

# FACULTAD DE NEGOCIOS

Carrera de Administración

“METODOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN DE  
RIESGOS ERGONÓMICOS APLICADAS EN EL  
SECTOR INDUSTRIAL LATINOAMERICANO, UNA  
REVISIÓN DE LA LITERATURA DE LOS ÚLTIMOS  
10 AÑOS”

Trabajo de investigación para optar al grado de:

**Bachiller en Administración**

**Autora:**

Yuleissy Del Pilar Calixtro Poma

**Asesor:**

Mg. Lupe Yovani Gallardo Pastor

<https://orcid.org/0000-0001-7094-6211>

Lima - Perú

## INFORME DE SIMILITUD

### METODOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS APLICADAS EN EL SECTOR INDUSTRIAL LATINOAMERICANO, UNA REVISIÓN DE LA LITERATURA DE LOS ÚLTIMOS 10 AÑOS

#### INFORME DE ORIGINALIDAD

**10%**

INDICE DE SIMILITUD

**9%**

FUENTES DE INTERNET

**6%**

PUBLICACIONES

**9%**

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

#### FUENTES PRIMARIAS

**1**

Submitted to Universidad Tecnologica del  
Peru

Trabajo del estudiante

**4%**

**2**

revistacta.agrosavia.co

Fuente de Internet

**1%**

**3**

podcast.unesp.br

Fuente de Internet

**1%**

**4**

revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe

Fuente de Internet

**1%**

**5**

Submitted to Universidad Privada del Norte

Trabajo del estudiante

**1%**

**6**

repositorio.utn.edu.ec

Fuente de Internet

**1%**

**7**

Submitted to FH Campus Wien

Trabajo del estudiante

**1%**

repositorio.ucsm.edu.pe

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre, por su apoyo y amor incondicional asimismo por haber forjado en mi valores y deseos de superación. A mis tíos quienes permanentemente me brindaron apoyo y consejos, contribuyendo a lograr metas y objetivos propuestos. Finalmente, dedico este logro a todas las personas que, de alguna manera, han contribuido a mi crecimiento personal y académico. Este trabajo es un tributo a todos ustedes.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco profundamente a mis profesores, cuya guía y conocimientos han sido fundamentales en el desarrollo de esta investigación.

Agradezco a mis compañeros de estudio y colegas por las valiosas discusiones y colaboraciones que enriquecieron este trabajo. A Dios, fuente de fortaleza y guía en cada paso de este camino académico.

Este logro no habría sido posible sin la contribución de cada uno de ustedes. Mi más sincero agradecimiento por formar parte de este viaje académico

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INFORME DE SIMILITUD</b> .....	<b>2</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>3</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>4</b>
<b>TABLA DE CONTENIDO</b> .....	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>7</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA</b> .....	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS</b> .....	<b>19</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b> .....	<b>32</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>34</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Artículos seleccionados .....	16
Tabla 2. Cantidad de artículos según intervalo de años.....	20
Tabla 3. Cantidad de artículos según base de datos.....	21
Tabla 4. Cantidad de artículos según país de procedencia .....	22

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo de búsqueda de información.....	15
Figura 2. Cantidad de artículos según intervalo de años .....	20
Figura 3. Cantidad de artículos según base de datos .....	21
Figura 4. Cantidad de artículos según país de procedencia .....	22

## RESUMEN

La presente investigación planteó como objetivo conocer sobre las metodologías con mayor prevalencia en la evaluación de riesgos ergonómicos aplicadas en el sector industrial de los últimos 10 años, para lo cual consideró una metodología basada en el modelo PRISMA, tomando fases de identificación, inclusión, exclusión y selección; dando como resultado un total de 56 fuentes bibliográficas, las cuales fueron tomadas de las bases de datos Ebsco y Proquest. Es así como, luego del proceso de sistematización correspondiente, fue posible demostrar que las metodologías más utilizadas para la medición de los riesgos ergonómicos fueron el método REBA; RULA y OWAS.

**PALABRAS CLAVES:** Ergonomía, riesgos ergonómicos, sector industrial.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El éxito en el logro de objetivos en diversas organizaciones, independientemente de su campo, ya sea en tecnología de la información o en la fabricación, se fundamenta en la calidad del trabajo realizado y en la entrega oportuna y adecuada de productos o servicios. Cuando se trata de promover el bienestar general de los empleados en todas las etapas de la producción, es crucial implementar enfoques de gestión innovadores y adoptar estrategias de trabajo novedosas (Hanumantu et al., 2022).

A pesar de los significativos progresos y la adopción de sistemas de seguridad en varias industrias en las últimas décadas, la protección de los trabajadores en el entorno laboral sigue siendo insuficiente y demanda mejoras, particularmente en áreas de alto riesgo como la construcción y la manufactura (Newaz et al., 2021).

Es así como, debido a la continua evolución del mercado, las industrias se ven obligadas a adoptar tecnologías avanzadas con el objetivo de elevar la calidad de sus productos, minimizar costos y mejorar la productividad y el rendimiento operativo (Virmani & Ravindra, 2021). Con el propósito de lograr estos objetivos, las industrias están llevando a cabo esfuerzos notables y están enfocándose en enfoques y tecnologías de vanguardia, como el Internet Industrial de las Cosas, la colaboración con robots, la economía circular y la manufactura sostenible, entre otros (Saxena et al., 2020). Sin embargo, en el contexto de la manufactura, aspectos cruciales como la ergonomía y la seguridad de los trabajadores, así como la salud laboral, a menudo no reciben la debida atención. La falta de conocimiento en ergonomía a menudo conduce a la aparición de trastornos musculoesqueléticos relacionados

con el trabajo, cuyas causas principales incluyen el exceso de esfuerzo, movimientos repetitivos, exposición a vibraciones, estrés laboral y otros factores (Valero et al., 2016).

Es esencial subrayar que numerosos estudios han evidenciado que la implementación de los principios de ergonomía conduce a un incremento en la productividad de los trabajadores y a una disminución de los Trastornos Musculoesqueléticos Laborales (TME) (Saraji et al., 2014). Estos TME a menudo resultan en dolor físico, discapacidad, el riesgo de abuso de medicamentos y también generan costos significativos asociados al tratamiento de las personas afectadas. En consecuencia, resulta adecuado que los empleados que sufran de TME reciban compensaciones por parte de sus empleadores (Lin et al., 2012).

Según la Agencia de Salud y Seguridad en el Trabajo del Reino Unido, los Trastornos Musculoesqueléticos (TME) constituyen aproximadamente el 37% de los riesgos laborales reportados. En el período comprendido entre 2018 y 2019, se observó una reducción del 29% en las horas de trabajo, lo que se tradujo en una pérdida de 6.9 millones de horas de trabajo en Gran Bretaña (Health and Safety Executive, 2019). A su vez, se estima que el costo anual relacionado con el tratamiento de los TME alcanza aproximadamente los 171.7 millones de dólares en países industrializados (Ahmed, 2019).

Continuando con lo narrado, a nivel global, los Trastornos Musculoesqueléticos (TME) impactan a una asombrosa cantidad de 1,71 mil millones de personas, de las cuales 568 millones padecen dolor lumbar. De los 204 países estudiados, en 134 de ellos, el dolor lumbar fue identificado como la principal causa que llevó a la necesidad de rehabilitación (Cieza et al., 2020).

