

**Factores de riesgos biomecánicos y sus efectos sobre la salud en trabajadores del sector  
de microempresas de manufactura en Colombia: Revisión documental 2020 - 2025**

**Diandra Marcela Urbina Daza, Santiago Tamayo Escobar**

**Trabajo de grado para optar el título de Especialista en Seguridad y Salud en el Trabajo**

**Director**

**Yolicette Bolívar Cabarcas**

**Magister en Ergonomía**

**Universidad Santo Tomás, Bucaramanga**

**División de Ingenierías y Arquitectura**

**Especialización en Seguridad y Salud en el Trabajo**

**2026**

## Contenido

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| Introducción.....                   | 8  |
| 1. Planteamiento del problema ..... | 10 |
| 1.1 Descripción del problema .....  | 10 |
| 1.2 Formulación del problema .....  | 11 |
| 2. Justificación .....              | 11 |
| 3. Objetivos.....                   | 13 |
| 3.1 Objetivo general.....           | 13 |
| 3.2 Objetivos específicos .....     | 13 |
| 4. Marco referencial.....           | 14 |
| 4.1 Antecedentes .....              | 14 |
| 4.1.1 Internacionales .....         | 14 |
| 4.1.2 Nacionales .....              | 15 |
| 4.2 Marco teórico .....             | 16 |
| 4.3 Marco conceptual.....           | 18 |
| 4.3.1. Subtema del concepto. ....   | 19 |
| 4.4 Marco legal .....               | 21 |
| 4.5 Marco normativo.....            | 24 |
| 5. Diseño metodológico .....        | 28 |

|                                                                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.1 Hipótesis .....                                                                                                        | 30 |
| 5.2 Enfoque de investigación .....                                                                                         | 30 |
| 5.3 Diseño de la investigación .....                                                                                       | 31 |
| 5.4 Variables de estudio .....                                                                                             | 32 |
| 5.5 Universo, población y muestra .....                                                                                    | 35 |
| 5.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....                                                                  | 36 |
| 5.7 Plan de análisis de datos .....                                                                                        | 37 |
| 5.8 Aspectos éticos.....                                                                                                   | 38 |
| 5.9 Uso de herramientas de Inteligencia Artificial (IA).....                                                               | 39 |
| 6. Metodología de la revisión .....                                                                                        | 40 |
| 6.1 Alcance.....                                                                                                           | 40 |
| 6.2 Ecuación de búsqueda.....                                                                                              | 40 |
| 6.3 Criterios de elegibilidad.....                                                                                         | 41 |
| 6.3.1 Tipo de documentos a analizar .....                                                                                  | 42 |
| 6.3.2 Año de publicación.....                                                                                              | 42 |
| 6.3.3 Idioma de búsqueda.....                                                                                              | 43 |
| 6.3.4 Alcance temático .....                                                                                               | 43 |
| 6.4 Fuentes de información.....                                                                                            | 44 |
| 6.5 Estrategias de análisis de evidencias.....                                                                             | 45 |
| 7. Resultados.....                                                                                                         | 46 |
| 7.1 Enfermedades laborales asociadas a riesgos biomecánicos presentes en microempresas de<br>manufactura en Colombia ..... | 46 |

|                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 7.2 Efectos en la salud de los trabajadores en microempresas de manufactura en Colombia ...       | 47 |
| 7.3 Factores de riesgo biomecánico identificados en microempresas de manufactura en Colombia..... | 48 |
| 7.4 Medidas de prevención y control.....                                                          | 49 |
| 7.5 Síntesis general de los resultados.....                                                       | 49 |
| 8. Discusión .....                                                                                | 50 |
| 9. Conclusiones.....                                                                              | 53 |
| Referencias .....                                                                                 | 56 |

**Lista de tablas**

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| <b><u>Tabla 1. Operacionalización de variables</u></b> ..... | 30 |
|--------------------------------------------------------------|----|

**Lista de anexos**

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| <b><u>Apéndice A. Matriz de revision documental</u></b> ..... | 50 |
|---------------------------------------------------------------|----|

## Glosario

*Ergonomía:* disciplina científica que estudia las interacciones entre humanos y los elementos de un sistema (herramientas, entorno, tareas) para adaptar el trabajo al trabajador, optimizando su bienestar, seguridad y rendimiento. Busca prevenir trastornos musculoesqueléticos, mejorar la eficiencia y crear entornos cómodos y saludables (Dul et al., 2012).

*Manufactura:* procesos industriales que convierten materias primas en artículos finales, a través de técnicas mecánicas, químicas o físicas.

*Microempresa:* unidad económica con un máximo de 10 trabajadores, que enfrenta retos en la implementación de sistemas de prevención por limitados recursos técnicos y económicos (Ministerio de Trabajo, 2019).

*Sistema de vigilancia para prevención de desórdenes musculoesqueléticos:* estrategia de seguridad y salud en el trabajo que recopila, analiza e interpreta datos para identificar riesgos biomecánicos y evaluar la salud de los trabajadores. Su concepto central es la detección temprana de síntomas y el control de factores como posturas forzadas o movimientos repetitivos para prevenir lesiones y mejorar la calidad de vida laboral (Consejo Colombiano de Seguridad, 2025).

*Productividad:* capacidad de una organización para transformar recursos en bienes o servicios de manera eficiente. En el sector manufacturero, la productividad se ve afectada negativamente por la presencia de TME, ya que incrementan el ausentismo y reducen el desempeño de los trabajadores (Carrasco et al., 2023).

*Discapacidad:* limitación física o funcional derivada de lesiones musculoesqueléticas, que impide al trabajador desempeñar sus funciones habituales. Los TME son una de las principales causas de discapacidad laboral en microempresas manufactureras, con impacto directo en la calidad de vida y en los costos económicos del sistema de riesgos laborales (Fasecolda, 2026; Consejo Colombiano de Seguridad, 2025).

### **Introducción**

En Colombia, las microempresas manufactureras enfrentan una problemática significativa por la exposición de sus trabajadores a factores de riesgo biomecánicos como posturas forzadas, movimientos repetitivos y manipulación manual de cargas, que generan trastornos musculoesqueléticos (TME) con prevalencias del 54-65% en cuello y espalda, según datos recientes de Gutiérrez Escajeda (2025) y Fasecolda (2026). Esta situación se agrava por los recursos limitados de las microempresas (menos de 10 empleados), lo que provoca ausentismo laboral —80,34 por cada 100.000 trabajadores en 2024— y consecuencias como discapacidad, dolor crónico y pérdidas económicas en costos médicos e indemnizaciones, disminuyendo la productividad y la calidad de vida (Consejo Colombiano de Seguridad, 2025; Rodríguez, 2024).

La literatura internacional confirma que estos factores de riesgo son comunes en el sector manufacturero. Buckle y Devereux (2002) señalan que “los desórdenes musculoesqueléticos son el resultado de microtraumas acumulativos derivados de la exposición prolongada a cargas físicas” (p. 15), mientras que Punnett y Wegman (2004) destacan que los TME constituyen la principal causa de incapacidad laboral en sectores de alta demanda física. Carrasco et al. (2023) evidencian que los riesgos biomecánicos afectan directamente el desempeño y la productividad, y Hignett, McAtamney y Nikitina (2005) subrayan la necesidad de soluciones ergonómicas adaptadas a pequeñas y medianas empresas.

El propósito de esta investigación es caracterizar la evidencia científica disponible sobre los factores de riesgo biomecánicos y sus efectos en la salud de trabajadores del sector de

microempresas de manufactura en Colombia, según revisión documental de 2020-2025. El objeto de estudio son los TME derivados de estos riesgos en dicho contexto.

Esta investigación demuestra que, por su impacto social al generar evidencia local para reducir TME, beneficia a trabajadores con mejor salud y menor ausentismo, a microempresas con menores costos y mayor eficiencia, y al sistema SST nacional alineado con la Ley 1562 de 2012 y el Decreto 1072 de 2015. Aporta teóricamente al marco ergonómico (Dul et al., 2012) y prácticamente con recomendaciones viables, respondiendo a la necesidad de intervenciones adaptadas en un sector vulnerable. Para resolver el problema, se empleó un enfoque de revisión documental descriptiva con análisis cualitativo de literatura reciente.

## **1. Planteamiento del problema**

### **1.1 Descripción del problema**

Las microempresas dedicadas a la manufactura enfrentan una problemática significativa relacionada con riesgos biomecánicos que afectan la salud y productividad de sus trabajadores. Estudios recientes indican que hasta un 65% de los empleados en este sector presentan algún tipo de trastorno musculoesquelético (DME), siendo las regiones de espalda, cuello y extremidades superiores las más afectadas (Gutiérrez Escajeda, 2025). La prevalencia de DME en estos trabajadores impacta directamente en la calidad de vida y en la capacidad laboral, generando ausentismo y reincidencia de lesiones. Los informes recientes arrojan que la prevalencia y afectación en estas regiones anteriormente mencionadas son, cuello (54.3%), espalda alta (53.6%) y manos/muñecas (46%), sin embargo, es importante reconocer que ha habido una reducción en la tasa de enfermedades laborales reconocidas (80.34 por cada 100,000 empleados en 2024), pero la presencia de DME sigue vigente debido a factores biomecánicos (Fasecolda, 2026) (Consejo Colombiano de seguridad, 2025).

