

<https://doi.org/10.69639/arandu.v12i2.990>

Método Ergo-Lean en la recolección de residuos: Una revisión sistemática de estrategias para reducir riesgos ergonómicos en servicios municipales

Lean Method in Waste Collection: A Systematic Review of Strategies to Reduce Ergonomic Risks in Municipal Services

Richard Edinson Muñoz Bravo

<https://orcid.org/0009-0001-6770-8228>
rmunozb@upse.edu.ec

Universidad Estatal Península de Santa Elena

Darwin Gustavo Jaque Puca

djaque@upse.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0002-7959-4210>

Universidad Estatal Península de Santa Elena

Edison Noe Buenaño Buenaño

ebuenano@upse.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0001-7586-9523>

Universidad Estatal Península de Santa Elena

Mario Vinicio Yagual González

<https://orcid.org/0009-0000-2467-3953>
mario.yagualgonzalez1983@upse.edu.ec

Universidad Estatal Península de Santa Elena

Artículo recibido: 10 marzo 2025

- Aceptado para publicación: 20 abril 2025
Conflictos de intereses: Ninguno que declarar

RESUMEN

La investigación bibliométrica sobre la implementación del método Ergo-Lean permitió identificar y analizar los principales riesgos ergonómicos en la recolección de residuos, utilizando herramientas bibliométricas y metodologías de evaluación especializadas. A través de un enfoque sistemático, se logró filtrar y priorizar información clave, evidenciando un crecimiento notable en estudios sobre ergonomía laboral y prevención de trastornos musculoesqueléticos, especialmente desde 2018, con liderazgo de países como Estados Unidos, Portugal e India. El análisis de tendencias destacó la evolución hacia conceptos como tecnología ergonómica, bienestar laboral y productividad sostenible, reflejando la necesidad de integrar innovación en la gestión de riesgos. Además, se confirmó que el 70% de los estudios recurre a observación directa y encuestas, reforzando la importancia de métodos cualitativos para una evaluación contextualizada. Estos hallazgos respaldan que la aplicación del Ergo-Lean no solo optimiza la eficiencia operativa, sino que también promueve un enfoque preventivo y sostenible, alineado con las demandas actuales de seguridad laboral y ergonomía adaptativa. Por tanto, el estudio

sienta las bases para futuras intervenciones en EMASA EP, orientadas a reducir lesiones, mejorar condiciones de trabajo y adoptar soluciones tecnológicas en la gestión de residuos.

Palabras clave: ergonomía, método ergo-lean, riesgos laborales, optimización operativa, salud ocupacional

ABSTRACT

The bibliometric research on the implementation of the Ergo-Lean method enabled the identification and analysis of the main ergonomic risks in waste collection, using bibliometric tools and specialized evaluation methodologies. Through a systematic approach, key information was filtered and prioritized, revealing a significant increase in studies on occupational ergonomics and the prevention of musculoskeletal disorders, particularly since 2018, with leadership from countries such as the United States, Portugal, and India. The trend analysis highlighted a shift toward concepts such as ergonomic technology, occupational well-being, and sustainable productivity, reflecting the need to integrate innovation into risk management. Additionally, it was confirmed that 70% of the studies rely on direct observation and surveys, reinforcing the importance of qualitative methods for contextualized evaluation. These findings support that the application of Ergo-Lean not only optimizes operational efficiency but also promotes a preventive and sustainable approach, aligned with current demands for occupational safety and adaptive ergonomics. Therefore, this study lays the foundation for future interventions at EMASA EP, aimed at reducing injuries, improving working conditions, and adopting technological solutions in waste management.

Keywords: ergonomics, ergo-lean method, occupational hazards, operational optimization, occupational health

Todo el contenido de la Revista Científica Internacional Arandu UTIC publicado en este sitio está disponible bajo licencia Creative Commons Attribution 4.0 International. 

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la prevención de accidentes laborales y trastornos musculoesqueléticos (TME) ha cobrado especial relevancia a nivel mundial, posicionándose como un desafío crítico tanto para la salud pública como para el ámbito empresarial. Estas problemáticas generan elevados costos para las organizaciones, derivados de gastos médicos, indemnizaciones por incapacidad y pérdida de productividad. Ante este escenario, el desarrollo de nuevas metodologías ha permitido implementar estrategias innovadoras orientadas a proteger la integridad física de los trabajadores. Un enfoque destacado es la metodología Ergo-Lean, que integra los fundamentos de la Ergonomía y el Lean Manufacturing. Por un lado, el Lean Manufacturing promueve la optimización de procesos mediante la eliminación de desperdicios, mientras que la Ergonomía se centra en minimizar la fatiga y prevenir lesiones a través del diseño de puestos de trabajo seguros y adaptados a las necesidades humanas. Esta sinergia busca no solo mejorar la eficiencia operativa, sino también garantizar condiciones laborales más saludables y sostenibles (Sreenivasan & Suresh, 2023).

Los datos de la II Encuesta Centroamericana de Condiciones de Trabajo y Salud (2017) revelan una problemática laboral generalizada en América Latina. El estudio mostró que dos de cada tres trabajadores (67%) desempeñaban labores que implicaban movimientos repetitivos. Asimismo, cerca del 39% de los encuestados reportó el manejo habitual de herramientas, maquinaria o equipos potencialmente riesgosos. Las exigencias del ritmo laboral también resultaron significativas, con el 42.8% de los empleados declarando que frecuentemente debían trabajar a alta velocidad. Las condiciones ergonómicas deficientes se manifestaron en otros hallazgos preocupantes: aproximadamente el 25% de los trabajadores indicó que sus tareas requerían adoptar posturas corporales forzadas, mientras que el 22% enfrentaba limitaciones por disponer de espacios insuficientes para moverse adecuadamente durante su jornada laboral. Estos factores combinados configuran un escenario de riesgo elevado para el desarrollo de trastornos musculoesqueléticos en la región (Cervantes Morant, 2023).

La ergonomía se refiere al estudio de la relación entre el ser humano y su entorno de trabajo, buscando optimizar las condiciones laborales para garantizar la salud, la seguridad y el bienestar de los empleados, en muchos casos, las condiciones laborales deficientes, equipos ergonómicos no adecuados, la realización de tareas repetitivas, postura incorrecta, levantamiento de cargas pesadas y falta de pausas activas, contribuyen a la aparición de estos problemas. Estas actividades son consecuencia de un diseño inadecuado de las áreas de trabajo y de prácticas laborales deficientes. El enfoque Lean se presenta como una solución positiva para mejorar la salud y el bienestar de los trabajadores, ya que se centra en la optimización de los procesos laborales para reducir el riesgo de lesiones y enfermedades laborales (Carrasco et al., 2023).