Además, en la Unión Europea, un porcentaje significativo de trabajadores, que oscila entre el 3% y el 5%, informaron de sufrir Trastornos Musculoesqueléticos (TME), siendo el

dolor de espalda y las molestias en las extremidades superiores las afecciones más comunes. De hecho, el 60% de los trabajadores de la UE que enfrentan problemas de salud relacionados con el trabajo consideran que los TME son su problema más grave. Además, alrededor de 1 de cada 5 personas en la UE experimentó un trastorno crónico en la espalda o el cuello en el último año (European Agency for Safety and Health at Work, 2019).

Ahora bien, al abordar los desafíos que enfrentan diversas organizaciones en diversos sectores económicos, Siquiera y Aparcana (2018) destacaron la influencia de los avances tecnológicos del siglo XXI y la difusión de la ergonomía, junto con el crecimiento del conocimiento en esta disciplina. Según sus planteamientos, es factible diseñar puestos de trabajo teniendo en cuenta las características individuales de los trabajadores, como su perfil antropométrico. Esto implica que, en el entorno laboral, los equipos, herramientas, espacios y otros elementos deben adaptarse a las necesidades de los trabajadores en lugar de exigirles que se ajusten a las condiciones de trabajo. Este enfoque fomenta la creación de un ambiente laboral seguro y saludable, promoviendo un rendimiento máximo con un esfuerzo mínimo. El foco principal se centra en la creación de puestos de trabajo ergonómicamente cómodos, fomentando una cultura de prevención en lugar de corrección. Esto no solo mejora la atracción, el disfrute y la comodidad en el trabajo para los empleados, sino que también brinda ventajas económicas y competitivas a la empresa en el mercado. En resumen, la ergonomía no solo beneficia a los trabajadores, sino que también contribuye al éxito y la eficiencia de la empresa en el actual entorno empresarial.

Es así como, con todo lo anteriormente expuesto, la presente investigación de naturaleza teórica pretende profundizar sobre las metodologías con mayor prevalencia en la

evaluación de riesgos ergonómicos aplicadas en el sector industrial, considerando la producción científica de los últimos 10 años.

**Pregunta de investigación:**

¿Qué evidencias empíricas existen en relación al uso de metodologías para evaluar los riesgos ergonómicos en el sector industrial?

**Objetivo de investigación**

Conocer sobre las metodologías con mayor prevalencia en la evaluación de riesgos ergonómicos aplicadas en el sector industrial de los últimos 10 años.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### *Tipo de estudio:*

El enfoque de investigación empleado en este estudio fue la revisión sistemática de la literatura científica. Según Benet y Quintero (2015), este método implica la evaluación y la interpretación de una problemática específica mediante la recopilación y síntesis de la información disponible. Además, se aplicó la metodología PRISMA, diseñada como una herramienta para mejorar la claridad y la transparencia de las revisiones sistemáticas, que consta de etapas de identificación, selección, elegibilidad e inclusión, según Pérez (2012).

### *Protocolo de Búsqueda:*

El estudio teórico que se presenta se llevó a cabo en respuesta a una pregunta de investigación, utilizando como recurso las plataformas digitales Ebsco y Proquest. Como estrategia de búsqueda, se utilizaron palabras clave en la opción de "búsqueda avanzada" de cada una de estas bases de datos. Las palabras clave empleadas fueron "Riesgos ergonómicos", "evaluación", "método" e "industrial". Como resultado, se identificaron un total de 95 estudios en la base de datos de Ebsco y 104 estudios en la base de datos de Proquest.

### *Criterios de Inclusión:*

Para el proceso de inclusión de estudios, se aplicaron varios filtros que abordaron el tiempo, el tipo de estudio y la disponibilidad del texto completo. En cuanto al factor temporal, se estableció que los estudios considerados para el análisis no debían tener más de 10 años de antigüedad. En relación al tipo de estudio, se incluyeron únicamente artículos

científicos de naturaleza empírica y teórica. En cuanto al idioma, no se aplicó ningún filtro específico, dado que la investigación tenía un enfoque global, lo que resultó en la inclusión de artículos en inglés y portugués. En consecuencia, se incluyeron un total de 104 artículos después de aplicar estos criterios de selección, con 61 proviniendo de Ebsco y 65 de Proquest.

### ***Criterios de exclusión:***

En esta fase del proceso de selección de estudios pertinentes para la investigación actual, se aplicaron dos criterios para excluir ciertas publicaciones académicas. El primer criterio de exclusión se basó en el acceso restringido a algunos repositorios donde se localizaron los artículos incluidos en la etapa anterior, ya que requerían una suscripción para acceder a la información. Por último, el último criterio implicó la eliminación de duplicados, dado que se observó que algunos estudios estaban presentes en más de una base de datos considerada. Como resultado de estos criterios, se excluyeron 70 estudios académicos en total, con 31 provenientes de 34 Ebsco y 39 de Proquest.

### ***Selección de datos:***

Posterior a todos los protocolos mencionados líneas arriba, se seleccionaron **30** artículos científicos (**22 de Ebsco y 32 de Proquest**)

La siguiente figura muestra en resumen la selección de los artículos:

