



Causas Frecuentes de Accidentes Laborales en el Sector del Calzado en Colombia 2010-2024: una Revisión de Literatura.

Frequent Causes of Occupational Accidents in Colombia's Footwear Sector 2010-2024: A Literature Review.

Recibido: 19/10/2025- Aceptado: 02/02/2026 - Publicado: 25/02/2026

Autores

Jhon Alexander Zuluaga Arce*

Tecnólogo en atención prehospitalaria. Profesional en salud ocupacional. Estudiante de la Maestría en Gerencia de la Seguridad y Salud en el Trabajo. Estudiante de la Corporación Universitaria Minuto de Dios. Facultad de Ciencias Empresariales.
Buga - Colombia
Jhon.zuluaga@uniminuto.edu.co

Brayan Stiven Garrido Gómez

Tecnólogo en salud ocupacional. Profesional en ingeniería industrial. Estudiante de la Maestría en gerencia de la Seguridad y Salud en el Trabajo. Estudiante de la Corporación Universitaria Minuto de Dios. Facultad de Ciencias Empresariales.
Santiago de Cali - Colombia
brayan.garrido@uniminuto.edu.co

*Autor de correspondencia



RESUMEN

Objetivo: Identificar las causas más frecuentes de accidentes laborales en el sector del calzado en Colombia durante el período 2010-2024 mediante una revisión de la literatura científica.

Materiales y Métodos: Se ejecutó una revisión sistemática siguiendo el protocolo PRISMA. La búsqueda bibliográfica se realizó en las bases de datos PubMed, Scopus, Google Scholar, SciELO y repositorios institucionales colombianos. Los criterios de inclusión contemplaron estudios publicados entre 2010-2024, en español e inglés, relacionados con accidentalidad laboral, factores de riesgo ocupacional y sistemas de gestión de seguridad en la industria del calzado colombiana. Se identificaron inicialmente 156 registros, de los cuales 35 estudios cumplieron los criterios establecidos y fueron analizados exhaustivamente.

Resultados: Los factores de riesgo se clasificaron en siete categorías: ergonómicos (88,6% de estudios), químicos (77,1%), mecánicos (74,3%), físicos (54,3%), locativos (57,1%), psicosociales (48,6%) y biológicos (22,9%). Los riesgos ergonómicos evidenciaron prevalencia de trastornos musculoesqueléticos entre 52,9% y 87,1%, siendo la lumbalgia el más frecuente (25,1%). La exposición a sustancias químicas neurotóxicas como tolueno, hexano y acetato de etilo afecta al 100% de los trabajadores en áreas de ensamble. Los accidentes mecánicos representan el 22% por golpes y 18% por cortes. Se identificó implementación deficiente del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), con solo 40% de empresas ejecutando programas preventivos efectivos.

Conclusiones: La accidentalidad en el sector del calzado colombiano presenta origen multifactorial, con predominancia de riesgos ergonómicos, químicos y mecánicos. Las microempresas y pequeñas empresas enfrentan limitaciones económicas, técnicas y organizacionales que dificultan la implementación del SG-SST. Se requieren estrategias de mitigación contextualizadas que incluyan sustitución de sustancias tóxicas, ergonomía participativa, mejoramiento de ventilación, dotación apropiada de equipos de protección personal y fortalecimiento de la cultura preventiva.

Palabras clave: Accidente de trabajo; Ergonomía; Riesgos laborales; Seguridad ocupacional; Trastornos musculoesqueléticos.



ABSTRACT

Objective: To identify the most frequent causes of occupational accidents in Colombia's footwear sector during the 2010-2024 period through a literature review.

Materials and Methods: A systematic review was conducted following the PRISMA protocol. The bibliographic search was performed in PubMed, Scopus, Google Scholar, SciELO databases and Colombian institutional repositories. Inclusion criteria included studies published between 2010-2024, in Spanish and English, related to occupational accidents, occupational risk factors and safety management systems in the Colombian footwear industry. Initially, 156 records were identified, of which 35 studies met the established criteria and were thoroughly analyzed.