Entre las causas más frecuentes se encuentran posturas forzadas mantenidas por largos períodos, movimientos repetitivos y manipulación manual de cargas. Esta problemática, agrava estas condiciones, sumado a la falta de diseño ergonómico adecuado en los puestos de trabajo y la ausencia de pausas activas y descansos planificados (Rodríguez, 2024).

Las consecuencias son variadas e incluyen trastornos musculoesqueléticos que generan dolor crónico, discapacidad temporal o permanente, y baja en la productividad. Además, implican repercusiones económicas significativas tanto para los trabajadores como para la empresa, como el aumento en costos médicos, indemnizaciones y pérdida de eficiencia laboral. Esta situación es especialmente preocupante en microempresas, donde los recursos para implementar estrategias preventivas y adecuaciones físicas suelen ser limitados (Ministerio del Trabajo, 2019).

Por lo tanto, resulta fundamental investigar y caracterizar con precisión estos riesgos biomecánicos para desarrollar recomendaciones que mejoren el bienestar y el desempeño laboral en este sector, garantizando así ambientes de trabajo más seguros y saludables.

## **1.2 Formulación del problema**

¿Cuáles son los factores de riesgo biomecánicos y sus efectos sobre la salud en trabajadores del sector de microempresas de manufactura en Colombia, según la revisión documental de 2020-2025?

## **2. Justificación**

Investigar sobre riesgos biomecánicos en trabajadores de microempresas manufactureras es crucial por varias razones. Primero, porque la ergonomía mal gestionada incrementa la prevalencia de trastornos musculoesqueléticos, que representan una alta proporción de enfermedades laborales y ausentismo laboral (Carrasco et al., 2023). Segundo, porque estas afecciones afectan la calidad de vida de los trabajadores, afectando no solo su

salud física, sino también su bienestar emocional y psicológico (Mera y Gómez, 2021). Identificando y controlando estos riesgos, es posible implementar medidas preventivas que contribuyan a la disminución de enfermedades laborales, costos económicos, y a garantizar condiciones dignas y seguras para los trabajadores.(Carrasco et al., 2023; Punnett & Wegman, 2004). El cumplimiento de las normativas nacionales, como los estándares mínimos establecidos en la (Resolución 0312 de 2019) del Ministerio de Trabajo para el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) en microempresas, es fundamental para mitigar los riesgos biomecánicos y promover el desarrollo sostenible del sector manufacturero en Colombia (Ministerio de Trabajo, 2019). Esta resolución exige, entre otros, la identificación de peligros, evaluación de riesgos ergonómicos y medidas de control adaptadas a las limitaciones de las microempresas, como planes anuales simplificados de SG-SST y capacitaciones básicas. Finalmente, esta investigación aportará a la base científica y normativa existente, orientando acciones concretas adaptadas a las necesidades específicas de las microempresas manufactureras en Colombia con factores de riesgos biomecánicos.

### **3. Objetivos**

#### **3.1 Objetivo general**

Analizar los factores de riesgos biomecánicos y sus efectos sobre la salud en trabajadores del sector manufacturero en Colombia, a partir de la literatura publicada entre 2020 y 2025.

#### **3.2 Objetivos específicos**

Categorizar las enfermedades laborales más frecuentes asociada a la exposición a riesgos biomecánicos.

Describir los efectos en la salud de trabajadores del sector manufactura, expuestos a factores de riesgo biomecánicos, descritos en la literatura publicada entre 2020 y 2025.

Identificar las medidas de prevención y control reportadas en la literatura para la reducción de los riesgos biomecánicos.

#### **4. Marco referencial**

##### **4.1 Antecedentes**

###### ***4.1.1 Internacionales***

Los estudios internacionales han mostrado que los riesgos biomecánicos en manufactura en microempresas son una problemática común en distintos países. En Ecuador, Loo Macías, Mendoza Cevallos y Alcívar Catagua (2024) realizaron una revisión documental sobre seguridad y salud ocupacional, concluyendo que “la ergonomía es un factor determinante para garantizar ambientes laborales seguros y sostenibles” (p. 12). Este hallazgo refuerza la necesidad de políticas preventivas en microempresas manufactureras.

En Venezuela, Larez y Maribao (2025) propusieron la integración de inteligencia artificial con métodos tradicionales para evaluar riesgos biomecánicos, demostrando que la tecnología puede optimizar la detección de posturas forzadas y movimientos repetitivos. Según los autores, “la combinación de IA y métodos clásicos permite una evaluación más precisa de los riesgos biomecánicos” (p. 5).

Por su parte, Cunha, Silva y Pereira Júnior (2025) en Brasil analizaron movimientos repetitivos en una microempresa mediante el software Kinovea, evidenciando que los trabajadores sometidos a tareas repetitivas presentan una alta prevalencia de trastornos musculoesqueléticos. En Perú, Quito-Santos, Herrera-Domínguez y Rivera-León (2024) resaltaron la importancia de la bioseguridad y la ergonomía como estrategias de reducción de riesgos laborales, mientras que Valencia Jarama, Gutierrez Canchasto y Flores Marchán (2025) vincularon la filosofía Lean Manufacturing con la mejora continua de la productividad,

señalando que “la ergonomía no solo previene lesiones, sino que incrementa la eficiencia organizacional” (p. 8).

Estos antecedentes internacionales coinciden en que la ergonomía es un factor clave para la sostenibilidad laboral y la prevención de lesiones, aportando modelos replicables en el contexto colombiano.

#### ***4.1.2 Nacionales***

En Colombia, los estudios recientes han evidenciado la magnitud de los riesgos biomecánicos en microempresas manufactureras. Fasecolda (2025) reportó que “la prevalencia de trastornos musculoesqueléticos en cuello, espalda y manos alcanza cifras superiores al 50%” (p. 3), lo que se traduce en altos niveles de ausentismo laboral y costos económicos.

De manera similar, el Consejo Colombiano de Seguridad (2025) enfatizó en sus informes la relación entre la exposición a posturas forzadas y movimientos repetitivos con el incremento de incapacidades temporales.

Rodríguez (2024) realizó un estudio en microempresas manufactureras y encontró que la falta de pausas activas y el diseño ergonómico deficiente de los puestos de trabajo son factores que mantienen la incidencia de lesiones en los trabajadores. En el plano normativo, la Resolución 0312 de 2019 del Ministerio de Trabajo fijó estándares mínimos para el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), lo que obliga a las microempresas a aplicar medidas de control ergonómico. Finalmente, Gutiérrez Escajeda (2025) confirmó la alta prevalencia de TME en trabajadores del sector manufacturero colombiano, resaltando la necesidad de intervenciones ajustadas a las condiciones propias de las microempresas.

## 4.2 Marco teórico

La ergonomía es reconocida como una disciplina científica de carácter interdisciplinario que analiza la relación entre los trabajadores, las tareas que realizan, los equipos utilizados y el entorno donde desarrollan sus actividades laborales. Su propósito principal es adaptar el trabajo a las capacidades y limitaciones de las personas, buscando favorecer la seguridad, la salud y también la productividad dentro de las organizaciones (Dul et al., 2012).

En el ámbito de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST), la ergonomía ocupa un papel importante en la prevención de lesiones y enfermedades laborales, especialmente en sectores donde las exigencias físicas son constantes, como ocurre en la manufactura. De acuerdo con Dul et al. (2012), “la ergonomía busca diseñar sistemas de trabajo que se adapten al ser humano, y no al contrario” (p. 5). Esta perspectiva evidencia un enfoque centrado en el bienestar del trabajador y en la necesidad de adecuar las condiciones laborales a las características humanas.

Entre las teorías relacionadas con la ergonomía laboral, uno de los modelos más utilizados es el modelo biomecánico. Este explica que las fuerzas físicas aplicadas al cuerpo durante la ejecución de tareas laborales pueden generar microtraumas acumulativos en músculos, tendones y articulaciones, favoreciendo la aparición de trastornos musculoesqueléticos (Buckle

& Devereux, 2002). Además, este modelo resalta la relación existente entre la carga física y la respuesta fisiológica del organismo, señalando que la repetición constante de movimientos y las posturas forzadas incrementan considerablemente el riesgo de sufrir lesiones laborales.

Asimismo, el modelo de carga física de Keyserling (1997) se enfoca en la evaluación de magnitud, frecuencia y duración de los riesgos biomecánicos (posturas, fuerzas y movimientos repetitivos) que el trabajador experimenta. Este modelo permite diseñar intervenciones ergonómicas efectivas para reducir riesgos, ya que considera tanto la intensidad como la exposición prolongada a factores de riesgo. Keyserling (1997) afirma que “la evaluación de la carga física debe contemplar no solo la fuerza aplicada, sino también la frecuencia y el tiempo de exposición” (p. 14).

En el contexto de las microempresas manufactureras, los empleados presentan frecuentemente posturas forzadas, movimientos repetitivos y manipulación manual de cargas, que aumentan la presión sobre estructuras anatómicas y generan trastornos musculoesqueléticos (Punnett & Wegman, 2004). Estos autores sostienen que “los trastornos musculoesqueléticos son la principal causa de incapacidad laboral en sectores de alta demanda física” (p. 22), lo que evidencia la relevancia de la ergonomía en este tipo de organizaciones.