Figura 1. Diagrama de flujo de búsqueda de información

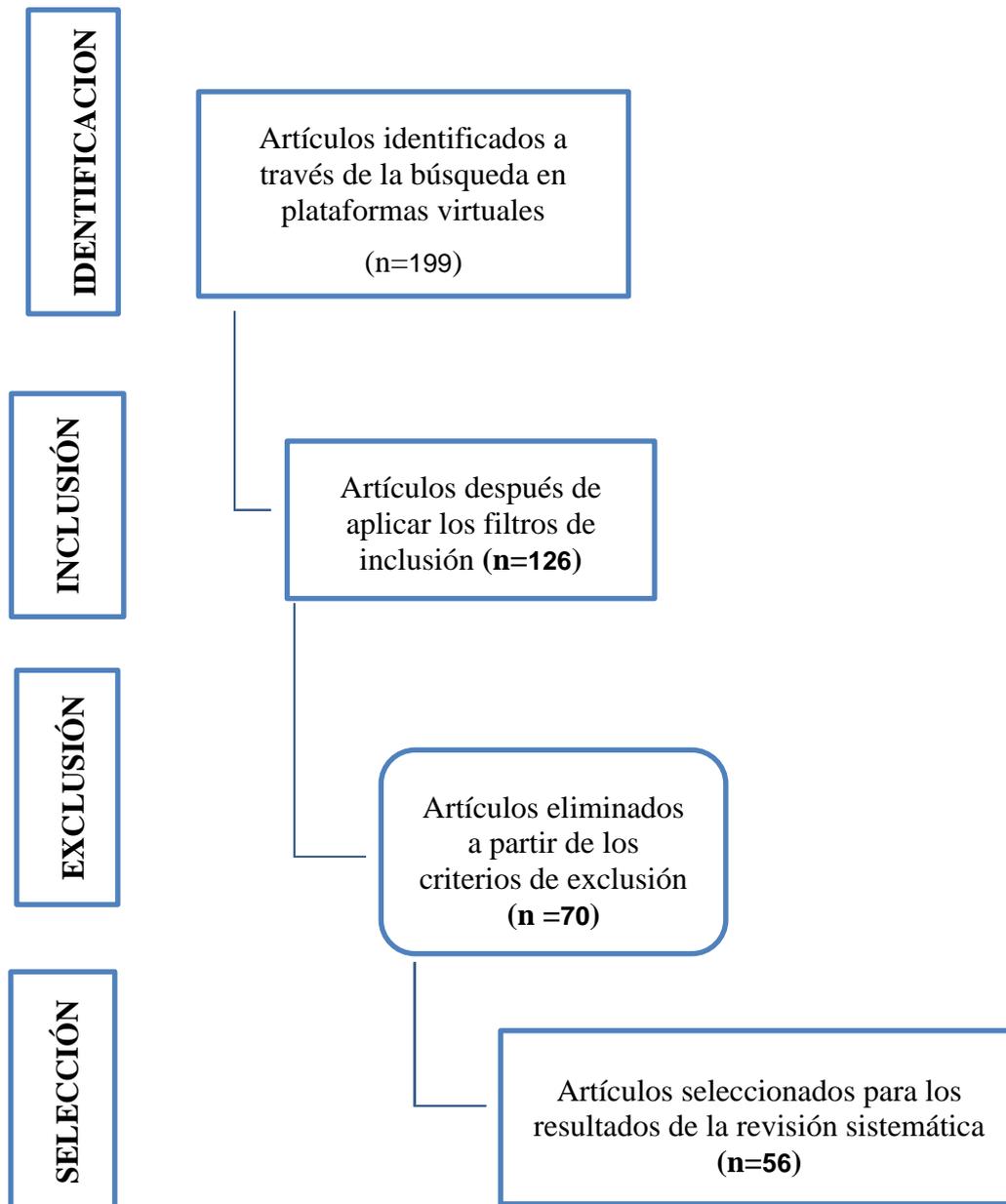


Tabla 1. *Artículos seleccionados*

N°	AÑO	AUTOR(ES)	TÍTULO	BASE DE DATOS	PAÍS
1	2022	Teixeira, Ruan	Análisis de la Reducción de Riesgos Ergonómicos mediante la Implementación de una Máquina Automática de Empaquetado con Cinta.	ProQuest	SUIZA
2	2022	Palikhe, Shraddha	Evaluación del Riesgo Ergonómico de Trastornos Musculoesqueléticos en Trabajadores de Formas de Aluminio en Estaciones de Trabajo de Construcción mediante Simulación.	ProQuest	SUIZA
3	2022	Chatzis, Theocharis	Evaluación Automática de Riesgos Ergonómicos mediante el Uso de una Arquitectura de Red Profunda Variacional.	ProQuest	SUIZA
4	2022	Estrada-Muñoz, Carla	Síntomas Musculoesqueléticos y Evaluación de Factores de Riesgo Ergonómicos en una Finca Cafetera	ProQuest	SUIZA
5	2022	Vijayakumar, Rakhi; Jae-ho, Choi	Tendencias Emergentes en la Evaluación del Riesgo Ergonómico en la Gestión de Seguridad en la Construcción: Un Análisis de Visualización Cientométrica	ProQuest	SUIZA
6	2022	Terfa, Yonas Biratu; Akuma, Adugna Olani	Factores de Riesgo Ergonómicos para el Dolor Lumbar en Conductores de Tres Ruedas en Etiopía: Un Estudio Transversal Basado en la Comunidad	ProQuest	ESTADOS UNIDOS
7	2022	Fang, Wei; Fu, Mingyu; Zheng, Lianyu	Percepción Continua del Riesgo Ergonómico para Operaciones de Ensamblaje Manual mediante la Estimación de Postura con Sensores Múltiples Portátiles	ProQuest	INGLATERRA
8	2022	Freitas, António Agrela; Lima, Tânia Miranda	Minimización del Riesgo Ergonómico en la Industria Vitivinícola Portuguesa: Un Método de Optimización de Programación de Tareas Basado en el Algoritmo de Optimización de Colonia de Hormigas	ProQuest	SUIZA
9	2022	Contreras-Valenzuela, Martha Roselia	Diseño de una Evaluación de Lógica Difusa para Determinar el Nivel de Riesgo Ergonómico de Tareas de Manipulación Manual de Materiales.	ProQuest	SUIZA
10	2022	Niels-Peter, Brøchner Nygaard	Factores de Riesgo Ergonómicos e Individuales para el Dolor Musculoesquelético en la Población Laboral en Envejecimiento	ProQuest	INGLATERRA
11	2022	Barkhordarzadeh, Susan; Choobineh, Alireza	Efectos de un programa de intervención ergonómica basado en el modelo PRECEDE-PROCEED para reducir problemas de salud relacionados con el trabajo y riesgos de exposición entre los despachadores médicos de emergencia	ProQuest	PAÍSES BAJOS
12	2018	Hossain, Mohammad Didar; Aftab, Afzal; Imam	Prevalencia de trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo (WMSDs, por sus siglas en inglés) y evaluación del riesgo ergonómico entre los trabajadores de confección de prendas listas de Bangladesh: Un estudio transversal	ProQuest	ESTADOS UNIDOS
13	2019	Segar, Ganaswaran; Rahman, Mohd Nasrull Abdol	Síntomas musculoesqueléticos y evaluación de riesgos ergonómicos entre los operadores de producción en industrias manufactureras: una revisión	ProQuest	INGLATERRA
14	2020	Mulyadi; Nurwahidah, Andi; Satria, Dedi Nismar	Análisis de riesgo ergonómico de las sillas de conferencia en la facultad de ingeniería de la Universidad Hasanuddin	ProQuest	INGLATERRA
15	2019	Fazi, Hamizatun Binti Mohd; Mohamed	Evaluación de riesgos en una empresa de fabricación de automóviles y condiciones de trabajo ergonómicas	ProQuest	INGLATERRA
16	2020	Restuputri, D.; Masudin, I.; Putri, A..	La comparación de resultados de evaluación de riesgos ergonómicos utilizando el Índice de Tensión Laboral y el método OCRA	ProQuest	INGLATERRA
17	2019	Hambali, Ruzy Haryati; Rahim	Análisis del Riesgo Ergonómico de Posturas Incómodas y Simulación de Mejora de Estaciones de Trabajo en la Industria Manufacturera de Ensamblaje Mecánico utilizando DelmiaV5	ProQuest	INGLATERRA
18	2020	Ismaila, S. O.; Alabi, A.; Adewumi	Evaluación del Riesgo Ergonómico en un Trabajo de Mantenimiento en una Central de Energía de Gas	ProQuest	CROACIA