(Organización Panamericana de la Salud Ministerio de Salud Pública, 2021 indica que en el Ecuador los desórdenes de los musculo esqueléticos registran altos índices entre las enfermedades ocupacionales y se ubican en el primer puesto, seguido de afecciones auditivas y por último afecciones nerviosas. Los síntomas osteomusculares que los participantes informaron tener con mayor frecuencia en los últimos 12 meses fueron dolor, molestia y discomfort en la columna lumbar (55,99%), seguido por el dolor de cuello (40,45%), dolor de rodillas (31,84%), dolor de caderas/piernas (29,59%), y dolor de tobillos/pie (21,54%). Por tal motivo surge la necesidad de realizar investigaciones relacionadas al tema de riesgos laborales que ocasionan accidentes y trastornos muscoesqueléticos los cuales a mediano y largo plazo se pueden convertir en padecimientos o enfermedades ocupacionales. Lo cual es plenamente abarcado por la metodología Ergo Lean en los lugares que ésta sea aplicada.

La ergonomía se fundamenta en tres pilares clave: la postura corporal, la intensidad de la fuerza ejercida y la frecuencia de movimientos. Adoptar posiciones inadecuadas durante las actividades laborales puede alterar la alineación natural del cuerpo, elevando significativamente la probabilidad de sufrir afectaciones en zonas como hombros, cervicales, región lumbar, antebrazos, muñecas y manos. El factor de fuerza representa otro elemento crítico, donde la aplicación de esfuerzos excesivos incrementa proporcionalmente el peligro de daños musculoesqueléticos. Igualmente, preocupante resulta la ejecución repetitiva de un mismo patrón de movimiento, que multiplica exponencialmente los riesgos de lesión ocupacional. Estos principios destacan la importancia vital de utilizar mobiliario diseñado bajo parámetros ergonómicos. Particularmente en posición sedente, la columna vertebral soporta la totalidad del peso corporal, con una concentración especialmente elevada en el segmento lumbosacro, lo que subraya la necesidad de asientos que optimicen la distribución de cargas (Sociedad et al., 2023).

De acuerdo con un estudio conjunto de la Organización Panamericana de la Salud & Ministerio de Salud Pública, (2021), los trastornos musculo esqueléticos lideran la lista de enfermedades profesionales en el país. Datos del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social corroboran esta tendencia, reportando una alta prevalencia de condiciones como el síndrome del túnel carpiano, la lumbalgia crónica, la tendinitis de hombro y las hernias discales. Estos hallazgos resaltan la importancia de implementar medidas preventivas para abordar esta problemática de salud laboral en Ecuador.

El objetivo de Ergo Lean es reducir los índices de riesgo derivados de la manipulación manual de cargas y movimientos repetitivos, con referencia a la normativa de seguridad obligatoria. Por lo tanto, al disminuir los índices de factores de riesgo, se pueden reducir los tiempos de inactividad de los trabajadores y aumentar los niveles de producción. (Valentina et al., 2021).

MATERIALES Y MÉTODOS

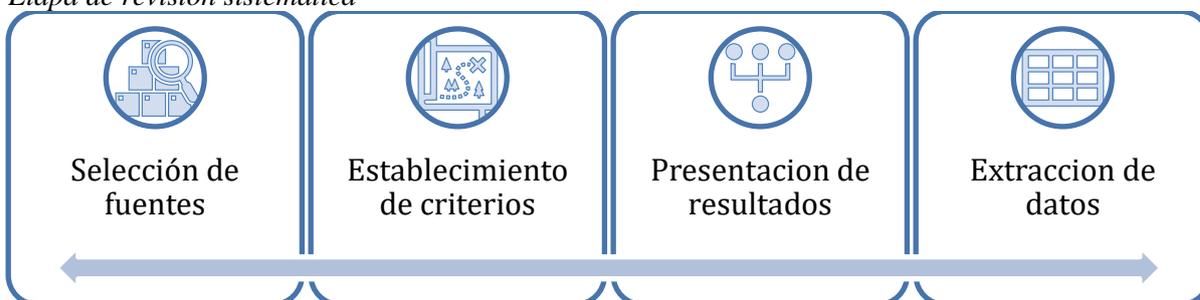
El Lean Manufacturing aplicado a la ergonomía optimiza procesos y reduce los TME mediante métodos como REBA y RULA permiten evaluar y mitigar riesgos ergonómicos en entornos laborales (Sabino et al., 2024). La integración Ergo-Lean mejora condiciones de trabajo sin afectar la eficiencia (Brito et al., 2018).

Se realiza una revisión de alcance de la literatura con el propósito de mapear sistemáticamente la evidencia disponible sobre el tema de investigación, identificando conceptos clave, teorías y lagunas en el conocimiento que orienten futuras investigaciones (Codina, 2024). Para el análisis bibliométrico, se empleará la herramienta Bibliometrix, esta herramienta permite identificar tendencias y estructuras conceptuales dentro del campo de estudio. Los hallazgos se presentarán a través de gráficas y tablas, lo que facilitará la interpretación y visualización de la información obtenida a partir de los artículos seleccionados.

Este tipo de revisión es denominada como una que identifica rápidamente términos claves de un tema mediante la búsqueda exhaustiva de la literatura y la selección por afinidad – disponibilidad (Chambergó et al., 2021). La revisión sistemática cuenta con varias etapas, las cuales de acuerdo con Arellano-Haro & Cuzco-Macías (2024) son las siguientes mostradas en la Figura 1, constando de 4 etapas.

Figura 1

Etapas de revisión sistemática



En las siguientes secciones se describe el desarrollo de las fases de la revisión de alcance, las cuales permitirán una exploración minuciosa de la literatura existente sobre la aplicación del método Ergo-Lean en la reducción de riesgos ergonómicos en la recolección de residuos. Esto contribuirá a la formulación de un marco metodológico bien fundamentado para la investigación.

En la selección de fuentes de información utilizadas para la búsqueda bibliográfica incluyen ScienceDirect, Scopus, Scielo, Lens y Dimensions. Para optimizar la recuperación de datos, se emplearon operadores booleanos como “AND” y “OR”. Los términos clave en español utilizados fueron “riesgos ergonómicos”, “Ergo-Lean”, “riesgos ergonómicos AND Ergo-Lean”, “riesgos ergonómicos OR Ergo-Lean”. En inglés, se usaron “ergonomic risks”, “Ergo-Lean method”,

“ergonomic risks AND Ergo-Lean method” y “ergonomic risks OR Ergo-Lean method”, con el fin de garantizar una búsqueda exhaustiva y relevante para la investigación.

Criterios de inclusión

Año de publicación: Se consideraron artículos publicados entre 2019 a 2024. Este criterio asegura que la información analizada sea reciente y refleje las tendencias y avances más actuales en la aplicación del método Ergo-Lean para la reducción de riesgos ergonómicos.

Idioma: Se seleccionan estudios en español e inglés, lo que facilita un mayor acceso a fuentes relevantes y garantiza la inclusión de investigaciones significativas dentro de la literatura científica y profesional más utilizada.