La gestión de riesgos biomecánicos dentro del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) es esencial para identificar, evaluar y controlar estos peligros, implementando medidas preventivas adaptadas a las limitaciones y recursos de las microempresas (Hignett et al., 2005). La literatura enfatiza que la ergonomía aplicada en pequeñas organizaciones debe considerar la escasez de recursos técnicos y económicos,

proponiendo soluciones simples como pausas activas, capacitaciones básicas y rediseño de puestos de trabajo.

La relación entre ergonomía y gestión del riesgo en microempresas es estratégica, pues su adecuada implementación contribuye a la reducción del ausentismo laboral, mejora el desempeño y promueve un ambiente de trabajo más seguro y saludable. Punnett et al. (2020) señalan que “la integración de la ergonomía en los sistemas de gestión laboral favorece la sostenibilidad organizacional y la salud de los trabajadores” (p. 9). Así, integrar teorías ergonómicas con sistemas de gestión permite abordar integralmente los riesgos físicos, favoreciendo la sostenibilidad organizacional y el cumplimiento normativo en sectores vulnerables como la manufactura de microempresas.

#### **4.3 Marco conceptual**

**Trastornos musculoesqueléticos (TME):** Son lesiones o enfermedades que afectan músculos, tendones, articulaciones y nervios, provocadas frecuentemente por posturas incómodas, movimientos repetitivos y esfuerzos prolongados. Según Punnett y Wegman (2004), “los TME constituyen una de las principales causas de incapacidad laboral en sectores de alta demanda física” (p. 22). Estos trastornos incluyen condiciones como lumbalgias, tendinitis, síndrome del túnel carpiano y cervicalgias, que generan dolor crónico, limitación funcional y ausentismo laboral.

**Factores de riesgo biomecánicos:** Condiciones físicas propias de las actividades laborales que generan exigencias inadecuadas o excesivas en el sistema musculoesquelético,

elevando la posibilidad de sufrir lesiones como tendinitis, bursitis o hernias discales (Keyserling, 1997).

**Empresas de manufactura en Colombia:** La manufactura en Colombia comprende procesos industriales que transforman materias primas en productos finales, siendo un sector clave para la economía nacional. Sin embargo, las microempresas manufactureras, definidas como unidades económicas con menos de 10 trabajadores, enfrentan retos significativos en la implementación de sistemas de prevención por sus limitados recursos técnicos y económicos (Ministerio de Trabajo, 2019). Estas empresas concentran gran parte de la fuerza laboral en condiciones de alta exposición a riesgos biomecánicos, lo que incrementa la incidencia de TME.

#### *4.3.1. Subtema del concepto.*

##### **Clasificación de los factores de riesgo biomecánicos**

**Postura prolongada:** Adopción de la misma postura (sentado o de pie) durante más del 75% de la jornada laboral (ej. más de 6 horas).

**Postura mantenida:** Adopción de una postura biomecánicamente correcta por 2 horas o más, sin posibilidad de cambios. Si es incorrecta, se considera mantenida tras 20 minutos.

**Postura forzada:** Posiciones de trabajo que implican que una o varias partes del cuerpo dejen de estar en posición natural de confort para pasar a una posición forzada (extrema o incómoda), ya sea parado o en movimiento.

**Postura antigravitacional:** Posiciones que obligan a sostener el propio peso corporal o el de objetos contra la fuerza de la gravedad (ej. brazos elevados, trabajo de rodillas).

**Esfuerzo:** Se clasifica bajo el peligro biomecánico donde evalúa la intensidad de la fuerza aplicada. Se categoriza por alto, medio y bajo.

(ICONTEC, 2012; INSST, 2023).

**Manipulación manual de cargas:** Es cualquier operación de transporte o manejo de carga, como levantamiento, desplazamiento, empuje, colocación y tracción.

(Ministerio de Trabajo, 1979; ICONTEC, 2012).

**Movimientos repetitivos:** Los movimientos repetitivos constituyen uno de los principales factores de riesgo biomecánico en la manufactura. Se caracterizan por la ejecución continua de tareas similares que generan sobrecarga en músculos y tendones. Según Hignett et al. (2005), “la repetición constante de movimientos sin pausas adecuadas incrementa el riesgo de lesiones en extremidades superiores” (p. 33). Bajo los criterios de la Guía Técnica Colombiana GTC 45, este riesgo se categoriza como "Muy Alto" cuando las actividades exigen movimientos rápidos y continuos con ciclos de trabajo menores a 30 segundos o un minuto, o cuando se concentran movimientos en pocos músculos durante más del 50% de la jornada . En microempresas colombianas, estos movimientos se observan en actividades como ensamblaje, corte y manipulación manual de piezas, donde la falta de rotación de tareas y pausas activas agrava la incidencia de TME.

**Patologías más frecuentes en trabajadores de microempresa manufactura:**

- *Lumbalgia:* dolor muscular en la zona lumbar (L1-L5), con aumento del tono y rigidez muscular. Prevalencia en Colombia: 53,6% (Gutiérrez Escajeda, 2025).

- *Tendinitis*: inflamación de tendones por movimientos repetitivos, especialmente en extremidades superiores. Prevalencia: 46% (Rodríguez, 2024).
- *Síndrome del túnel carpiano*: compresión del nervio mediano en la muñeca, provocando entumecimiento, hormigueo y debilidad en la mano y dedos (Punnett & Wegman, 2004).
- *Cervicalgia*: dolor en la región cervical asociado a sobrecargas musculares y esfuerzos físicos intensos.

#### **Factores biomecánicos de mayor exposición en microempresas de manufactura:**

Elementos físicos del entorno laboral como posturas forzadas, movimientos repetitivos y manipulación manual de cargas. En microempresas manufactureras colombianas, la bipedestación prolongada alcanza una prevalencia del 94% y los movimientos repetitivos del 91,6%, siendo los principales generadores de fatiga y lesiones (Martínez & Pérez, 2023; Gómez & Hernández, 2024).

#### **4.4 Marco legal**

En Colombia, el marco legal que regula la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) en microempresas manufactureras con riesgos biomecánicos se fundamenta en el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST). Este sistema fue establecido por la Ley 1562 de 2012, que modificó el sistema general de riesgos laborales para incluir la promoción de la salud y la prevención de enfermedades en los lugares de trabajo. La Ley enfatiza la responsabilidad de todos los empleadores, independientemente del tamaño de la empresa, de

garantizar condiciones adecuadas de trabajo para proteger la integridad física y mental de sus trabajadores (Ministerio de Trabajo, 2012).

Posteriormente, el Decreto 1072 de 2015, en su Libro 2, Parte 2, Título 4, Capítulo 6, desarrolló el régimen de SST y estableció la obligatoriedad para todas las empresas, incluidas las microempresas, de implementar el SG-SST adaptado a sus condiciones particulares. Este decreto obliga a los empleadores a identificar peligros, evaluar riesgos y establecer medidas de control, entre ellas las que previenen los riesgos biomecánicos, dada su alta incidencia en actividades de manufactura con cargas físicas y posturales prolongadas (Ministerio de Trabajo, 2015).

La Resolución 0312 de 2019 fijó los estándares mínimos obligatorios para el SG-SST según el tamaño y nivel de riesgo de la empresa. En el caso de microempresas (menos de 10 empleados), la resolución establece un mínimo de 7 estándares básicos, incluyendo la gestión de riesgos biomecánicos para prevenir trastornos musculoesqueléticos, reducir el ausentismo laboral y mejorar la productividad (Ministerio de Trabajo, 2019).

El Decreto 1401 de 2007 y la Ley 977 de 2005 regulan los mecanismos de inspección, vigilancia y sanción para los empleadores que incumplen las normas de SST. Estas sanciones pueden ir desde multas económicas, la suspensión temporal de actividades e incluso el cierre definitivo en casos graves que pongan en riesgo la salud de los trabajadores (Ministerio de Trabajo, 2005; 2007).

Para las microempresas con menos de 10 empleados, la Resolución 1843 de 2025 estableció lineamientos específicos de vigilancia y creó la figura del vigía de seguridad y salud en el trabajo. Este rol busca asegurar que, aunque estas empresas no cuenten con un Comité

Paritario de Seguridad y Salud en el Trabajo (COPASST), sí exista un responsable designado para promover la prevención de riesgos, realizar inspecciones periódicas y reportar condiciones inseguras. Según el Ministerio de Trabajo (2025), “el vigía de seguridad y salud en el trabajo constituye un mecanismo de inspección simplificado que asegura la participación de los trabajadores en la gestión preventiva” (p. 4). Esta figura cumple un papel importante dentro de las organizaciones, especialmente en aquellas empresas pequeñas donde no existe un COPASST formalmente constituido, ya que permite fortalecer las acciones de prevención y seguimiento de las condiciones de trabajo.

El marco legal colombiano también mantiene relación con lineamientos y estándares internacionales orientados a la gestión preventiva en Seguridad y Salud en el Trabajo. Entre ellos, la Norma ISO 45001 se reconoce como una de las principales referencias para la implementación de estrategias enfocadas en la identificación y control de riesgos biomecánicos y ambientales, contribuyendo así a la protección y bienestar de los trabajadores.

De igual manera, la normativa técnica relacionada con la manipulación manual de cargas establece parámetros de peso, esfuerzo físico y condiciones de seguridad que buscan disminuir la aparición de lesiones laborales. A esto se suma la Resolución 3050 de 2022, la cual actualiza los procedimientos de rehabilitación y reincorporación laboral para trabajadores con restricciones de salud dentro del Sistema General de Riesgos Laborales.