19	2017	Moradi, Meisam; Poursadeghiyan, Mohsen	Método REBA para la evaluación del riesgo ergonómico del estrés postural en mecánicos automotrices debido a las condiciones de trabajo en Kermanshah	ProQuest	GHANA
20	2018	Mummolo, Giovanni	Minimización y Equilibrio del Riesgo Ergonómico de Trabajadores en una Línea de Ensamblaje mediante Rotación de Trabajo: un Modelo MINLP	ProQuest	SERBIA
21	2021	Larrea-Araujo, César	Factores de Riesgo Ergonómicos del Teletrabajo en Ecuador durante la Pandemia de COVID-19: Un Estudio Transversal	ProQuest	SUIZA
22	2021	Yunus, Muhamad Nurul Hisyam	Implementación de Variables Cinéticas y Cinemáticas en la Evaluación del Riesgo Ergonómico mediante Simulación de Captura de Movimiento: Una Revisión	ProQuest	SUIZA
23	2021	Mahmood, Wajeeha	Trastornos musculoesqueléticos de las extremidades superiores y exposición a factores de riesgo ergonómicos entre trabajadores artesanales	ProQuest	PAKISTÁN
24	2017	Purnomo, H.	El Uso de Diseños de Sistemas de Trabajo Macroergonómicos para Reducir Trastornos Musculoesqueléticos y Riesgo de Lesiones en la Formación	ProQuest	SUDÁFRICA
25	2021	Mudiyanselage, Srimantha E.	Evaluación Automatizada del Riesgo Ergonómico de los Trabajadores en la Manipulación Manual de Materiales mediante Sensores Vestibulares de sEMG y Aprendizaje Automático	ProQuest	SUIZA
26	2021	Yamashita, Shigeshi; Ito, Kodo	Método de Reducción de Riesgos Ergonómicos en la Fabricación Aeroespacial	ProQuest	INDIA
27	2018	Molina, Roberto; Cachiguango, Iván	Evaluación de riesgos ergonómicos del trabajo en empresas de catering	ProQuest	COLOMBIA
28	2021	Blume, Kim Sarah; Holzgreve, Fabian	Evaluación del Riesgo Ergonómico en Estudiantes de Odontología - Aplicación de RULA a Datos Cinemáticos Objetivos	ProQuest	SUIZA
29	2018	De Sio, Simone; Traversini; Rinaldo, Francesca	Riesgo Ergonómico y Medidas Preventivas de Trastornos Musculoesqueléticos en el Entorno Odontológico: una Revisión Integral	ProQuest	ESTADOS UNIDOS
30	2023	Moscoso, Paola Carolina Moscoso; Bustos	Trastornos músculo esqueléticos en el personal de enfermería de un hospital en Cuenca, Ecuador	ProQuest	ECUADOR
31	2020	Medina, Emilsy Rosio	Evaluación de riesgos diesgonómicos en pequeñas y medianas empresas (PYMES) en Bogotá	ProQuest	COLOMBIA
32	2023	Quiroz-Flores, Juan Carlos; Abásolo-Núñez, Brenda	Minimización del Ausentismo del Personal con la Aplicación de un Modelo Ergonómico Propuesto en una Industria de Fabricación de Plásticos	ProQuest	SUIZA
33	2023	Aqueveque, Pablo	Utilización de Sistemas de Captura de Movimiento para Instrumentar el Índice OCRA: Un Estudio sobre la Clasificación de Riesgos para Actividades Laborales Relacionadas con las Extremidades Superiores	ProQuest	SUIZA
34	2018	Laperuta, Dalila Giovana Pagnoncelli	Revisión de Herramientas para la Evaluación Ergonómica	ProQuest	BRASIL
35	2017	Gontijo, Tiago Silveira; Santos, Patrícia	Un Estudio de Caso sobre el Impacto de las Restricciones Médicas en los Costos Ergonómicos de las Escuelas de un Municipio	Ebsco	BRASIL
36	2016	Concepción-Batiz, Eduardo; dos Santos, Antonio	Evaluación de las posturas y la manipulación de cargas manuales en fundiciones del sur de Brasil	Ebsco	COLOMBIA
37	2020	Gómez-Galán, Marta; Callejón-Ferre, Ángel-Jesús	Riesgos Musculoesqueléticos: Revisión Bibliométrica de RULA	Ebsco	SUIZA
38	2021	Barneo-Alcántara, Manuel; Díaz-Pérez, Manuel	Trastornos Musculoesqueléticos en Agricultura: Una Revisión desde Web of Science Core Collection	Ebsco	SUIZA
39	2017	López-Aragón, Laura; López-Liria	Aplicaciones del Cuestionario Nórdico Estandarizado: Una Revisión	Ebsco	SUIZA

40	2019	Muñoz, Christian Rodríguez; Estupiñan, Juan	Riesgo ergonómico en el personal de cirugía de diferentes instituciones hospitalarias de la ciudad de Santiago de Cali, 2018	Ebsco	VENEZUELA
41	2022	Torres, Yaniel	Procedimiento para el análisis y la prevención de errores de medicación usando el enfoque de la ergonomía	Ebsco	COLOMBIA
42	2022	Johannessen, Håkon A.; Knardahl, Stein; Emberland	¿Las herramientas regulatorias instigan medidas para prevenir los factores de riesgo psicosociales y ergonómicos relacionados con el trabajo? Una evaluación del proceso de un ensayo de la autoridad de inspección laboral en los servicios de atención domiciliaria en Noruega	Ebsco	INGLATERRA
43	2017	Goswami, Smaranika; Ghosh	Evaluación de los factores de riesgo ergonómico en tareas manuales de manejo de pacientes de enfermeros en India	Ebsco	SUDÁFRICA
44	2013	Saremi, Mahnaz; Khayati, Fatemeh	Evaluación del Riesgo Ergonómico del Manejo Manual de Pacientes con el Índice MAPO y su Relación con la Incidencia de Dolor Lumbar en Enfermeros	Ebsco	SUIZA
45	2021	Vox, Jan P	Una Evaluación de los Seguidores de Movimiento con Tecnología de Sensores de Realidad Virtual en Comparación con un Sistema de Captura de Movimiento Basado en Marcadores y Ángulos Articulares para la Evaluación del Riesgo Ergonómico	Ebsco	SUIZA
46	2021	Laihong, Du	Investigación de una Evaluación Ergonómica Integral para la Operación de Producción de Trajes basada en un Método Híbrido con IAHP y Entropía Gris	Ebsco	PAÍSES BAJOS
47	2021	Haitang, Zuo; Shan, Cong	Investigación sobre el rendimiento ergonómico y método de evaluación de ropa para ciclismo	Ebsco	INGLATERRA
48	2021	Liu, Xin	Evaluación de la Fiabilidad Humana Basada en un Método Integral Objetivo y Subjetivo Utilizado para el Diseño de Interfaz Ergonómica	Ebsco	IN
49	2022	Jiang, Nanyu	Visión general de los avances en métodos de evaluación para la exposición ergonómica	Ebsco	CHINA
50	2015	Groos, Sandra; Kluth, Karsten	Evaluación ergonómica de la presión máxima de agua para la lucha contra incendios en interiores a través de métodos electromiográficos y subjetivos	Ebsco	PAÍSES BAJOS
51	2015	Penzkofer, Mario; Henke, Anna; Kluth, Karsten	Evaluación de la calidad ergonómica de destornilladores mediante métodos electromiográficos y subjetivos	Ebsco	PAÍSES BAJOS
52	2019	Singh, Ashish Kumar	Aplicación de métodos de optimización de respuestas múltiples para la evaluación ergonómica de cuchillos de tejido de alfombras	Ebsco	ESTADOS UNIDOS
53	2016	Vazquez-Cabrera, F. J.	Evaluación ergonómica, con el método RULA, de las tareas en invernaderos para el cultivo con soportes	Ebsco	PAÍSES BAJOS
54	2006	Jayaram, Uma; Jayaram, Sankar	Introducción de métodos de análisis cuantitativo en entornos virtuales para evaluaciones ergonómicas en tiempo real y continuas	Ebsco	PAÍSES BAJOS
55	2020	Arendra, Anis; Akhmad, Sabarudin; Mu'alim; Lumintu, Ida	Rediseño de herramientas de trabajo para reducir el riesgo ergonómico de los trabajadores en campos de evaporación de sal basado en evaluaciones RULA y REBA utilizando el instrumento esMOCA	Ebsco	INGLATERRA
56	2019	Enez, Korhan; Nalbantoğlu, Sibel Seçil	Comparación de los resultados de evaluación de riesgos ergonómicos de OWAS y REBA en la cosecha de madera en la silvicultura	Ebsco	PAÍSES BAJOS