Variables de estudio: Los artículos seleccionados deben tratar de manera explícita el diseño y aplicación del método Ergo-Lean, así como el impacto en la reducción de riesgos ergonómicos en la recolección de residuos o estar relacionados con los términos de búsqueda definidos en la estrategia booleana.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como parte de la resolución La Tabla 1 presenta las bases de datos consultadas para la recolección de artículos vinculados a las variables de estudio, detallando el número de registros encontrados en cada fuente. Esta representación facilita el análisis comparativo y la interpretación de los datos obtenidos.

Tabla 1

Base de datos de la presentación de resultados

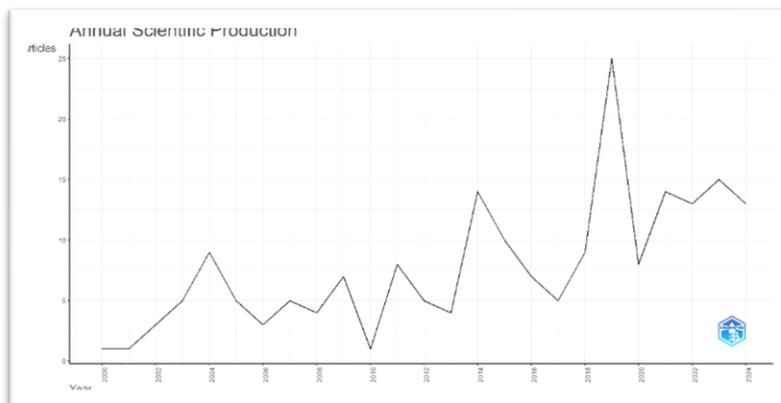
Base de datos	Nº artículos
ScienceDirect	7827
Lens	3474
Scopus	361
Dimensions	1542
scielo	148
total	13352

La tabla muestra los resultados obtenidos en diversas bases de datos científicas utilizadas en la revisión de literatura. Se incluyen cinco fuentes junto con el número de artículos disponibles en cada una. ScienceDirect presenta la mayor cantidad de artículos (7827), seguida por Lens (3474) y Dimensions (1542). Scopus y Scielo contienen menos registros, con 361 y 148 artículos, respectivamente. La última fila indica el total de artículos recopilados, que suma 13,352. La tabla proporciona una visión clara sobre la distribución de la literatura en distintas fuentes académicas. Esto permite evaluar la cobertura y relevancia de cada base de datos para el estudio.

Para complementar el análisis, se presenta un análisis bibliométrico utilizando el lenguaje de programación R en su entorno RStudio, junto con la herramienta Bibliometrix. Este enfoque permite mapear el conocimiento disponible y analizar tendencias clave en la investigación científica. Como lo demuestran Campina López et al. (2024), A través de esta herramienta, es posible identificar patrones en la literatura, evaluar el impacto de investigaciones previas y visualizar redes de colaboración entre autores e instituciones, lo que contribuye a una comprensión profunda del desarrollo del conocimiento en un área específica.

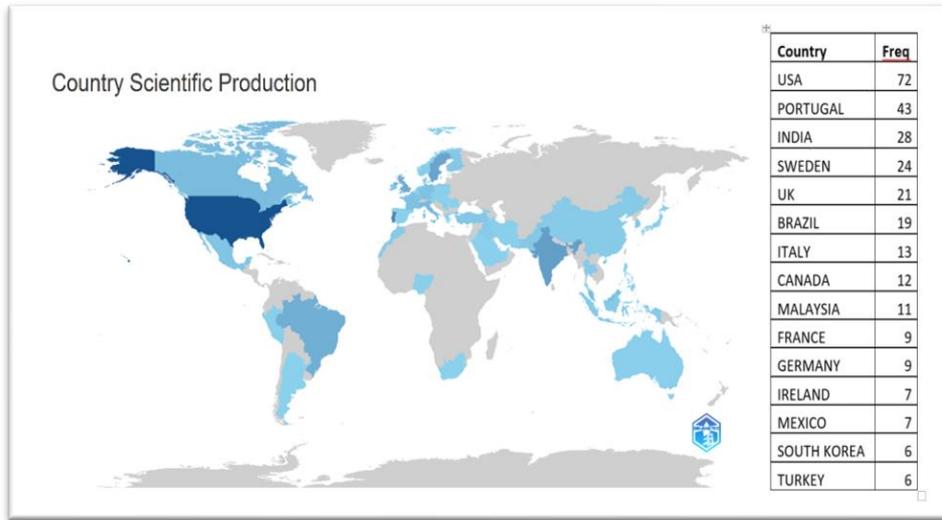
El uso de la herramienta Bibliometrix permite a los investigadores analizar y visualizar de manera estructurada la información obtenida de las bases de datos seleccionadas. A través de sus diversas funcionalidades, es posible representar gráficamente la evolución de la producción científica a lo largo del tiempo, la distribución de publicaciones por países, la influencia de autores destacados, las tendencias temáticas en el área de estudio y las redes de colaboración entre instituciones. Además, ofrece análisis de coocurrencia de palabras clave y mapas de relaciones bibliográficas, proporcionando una visión integral del panorama científico. A continuación, se presenta la gráfica correspondiente a la producción científica anual.

Figura 2
Representación de la producción científica anual



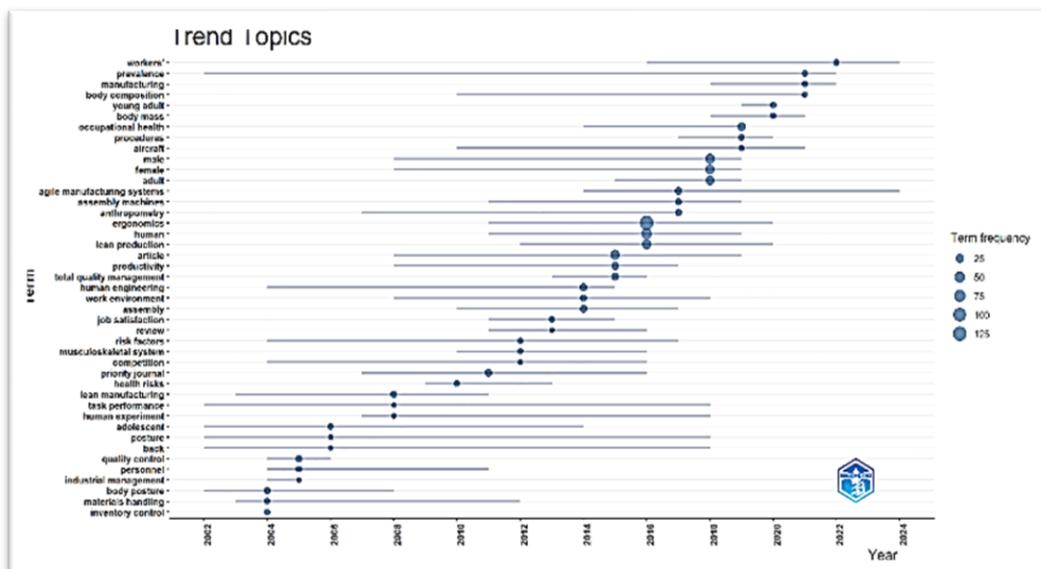
La figura 2 presenta la producción científica anual entre 2000 y 2024, evidenciando un crecimiento con fluctuaciones a lo largo del tiempo. Durante los primeros años, el número de publicaciones fue bajo, pero a partir de 2010 se observa un incremento progresivo. El punto más alto se alcanzó en 2019 con más de 25 artículos, seguido de una caída en 2020. Sin embargo, en los años posteriores la producción se estabilizó, manteniéndose en niveles relativamente altos. Estos datos reflejan un interés creciente en el área de estudio, con períodos de mayor actividad investigativa. Las variaciones pueden estar influenciadas por factores como financiamiento, relevancia del tema y tendencias en la investigación científica. El aumento en los últimos años sugiere una consolidación del campo, con investigaciones continuas que contribuyen al desarrollo y aplicación de nuevos conocimientos.

