 2020), costos iniciales de implementación y mantenimiento de sistemas inteligentes, resistencia al cambio por parte de empleados y directivos, necesidad de formación continua para el uso efectivo de las tecnologías y adaptabilidad de las soluciones a diferentes contextos y sectores.

C. *Consideraciones éticas*

La recopilación masiva de datos plantea desafíos éticos relacionados con la privacidad y el uso de la información personal de los trabajadores. Es fundamental establecer políticas claras de protección de datos y garantizar el consentimiento informado de los empleados (EGASATIC, 2024).

VI. Oportunidades y recomendaciones

Se recomienda el desarrollo de políticas claras de privacidad y protección de datos, integración progresiva de soluciones IoT, priorizando áreas de mayor riesgo ergonómico, programas de capacitación y sensibilización para empleados y responsables de seguridad,

evaluación continua del impacto de las tecnologías implementadas y fomento de la cultura de prevención y bienestar en las organizaciones.

VII. Perspectivas futuras

La convergencia de IoT, IA y otras tecnologías emergentes como la realidad aumentada y la robótica promete transformar aún más la gestión ergonómica en los próximos años (MPE Prevención, 2025). El desarrollo de sistemas inteligentes capaces de anticipar riesgos y adaptar el entorno laboral en tiempo real será clave para la prevención de lesiones y la promoción de la salud ocupacional.

El teletrabajo y las nuevas modalidades laborales exigen adaptar las estrategias ergonómicas a contextos no tradicionales, lo que requiere soluciones tecnológicas flexibles y accesibles para todos los trabajadores (Trigoso, 2022; Valencia & Pinzón, 2018).

VIII. Conclusiones

La adopción de tecnologías IoT en la gestión de riesgos ergonómicos representa una oportunidad para transformar la salud ocupacional y la productividad empresarial. La recopilación y análisis de datos en tiempo real permiten intervenciones preventivas más efectivas, reduciendo lesiones y mejorando el bienestar de los trabajadores (Upadhyay et al., 2022; EGASATIC, 2024).

Se recomienda la integración progresiva de estas soluciones, acompañada de políticas claras de privacidad y programas de capacitación continua. Futuras investigaciones deben explorar el impacto a largo plazo de la digitalización ergonómica y su relación con la cultura organizacional.

Referencias

Acuña, E. G., Huertas Rosales, Á., & Vásquez Espinoza, S. (2024). Sistemas de monitoreo IoT para la seguridad laboral en Costa Rica. New Trends in Qualitative Research, 20(4), e1054. https://doi.org/10.36367/ntqr.20.4.2024.e1054

Choi, B., & Pak, A. (2020). Wearable sensor technologies for ergonomic assessment: A review. Applied Ergonomics, 82, 102958. https://doi.org/10.1016/j.apergo.2019.102958

EGASATIC. (2024). El Internet de las Cosas (IoT) y la ergonomía en el puesto de trabajo. Recuperado de https://egasatic.es/el-internet-de-las-cosas-iot-y-la-ergonomia-en-el-puesto-de-trabajo/

International Labour Organization. (2022). Work-related musculoskeletal disorders. Geneva: ILO.

MPE Prevención. (2025). El papel de la IA en la ergonomía para evitar riesgos laborales. Recuperado de https://mpeprevencion.com/el-papel-de-la-ia-en-la-ergonomia-para-evitar-riesgos-laborales/

Negulescu, O., & Doval, E. (2021). Ergonomics and time management in remote working from home. Acta Technica Napocensis: Applied Mathematics, Mechanics, and Engineering, 64(1-S1), 1–10. https://atna-mam.utcluj.ro/index.php/Acta/article/view/1500

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., & Loder, E. W. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ, 372, n71. https://doi.org/10.1136/bmj.n71

Trigoso Lozano, G. (2022). Evidencias sobre riesgos ergonómicos en el teletrabajo: Revisión sistemática. Universidad Peruana Cayetano Heredia.

TuMeke. (2024). 5 maneras en que el IoT está cambiando la ergonomía industrial. Recuperado de https://www.tumeke.io/es-mx/updates/5-ways-iot-is-changing-industrial-ergonomics

Upadhyay, H., Juneja, S., Muhammad, G., Nauman, A., & Awad, N. (2022). Analysis of IoT-Related Ergonomics-Based Healthcare Issues Using Analytic Hierarchy Process Methodology. Sensors, 22(8232). https://doi.org/10.3390/s22218232

Valencia, D., & Pinzón, J. (2018). Identificación, análisis y prevención del factor de riesgo ergonómico en el teletrabajo. Revista Colombiana de Salud Ocupacional, 8(1), 23-34.