### **CAPÍTULO III. RESULTADOS**

En el marco de la revisión sistemática realizada, se presentan los resultados obtenidos al analizar la literatura científica en relación con las metodologías prevalentes en la evaluación de riesgos ergonómicos aplicadas en el sector industrial durante los últimos 10 años. El objetivo principal de esta investigación fue proporcionar una visión integral de las tendencias y enfoques predominantes que orientaron la evaluación de riesgos en entornos industriales.

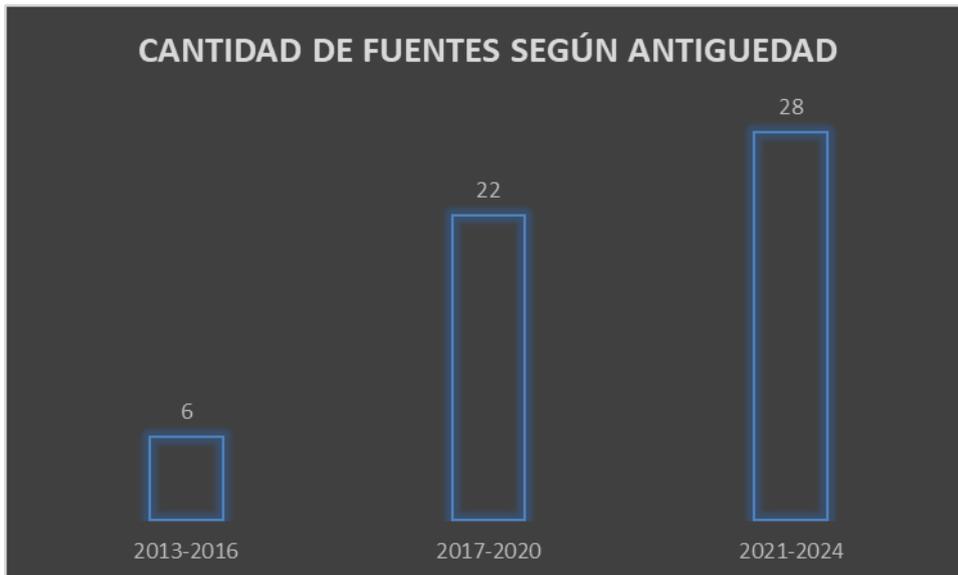
La selección y análisis de artículos se llevaron a cabo meticulosamente, prestando especial atención a tres aspectos clave que se destacaron durante la presentación de los resultados: la antigüedad de los artículos seleccionados, su origen geográfico y la base de datos de donde provinieron. Estos elementos se consideraron fundamentales para ofrecer una perspectiva detallada sobre la distribución temporal, geográfica y bibliográfica de las metodologías de evaluación de riesgos ergonómicos en el ámbito industrial.

Con este contexto en mente, los resultados presentados en esta revisión sistemática constituyen una valiosa contribución al entendimiento de las prácticas pasadas en la evaluación de riesgos ergonómicos en el sector industrial. A través de este análisis, se buscó identificar patrones emergentes y áreas de enfoque prioritarias, con la esperanza de orientar futuras investigaciones y prácticas en el campo de la ergonomía industrial. Sin más preámbulos, se procedió a compartir los hallazgos y a explorar las tendencias que delinearon la evaluación de riesgos ergonómicos en el sector industrial durante la última década.

Tabla 2. *Cantidad de artículos según intervalo de años*

<b>INTERVALO DE AÑOS</b>	<b>CANTIDAD</b>
2013-2016	6
2017-2020	22
2021-2024	28
<b>Total general</b>	<b>56</b>

Figura 2. *Cantidad de artículos según intervalo de años*



Durante la revisión sistemática, se examinaron un total de 56 artículos seleccionados en función de los intervalos temporales establecidos. Entre los años 2013 y 2016, se identificaron y analizaron seis artículos pertinentes a la evaluación de riesgos ergonómicos en el sector industrial. En el periodo siguiente, comprendido entre 2017 y 2020, se amplió significativamente el número de estudios, sumando un total de 22 artículos analizados. Finalmente, en el intervalo más reciente de 2021 a 2024, se encontraron y revisaron 28 artículos adicionales.

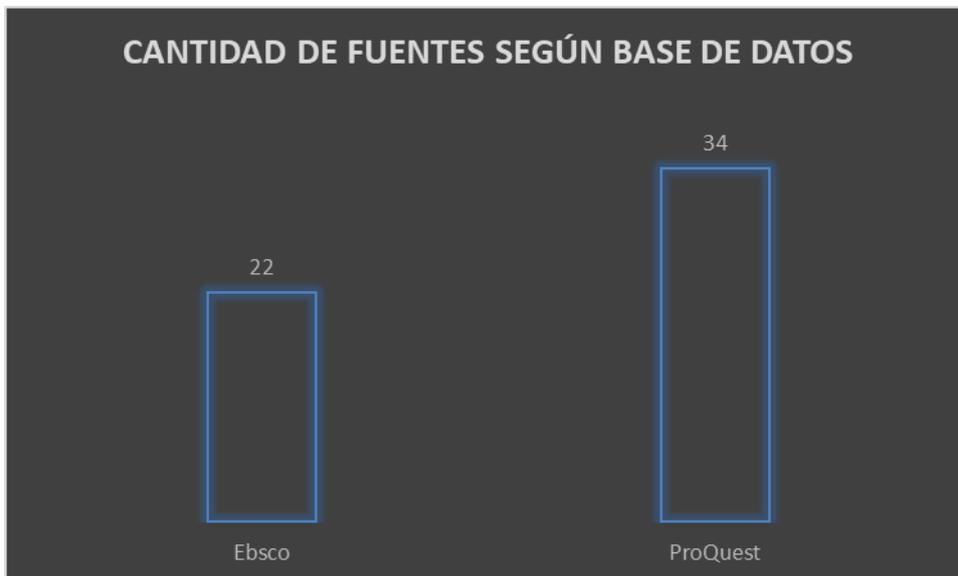
Esta distribución temporal proporciona una visión retrospectiva de la evolución de la investigación en la evaluación de riesgos ergonómicos en el sector industrial a lo largo de

los últimos años. Cabe destacar que, a medida que avanzamos en el tiempo, se observa un aumento constante en la cantidad de estudios abordando esta temática, lo cual refleja el creciente interés y relevancia de la ergonomía industrial en la literatura científica.