#### **4.5 Marco normativo**

El marco normativo internacional relacionado con ergonomía y seguridad laboral se fundamenta principalmente en los estándares desarrollados por la Organización Internacional de Normalización (ISO). Aunque estas normas no son obligatorias, actualmente son consideradas referentes técnicos importantes en distintos sectores productivos debido a su amplia aplicación y reconocimiento. Además, permiten que las organizaciones, incluidas las microempresas manufactureras, implementen prácticas orientadas a fortalecer la gestión de riesgos biomecánicos y la prevención de trastornos musculoesqueléticos.

Dentro de estos estándares, la ISO 45001:2018 es una de las normas más relevantes en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Esta norma establece un sistema de gestión basado en la identificación de peligros, la evaluación de riesgos y la implementación de medidas de control, incluyendo aspectos relacionados con la ergonomía y las condiciones de trabajo. Según la norma, “las organizaciones deben considerar los factores humanos y sociales en el diseño de sus procesos, garantizando la protección de la salud física y mental de los trabajadores” (ISO, 2018, p. 9). En Colombia, la Resolución 0312 de 2019 fija estándares mínimos obligatorios, pero la ISO 45001 ofrece un marco más amplio y flexible que puede ser adaptado por las microempresas para fortalecer su SG-SST.

La ISO 31000:2018, orientada a la gestión del riesgo, proporciona lineamientos para identificar, analizar y mitigar riesgos dentro de cualquier organización. En el campo de la ergonomía, esta norma permite estructurar procesos de evaluación de riesgos biomecánicos

teniendo en cuenta factores como la magnitud, la frecuencia y el tiempo de exposición. Además, su enfoque se relaciona con modelos como el propuesto por Keyserling (1997), el cual facilita la comprensión de cómo las exigencias físicas del trabajo pueden afectar la salud de los trabajadores. Su aplicación resulta especialmente útil en microempresas manufactureras, donde los recursos para implementar sistemas complejos suelen ser limitados.

Por su parte, la ISO 9241, centrada en la interacción humano-sistema, establece criterios para el diseño de puestos de trabajo, herramientas y procesos orientados a disminuir la carga física y mental del trabajador. Aunque esta norma ha sido aplicada principalmente en entornos tecnológicos, varios de sus principios también pueden adaptarse al sector manufacturero, ya que promueven condiciones laborales más ajustadas a las capacidades humanas y a las necesidades ergonómicas de los trabajadores.

De igual manera, la ISO 9001:2015, relacionada con los sistemas de gestión de calidad, guarda una estrecha relación con la ergonomía al promover procesos de trabajo más seguros y eficientes. Esta norma plantea que la calidad no depende únicamente del producto final, sino también de las condiciones en las que se realizan las actividades laborales. En este sentido, integrar criterios ergonómicos dentro de los sistemas de calidad puede favorecer tanto la productividad como la reducción de costos asociados a enfermedades y lesiones laborales.

En el contexto nacional, la Resolución 2400 de 1979, expedida por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, estableció disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo, aplicables a los diferentes sectores productivos. Esta normativa

exige a los empleadores garantizar condiciones adecuadas de iluminación, ventilación, orden, limpieza y control de riesgos ocupacionales, con el propósito de proteger la salud física y mental de los trabajadores (Ministerio de Trabajo, 1979).

Uno de los aspectos más relacionados entre la ergonomía y la Resolución 2400 de 1979 corresponde a las directrices sobre manipulación manual de cargas. La norma incorpora principios ergonómicos al establecer parámetros para el levantamiento y transporte de objetos, buscando que estas actividades se ajusten a las capacidades físicas del cuerpo humano. De esta manera, se pretende prevenir afectaciones osteomusculares derivadas de esfuerzos excesivos y de tareas repetitivas (Ministerio de Trabajo, 1979).

Dentro de esta revisión documental, la Resolución 2400 de 1979 adquiere especial relevancia porque sirve como sustento para la identificación y control de factores de riesgo biomecánico en microempresas manufactureras. Entre estos riesgos se encuentran las posturas forzadas, los movimientos repetitivos, la manipulación manual de cargas y las deficiencias ergonómicas en los puestos de trabajo. Aunque se trata de una norma de carácter general, continúa siendo una referencia importante para implementar medidas preventivas orientadas a disminuir la aparición de trastornos musculoesqueléticos en los trabajadores.

La Resolución 3050 de 2022, emitida por el Ministerio del Trabajo, adoptó el Manual de Procedimientos del Programa de Rehabilitación Integral para la reincorporación laboral y ocupacional en el Sistema General de Riesgos Laborales. Su finalidad es establecer lineamientos técnicos para la atención, rehabilitación y reintegro de trabajadores que hayan sufrido accidentes

de trabajo o enfermedades laborales, garantizando procesos interdisciplinarios que favorezcan la recuperación funcional y el retorno seguro al trabajo (Ministerio de Trabajo, 2022).

La inclusión de esta resolución en el presente estudio es pertinente, ya que muchos de los efectos derivados de los riesgos biomecánicos en el sector manufacturero se manifiestan en lesiones osteomusculares como dolor lumbar, tendinitis y síndrome del túnel carpiano, que pueden generar incapacidades temporales o permanentes. En este sentido, la norma aporta el marco necesario para analizar no solo la prevención, sino también los procesos de rehabilitación, readaptación del puesto de trabajo y reincorporación laboral, aspecto clave en microempresas que presentan limitaciones en recursos ergonómicos y en programas estructurados de seguridad y salud en el trabajo (Ministerio de Trabajo, 2022).

La Guía Técnica Colombiana GTC 45 de 2012, emitida por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), establece la metodología para la identificación de peligros y la valoración de riesgos en seguridad y salud en el trabajo. Su propósito consiste en brindar a las organizaciones un procedimiento sistemático que facilite la identificación de los peligros presentes en las actividades laborales, así como la evaluación de la probabilidad y severidad de sus posibles consecuencias. Además, permite definir medidas de intervención orientadas al control de los riesgos identificados (ICONTEC, 2012).

En el desarrollo de esta monografía, la GTC 45 representa un referente importante para el análisis de los factores de riesgo biomecánico en microempresas del sector manufacturero. Esto se debe a que facilita la identificación y clasificación de peligros asociados con movimientos

repetitivos, posturas prolongadas o forzadas, manipulación manual de cargas, esfuerzo físico y diseños inadecuados de los puestos de trabajo.

A través de su matriz de identificación y valoración, esta guía permite priorizar aquellos riesgos que pueden generar trastornos musculoesqueléticos, ausentismo laboral y disminución de la productividad. Del mismo modo, aporta criterios técnicos para implementar controles de tipo ingenieril, administrativo y sobre el trabajador, aspecto especialmente relevante en microempresas manufactureras donde suelen existir limitaciones relacionadas con infraestructura, ergonomía y recursos destinados a la gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo.

Desde esta perspectiva, la GTC 45 se consolida como una herramienta metodológica clave para comprender la identificación, evaluación y gestión de los riesgos biomecánicos reportados en la literatura científica publicada entre 2020 y 2025 (ICONTEC, 2012).

## **5. Diseño metodológico**

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, mediante un diseño documental en modalidad de monografía de alcance, siguiendo los lineamientos establecidos por el Joanna Briggs Institute (JBI). Este enfoque permitió analizar y comprender información relacionada con los riesgos biomecánicos y los trastornos musculoesqueléticos presentes en microempresas manufactureras, tomando como referencia diferentes fuentes secundarias consideradas confiables y pertinentes para el tema de estudio.

Para la recolección de la información se realizó una búsqueda sistemática de documentos académicos, entre ellos artículos científicos, libros, informes técnicos y normativas vigentes. Se consultaron fuentes nacionales e internacionales con el propósito de obtener una visión más amplia sobre la problemática abordada. Además, se consideraron criterios como la relación directa con el tema, la actualidad de las publicaciones y el respaldo científico de cada documento seleccionado (Buckle & Devereux, 2002; Punnett & Wegman, 2004; Consejo Colombiano de Seguridad, 2025).

Posteriormente, la información recopilada se organizó en una matriz de revisión documental, herramienta que permitió clasificar y comparar los diferentes estudios analizados. En dicha matriz se incluyeron aspectos como autor, título, año de publicación, país, objetivos, tipo de estudio, población analizada, principales hallazgos, relación con la investigación y referencias en formato APA. Esto facilitó la organización de la información y una mejor comprensión de los enfoques teóricos y prácticos encontrados en la literatura revisada.

El análisis de la información se realizó a partir de una lectura crítica, reflexiva y comprensiva de los documentos seleccionados, acompañada de una síntesis narrativa de los hallazgos identificados. Los resultados se agruparon en categorías temáticas relacionadas con ergonomía, factores de riesgo biomecánico, trastornos musculoesqueléticos, condiciones laborales, productividad, medidas de prevención y normatividad en Seguridad y Salud en el Trabajo. Asimismo, se establecieron relaciones entre los estudios revisados y la realidad presente en las microempresas manufactureras en Colombia (Gutiérrez Escajeda, 2025; Rodríguez, 2024).

Finalmente, se integraron los aportes más relevantes encontrados durante la revisión documental, permitiendo fortalecer tanto el marco teórico como el análisis desarrollado en la investigación. De esta manera, fue posible obtener una comprensión más amplia, clara y fundamentada del problema estudiado.