Results: Risk factors were classified into seven categories: ergonomic (88.6% of studies), chemical (77.1%), mechanical (74.3%), physical (54.3%), locative (57.1%), psychosocial (48.6%) and biological (22.9%). Ergonomic risks showed prevalence of musculoskeletal disorders between 52.9% and 87.1%, with low back pain being the most frequent (25.1%). Exposure to neurotoxic chemical substances such as toluene, hexane and ethyl acetate affects 100% of workers in assembly areas. Mechanical accidents represent 22% from impacts and 18% from cuts. Deficient implementation of the Occupational Health and Safety Management System (SG-SST) was identified, with only 40% of companies executing effective preventive programs.

Conclusions: Accident rates in the Colombian footwear sector have multifactorial origins, with predominance of ergonomic, chemical and mechanical risks. Micro and small enterprises face economic, technical and organizational limitations that hinder SG-SST implementation. Contextualized mitigation strategies are required including substitution of toxic substances, participatory ergonomics, ventilation improvement, appropriate personal protective equipment provision and strengthening of preventive culture.

Keywords: Workplace accidents; Ergonomics; Occupational hazards; Occupational safety; Musculoskeletal disorders.



INTRODUCCIÓN

La industria manufacturera del calzado constituye un sector económico estratégico para Colombia, generando aproximadamente 140.000 empleos formales directos y contribuyendo de manera significativa al Producto Interno Bruto (PIB) nacional (1). Este sector se caracteriza por una estructura empresarial conformada mayoritariamente por micro, pequeñas y medianas empresas (MiPymes), que representan cerca del 80% del empleo y el 90% de la actividad productiva del sector (2). Las principales zonas de concentración industrial se localizan en regiones como el barrio Restrepo en Bogotá, Bucaramanga, Cúcuta, Cali y Medellín, conformando clústeres productivos de alta relevancia regional (3).

A pesar de su impacto económico y social, la industria del calzado enfrenta retos críticos en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST). Los trabajadores del sector están expuestos a diversos factores de riesgo ocupacional, entre los que destacan la manipulación de sustancias químicas peligrosas como adhesivos y solventes, las condiciones ergonómicas inadecuadas derivadas de posturas forzadas y movimientos repetitivos, así como el uso de maquinaria carente de sistemas de seguridad adecuados (4-6).

Estas problemáticas se ven agravadas por la insuficiente implementación del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), a pesar de los avances normativos derivados del Decreto 1072 de 2015 y la Resolución 0312 de 2019, que establecen los estándares mínimos de cumplimiento (7). Numerosas MiPymes carecen de los recursos técnicos, financieros y humanos para adoptar plenamente estas disposiciones, lo que se traduce en un alto nivel de exposición a riesgos laborales, afectando tanto la salud y bienestar de los trabajadores como la productividad y la competitividad empresarial (1,8).

Investigaciones recientes han identificado múltiples causas de accidentalidad en el sector del calzado, entre ellas la sobrecarga mental, el estrés laboral

crónico, la falta de capacitación, el mantenimiento inadecuado de equipos y la ausencia de sistemas de control y seguridad efectivos en las áreas de producción (5). Además, la exposición prolongada a solventes y adhesivos industriales puede generar afecciones respiratorias, dermatológicas y neurológicas, mientras que las deficiencias ergonómicas han sido asociadas a una elevada prevalencia de trastornos musculoesqueléticos en labores de corte, aparado y costura (4,6,9).

Un obstáculo adicional lo constituye la carencia de datos confiables y actualizados sobre la incidencia real de los accidentes y enfermedades laborales en el sector. El subregistro de siniestros es especialmente elevado en las microempresas y el sector informal, lo que dificulta la elaboración de políticas públicas basadas en evidencia y la evaluación de la efectividad de los programas de prevención implementados (10).

En el contexto internacional, estudios realizados en España, Perú y Ecuador han documentado problemáticas similares, señalando la exposición a solventes orgánicos, la ocurrencia de trastornos musculoesqueléticos y los accidentes mecánicos como riesgos prioritarios (11-13). No obstante, en Colombia, la evidencia científica sobre las causas específicas de accidentalidad en la industria del calzado sigue siendo fragmentada y dispersa, lo cual limita el desarrollo de estrategias preventivas eficaces y contextualizadas.