Tabla 3. *Cantidad de artículos según base de datos*

<b>BASE DE DATOS</b>	<b>CANTIDAD</b>
Ebsco	22
ProQuest	34
<b>Total general</b>	<b>56</b>

Figura 3. *Cantidad de artículos según base de datos*



Se examinaron un total de 56 artículos seleccionados en función de la base de datos de origen. La información revela que 22 artículos fueron identificados y analizados desde la base de datos EBSCO, mientras que la base de datos ProQuest contribuyó con 34 artículos al conjunto general.

Esta distribución basada en las fuentes de datos proporciona una visión retrospectiva sobre la diversidad de plataformas utilizadas para obtener la información relevante. La predominancia de artículos provenientes de ProQuest sugiere una fuerte presencia de

investigaciones en esta base de datos en particular, indicando posibles tendencias y áreas de enfoque dentro del campo de la evaluación de riesgos ergonómicos en el sector industrial.

Tabla 4. *Cantidad de artículos según país de procedencia*

PAÍS	CANTIDAD
Brasil	2
China	1
Colombia	4
Croacia	1
Ecuador	1
Estados Unidos	4
Ghana	1
India	1
Inglaterra	10
Países bajos	7
Pakistán	1
Serbia	1
Sudáfrica	2
Suiza	18
Venezuela	1
<b>Total general</b>	<b>56</b>

Figura 4. *Cantidad de artículos según país de procedencia*



Esta distribución geográfica proporciona una visión retrospectiva de la diversidad de la investigación en evaluación de riesgos ergonómicos en el sector industrial a nivel internacional. La presencia destacada de Suiza e Inglaterra sugiere una fuerte participación de estos países en la generación de conocimientos en esta área específica.

### **Análisis global de los resultados**

#### **Ergonomía y Tareas de Manipulación de Materiales**

El término "ergonomía" proviene de las palabras griegas "ergon" y "nomos", que significan trabajo y ley, respectivamente. La ergonomía es el estudio del trabajo realizado por seres humanos, así como de los diversos factores que respaldan ese trabajo y los entornos laborales, con el objetivo de mejorar la seguridad en el trabajo de los empleados y su productividad en general (Saremi & Khayati, 2018).

Históricamente, este campo se ha desarrollado en torno a dos enfoques: la ergonomía centrada en el factor humano y la ergonomía centrada en el factor de actividad (Saremi & Khayati, 2018). Aunque a menudo se ha considerado que el factor humano es sinónimo de ergonomía (Barneo & Díaz, 2021), la Sociedad de Factores Humanos y Ergonomía define el factor humano como una disciplina científica que se ocupa de comprender las interacciones de los seres humanos con su entorno. Además, esta disciplina también se considera una profesión que aplica conocimientos teóricos, ideologías y datos recopilados para diseñar sistemas que mejoren el bienestar y el rendimiento humanos (Moradi et al., 2022).

En realidad, existen pocas o ninguna diferencia significativa entre la ergonomía y los factores humanos. Mientras que la ergonomía se centra más en los efectos psicológicos y fisiológicos de diversas condiciones de trabajo en el entorno humano, los factores humanos se preocupan por cómo aplicar lo que sabemos acerca de los seres humanos, incluyendo sus características, capacidades y limitaciones, al diseño de equipos utilizados y a los entornos donde realizan sus actividades y trabajos específicos (Estrada et al., 2022).

La definición de ergonomía ha experimentado un proceso de evolución a lo largo del tiempo. En la actualidad, la ergonomía se concibe como el estudio de los límites seguros en el trabajo y el diseño de estaciones de trabajo donde se llevan a cabo actividades organizadas. El incremento en la investigación ha generado un conocimiento considerable acerca de las herramientas utilizadas en las actividades de producción, así como del entorno laboral y el diseño operativo implementado por las organizaciones para prevenir el malestar y las enfermedades de los trabajadores. Esto es fundamental para evitar ausencias laborales y mejorar tanto la calidad como la cantidad de los productos (Quiroz et al., 2023).

Es ampliamente conocido que una implementación deficiente de los principios ergonómicos tiene un impacto negativo en la productividad laboral y aumenta la exposición de los trabajadores a lesiones y molestias (Muñoz et al., 2019). La ergonomía desempeña un papel crucial al revelar cómo es la interacción entre el ser humano y su entorno inmediato en su conjunto (Fang et al., 2022). Su responsabilidad abarca aspectos como la usabilidad de los productos, la comodidad y la seguridad de los usuarios, así como la mejora del rendimiento, la compatibilidad, el bienestar y la calidad de vida de las personas (Niels et al., 2022).

Además, la ergonomía se enfoca en diseñar entornos laborales óptimos que permitan a las personas llevar a cabo sus tareas de manera eficaz y segura en condiciones razonablemente seguras (Johannessen et al., 2022). El conocimiento en el campo de la ergonomía ha tenido un impacto significativo en la mejora de la demanda de empleo y en la promoción de condiciones de trabajo eficientes, con el propósito de facilitar, mejorar y hacer más seguras las tareas, así como llevar a cabo actividades con menor margen de error (Jayaram et al., 2022).

La ergonomía se ha convertido en una parte esencial e integral de la práctica de la salud ocupacional (Medina, 2020). El diseño de equipos y entornos de trabajo basado en los principios ergonómicos depende en gran medida de las características de los operadores y de la funcionalidad de los equipos y el entorno en el que los operadores desempeñan sus funciones, con el fin de minimizar errores y promover la seguridad, comodidad y eficiencia en el trabajo de los usuarios. En la actualidad, la ergonomía se ha expandido ampliamente y se aplica incluso en maquinaria moderna y compleja (Mudiyanselage, 2021).

Recientemente, la manipulación manual de materiales (MMH) ha adquirido una considerable relevancia en la industria (Goswami, 2017). En este contexto, la mayoría de los casos de trastornos musculoesqueléticos (TME), que representan un factor de riesgo ocupacional común entre los trabajadores, están estrechamente relacionados con la MMH (Laihong, 2021). Además, es importante destacar que los trabajadores que realizan actividades de MMH pueden experimentar fatiga tanto mental como física, como lo demuestra el aumento en la activación muscular (Jiang, 2022).

Es evidente que estas lesiones laborales son propensas a ocurrir cuando los trabajadores realizan sus tareas de forma manual y superan sus límites físicos de fuerza

(Singh, 2019). Por otro lado, las actividades manuales repetitivas o una incorrecta manipulación de materiales con posturas y métodos incómodos, así como la inadecuada manipulación de cargas pesadas, pueden aumentar el riesgo de que los trabajadores desarrollen dolor lumbar crónico (LBP, por sus siglas en inglés). Además, este dolor podría agravarse aún más si las actividades manuales repetitivas se llevan a cabo de manera continua y durante un período prolongado (Barkhordarzadeh, 2022).