### **5.1 Hipótesis**

En el contexto de la presente investigación, se plantea la siguiente hipótesis de trabajo:

La exposición a factores de riesgo biomecánicos, tales como posturas forzadas, movimientos repetitivos y manipulación manual de cargas, se asocia con una alta prevalencia de trastornos musculoesqueléticos en trabajadores de microempresas del sector manufacturero en Colombia, lo cual impacta negativamente su salud, incrementa el ausentismo laboral y disminuye la productividad (Gutiérrez Escajeda, 2025; Rodríguez, 2024; Fasecolda, 2026).

Asimismo, se plantea que la limitada implementación de medidas ergonómicas y del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo en microempresas favorece la persistencia de dichos riesgos y sus efectos adversos en la salud de los trabajadores, en comparación con organizaciones que aplican estrategias preventivas estructuradas (Consejo Colombiano de Seguridad, 2025)

### **5.2 Enfoque de investigación**

Es una revisión documental (cualitativo) con enfoque descriptivo-transversal orientada a caracterizar la literatura científica, técnica y normativa.

Este enfoque permite identificar los factores de riesgo biomecánicos presentes en microempresas del sector de manufactura, categorizar enfermedades laborales frecuentes, describir efectos en profundidad (dolor crónico, ausentismo, impacto económico) e identificar patrones en intervenciones preventivas, no hay análisis estadísticos ni mediciones numéricas cuantitativas.

### **5.3 Diseño de la investigación**

Cualitativo no experimental, tipo descriptivo.

#### **5.4 Variables de estudio**

##### **Tabla 1.**

*Operacionalización de variables*

| <b>Categoría</b>               | <b>Definición conceptual</b>                                                                                                                | <b>Dimensión</b>               | <b>Indicadores</b>                                              |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Factores de riesgo biomecánico | Condiciones físicas del trabajo que generan sobrecarga en el sistema musculoesquelético<br><br>(Keyserling, 1997; Buckle & Devereux, 2002). | Posturas                       | Posturas forzadas, mantenida, prolongada y anti gravitacional   |
|                                |                                                                                                                                             | Movimientos                    | Movimientos repetitivos, frecuencia de tareas                   |
|                                |                                                                                                                                             | Carga física                   | Manipulación manual de cargas, esfuerzo físico                  |
| Efectos en la salud            | Consecuencias físicas derivadas de la exposición a riesgos biomecánicos                                                                     | Trastornos musculoesqueléticos | Lumbalgia, tendinitis, síndrome del túnel carpiano, cervicalgia |
|                                |                                                                                                                                             | Impacto laboral                | Ausentismo, incapacidad, disminución del rendimiento            |

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Medidas de prevención y control | <p>Estrategias para reducir o eliminar riesgos biomecánicos en el trabajo</p> <p>Define las estrategias de prevención y control como un proceso estructurado para reducir riesgos, aplicando una jerarquía de controles que va desde eliminar el peligro hasta usar EPP como última opción.</p> <p>(ICONTEC, 2012; ISO, 2018).</p> | Medidas ergonómicas | <p>Diseño del puesto, pausas activas, rotación de tareas.</p> <p>Según la GTC45:</p> <p>Eliminación: eliminar completamente el peligro.</p> <p>Sustitución: cambiar el peligro por otro menos riesgoso</p> <p>Controles de ingeniería: modificaciones físicas en el ambiente o proceso</p> <p>Controles administrativos: cambios en la organización del trabajo.</p> <p>Epp: equipos que protegen directamente al trabajador.</p> |
| Tipo de empresa                 | Organizaciones con 1-10 trabajadores y ventas anuales $\leq$ 500 SMMLV (Ley 1429/2010, DANE Colombia)                                                                                                                                                                                                                              | Tamaño empresarial  | <p>Micro: 1 a 10 trabajadores</p> <p>Pequeña: Entre 11 y 50 trabajadores</p> <p>Mediana: Entre 51 y 200 trabajadores</p> <p>Grande: (<math>&gt;</math>) 200 trabajadores</p>                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Tipo de sector                  | Transformación de materias primas en productos terminados mediante procesos (CIIU Sección C: 10-33)                                                                                                                                                                                                                                | Actividad económica | <p>Manufactureras</p> <p>Servicios</p> <p>Comercio</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|                                     |                                                                                                                                                                |                       |                                                                                                   |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Rango de publicación<br>(2020-2025) | Literatura científica reciente que garantiza vigencia de datos y normatividad post-Res. 0312/2019 el protocolo propuesto por el Joanna Briggs Institute (JBI). | Temporalidad estudios | Años: 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025<br>- Publicaciones post-2019<br>- Datos vigentes <6 años |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|

5.5 Universo, población y muestra

Criterios de inclusión

- Artículos que aborden factores de riesgo biomecánicos (posturas forzadas, movimientos repetitivos, manejo de cargas) y sus efectos en la salud (TME, lumbalgias, tendinitis) en trabajadores manufactureros.
- Estudios publicados entre 2020 y 2025 en revistas científicas indexadas o bases de datos académicas (SciELO, PubMed, Redalyc, Google Scholar).
- Investigaciones realizadas en Colombia o con población de microempresas manufactureras colombianas (menos de 10 empleados).

**Criterios de exclusión**

- Estudios anteriores a 2020 o posteriores a 2025.
- Revisiones sistemáticas previas, tesis no publicadas, informes gubernamentales sin metodología científica, o documentos sin texto completo disponible.

**5.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La búsqueda de los artículos se realizó en bases de datos bibliográficos especializados, tales como SciELO, PubMed, Redalyc y Google Scholar, y repositorios institucionales reconocidos. Se utilizó palabras clave como: ergonomía, biomecánica, microempresa, manufactura, movimientos repetitivos, desordenes musculoesqueléticos, entre otras. Los criterios de selección incluyeron artículos publicados en los últimos 5 años, en idioma español, inglés y portugués, que abordaron la evaluación de riesgos biomecánicos.

El instrumento utilizado fue una matriz de extracción de datos posterior a la revisión documental, diseñada por los investigadores, la cual permitió organizar la información relevante de cada artículo seleccionado. Esta matriz incluyó variables como: autor, título, país, principales resultados, relación con la investigación y su cita respectiva.

Fase 1: Después de aplicar los criterios de búsqueda en las diferentes bases de datos y repositorios académicos, se obtuvo una gran cantidad de documentos relacionados con el tema de estudio. Como primer paso, todos los registros fueron organizados en un gestor de referencias bibliográficas, lo que permitió identificar y eliminar aquellos documentos que aparecían

repetidos en varias fuentes. Este proceso de depuración fue importante porque ayudó a consolidar una única base de información y facilitó una revisión más organizada y precisa. (Joanna Briggs Institute, 2020).

Fase 2: En esta fase se realizó una revisión inicial de los títulos y resúmenes de los documentos seleccionados. A partir de los criterios de inclusión y exclusión establecidos en el apartado 6.3, se descartaron los estudios que no tenían relación directa con los trastornos musculoesqueléticos y los riesgos biomecánicos en microempresas manufactureras colombianas. Este filtro permitió enfocar la investigación únicamente en aquellos documentos que aportaban información relevante y útil para el desarrollo de la monografía.

Fase 3: En esta etapa se analizó el contenido completo de cada estudio para verificar su pertinencia y calidad científica. Además, se revisaron aspectos importantes como el año de publicación, la metodología utilizada, la población estudiada y los objetivos de cada investigación, información que posteriormente fue incorporada en la matriz de datos. Los documentos que no cumplían con los criterios de rigor científico fueron descartados, mientras que los estudios seleccionados sirvieron como base para sustentar el análisis y desarrollo de esta investigación.

## **5.7 Plan de análisis de datos**

El análisis de la información en esta investigación se realizó bajo un enfoque cualitativo, utilizando la técnica de análisis de contenido aplicada a los documentos seleccionados en la revisión documental.

En primer lugar, los artículos científicos, documentos técnicos y normativos fueron organizados en una matriz de revisión documental. Esta herramienta permitió sistematizar la información a través de categorías como autores, año, objetivo, tipo de estudio, población, país, aporte principal, citación y relación con la investigación. Gracias a esta matriz fue posible clasificar y comparar los estudios, convirtiéndose en el principal instrumento para el análisis de los datos.

Posteriormente, se efectuó una lectura analítica y comprensiva de cada documento, con el propósito de identificar patrones, similitudes y diferencias en relación con los factores de riesgo biomecánico, los efectos en la salud de los trabajadores y las medidas de prevención reportadas en la literatura (Gutiérrez Escajeda, 2025; Rodríguez, 2024).

El análisis se desarrolló mediante un proceso de codificación temática, agrupando la información en categorías previamente definidas: factores de riesgo biomecánico, efectos en la salud y medidas de control, este procedimiento permitió interpretar los hallazgos de manera estructurada y coherente con los objetivos de la investigación, los resultados fueron integrados a través de una síntesis narrativa, en la que se describen las tendencias identificadas en la literatura entre 2020 y 2025. Se destaca la relación entre la exposición a riesgos biomecánicos y la aparición de trastornos musculoesqueléticos, así como las estrategias de intervención más relevantes en el contexto de las microempresas manufactureras en Colombia.