Figura 3
Producción científica por país



La figura 3 muestra la producción científica por país a través de un mapa mundial con una escala de colores que indica la cantidad de publicaciones. Los países con mayor producción están representados en tonos más oscuros, destacando a Estados Unidos (72 publicaciones) como el líder en contribuciones científicas. Le siguen Portugal (43), India (28), Suecia (24) y el Reino Unido (21), que evidencia una distribución geográfica diversa del conocimiento. En la tabla adjunta, se presentan los países con su respectiva frecuencia de publicaciones, destacando además a Brasil (19), Italia (13), Canadá (12) y Malasia (11) como naciones con una participación significativa. Países como Francia, Alemania, Irlanda, México, Corea del Sur y Turquía muestran menores contribuciones, pero aún relevantes en el ámbito de la investigación. La distribución de la producción científica refleja el liderazgo de países con infraestructura de investigación consolidada e impacto en el desarrollo de nuevos conocimientos.

Figura 4
Temas de tendencia



solo busca mejorar la eficiencia en los procesos industriales, sino también garantizar la seguridad y bienestar de los trabajadores. La vinculación de ergonomics con human engineering y total quality management refuerza la importancia de integrar estrategias de producción ajustada con principios ergonómicos. Esto refleja una tendencia en la investigación hacia la optimización de la productividad sin comprometer la salud ocupacional, evidenciando un enfoque interdisciplinario en el desarrollo de ambientes laborales sostenibles y eficientes.

El proceso de extracción de datos es vital para concluir el proceso, se elabora una tabla en la que se describen los autores - año, títulos de los artículos, objetivo, metodología, técnica y herramientas analizadas en este estudio. Esta tabla facilita la identificación de elementos clave en cada investigación, permitiendo una comparación más precisa y sirviendo como fundamento para el análisis final del estudio.

Tabla 2*Extracción de datos por autor año, título, objetivo y metodología*

	Autor - año	Título	Objetivo	Metodología	Técnica	Instrumento
1	(Denisse Dominguez-Alfaro, 2021)	Desarrollo de la metodología Ergo-VSM para integrar ergonomía y productividad en el análisis de procesos.	Uso conjunto de Value Stream Mapping y análisis ergonómico.	Revisión sistemática de la literatura.	Mapeo de flujo de valor y evaluación ergonómica.	Aplicación de Ergo-VSM en estudios de caso.
2	(Maia, 2020)	Revisión de los efectos de Lean Manufacturing en la seguridad y salud laboral.	Análisis de la relación entre prácticas Lean y factores de riesgo ergonómicos.	Revisión bibliográfica detallada.	Análisis de estudios previos y síntesis de resultados.	Comparativa de prácticas Lean y su impacto ergonómico.
3	(B.Oliveira, 2019)	Mejora de estrategias de suministro en una empresa de movilidad eléctrica mediante prácticas Lean y Ergonomía.	Sinergia entre Lean Manufacturing y Ergonomía para mejorar productividad y condiciones laborales.	Proyecto de mejora continua.	Implementación de herramientas Lean y evaluación ergonómica.	Indicadores de productividad y salud laboral.
4	(Mozzi Valentina, 2020)	Evaluación del impacto de Ergo-Lean en la reducción de trastornos musculoesqueléticos.	Uso de principios Lean y Ergonomía para diseñar puestos de trabajo saludables.	Estudio experimental en entornos laborales.	Implementación de mejoras ergonómicas y prácticas Lean.	Medición de incidencia de trastornos musculoesqueléticos.
5	(M. Sarango, 2019)	Análisis de enfermedades ocupacionales relacionadas con riesgos ergonómicos en Ecuador.	Relación entre condiciones ergonómicas deficientes y alta incidencia de trastornos musculoesqueléticos.	Investigación descriptiva en el sector manufacturero.	Recolección de datos sobre salud laboral y análisis de riesgos.	Encuestas y registros de salud ocupacional.

6	(Guilherme Tortorella, 2020; Oleg Bazaluk, 2023)	Evaluación de la relación entre Lean Manufacturing y la gestión de riesgos laborales.	Sinergia entre prácticas Lean y reducción de riesgos ergonómicos.	Revisión sistemática de literatura.	Análisis de estudios de caso y datos estadísticos	Herramientas Lean aplicadas a la seguridad laboral.
7	(M. Brito, 2019)	Incorporación de principios Ergo-Lean para mejorar la seguridad y eficiencia en procesos industriales.	Integración de Lean Manufacturing y Ergonomía para eliminar actividades sin valor y mejorar la salud laboral.	Estudio de caso en industria manufacturera.	Aplicación de herramientas Lean y evaluación ergonómica.	Indicadores de productividad y bienestar laboral.
8	(Rocío Alfaro-Pozo, 2023)	Modelo para maximizar la eficiencia de las líneas de montaje, considerando la ergonomía en el diseño.	Evaluar cómo la incorporación de la ergonomía puede mejorar la salud y el bienestar de los trabajadores.	Estudio descriptivo	Modelo lineal de enteros mixtos	Desarrollo de escenarios
9	(Oleg Bazaluk, 2023)	Modelo para la gestión de riesgos ocupacionales y ergonómicos, basado en el modelo de “bow-tie”	Evaluación y gestión de riesgos ergonómicos.	Método de deducción y evaluación de riesgos ocupacionales y ergonómicos	Evaluación de la probabilidad y severidad de eventos peligrosos	Evaluación rápida de extremidades superiores (RULA). Evaluación rápida de todo el cuerpo (REBA).
10	(Renuka Dhole, 2021)	Protocolo de investigación clínica aleatorizada que examina el ejercicio ergonómico en la población de enfermería.	Mitigar los riesgos ergonómicos asociados con las tareas de enfermería.	Estudio descriptivo	✓ Encuestas ✓ Evaluaciones físicas	✓ Cuestionario ✓ Monitoreo de ejercicios
11	(Vitaliy Tsopa, 2024)	Algoritmo innovador para gestionar los riesgos ergonómicos que enfrentan los conductores,	Mitigar factores que afectan la salud de los conductores, tales como posturas	Estudio observacional	✓ Encuestas ✓ Observación directa	Software de simulación ergonómica.