Ante esta situación, surge la hipótesis de que los accidentes laborales más frecuentes en la industria colombiana del calzado están asociados principalmente a deficiencias en la implementación del SG-SST, factores ergonómicos y exposición química prolongada, condicionados por las limitaciones estructurales propias de las MiPymes. Por tanto, la presente revisión sistemática tiene como objetivo general identificar las causas más frecuentes de los accidentes laborales en la industria del calzado en Colombia durante el período 2010-2024, mediante la recopilación y análisis de la literatura científica y técnica disponible. De manera específica, se busca:



- Diseñar un protocolo de búsqueda de información basado en la estrategia PRISMA.
- Identificar los factores de riesgo psicosociales, ergonómicos, físicos, químicos, biológicos, mecánicos y locativos.
- Proponer estrategias de mitigación fundamentadas en la evidencia científica.

La importancia e impacto de este estudio radican en la posibilidad de proveer información consolidada y actualizada que sirva de base para la formulación de políticas públicas, programas empresariales de prevención y estrategias de mejora continua en seguridad laboral. Asimismo, los resultados pueden fortalecer la competitividad del sector al promover entornos laborales seguros y sostenibles, en consonancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente el ODS 8 sobre trabajo decente y crecimiento económico.

MARCO TEÓRICO

La industria del calzado en Colombia constituye un sector clave para la economía nacional debido a su contribución al Producto Interno Bruto (PIB) y su capacidad de generar empleo formal e informal. Este sector, integrado mayoritariamente por micro, pequeñas y medianas empresas (MiPymes), enfrenta importantes desafíos en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo SST, principalmente por la limitada implementación de sistemas de gestión adecuados y la escasez de recursos técnicos y financieros (1).

El marco normativo colombiano, encabezado por el Decreto 1072 de 2015 y la Resolución 0312 de 2019, establece los estándares mínimos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), buscando garantizar ambientes laborales seguros y saludables (14). Sin embargo, su adopción ha sido desigual, especialmente en las MiPymes, donde persisten vacíos en conocimiento y aplicación práctica (15).

Diversos estudios coinciden en que los factores ergonómicos, la deficiente capacitación y el mantenimiento inadecuado de maquinaria son

causas recurrentes de accidentes en el sector (4,5). Investigaciones recientes destacan la importancia de la adopción de normas internacionales como la ISO 45001 y de estrategias preventivas orientadas a la cultura de seguridad y la formación continua de los trabajadores (6,7).

Los riesgos laborales identificados incluyen componentes ergonómicos, mecánicos, químicos y psicosociales, que se derivan de las condiciones de producción propias del calzado. Estos riesgos demandan una gestión integral que combine la evaluación sistemática de peligros con la aplicación de la jerarquía de controles, priorizando la eliminación o sustitución de riesgos antes de recurrir a equipos de protección personal (8,9).

En este contexto, el fortalecimiento de la cultura de seguridad, la capacitación constante y la vigilancia epidemiológica ocupacional son estrategias esenciales para disminuir la siniestralidad y mejorar el bienestar de los trabajadores (10,11). Asimismo, se resalta el papel de la ergonomía participativa, que promueve la inclusión de los trabajadores en la identificación y resolución de problemas de seguridad, especialmente en entornos con recursos limitados (12).

Por otro lado, la relación entre SST y productividad se ha consolidado como un eje estratégico en la sostenibilidad del sector, dado que la protección de la salud del trabajador se traduce en mayor eficiencia, menor ausentismo y mejor calidad del producto final (13). Este enfoque se complementa con la responsabilidad social empresarial (RSE), la resiliencia organizacional y la gestión del conocimiento, elementos que fortalecen la capacidad adaptativa y el aprendizaje continuo frente a los riesgos emergentes (14-16).

En suma, la seguridad y salud ocupacional en la industria del calzado colombiana requiere una visión sistémica que articule las dimensiones legales, organizacionales, humanas y tecnológicas. La implementación efectiva del SG-SST, la consolidación de una cultura preventiva y la incorporación de prácticas de mejora continua constituyen los pilares para avanzar hacia entornos laborales más seguros, sostenibles y productivos.



METODOLOGÍA

Diseño del Estudio

Se ejecutó una revisión sistemática de la literatura científica y técnica siguiendo rigurosamente las directrices establecidas en la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) en su versión actualizada. Este enfoque metodológico permite identificar, evaluar críticamente y sintetizar de manera exhaustiva y sistemática todos los estudios relevantes sobre las causas de accidentes laborales en la industria del calzado en Colombia, garantizando transparencia, reproducibilidad y minimización de sesgos en el proceso de revisión.