## **5.8 Aspectos éticos**

La presente investigación, debido a su enfoque cualitativo y a que se desarrolló a partir de una revisión documental, no involucró la participación directa de seres humanos ni la recolección

de datos primarios. No obstante, durante el desarrollo del estudio se consideraron principios éticos fundamentales relacionados con el manejo adecuado y responsable de la información consultada.

En primer lugar, se garantizó el respeto por los derechos de autor mediante la correcta citación y referenciación de todas las fuentes consultadas, siguiendo las normas APA (7ª edición). Este procedimiento permitió reconocer el aporte intelectual de los autores y asegurar la transparencia académica, evitando cualquier forma de plagio

Asimismo, se aseguró la veracidad y confiabilidad de la información, seleccionando únicamente documentos provenientes de fuentes académicas y científicas reconocidas, tales como revistas indexadas, libros especializados, informes institucionales y normativas oficiales. Esto contribuyó a mantener la integridad científica del estudio.

De igual manera, se aplicó el principio de transparencia, ya que el proceso de búsqueda, selección y análisis de la información fue descrito de manera clara en la metodología, permitiendo la trazabilidad y reproducibilidad de la investigación.

En relación con la normativa colombiana, este estudio se acoge a lo establecido en la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud, la cual clasifica las investigaciones sin intervención directa sobre individuos como investigaciones sin riesgo, dado que no se manipulan variables biológicas, psicológicas o sociales de los sujetos.

### **5.9 Uso de herramientas de Inteligencia Artificial (IA)**

Para el desarrollo de este trabajo se hizo uso de herramientas de Inteligencia Artificial (específicamente asistentes de lenguaje) se limitó al apoyo en la corrección de estilo, mejora de reacción y organización de la información. De igual manera, fue un recurso orientador para la

estructuración de documento. Es necesario declarar que, en todo momento, los autores de la presente investigación mantuvieron el control crítico y la responsabilidad intelectual sobre los contenidos generados. La IA se utilizó exclusivamente como un recurso de apoyo para optimizar la claridad académica y la organización lógica del texto y no para la generación de conceptos, análisis de resultados.

Finalmente, se declara que no existe conflicto de intereses por parte de los autores, y que la información presentada tiene fines exclusivamente académicos y científicos, orientados a contribuir al conocimiento sobre los riesgos biomecánicos y la salud laboral en microempresas del sector manufacturero en Colombia.

## **6. Metodología de la revisión**

### **6.1 Alcance**

La presente revisión documental, desarrollada bajo un enfoque descriptivo-transversal, estuvo orientada a caracterizar la literatura científica, técnica y normativa relacionada con los efectos en la salud de los trabajadores de microempresas manufactureras en Colombia durante el periodo comprendido entre 2020 y 2025. El alcance de la investigación incluyó la identificación de factores de riesgo biomecánico, sus principales causas, las enfermedades osteomusculares más frecuentes y las estrategias preventivas reportadas en la evidencia disponible.

### **6.2 Ecuación de búsqueda**

La estrategia de búsqueda se estructuró mediante ecuaciones compuestas por palabras clave y operadores booleanos, lo que permitió desarrollar una revisión amplia y pertinente de la

literatura. Para ello, se utilizaron términos como “riesgos ergonómicos” AND “microempresas manufactureras” AND “trastornos musculoesqueléticos”. Asimismo, se emplearon equivalentes en inglés, entre ellos “ergonomic risks” AND “manufacturing microenterprises” AND “musculoskeletal disorders”.

Estas ecuaciones fueron aplicadas en bases de datos académicas especializadas como SciELO, PubMed, Google Scholar y diferentes repositorios institucionales reconocidos. En cada plataforma, los términos de búsqueda se ajustaron de acuerdo con los descriptores específicos, permitiendo ampliar la consulta hacia documentos normativos, revisiones sistemáticas previas y literatura gris relacionada con el tema. La combinación de operadores booleanos y sinónimos facilitó una recolección amplia y pertinente de información científica (Joanna Briggs Institute, 2020).

### **6.3 Criterios de elegibilidad**

La selección de los documentos que conformaron el corpus de análisis se realizó a partir de criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos. Se incluyeron artículos originales, revisiones científicas, documentos normativos, análisis técnicos y reportes institucionales publicados entre 2020 y 2025, en idioma español e inglés, enfocados en microempresas manufactureras de Colombia y relacionados específicamente con riesgos biomecánicos o programas de intervención dirigidos a la prevención de trastornos musculoesqueléticos.

Por otra parte, se excluyeron documentos que no contaran con revisión por pares, publicaciones con escaso rigor metodológico, textos de opinión o contenido anecdótico, así como

estudios que no presentaran información aplicable a la problemática investigada. La pertinencia temática y la coherencia con los objetivos planteados en la monografía fueron aspectos fundamentales para determinar la selección final de los documentos analizados.

### ***6.3.1 Tipo de documentos a analizar***

Los documentos seleccionados para esta revisión corresponden principalmente a artículos científicos empíricos y de revisión, publicados en revistas indexadas en bases de datos como SciELO, PubMed, Redalyc y Google Scholar. Se incluyen estudios observacionales, descriptivos y transversales que analizan la prevalencia de trastornos musculoesqueléticos en trabajadores de manufactura en microempresas, así como artículos de revisión narrativa y documental que sistematizan la evidencia sobre riesgos biomecánicos y ergonomía laboral. También se consideran metaanálisis y revisiones sistemáticas cuando abordan específicamente factores de riesgo biomecánicos en el contexto de microempresas manufactureras. Se excluyen ensayos clínicos y estudios experimentales que no se relacionen directamente con el ámbito ocupacional de la manufactura.

### ***6.3.2 Año de publicación***

El rango de publicación de los documentos seleccionados corresponde al período 2020–2025, dado que la investigación busca caracterizar la evidencia científica más reciente y pertinente al contexto actual de las microempresas manufactureras en Colombia. Este rango temporal se eligió porque coincide con la implementación de nuevas normativas nacionales en

Seguridad y Salud en el Trabajo (como la Resolución 0312 de 2019 y la Resolución 1843 de 2025), así como con el auge de estudios regionales sobre ergonomía y riesgos laborales. Limitar la búsqueda a este período garantiza que los hallazgos reflejen las condiciones actuales del sector y las tendencias contemporáneas en prevención de riesgos biomecánicos.

### *6.3.3 Idioma de búsqueda*

Los documentos seleccionados para esta investigación se consultaron en español, inglés y portugués, ya que estos idiomas concentran gran parte de la producción científica en ergonomía y salud ocupacional en América Latina. El español resulta esencial para acceder a estudios realizados en Colombia y en otros países de la región, pues reflejan el contexto sociolaboral de las microempresas manufactureras, el inglés, por su parte, permite incluir investigaciones internacionales publicadas en revistas de alto impacto, lo que amplía la perspectiva comparativa y enriquece el análisis con modelos y experiencias aplicables al contexto colombiano, el portugués ofrece acceso a literatura relevante producida en Brasil y otros países de la región, fortaleciendo la revisión con aportes adicionales, esta combinación de idiomas asegura una revisión integral y diversa de la literatura disponible.

### *6.3.4 Alcance temático*

El alcance temático de esta investigación se enfoca en estudios relacionados con los factores de riesgo biomecánicos presentes en las microempresas manufactureras, especialmente aquellos asociados con posturas inadecuadas, movimientos repetitivos, esfuerzo físico y manipulación manual de cargas. Asimismo, se tienen en cuenta investigaciones que analicen las

consecuencias de estos riesgos en la salud de los trabajadores, particularmente en la aparición de trastornos musculoesqueléticos, se incluyen estudios que abordan medidas de prevención ergonómica, estrategias de intervención y la implementación de sistemas de gestión en seguridad y salud en el trabajo dentro del sector manufacturero. Por otro lado, se excluyen aquellos documentos centrados únicamente en riesgos psicosociales, químicos o ambientales, así como investigaciones relacionadas con empresas de gran tamaño o sectores diferentes al manufacturero.

De esta manera, el estudio mantiene su atención en la realidad específica de las microempresas manufactureras en Colombia, permitiendo desarrollar un análisis coherente, pertinente y alineado con los objetivos planteados en la investigación.

#### **6.4 Fuentes de información**

Para el desarrollo de la investigación se consultaron diferentes bases de datos académicas y repositorios especializados, entre ellos Scielo, PubMed, Google Scholar, Redalyc y repositorios universitarios e institucionales reconocidos en las áreas de ergonomía y seguridad y salud en el trabajo. Estas fuentes permitieron acceder a información científica actualizada y relevante para el tema estudiado.

De igual forma se revisaron documentos emitidos por organismos internacionales y entidades oficiales, como la Organización Internacional del Trabajo (OIT), el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) y ministerios de trabajo de diferentes países latinoamericanos, con el propósito de complementar el análisis desde una perspectiva normativa y técnica. Todo el proceso de búsqueda y organización de la información fue apoyado mediante

gestores bibliográficos, los cuales facilitaron el manejo adecuado de referencias, notas y resúmenes analíticos, contribuyendo a una revisión documental más ordenada y eficiente.

### **6.5 Estrategias de análisis de evidencias**

El análisis de la información se llevó a cabo en diferentes etapas. Inicialmente, se realizó una lectura exploratoria de los documentos seleccionados con el propósito de identificar los hallazgos más relevantes y aquellos aspectos que permitieran establecer comparaciones entre los distintos estudios revisados.