		con el objetivo de mejorar su bienestar	inadecuadas y movimientos repetitivos.		✓ Registros médicos	
12	(Yu Tao, 2024)	Marco de decisión multicriterio que integra Conjuntos Difusos Esféricos y el Método de Colas Alternativas para evaluar y priorizar los riesgos ergonómicos en la industria de la construcción.	Se indica la importancia que tiene una evaluación integral de los riesgos ergonómicos, donde se considere factores del tipo posturales y no posturales.	Estudio estadístico	Matriz de relación de precedencia 0- 1	Evaluación rápida de extremidades superiores (RULA). Análisis de posturas de trabajo (OWAS). Evaluación rápida de todo el cuerpo (REBA).
13	(Lorenzo Vianello, 2022)	Herramientas de visualización intuitivas para proporcionar retroalimentación ergonómica en tiempo real a los operadores industriales	Evaluación y visualización de esfuerzos y posturas no ergonómicas en tiempo real	Estudio observacional	Evaluación ergonómica continua (RULA-C)	Modelos de simulación en tiempo real. Traje de seguimiento de movimiento
14	(Yanfei Xie, 2022)	Identificación de las trayectorias de discapacidad cervical con relación al trabajo en sonógrafos y los factores biopsicosociales asociados.	Evaluación de riesgos ergonómicos mediante el Cuestionario de Requisitos Laborales y Demandas Físicas	Estudio longitudinal observacional y muestreo poblacional.	Encuesta	Índice de Discapacidad Cervical (NDI). Cuestionario de Actividad Física Internacional
15	(Jingwen Wang, 2023)	Método automatizado basado en el tiempo estándar de movimiento en 3D para el análisis de riesgos ergonómicos en	Integrar tiempos de movimiento estándar en las evaluaciones ergonómicas para	Estudio descriptivo	Evaluación de riesgos ergonómicos	Evaluación rápida de extremidades superiores (RULA). Evaluación rápida de

		lugares de trabajo en la construcción modular	mejorar la precisión y fiabilidad del análisis			todo el cuerpo (REBA).
16	(Zikri Fathur Rahman, 2020)	Identificación de niveles de riesgos de salud y seguridad ocupacional en la industria textil y de confección	Riesgos ergonómicos como errores en la manipulación manual y cargas físicas excesivas	Estudio cuantitativo observacional	Evaluación de riesgos. Categorización de riesgos.	Matriz de evaluación de riesgos
17	(Meneses-La-Riva, 2023)	Determinación de los niveles percibidos de riesgo ergonómico en los trabajadores de empresas de mudanzas.	Importancia de la ergonomía para mitigar riesgos físicos y psicológicos en el entorno laboral	Diseño cuantitativo, no experimental y de corte transversal	Encuesta de conciencia del riesgo ergonómico	Cuestionario. Microsoft Excel.
18	(Matija Landekić, 2021)	Análisis de las tendencias y factores de riesgo relacionados con la incidencia de lesiones laborales en las unidades organizativas	Necesidad de investigar sistemáticamente la ergonomía, la seguridad y la salud de los trabajadores forestales	Análisis estadístico descriptivo	Análisis de correspondencia y análisis de varianza	- Microsoft Excel - Statistica 13 - SAS 9.4.
19	(M. Brito M. V., 2020)	Lean and Ergonomics decision support tool assessment in a plastic packaging company.	Encontrar una forma de mejorar el lugar de trabajo considerando la eficiencia y el bienestar de los trabajadores.	Metodología Investigación Acción.	Aplicación de la herramienta ErgoSafeCI	Herramienta ErgoSafeCI adaptado a este sector y mejorado a través de una Revisión bibliográfica
20	(Jorge Ortiz Porras, 2022)	Método ergonómico para reducir el nivel de riesgo de trastornos musculoesqueléticos en una pyme de confección textil de Lima - Perú	Reducir el nivel de riesgo de TME en una pyme, por ello, se desarrolló un método ergonómico basado en la integración de los métodos REBA y	Experimental, Inducción deducción, técnicas cuantitativas descriptivas	Observación directa, Cuestionarios REBA, RULA y NIOSH	Métodos REBA y RULA, Software Ergoniza y Ergonautas.

			RULA, que además propone medidas preventivas y correctivas.			
21	(César Augusto Vera Ávila, 2022)	Medición del desempeño del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo: revisión sistemática de literatura	La presentación de métodos que se han documentado en la literatura, así como los de mayor uso y sus principales ventajas, desventajas y la eficacia de estos.	Revisión sistemática de literatura, exploratoria	Métodos para la medición del desempeño en SG-SST por año de publicación, autores y cantidad de menciones.	Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo
22	(Rahid Zaman, 2021)	Three-dimensional asymmetric maximum weight lifting prediction considering dynamic joint strength	Usar MOO para predecir movimiento 3D de levantamiento de peso máximo asimétrico considerando los límites de par dinámico en la literatura.	Experiments	Método de predicción, datos experimentales, optimización multiobjetivo (MOO), Vicon Motion Systems	optimización multiobjetivo (MOO), Vicon Motion Systems
23	(C. ERAZO-CHAMORRO, 2022)	Safety Workplace: From of Point of View of Ergonomics and Occupational Biomechanics	Evalúa los datos disponibles sobre las definiciones establecidas que según la ergonomía y la biomecánica se relacionan con el lugar de trabajo para definir cuál es la relación entre un "lugar de trabajo seguro y saludable"	RSL, Investigación Evaluación.	Técnica de evaluación, análisis del movimiento, posición de los trabajadores. Identificación	RSL