Estrategia de Búsqueda Bibliográfica

La búsqueda bibliográfica se realizó durante el período comprendido entre marzo y agosto de 2024, utilizando las siguientes bases de datos electrónicas y fuentes de información: bases de datos académicas internacionales (PubMed, Scopus, ScienceDirect), bases de datos regionales (Google Scholar, SciELO), repositorios institucionales de universidades colombianas, fuentes gubernamentales (Ministerio del Trabajo, Ministerio de Salud y Protección Social, Federación de Aseguradores Colombianos - FASECOLDA) y literatura gris especializada (tesis de grado, informes técnicos, estudios sectoriales).

Los términos de búsqueda empleados en español fueron: "accidentes laborales", "sector calzado", "riesgos ocupacionales", "industria del calzado", "Colombia", "seguridad laboral", "salud ocupacional", "manufactura de calzado", "trastornos musculoesqueléticos", "exposición química" y "Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo". Los términos en inglés incluyeron: "occupational accidents", "footwear industry", "occupational risks", "Colombia", "shoe manufacturing", "workplace safety", "occupational health", "musculoskeletal disorders" y "chemical exposure". Los términos se combinaron estratégicamente mediante operadores booleanos

(AND, OR, NOT) para optimizar la sensibilidad y especificidad de los resultados de búsqueda.

Criterios de Selección

Los criterios de inclusión contemplaron: estudios publicados entre 2010 y 2024; investigaciones enfocadas específicamente en la industria del calzado en Colombia o con datos comparativos aplicables al contexto colombiano; idiomas español e inglés; temática relacionada con accidentes laborales, riesgos ocupacionales, factores de riesgo específicos o implementación de sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo en la industria del calzado; fuentes primarias y secundarias con rigor científico o técnico demostrable; y documentos disponibles en texto completo.

Los criterios de exclusión comprendieron: estudios publicados antes de 2010 o después de 2024; investigaciones no relacionadas específicamente con la industria del calzado o sectores manufactureros no comparables; artículos de opinión, editoriales o cartas al editor sin datos empíricos; publicaciones duplicadas; estudios con metodología poco clara, no especificada o con alto riesgo de sesgo; y documentos en idiomas distintos al español o inglés.

Proceso de Selección de Estudios

El proceso de selección siguió cuatro fases secuenciales según el protocolo PRISMA. En la fase de identificación, se realizó una búsqueda exhaustiva en todas las fuentes mencionadas, identificando inicialmente 156 registros. Durante la fase de cribado, dos revisores independientes evaluaron títulos y resúmenes de todos los documentos identificados, eliminándose 89 registros por no cumplir criterios de inclusión. En la fase de elegibilidad, se revisó el texto completo de 67 documentos potencialmente elegibles, excluyéndose 32 estudios adicionales por metodología inadecuada (n=12), datos insuficientes (n=10), duplicados (n=6) y estudios fuera del período establecido (n=4). Finalmente, en la fase de inclusión, 35 estudios cumplieron todos los criterios establecidos y fueron incorporados en el análisis sistemático.