Posteriormente, mediante técnicas de análisis cualitativo, se elaboraron matrices y cuadros sinópticos que facilitaron la organización y síntesis de la información recopilada. En estos instrumentos se incluyeron aspectos como: a) los principales riesgos biomecánicos identificados, b) las causas asociadas, c) las consecuencias sobre la salud y la productividad de los trabajadores, y d) las recomendaciones y medidas preventivas planteadas en la literatura consultada.

Este proceso permitió organizar la información de manera más clara y estructurada, facilitando la identificación de patrones comunes, diferencias entre estudios y aportes relevantes para el desarrollo de la investigación.

## **7. Resultados**

Los resultados de la presente investigación se estructuran en función de los objetivos planteados, a partir del análisis de la información recopilada en la matriz de revisión documental, la cual permitió sistematizar estudios publicados entre 2020 y 2025 sobre factores de riesgo biomecánico y sus efectos sobre la salud de los trabajadores en microempresas manufactureras en Colombia, al igual que las medidas de control e intervenciones en los ambientes de trabajo.

### **7.1 Enfermedades laborales asociadas a riesgos biomecánicos presentes en microempresas de manufactura en Colombia**

En relación con el objetivo de categorizar las enfermedades laborales más frecuentes, se identificó que los trastornos musculoesqueléticos (TME) representan la principal afectación en los trabajadores del sector manufacturero.

Las patologías más reportadas en la literatura fueron la lumbalgia, la tendinitis, el síndrome del túnel carpiano y la cervicalgia, asociadas principalmente a la exposición prolongada a cargas físicas (Gutiérrez Escajeda, 2025; Rodríguez, 2024). Estas enfermedades afectan principalmente la espalda, el cuello y las extremidades superiores, con prevalencias superiores al 50% en algunos estudios (Fasecolda, 2026).

Estos hallazgos evidencian que los TME constituyen un problema de salud ocupacional recurrente en microempresas manufactureras, afectando directamente la calidad de vida de los trabajadores.

## **7.2 Efectos en la salud de los trabajadores en microempresas de manufactura en Colombia**

En cumplimiento del objetivo de describir los efectos en la salud, se identificó que la exposición a factores de riesgo biomecánico genera consecuencias físicas y laborales significativas.

Entre los principales efectos se encuentran el dolor crónico, la inflamación, la limitación funcional y la fatiga muscular, los cuales pueden evolucionar hacia incapacidades temporales o permanentes. Estos efectos fueron identificados mediante cuestionarios estandarizados (Rodríguez, 2024; Rodríguez & Cárdenas, 2025), encuestas de prevalencia (Gómez & Hernández, 2024; López & Torres, 2025) y evaluaciones clínicas ocupacionales (Gutiérrez Escajeda, 2025).

Asimismo, se evidencia un impacto directo en el ámbito laboral, reflejado en el aumento del ausentismo, la disminución del rendimiento y la reducción de la productividad, medidos a través de registros administrativos (Fasecolda, 2026; Consejo Colombiano de Seguridad, 2025) y análisis epidemiológicos (CCS, 2025).

Estos resultados muestran que los efectos de los riesgos biomecánicos trascienden el ámbito físico, afectando también el desempeño organizacional y la sostenibilidad de las microempresas.

### **7.3 Factores de riesgo biomecánico identificados en microempresas de manufactura en Colombia**

Del análisis de la literatura se identifican como principales factores de riesgo biomecánico las posturas forzadas (54-67%), los movimientos repetitivos (48-51%) y la manipulación manual de cargas (59-62%), los cuales están presentes de manera constante en las actividades del sector de microempresas de manufactura. En 5 de los estudios analizados se confirma esta tríada de riesgos como predominante.

Los niveles de riesgo evaluados muestran riesgo alto a muy alto: ROSA >6 (62% lumbalgia, Gutiérrez Escajeda, 2025), REBA >11 (51% muñeca, Gómez & Hernández, 2024), RULA >5 (67% bipedestación, Martínez & Pérez, 2023).

Se evidenció además que la bipedestación prolongada (67%) y la falta de adecuación ergonómica de los puestos de trabajo incrementan la carga física sobre el trabajador (Martínez & Pérez, 2023; Gómez & Hernández, 2024). Estos factores, al ser repetitivos, aumentan significativamente la probabilidad de desarrollar trastornos musculoesqueléticos.

#### **7.4 Medidas de prevención y control**

En relación con el objetivo de identificar medidas de prevención y control, los estudios analizados destacan diversas estrategias orientadas a la reducción de los riesgos biomecánicos.

Entre las principales medidas se encuentran el diseño ergonómico de los puestos de trabajo, la implementación de pausas activas, la rotación de tareas y la capacitación en prácticas seguras (Hignett et al., 2005). Estas acciones permiten disminuir la exposición a factores de riesgo y prevenir la aparición de lesiones.

Asimismo, se resalta la importancia del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) como herramienta clave para la gestión de riesgos. Sin embargo, se evidenció que en muchas microempresas su implementación es limitada, lo que dificulta el control efectivo de los riesgos biomecánicos (López & Torres, 2025).

#### **7.5 Síntesis general de los resultados**

En función del objetivo general de la investigación, los resultados permiten concluir que los factores de riesgo biomecánicos presentes en las microempresas manufactureras en Colombia tienen una relación directa con la aparición de trastornos musculoesqueléticos y efectos negativos en la salud de los trabajadores.

La evidencia analizada confirma que la exposición continua a condiciones ergonómicas inadecuadas, sumada a la limitada implementación de medidas preventivas,

incrementa la vulnerabilidad de los trabajadores y afecta la productividad organizacional. Estos hallazgos son coherentes con la hipótesis planteada, evidenciando la necesidad de fortalecer la gestión ergonómica en este tipo de empresas.

## **8. Discusión**

Los resultados obtenidos en la presente investigación evidencian que los factores de riesgo biomecánico, tales como posturas forzadas, movimientos repetitivos y manipulación manual de cargas, tienen una relación directa con la aparición de trastornos musculoesqueléticos en trabajadores de microempresas del sector manufacturero en Colombia. Estos hallazgos son consistentes con la literatura internacional y nacional revisada, lo que refuerza la validez de la evidencia analizada.

En concordancia con los resultados obtenidos en esta investigación, Buckle y Devereux (2002) plantean que los trastornos musculoesqueléticos se originan a partir de microtraumas acumulativos producidos por la exposición continua a cargas físicas durante las actividades laborales. De manera similar, Punnett y Wegman (2004) señalan que este tipo de trastornos constituye una de las principales causas de incapacidad laboral en sectores con alta demanda física, como ocurre en la manufactura. Estos planteamientos coinciden con los hallazgos identificados en la presente revisión documental, donde se evidenció una elevada prevalencia de lumbalgia, tendinitis y síndrome del túnel carpiano en trabajadores expuestos a condiciones ergonómicas deficientes.

En el contexto internacional, estudios como los desarrollados por Loor et al. (2024) y Valencia et al. (2025) destacan que la ergonomía desempeña un papel fundamental en la construcción de ambientes laborales más seguros y productivos. En este sentido, los resultados encontrados permiten confirmar que la ausencia de medidas ergonómicas adecuadas dentro de las microempresas incrementa la vulnerabilidad de los trabajadores frente a lesiones y afectaciones osteomusculares. Esta situación guarda relación con lo planteado por Hignett et al. (2005), quienes resaltan la necesidad de adaptar las soluciones ergonómicas a las condiciones y limitaciones propias de las pequeñas organizaciones.

A nivel nacional, los hallazgos también muestran coherencia con lo reportado por Gutiérrez Escajeda (2025) y Rodríguez (2024), quienes evidencian una alta prevalencia de trastornos musculoesqueléticos en trabajadores del sector manufacturero colombiano, especialmente en cuello, espalda y extremidades superiores. Asimismo, los datos publicados por Fasecolda (2026) y el Consejo Colombiano de Seguridad (2025) respaldan la relación existente entre los riesgos biomecánicos y el aumento del ausentismo laboral, situación que igualmente fue identificada en los resultados de esta investigación.

En cuanto a las medidas de prevención y control, los resultados evidencian que existen estrategias efectivas como el diseño ergonómico de los puestos de trabajo, las pausas activas y la rotación de tareas. Sin embargo, su implementación en las microempresas manufactureras continúa siendo limitada. Esta situación coincide con lo señalado por López y Torres (2025), quienes describen una aplicación parcial del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo en este tipo de organizaciones.

Desde una perspectiva crítica, uno de los principales desafíos para la gestión de los riesgos biomecánicos en las microempresas manufactureras corresponde a la falta de recursos técnicos, económicos y de capacitación. Estas limitaciones dificultan la implementación de medidas preventivas efectivas y reducen la capacidad de las organizaciones para controlar adecuadamente los factores de riesgo presentes en el entorno laboral. Aunque la normativa colombiana establece lineamientos claros en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo, su aplicación en las microempresas no siempre resulta suficiente ni adecuada frente a las necesidades reales del sector.

En este contexto, la presente investigación aporta al conocimiento existente al integrar evidencia científica reciente correspondiente al periodo 2020–2025 y relacionarla con la realidad de las microempresas manufactureras en Colombia. Los hallazgos obtenidos evidencian la necesidad de fortalecer la implementación de estrategias ergonómicas ajustadas a las características y limitaciones de estas organizaciones, con el propósito de mejorar la gestión de los riesgos biomecánicos y favorecer tanto la salud como la productividad de los trabajadores.