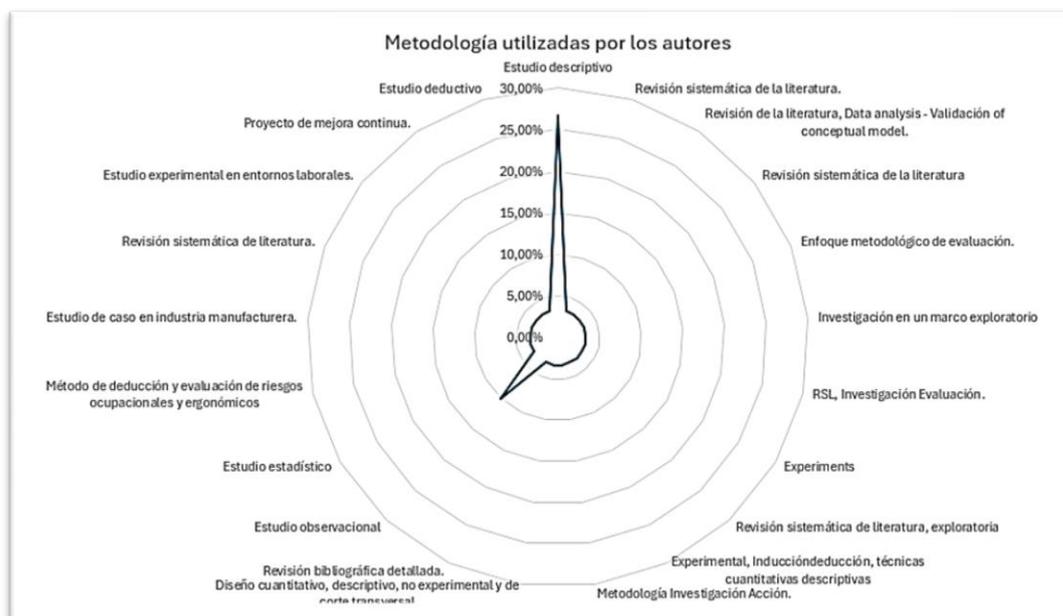
24	(Stefan Brunner, 2022)	Lean Ergonomics—are relevant synergies of digital human models and digital twins defining a new emerging subdiscipline?	Analizar si el vacío creado por las herramientas centradas en el ser humano y en el proceso puede ser llenado por la nueva subdisciplina de "Lean Ergonomics" (LE).	Investigación en un marco exploratorio	indicadores clave de rendimiento (KPI)	Ergonomic-oriented KPIs for DHM, indicadores clave de rendimiento (KPI)
25	(Asif Mahammadsayed Qureshi, 2021)	Ergonomic Assessment of Postural Loads in Small and Medium-Scale Foundry Units	Evaluación ergonómica de las cargas posturales en unidades de fundición de pequeña y mediana escala utilizando técnicas de (REBA) y (RULA).	Enfoque metodológico de evaluación.	Análisis (REBA), análisis (RULA).	Software DELMIA-V5.
26	(Janina Alexandra Merchán Moreira, 2023)	Legal aspects of occupational risk prevention	La finalidad de considerar aspectos legales en la salud del trabajador radica en reducir o evitar accidentes, enfermedades profesionales y fallecimientos de trabajadores a temprana edad	Revisión bibliográfica descriptiva y retrospectiva.	Normativas legales vigentes, Normas INEN, Convenios Internacionales OIT	Convenios Internacionales OIT. Tratados Internacionales CAN. Decreto Ejecutivo 2393. Decreto Ejecutivo 860. Acuerdos Ministeriales y Resoluciones. Normas INEN.
27	(C. Erazo-Chamorro, 2022)	Safety Workplace: The Prevention of Industrial Security Risk Factors	Evalúa factores de riesgo de seguridad establecidos y establecer los	Revisión sistemática de la literatura	Risk relation and definition. Workplace evaluation method. Main factors	Workplace evaluation method

			requisitos necesarios que deben cumplirse para garantizar que un lugar de trabajo sea considerado “sano y seguro”.		contributing to musculoskeletal disorders.	
28	(Sakthi Nagaraj, 2019)	An empirical investigation on association between human factors, ergonomics and lean manufacturing.	Importancia de los factores humanos y la ergonomía (HFE) en el rendimiento lean y la sostenibilidad a través de modelos de ecuaciones estructurales utilizando encuestas	Revisión de la literatura, Data analysis - Validación of conceptual model.	Análisis Modelos ecuaciones estructurales.	SEM, HFE en el rendimiento de lean
29	(Capodaglio, 2022)	Prevención óptima de trastornos musculoesqueléticos (TME) en trabajadores de mantenimiento mediante la ergonomía participativa.	Mitigar los riesgos ergonómicos asociados con las tareas de mantenimiento	Estudio descriptivo	Entrevista Observación directa - Análisis de datos	- - Ecuación de levantamiento de NIOSH - Lista de verificación OCRA - Tablas de Snook y Ciriello.
30	(Miloš Gejdoš, 2021)	Diseño de máquinas de movimiento de tierra para aumentar la comodidad y seguridad de los operadores.	Importancia de los parámetros ergonómicos en el diseño de nuevas máquinas	Estudio deductivo	Análisis de datos	Microsoft Excel - Statistica 13

Con el propósito de analizar los resultados obtenidos en la Tabla 2, se presentan gráficos (Denisse Dominguez-Alfaro, 2021) enfocados en cada una de las categorías identificadas, permitiendo evaluar cuáles son las más utilizadas en el estudio de la aplicación del método Ergo-Lean y reducción de riesgos ergonómicos. En primer lugar, la Figura 6 muestra un gráfico de radar que compara las metodologías empleadas en la literatura revisada, destacando un total de 18 enfoques metodológicos aplicados por los autores de la Tabla 2. Este análisis permite identificar tendencias en la investigación y orientar futuras aplicaciones del método en el ámbito ergonómico y operativo.

Figura 6

Grafica radar de metodologías utilizadas por los autores



La figura 6 muestra la distribución de metodologías utilizadas en estudios relacionados con la ergonomía y Lean Manufacturing. Se destaca que el Estudio descriptivo es el enfoque más empleado, representando un 26.67%, lo que indica que la mayoría de las investigaciones se enfocan en documentar y analizar situaciones sin aplicar cambios en el entorno de estudio. En segundo lugar, el Estudio observacional alcanza un 10%, reflejando un interés por la recopilación de datos a partir de la observación de procesos laborales. Las demás metodologías, como revisiones sistemáticas, estudios de caso y análisis estadísticos, representan cada una un 3.33%, lo que demuestra una menor variedad en la selección de enfoques metodológicos.

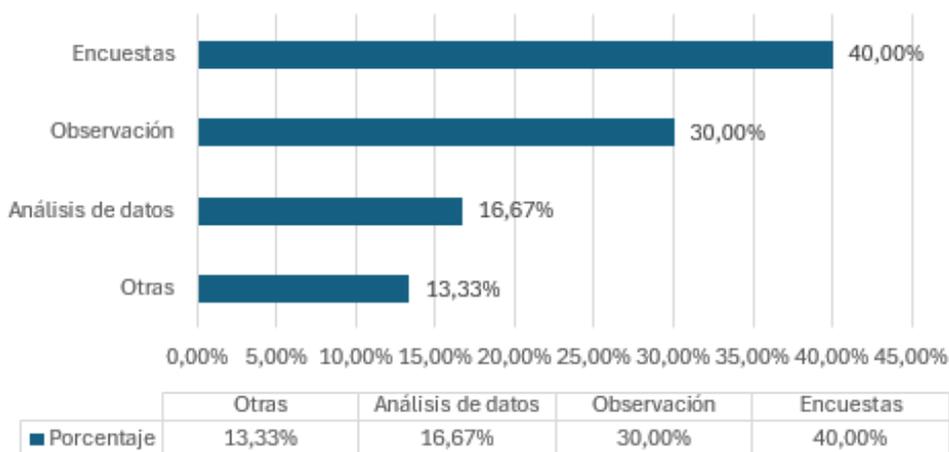
El gráfico también evidencia que las investigaciones en este campo han estado dominadas por metodologías descriptivas y observacionales, mientras que los métodos más aplicados, como la experimentación y simulación de procesos, han tenido poca presencia. Esto indica una tendencia a centrar los estudios en el diagnóstico de riesgos ergonómicos y en la evaluación de condiciones laborales, en lugar de desarrollar estrategias prácticas para la mejora de los procesos productivos y seguridad en el trabajo. Para enriquecer la investigación en este

ámbito, es recomendable incorporar herramientas como software de simulación ergonómica, estudios de intervención en campo y análisis de productividad vinculado a ergonomía, con el fin de generar soluciones concretas y aplicables en el sector de la recolección de residuos y otros entornos industriales.