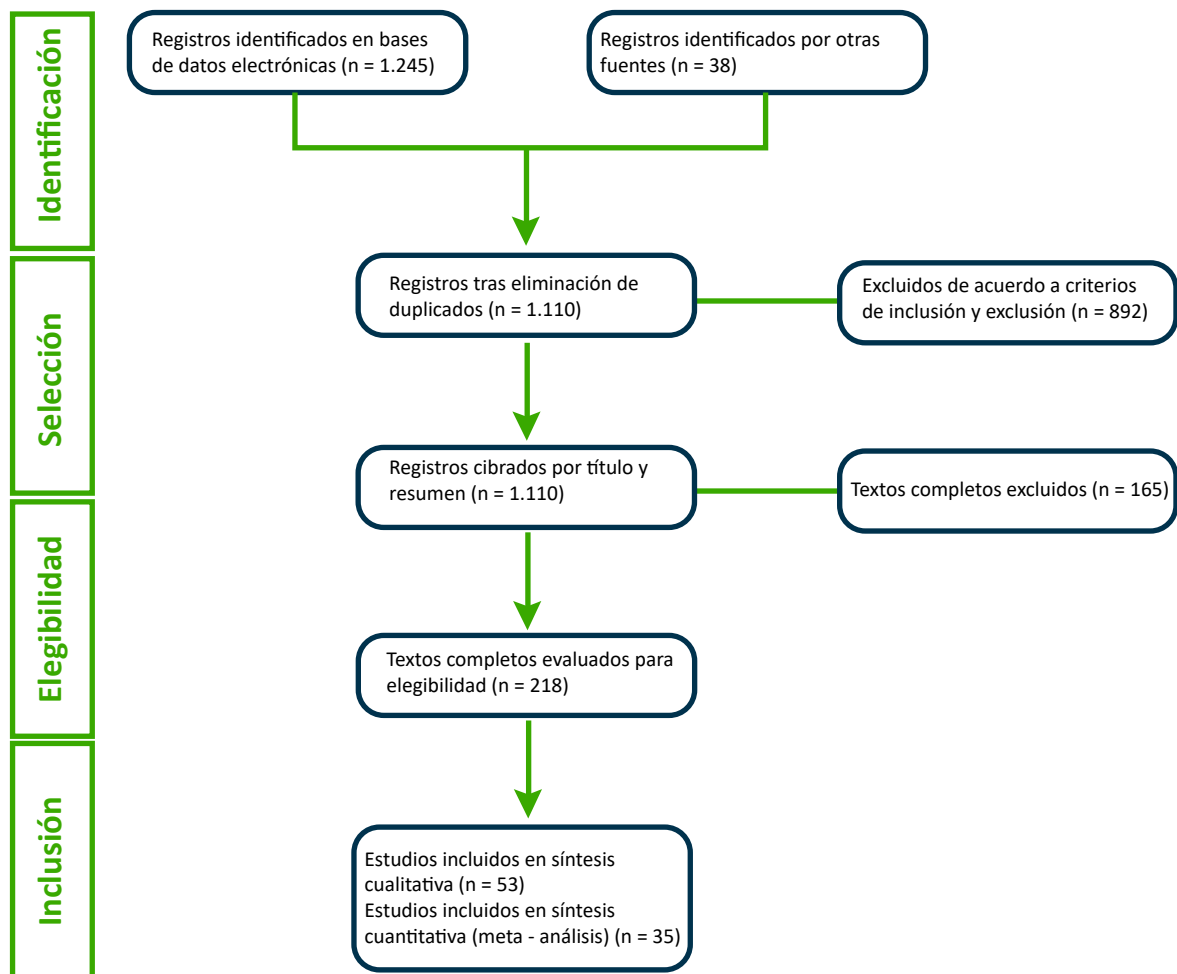


Extracción y Análisis de Datos

Se diseñó una matriz de extracción de datos estandarizada que incluyó: información bibliográfica completa, tipo de estudio y metodología empleada, objetivos de la investigación, características de la población y muestra, factores de riesgo identificados clasificados por categoría, principales hallazgos sobre causas de accidentes, medidas preventivas propuestas y limitaciones metodológicas del estudio. La extracción fue realizada independientemente por dos investigadores, con resolución de discrepancias mediante consenso y consulta a un tercer evaluador cuando fue necesario.

La calidad metodológica de los estudios incluidos se evaluó utilizando herramientas apropiadas según el diseño: escala Newcastle-Ottawa para estudios observacionales, herramienta STROBE para estudios transversales y lista de verificación PRISMA para revisiones sistemáticas. Se realizó una síntesis narrativa estructurada de los hallazgos, organizando la información por categorías de factores de riesgo: químicos, ergonómicos, mecánicos, físicos, locativos, psicosociales y biológicos. Los datos cuantitativos se presentaron de forma descriptiva, no siendo posible realizar metaanálisis debido a la heterogeneidad metodológica de los estudios incluidos.

Figura 1. Flujograma de los pasos realizados.



Fuente: Construcción propia



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Selección y Características de los Estudios

La búsqueda de literatura identificó 156 registros en total. Tras aplicar el protocolo PRISMA completo, se incluyeron 35 estudios en la revisión final. La distribución por tipo de publicación mostró predominio de literatura gris (tesis de grado y trabajos de investigación en repositorios institucionales, $n=22$, 62,9%), seguida por artículos científicos publicados en revistas indexadas ($n=8$, 22,9%) e informes técnicos sectoriales ($n=5$, 14,2%).