### **Partes del Cuerpo Involucradas en las Tareas del sector industrial**

La actividad humana que resulta de la manipulación de tareas se refiere al movimiento de una parte del cuerpo humano o a la coordinación de varias partes del cuerpo en simultáneo (Larrea, 2021). Numerosas investigaciones han confirmado que la interacción entre el ser humano y la máquina siempre requerirá la manipulación manual de materiales (MMH), la cual en su mayoría se lleva a cabo mediante el uso de diversas partes del cuerpo, como las manos, las piernas, las rodillas, la espalda, los codos, entre otras (Yunus, 2021).

A pesar de que las herramientas y equipos están diseñados con el propósito de facilitar el trabajo y crear condiciones laborales eficientes, las herramientas utilizadas en la MMH funcionan como una extensión de las partes del cuerpo humano utilizadas para realizar actividades manuales (Blume & Holzgreve, 2021). Estas herramientas mejoran las capacidades físicas del ser humano al permitirle utilizar diferentes partes de su cuerpo, como las piernas, los dedos, los brazos, las manos, la espalda y los ojos, para llevar a cabo tareas específicas.

Estas actividades manuales pueden realizarse utilizando una o varias partes del cuerpo, y en ocasiones, de manera diferente según la tarea que se deba llevar a cabo. Por

ejemplo, al levantar un objeto, una persona predominante se valdrá de sus manos (dedos, palma, muñeca, antebrazo y miembro superior) como principal recurso, mientras que el resto del cuerpo, incluyendo los dedos de los pies, el pie, las piernas, las extremidades inferiores y la columna vertebral, se emplearán para brindar soporte a quien ejecuta la actividad (Gómez & Callejón, 2020).

En determinados entornos laborales, como en la agricultura, los agricultores a lo largo de los años han tenido que llevar cargas en la cabeza y sujetarlas con la mano mientras caminan ciertas distancias. Esta forma de actividad ejerce tensión en el cuello y en todas las partes del cuerpo. Además, las posturas requeridas, independientemente de si son incómodas o no, pueden depender de la cantidad de carga que se maneje, y esto también afectará a todas las demás partes del cuerpo, ya que se ejercerá presión sobre los músculos. Si esta carga se mantiene durante un período prolongado o se realiza repetitivamente y/o en posturas incómodas, como levantar objetos pesados, girar o aplicar fuerza excesiva, podría dar lugar a trastornos musculoesqueléticos (TME) en diversas partes del cuerpo (Digiesi et al., 2018).

La utilización de posturas o movimientos incómodos del tronco, la flexión de las muñecas, el levantamiento de los brazos y las actividades que implican la manipulación manual repetitiva pueden ocasionar una carga muscular significativa en todas las partes del cuerpo (Enez & Nalbantoglu, 2019).

## Posibles Factores de Riesgo para los TME

Los riesgos son una ocurrencia común en las labores humanas y pueden conducir a la aparición de trastornos musculoesqueléticos y dolores lumbares (TME y LBP) en una proporción de hasta un 50-70% de los trabajadores en ciertos lugares de trabajo con tareas de alto riesgo (Teixeira, 2022). Algunos de estos desafíos en materia de salud abarcan trastornos musculoesqueléticos y dolores lumbares, los cuales son ocasionados por factores de riesgo elevados, dando lugar a condiciones que varían según las diferentes ocupaciones (Vijayakumar & Jae, 2022). Estos riesgos derivan de posturas inadecuadas, movimientos repetitivos y levantamiento de cargas realizados por los trabajadores durante sus actividades laborales, resultando en desafíos de salud evitables y una reducción en la producción (Contreras, 2022). Por lo tanto, esto justifica los estudios e investigaciones llevados a cabo por diversos investigadores sobre las posturas perjudiciales adoptadas durante las tareas manuales realizadas por los trabajadores.

Los factores de riesgo, que en su mayoría se traducen en trastornos musculoesqueléticos (TME), se definen como afecciones que resultan en dolor muscular y lesiones debido al contacto inesperado o prolongado. Los TME involucran lesiones o trastornos en los nervios, articulaciones, músculos, así como en las extremidades superiores, extremidades inferiores, cuello y zona lumbar (Yamashita & Ita, 2021). Entre las numerosas lesiones relacionadas con los TME, se destacan el dolor muscular, las distensiones, el síndrome del túnel carpiano (STC), el dolor lumbar (LBP), las distensiones y las lesiones del tejido conectivo causadas por la fuerza o el trauma, como las lesiones más comunes. Los TME siguen siendo los trastornos ocupacionales más significativos, representando un tercio

de todas las enfermedades registradas y siendo también considerados el problema de salud más frecuente (Segar & Rahman, 2019).

Los factores de riesgo relacionados con los trastornos musculoesqueléticos (TME) son de naturaleza compleja. Existen varios factores identificados como contribuyentes a los TME. Estos trastornos musculoesqueléticos son influenciados por las "condiciones laborales, características individuales, estilo de vida y factores psicológicos" (Mulyadi, Andi & Dedi, 2020). Fazi et al. (2019) señalaron que las largas horas de estar de pie, sentado, agachado, arrodillado, flexionado y estirándose por debajo de la rodilla son factores influyentes clave en la evaluación de los factores de riesgo asociados a la incidencia de TME (Restuputri et al., 2020). Estos factores de riesgo están estrechamente relacionados con los TME. Un estudio de revisión sobre dolores musculoesqueléticos y la exposición ocupacional entre profesores profesionales reveló que el dolor lumbar estaba relacionado con movimientos enérgicos en el aula (Hambali et al., 2019). Terfa et al. (2022) informaron que las posturas incómodas en conjunto generalmente contribuían a largos períodos de ausencia de los empleados en el trabajo, lo que resultaba en una marcada disminución de la productividad. Actualmente, se presta poca atención a la revisión e investigación de la prevalencia y los factores de riesgo de los TME entre el personal académico de instituciones terciarias (Haitang, 2021).

### **Herramientas/Métodos de Evaluación Ergonómica y su Clasificación**

Los trastornos musculoesqueléticos (TME) representan algunas de las afecciones más prevalentes en todo el mundo (Arendra et al., 2020), y en consecuencia, los TME relacionados con el trabajo (TME-RT) conllevan consecuencias en términos de pérdida física, mental, de tiempo, productividad, salud y económica (Liu, 2021). Para identificar y

evaluar los principales factores de riesgo asociados a los TME/TME-RT, se emplean herramientas y métodos de evaluación ergonómica, lo que conlleva a la sugerencia de medidas y cambios esenciales según los niveles de riesgo, con el objetivo de reducir los efectos negativos en los trabajadores (Groos & Kluth, 2015). Dentro de todas estas herramientas y métodos, OWAS, REBA y RULA son las técnicas más frecuentemente utilizadas para evaluar la postura corporal y la carga (Penzkofer et al., 2015). Estas herramientas gozan de una amplia popularidad en la evaluación de riesgos para el cuerpo en su conjunto, empleando el método de observación para recopilar datos sobre la postura (Mahmood, 2021).

### **Metodologías con mayor prevalencia en la producción científica**

Es relevante destacar que las metodologías OWAS, REBA y RULA han sido empleadas en todos los continentes del mundo y cuentan con una amplia gama de aplicaciones. Estas áreas de aplicación incluyen industrias automotrices, médicas, textiles, manufactureras, farmacéuticas, químicas, embotelladoras, plantas de energía, agricultura, industria alimentaria y numerosas industrias pequeñas y medianas. Estos métodos de observación son apreciados por ser económicos, de fácil uso, flexibles y no interferir con las tareas de los trabajadores, lo que ha contribuido a su extensa adopción en comparación con otros enfoques (Traversini et al., 2018).