En los estudios analizados en la presente investigación, se evidencia la aplicación de diversas técnicas para la recolección de datos fundamentales en la evaluación de riesgos ergonómicos e implementación del método Ergo-Lean. A continuación, se presenta un diagrama de barras que muestra la frecuencia de uso de cada técnica, incluyendo el análisis documental, observación, encuestas y evaluación ergonómica. Esta representación gráfica permite visualizar la relevancia de cada método en la identificación de factores de riesgo y en la optimización de procesos dentro del sector de recolección de residuos. Además, facilita la comparación del grado de preferencia de estas técnicas en investigaciones previas sobre ergonomía laboral y eficiencia en el desempeño operativo.

Figura 7

Técnicas utilizadas en la investigación



La figura 7 muestra la distribución de las técnicas utilizadas en la investigación, destacando que la Encuesta es la técnica más empleada con un 40% del total. Esto indica una fuerte preferencia por la recolección de datos a través de cuestionarios estructurados, lo que sugiere un enfoque en la recopilación de información directamente desde los participantes. La observación, con un 30%, ocupa el segundo lugar, evidenciando que una parte significativa de los estudios se basa en la evaluación directa de fenómenos sin intervención, lo cual es común en investigaciones ergonómicas y de seguridad laboral.

El Análisis de datos representa un 16.67%, lo que indica que un número menor de estudios emplea técnicas de interpretación cuantitativa o cualitativa para examinar tendencias y relaciones dentro de los datos recopilados. Finalmente, la categoría Otras, con un 13.33%, agrupa metodologías menos frecuentes o combinaciones de técnicas no clasificadas en las principales categorías. En general, estos resultados reflejan que la mayoría de las

investigaciones revisadas priorizan técnicas de recopilación de datos sobre metodologías de análisis profundo, lo que podría influir en la capacidad de generar conclusiones más fundamentadas y aplicables en el contexto de la ergonomía y Lean Manufacturing.

DISCUSIÓN

La investigación sobre la aplicación del método Ergo-Lean en la recolección de residuos en ha dado como resultado un análisis detallado basado en diversas fuentes de información y herramientas de evaluación ergonómica dando como resultado 13,352 artículos. A través del uso de técnicas especializadas y metodologías de recolección de datos, se logró identificar los principales factores de riesgo ergonómico en las actividades de los trabajadores. Mediante la aplicación de criterios de selección y exclusión en el análisis de la información, se redujo significativamente la cantidad de datos recopilados, enfocándonos en aquellos más relevantes para el estudio. Este enfoque permitió una comprensión profunda de la problemática actual, facilitando el diseño de estrategias efectivas para minimizar los riesgos ergonómicos y mejorar la eficiencia operativa en la recolección de residuos.

Mediante el enfoque bibliométrico realizado con las herramientas R y RStudio logrando construir una sólida base de datos descargable en Excel, lo que permitió identificar tendencias en publicaciones científicas y menciones de autores enfocados en la evaluación ergonómica y la aplicación del método Ergo-Lean en entornos laborales. La investigación evidenció un crecimiento significativo en estudios relacionados con la prevención de riesgos ergonómicos y la optimización del desempeño ocupacional, especialmente a partir del año 2018. Asimismo, se identificó que los países con mayor producción científica en esta área incluyen a Estados Unidos, Portugal, India, Suecia, los cuales lideran la divulgación de investigaciones sobre mejoras en ergonomía laboral, reducción de trastornos musculoesqueléticos e implementación de metodologías de optimización operativa en sectores industriales y de servicios.

El análisis de las palabras clave relevantes reveló una evolución en las áreas de estudio enfocadas en ergonomía laboral, mejora de condiciones de trabajo, optimización de procesos y salud ocupacional. Conceptos como prevención de riesgos ergonómicos, bienestar laboral y productividad sostenible han ganado protagonismo en los últimos años, reflejando un creciente interés en metodologías que permitan reducir el impacto de las actividades laborales en la salud de los trabajadores. Además, términos como tecnología ergonómica e innovación en seguridad laboral han emergido recientemente, lo que indica que los estudios en esta área están en constante transformación, adaptándose a los avances tecnológicos y a la necesidad de promover entornos laborales más seguros y eficientes. Esto sugiere que la aplicación del método Ergo-Lean no solo busca mejorar la eficiencia operativa en la recolección de residuos, sino que también apunta a una gestión ergonómica sostenible e integrada con nuevas tecnologías.

La evaluación de metodologías en la literatura revisada, representada en la gráfica de análisis, evidenció una diversidad de enfoques aplicados a la ergonomía laboral y la optimización de procesos en la recolección de residuos. Dentro de los métodos más utilizados, destacan los modelos de evaluación postural y las estrategias de mejora ergonómica, debido a su efectividad en la identificación y reducción de riesgos musculoesqueléticos en trabajadores. Existen distintas formas de analizar y gestionar las condiciones laborales, y cada método presenta ventajas particulares, siendo su efectividad dependiente del contexto y las necesidades específicas del entorno de trabajo.

El 70% de los estudios analizados recurrió a la observación directa y a la aplicación de encuestas para obtener datos precisos y contextualizados sobre las condiciones ergonómicas y la percepción de los trabajadores. La preferencia por estas técnicas subraya la importancia de un enfoque integral en la recopilación de datos, permitiendo una comprensión más detallada de los factores de riesgo y las oportunidades de mejora en la aplicación del método Ergo-Lean. Esto refuerza la necesidad de adoptar estrategias basadas en evidencia que contribuyan a la reducción de riesgos ergonómicos y la optimización de la eficiencia operativa en la recolección de residuos.

CONCLUSIONES

La investigación sobre la implementación del método Ergo-Lean permitió identificar y analizar los principales riesgos ergonómicos en la recolección de residuos, utilizando herramientas bibliométricas y metodologías de evaluación especializadas. A través de un enfoque sistemático, se logró filtrar y priorizar información clave, evidenciando un crecimiento notable en estudios sobre ergonomía laboral y prevención de trastornos musculoesqueléticos, especialmente desde 2018, con liderazgo de países como Estados Unidos, Portugal e India.