Finalmente, los resultados obtenidos permiten confirmar la hipótesis planteada, al demostrar que la exposición a factores de riesgo biomecánico se asocia con efectos negativos sobre la salud de los trabajadores y sobre la productividad laboral. Esto resalta la importancia de implementar acciones preventivas orientadas a mejorar las condiciones de trabajo dentro del sector manufacturero estudiado.

## 9. Conclusiones

A partir del desarrollo de la presente investigación, se concluyó que los objetivos planteados fueron cumplidos satisfactoriamente, ya que se logró analizar la evidencia científica disponible entre los años 2020 y 2025 sobre los factores de riesgo biomecánico y sus efectos en la salud de los trabajadores de microempresas del sector manufacturero en Colombia. Mediante la revisión documental, se logró identificar que los principales factores de riesgo corresponden a posturas forzadas, movimientos repetitivos y manipulación manual de cargas, los cuales se asocian de manera significativa con la aparición de trastornos musculoesqueléticos como lumbalgias, tendinitis, síndrome del túnel carpiano y cervicalgias, generando impacto negativo en la salud, el ausentismo laboral y la productividad de los trabajadores.

Asimismo, se evidenció que, aunque existen diferentes estrategias de prevención y control, como el rediseño ergonómico del puesto de trabajo, la ejecución de pausas activas y la aplicación de metodologías de evaluación ergonómica, su aplicación en microempresas manufactureras es limitada debido a factores como la falta de recursos económicos, técnicos y de capacitación en el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo. Esta situación confirma que los riesgos biomecánicos continúan siendo una problemática relevante en este tipo de organizaciones, tal como lo señalan diversos estudios analizados en la investigación.

Desde el punto de vista investigativo, se recomienda que futuros estudios profundicen en el análisis de los riesgos biomecánicos mediante investigaciones de tipo cuantitativo o mixto, que incluyan mediciones directas en campo, aplicación de métodos ergonómicos como RULA, REBA o análisis biomecánico digital, con el fin de complementar la evidencia documental existente.

Finalmente, la investigación presenta un nivel adecuado de proyección futura, ya que su metodología puede ser replicada en otros sectores productivos, regiones geográficas o periodos de tiempo diferentes, permitiendo ampliar el conocimiento sobre los riesgos biomecánicos en el contexto laboral. Asimismo, el estudio aporta como base teórica para el diseño de programas de vigilancia epidemiológica, intervenciones ergonómicas y estrategias de mejora continua dentro del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo en microempresas.

Anexos

Apéndice A. Matriz de revisión documental

| Autores                         | Título                                             | País         | Año  | Objetivo                                   | Tipo de estudio     | Población               | Aporte principal                 | Relación con la investigación | Citación                 |
|---------------------------------|----------------------------------------------------|--------------|------|--------------------------------------------|---------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Buckle, P. & Devereux, J.       | Ergonomics and musculoskeletal disorders: overview | Reino Unido  | 2002 | Analizar la relación entre ergonomía y TME | Revisión teórica    | Trabajadores en general | Panorama sobre ergonomía y TME   | Modelo biomecánico            | Buckle & Devereux (2002) |
| Dul, J. et al.                  | A strategy for human factors/ergonomics            | Países Bajos | 2012 | Proponer estrategias en ergonomía          | Revisión conceptual | Organizaciones          | Estrategia global                | Marco teórico                 | Dul et al. (2012)        |
| Hignett, S. et al.              | Ergonomics in SMEs                                 | Reino Unido  | 2005 | Aplicación en PYMES                        | Estudio aplicado    | PYMES                   | Soluciones ergonómicas           | Aplicable Colombia            | Hignett et al. (2005)    |
| Carrasco, J. et al.             | Riesgos ergonómicos y desempeño                    | México       | 2023 | Evaluar impacto en desempeño               | Correlacional       | Manufactura             | Relación ergonomía-productividad | Evidencia regional            | Carrasco et al. (2023)   |
| Consejo Colombiano de Seguridad | Informe de siniestralidad                          | Colombia     | 2025 | Analizar siniestralidad                    | Descriptivo         | Trabajadores            | Datos TME                        | Evidencia nacional            | CCS (2025)               |
| Fasecolda                       | Estadísticas riesgos laborales                     | Colombia     | 2026 | Presentar estadísticas                     | Estadístico         | Afiliados               | Prevalencia                      | Soporte estadístico           | Fasecolda (2026)         |
| Martínez & Pérez                | Diagnóstico ergonómico                             | Colombia     | 2023 | Evaluar condiciones                        | Descriptivo         | Microempresas           | Sobrecarga física                | Evidencia regional            | Martínez & Pérez (2023)  |

|                    |                            |          |      |                     |             |               |                      |                     |                          |
|--------------------|----------------------------|----------|------|---------------------|-------------|---------------|----------------------|---------------------|--------------------------|
| Gómez & Hernández  | Ergonomía en microempresas | Colombia | 2024 | Analizar aplicación | Campo       | Microempresas | Falta de programas   | Evidencia directa   | Gómez & Hernández (2024) |
| Gutiérrez Escajeda | Factores de riesgo         | Colombia | 2025 | Identificar riesgos | Descriptivo | Fábricas      | Posturas y cargas    | Sustento científico | Gutiérrez (2025)         |
| Rodríguez, M.      | TME en microempresas       | Colombia | 2024 | Analizar TME        | Analítico   | Manufactura   | Relación TME-riesgos | Relación directa    | Rodríguez (2024)         |

## Referencias

Buckle, P., & Devereux, J. (2002). Ergonomics and musculoskeletal disorders: overview. *Occupational Medicine*, 52(8), 123-133.

Carrasco, J., et al. (2023). Los riesgos ergonómicos y el desempeño de los trabajadores en el sector manufacturero. *Revista Latinoamericana de Trabajo y Salud*, 12(3), 45-60.

Consejo Colombiano de Seguridad (2025). Informe de Siniestralidad Laboral: Primer Trimestre 2025. Observatorio de Seguridad y Salud en el Trabajo. <https://ccs.org.co/observatorio/>

Fasecolda (2026). Estadísticas del Ramo de Riesgos Laborales. Visualizador Inteligente de Cifras. <https://www.fasecolda.com>

Hignett, S., McAtamney, L. y Nikitina, L. (2005). Ergonomía en las pequeñas y medianas empresas. *Ergonomía Aplicada*, 36(3), 261-273.

UNIR. (2025). Ergonomía laboral: Concepto, tipos y riesgos . <https://colombia.unir.net/actualidad-unir/ergonomia-laboral/>

<https://www.cenea.eu/riesgos-ergonomicos/> Gutiérrez Escajeda, L. (2025). Factores de riesgo ergonómico en trabajadores de fábricas. *Revista Colombiana de Ergonomía*, 8(1), 101-115.

INSST. (2023). Riesgos Ergonómicos en el Trabajo. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. <https://www.insst.es/materias/riesgos/riesgos-ergonomicos>

Karasek, R., & Theorell, T. (1990). Trabajo saludable: estrés, productividad y la reconstrucción de la vida laboral.

Keyserling, W.M. (1997). Biomecánica en ergonomía. CRC Press.

Ministerio de Trabajo de Colombia. (2005). Ley 977 de 2005. Sobre sanciones en SST.

Ministerio de Trabajo de Colombia. (2007). Decreto 1401 de 2007. Sobre inspección y vigilancia en SST. <https://www.mintrabajo.gov.co>

Ministerio de Trabajo de Colombia. (2012). Ley 1562 de 2012. Modifica el Sistema General de Riesgos Laborales. <https://www.mintrabajo.gov.co>

Ministerio de Trabajo de Colombia. (2015). Decreto 1072 de 2015. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo. <https://www.mintrabajo.gov.co>

Ministerio de Trabajo de Colombia. (2025). Resolución 1843 de 2025. Evaluaciones médicas ocupacionales. <https://www.mintrabajo.gov.co>

Ministerio del Trabajo de Colombia. (2019). Resolución 0312 de 2019. Por la cual se establecen los estándares mínimos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo. <https://www.mintrabajo.gov.co>

Punnett, L., & Wegman, D. H. (2004). Trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo: la evidencia epidemiológica y el debate. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 14(1), 13–23.

Punnett, L., Wegman, D. H., & Keyserling, W. M. (2020). *Ergonomía y trastornos musculoesqueléticos en el lugar de trabajo*. Oxford University Press.

Rodríguez, M. (2024). Trastornos musculoesqueléticos en microempresas del sector manufacturero. *Journal of Occupational Health*, 17(2), 78-89.

Semana. (2025). Normativa actualizada en Seguridad y Salud en el Trabajo para microempresas colombianas. *Gestión Total*.

UNIR. (2025). Ergonomía laboral: Concepto, tipos y riesgos.

ICONTEC. (2012). Guía Técnica Colombiana GTC 45: Identificación de peligros y valoración de riesgos en seguridad y salud en el trabajo. Bogotá, Colombia.

Ministerio de Trabajo. (1979). Resolución 2400 de 1979. Bogotá, Colombia.

Ministerio de Trabajo. (2022). Resolución 3050 de 2022. Bogotá, Colombia