Además de OWAS, REBA y RULA, se utilizan otras herramientas de evaluación ergonómica comúnmente en conjunto, como la Evaluación de Miembros Inferiores Agrícolas (ALLA), la Nueva Evaluación de Postura Ergonómica (NERPA) y la Evaluación de Carga en el Cuerpo Superior (LUBA), entre otras. Algunas de estas herramientas, como

AULA, ALLA y AWBA, están específicamente diseñadas para evaluar riesgos ergonómicos y TME en el ámbito agrícola. AULA, por ejemplo, se centra en la evaluación de las posturas de las extremidades superiores y puede realizar evaluaciones de manera eficiente en el campo agrícola. ALLA se enfoca en las posturas del cuerpo en miembros inferiores y se considera una herramienta precisa para evaluar los factores de riesgo ergonómico en tareas

agrícolas. AWBA, por otro lado, se desarrolló para la evaluación de cuerpo completo en tareas agrícolas y ha demostrado resultados superiores en comparación con otras herramientas al abordar las posturas incómodas de las extremidades inferiores involucradas en estas tareas.

También se mencionan LUBA y NERPA, que se basan en el enfoque de RULA y se utilizan para evaluar la postura de los miembros superiores. NERPA, siendo una de las metodologías más recientes, se considera confiable y se utiliza para evaluar las posturas corporales centradas en los miembros superiores, al igual que RULA. Por otro lado, LUBA se desarrolló para evaluar las presiones en la postura de los miembros superiores.

Es importante destacar que, aunque estas herramientas son ampliamente utilizadas, no existe un método estándar ampliamente aceptado para comparar o evaluar las herramientas de evaluación de riesgos ergonómicos. Las variaciones en los resultados pueden deberse a la aplicación incorrecta de la herramienta, el uso de diferentes factores de exposición y niveles asociados para evaluar los riesgos, la asignación de diferentes ponderaciones a cada uno de los factores contribuyentes y la falta de sensibilidad en la lógica de puntuación de las posturas corporales.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Como resumen a lo todo anteriormente mencionad, a partir de la revisión desarrollada, fue posible detallar que no hay métodos estándar generalmente aceptados para comparar o evaluar herramientas de evaluación de riesgos ergonómicos, pero estas herramientas de observación tienen sus ventajas y campos de aplicación más adecuados que otras herramientas. Por lo tanto, las variaciones en los resultados pueden deberse a: la aplicación incorrecta de la herramienta/método, el uso de diferentes factores de exposición y niveles asociados en la aproximación de los niveles de riesgo, la asignación de diferentes pesos a cada uno de los factores contribuyentes y una mayor o menor sensibilidad en la lógica de puntuación de la postura.

Asimismo, este estudio resalta los desafíos que enfrentan los trabajadores en diversos sectores. Se discuten varios desafíos de salud, como TME y LBP, a los que corren riesgo de enfrentarse debido a los sistemas de manipulación manual de materiales. El estudio también expone las diversas partes del cuerpo que son más propensas a lesiones y revisa las diversas sugerencias (modificaciones de posturas) hechas por varios investigadores. Estas modificaciones sugeridas, si se aplican correctamente, podrían resultar en una reducción drástica de la incidencia de TME y otras molestias laborales para los trabajadores en general.

Finalmente, es relevante mencionar que, las metodologías con mayor prevalencia en la producción científica fueron OWAS, REBA y RULA; las cuales se utilizaron en todos los continentes del mundo y tienen amplias áreas de aplicación. Estas áreas incluyen industrias automotrices, médicas, textiles, manufactureras, farmacéuticas, químicas, embotelladoras,

plantas de energía, agricultura, industria alimentaria y muchas industrias pequeñas y medianas.

## REFERENCIAS

- Ahmed, A. (2019). Work-Related Musculoskeletal Disorders among Nursing Students during Clinical Training. *American Journal of Nursing Research*, 952-957. doi:DOI:10.12691/ajnr-7-6-7
- Benet, M., Zafra, S., & Quintero, S. (2015). La revisión sistemática de la literatura científica y la necesidad de visualizar los resultados de las investigaciones. *Revista Logos*, 101-103. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/5177/517751487013.pdf>
- Cieza, A., Causey, K., Kamenov, K., Hanson, S., Chatterji, S., & Vos, T. (2020). Global estimates of the need for rehabilitation based on the Global Burden of Disease study 2019: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet*, 1204-1222. doi:[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32340-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32340-0)
- European Agency for Safety and Health at Work. (2019). *Workrelated musculoskeletal disorders: prevalence, costs and*. Obtenido de <https://bit.ly/3Fox1Qg>
- Hanumantu, M., Rama, L., & Ravinder, P. (2022). Enhancement of safety and productivity all the way through function of ergonomics principles – A case study. *Materials Today: Proceedings*, 212-219. doi:<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.444>
- Lin, T., Liu, Y., Hsieh, T., Hsiao, F., Lai, Y., & Chang, C. (2012). Prevalence of and Risk Factors for Musculoskeletal Complaints among Taiwanese Dentists. *J Dent Sci*, 65-17. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jds.2012.01.009>
- Newaz, M., Davis, P., Wang, X., Jefferies, M., & Sheng, Z. (2021). A cross-cultural validation of the psychological contract of safety on construction sites. *Safety Science*, 105-116. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105360>
- Pérez, C. (2012). Las revisiones sistemáticas: declaración PRISMA. *Rev Esp Nutr Comunitaria*, 57-58. Obtenido de [https://renc.es/imagenes/auxiliar/files/Nutr\\_1-2012%20Taller%20escritura.pdf](https://renc.es/imagenes/auxiliar/files/Nutr_1-2012%20Taller%20escritura.pdf)

- Saraji, J., Hassanzadeh, M., Pourmahabadian, M., & Shahtaheri, S. (2014). Evaluation of Musculoskeletal Disorder Risk Factors: Among the crew of the Iranian port and shipping organization's vessels. *Actamedica Iranian*, 350-354. Obtenido de <https://acta.tums.ac.ir/index.php/acta/article/view/2749/2731>
- Saxena, P., Stavropoulos, P., Kechagias, J., & Salonitis, K. (2020). Sustainability assessment for manufacturing operations. *Energies*, 1-19. doi:doi:10.3390/en13112730
- Siqueira, J., & Aparcana, S. (2018). Ergonomía en el Perú y el sector construcción. *Revista PUCP*, 94-98.
- Valero, E., Sivanathan, A., Bosché, F., & Abdel, M. (2016). Musculoskeletal disorders in construction: A review and a novel system for activity tracking with body area network. *Applied Ergonomics*, 120-130. doi:<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2015.11.020>
- Virmani, N., & Ravindra, U. (2021). Assessment of key barriers for incorporating ergonomics inventions and suppress work-related musculoskeletal disorders. *Materials Today: Proceedings*, 2601-2606. doi:<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.08.160>