El análisis de tendencias destacó la evolución hacia conceptos como tecnología ergonómica, bienestar laboral y productividad sostenible, reflejando la necesidad de integrar innovación en la gestión de riesgos. Además, se confirmó que el 70% de los estudios recurre a observación directa y encuestas, reforzando la importancia de métodos cualitativos para una evaluación contextualizada.

REFERENCIAS

- Arias-Gonzales, J. (2021). *DISEÑO Y METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*.
<https://www.researchgate.net/publication/352157132>
- Atiencia-Campoverde, J. C., & Solano-Peláez, J. L. (2024). Riesgos ergonómicos asociados a la operación de maquinaria pesada: volquetes del Gobierno Municipal, Sucúa- Ecuador. *MQR Investigar*, 8(3), 20-36. <https://doi.org/10.56048/mqr20225.8.3.2024.20-36>
- Baena Paz et al, Guillermina. (2017). *Metodología de la investigación*. Grupo Editorial Patria.
http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf
- Brito, M., Ramos, A. L., Carneiro, P., & Gonçalves, M. A. (2018). Integration of lean manufacturing and ergonomics in a metallurgical industry. *International Journal of Occupational and Environmental Safety*, 2(2), 21-31. https://doi.org/10.24840/2184-0954_002.002_0003
- Carrasco, J., López Asqui, A. I., & Barreno Gadway, A. D. (2023). Riesgos ergonómicos y su influencia en el desempeño laboral. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(2). <https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.836>
- Cervantes Morant, A. H. (2023). *1132-6255-medtra-32-03-189*.
- Dörflinger, N., & Tisch, A. (2023). Occupational health in a post-pandemic world of work. Introduction to this special issue. *Zeitschrift für Sozialreform*, 69(4), 241-252. <https://doi.org/10.1515/ZSR-2023-0021>
- Dumont, D., Rafael, J., Mansilla, S., Lorelei, S., Martinez, S., Nanzy, R., Huaman, B., & Monica, E. (2020). *Accidentes laborales en el Perú: Análisis de la realidad a partir de datos estadísticos*. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?>
- Evinia, E., & Sitokdana, M. N. N. (2023). Risk Management Based IT Analysis Using ISO 31000 (Case Study: PT Bawen Mediatama). *Journal of Information Systems and Informatics*, 5(1), 380-390. <https://doi.org/10.51519/journalisi.v5i1.420>
- Fan, C., Mei, Q., & Li, X. (2024). 3D pose estimation dataset and deep learning-based ergonomic risk assessment in construction. *Automation in Construction*, 164. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2024.105452>
- Fiallos et al., Germán. (2021). La Correlación de Pearson y el proceso de regresión por el Método de Mínimos Cuadrados. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(3), 2491-2509. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i3.466
- Gómez-García, A. R., Merino-Salazar, P., Reiban, T. C. G., & Yela, L. A. R. (2023). Long working hours and occupational injuries: estimates from the First Survey on Safety and Health Conditions at Work in Ecuador. *Archivos de Prevencion Riesgos Laborales*, 26(1), 25-40. <https://doi.org/10.12961/aprl.2023.26.01.03>

- Hardjomidjojo, H., Pranata, C., & Baigorria, G. (2022). Rapid assessment model on risk management based on ISO 31000:2018. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1063(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1063/1/012043>
- Hernández Sampieri et al., R. (2014). *Metodología de la Investigación Sampieri*. Sexta Edición. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Nabi, M. H., Kongtip, P., Woskie, S., Nankongnab, N., Sujirarat, D., & Chantanakul, S. (2021). Factors Associated with Musculoskeletal Disorders Among Female Readymade Garment Workers in Bangladesh: A Comparative Study Between OSH Compliant and Non-Compliant Factories. *Risk Management and Healthcare Policy*, Volume 14, 1119-1127. <https://doi.org/10.2147/RMHP.S297228>
- Ñaupas Paitán, Humberto., Mejía Mejía, Elías., & Novoa Ramírez, Eliana. (2014). *Metodología de la investigación: Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis*, 4ta Edición. <http://librodigital.sangregorio.edu.ec/librosusgp/B0028.pdf>
- Organización Panamericana de la Salud Ministerio de Salud Pública. (2021). *PANORAMA NACIONAL DE SALUD DE LOS TRABAJADORES*.
- Organización Panamericana de la Salud, & Ministerio de Salud Pública. (2021). *PANORAMA NACIONAL DE SALUD DE LOS TRABAJADORES VERSIÓN I*.
- Organización Panamericana de la Salud Ministerio de Salud Pública, De Trabajo, C., & Salud, Y. (2021). *PANORAMA NACIONAL DE SALUD DE LOS TRABAJADORES VERSIÓN I*.
- Pfendtner, J., Ackerschott, A., Schwenck, C., Lang, D. J., & von Wehrden, H. (2024). Making mutual learning tangible: Mixed-method Delphi as a tool for measuring the convergence of participants' reciprocal understanding in transdisciplinary processes. *Futures*, 159. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2024.103365>
- Rodríguez-Rodríguez, J., & Reguant-Álvarez, M. (2020). Calcular la fiabilidad de un cuestionario o escala mediante el SPSS: el coeficiente alfa de Cronbach. *REIRE Revista d Innovació i Recerca en Educació*, 13(2). <https://doi.org/10.1344/reire2020.13.230048>
- Sabino, I., Fernandes, M. do C., Cepeda, C., Quaresma, C., Gamboa, H., Nunes, I. L., & Gabriel, A. T. (2024). Application of wearable technology for the ergonomic risk assessment of healthcare professionals: A systematic literature review. En *International Journal of Industrial Ergonomics* (Vol. 100). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2024.103570>
- Santabárbara, et al, Javier. (2019). Cálculo del intervalo de confianza para los coeficientes de correlación mediante sintaxis en SPSS. *REIRE Revista d Innovació i Recerca en Educació*, 12 (2). <https://doi.org/10.1344/reire2019.12.228245>

- Sociedad, U. Y., Vera Márquez, M., Delgado, V. V., & Mazacón Gómez, M. (2023). *Volumen 15 / Número 5 / Septiembre-Octubre*.
- Sreenivasan, A., & Suresh, M. (2023). Exploring the contribution of sustainable entrepreneurship toward sustainable development goals: A bibliometric analysis. *Green Technologies and Sustainability*, 1(3), 100038. <https://doi.org/10.1016/j.grets.2023.100038>
- Torres, M., Paz, K., & Salazar, F. G. (2019). *Métodos de recolección de datos para una investigación*.
- Tortorella, G., Cómbita-Niño, J., Monsalvo-Buelvas, J., Vidal-Pacheco, L., & Herrera-Fontalvo, Z. (2020). Design of a methodology to incorporate lean manufacturing tools in risk management, to reduce work accidents at service companies. *Procedia Computer Science*, 177, 276-283. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.10.038>