La distribución temporal evidenció incremento sostenido en la producción científica sobre la temática: período 2010-2014 ($n=5$, 14,3%), período 2015-2019 ($n=12$, 34,3%) y período 2020-2024 ($n=18$, 51,4%). Geográficamente, los estudios se concentraron en las principales regiones: Bogotá y Cundinamarca ($n=14$, 40%), Bucaramanga y Santander ($n=9$, 25,7%), Cali y Valle del Cauca ($n=6$, 17,1%) y otros departamentos ($n=6$, 17,1%).

Respecto al tamaño empresarial, la distribución fue: microempresas ($n=15$, 42,9%), pequeñas empresas ($n=12$, 34,3%), medianas empresas ($n=6$, 17,1%) y grandes empresas ($n=2$, 5,7%). La metodología predominante fue cualitativa-descriptiva ($n=20$, 57,1%), seguida por métodos mixtos ($n=10$, 28,6%) y estudios cuantitativos ($n=5$, 14,3%).

Factores de Riesgo Identificados

Riesgos Ergonómicos

Los riesgos ergonómicos constituyeron la categoría más prevalente, siendo mencionados en 31 de los 35 estudios analizados (88,6%). Las posturas forzadas fueron identificadas en 28 estudios (80%), caracterizándose por posiciones incómodas sostenidas durante períodos prolongados superiores a tres horas continuas en operaciones de costura, armado y ensamble. Las posturas críticas más documentadas incluyen flexión del tronco, elevación de brazos por encima de los hombros y sedestación

prolongada sin pausas activas programadas (5). Los movimientos repetitivos fueron reportados en 29 estudios (82,9%), evidenciándose que las tareas de corte, costura, remallado y pegado implican ciclos de trabajo repetitivos de alta frecuencia, estimándose entre 10.000 y 20.000 movimientos por jornada laboral (9). Esta exposición se asocia directamente con trastornos musculoesqueléticos, afectando principalmente extremidades superiores, región cervical y columna dorsolumbar.

La manipulación manual de cargas fue identificada en 18 estudios (51,4%), documentándose transporte de materias primas, productos en proceso y productos terminados sin ayudas mecánicas, frecuentemente superando los 25 kilogramos recomendados por normativas ergonómicas. Diez estudios cuantitativos reportaron prevalencias de trastornos musculoesqueléticos entre 52,9% y 87,1%, siendo las zonas corporales más afectadas: tronco y espalda (65,4%), extremidades superiores (40-50%) y extremidades inferiores (20-25%). La lumbalgia constituyó el trastorno más frecuente, afectando al 25,1% de trabajadores diagnosticados con trastornos musculoesqueléticos (9).

Riesgos Químicos

La exposición a sustancias químicas representó el segundo factor de riesgo más frecuente, siendo mencionado en 27 de los 35 estudios (77,1%). Las sustancias químicas identificadas con mayor frecuencia fueron: tolueno (mencionado en 24 estudios), hexano (22 estudios), acetato de etilo (20 estudios), acetona (21 estudios), hidrocarburos aromáticos (18 estudios) y metil etil cetona (15 estudios). Los procesos de mayor exposición incluyen aplicación de adhesivos, donde el 100% de los trabajadores de áreas de ensamble se encuentran expuestos, limpieza de superficies pre-pegado, acabados y tratamientos superficiales, así como limpieza de herramientas y equipos (4).

Los efectos agudos en salud reportados comprenden irritación de vías respiratorias superiores e inferiores, cefaleas y mareos, náuseas y dermatitis de contacto.



Los efectos crónicos documentados incluyen enfermedades respiratorias, hepatotoxicidad y neuropatía periférica por n-hexano. Las deficiencias en control identificadas abarcan ausencia de ventilación adecuada en 24 estudios (68,6%), no uso o uso inadecuado de equipos de protección personal respiratoria en 26 estudios (74,3%) y desconocimiento de Fichas de Datos de Seguridad en 21 estudios (60%) (4, 20).

Riesgos Mecánicos

Los riesgos mecánicos fueron mencionados en 26 de los 35 estudios (74,3%). La distribución de tipos de accidentes mecánicos mostró: golpes (22% de accidentes reportados), cortes y laceraciones (18%), atrapamientos (12%), proyección de partículas (8%) y quemaduras térmicas (6%). La maquinaria más frecuentemente involucrada incluye troqueladoras y cortadoras industriales, máquinas de coser industriales de alta velocidad, prensas de calor y vulcanizado, así como pulidoras y lijadoras (16).

Las causas identificadas comprenden falta de guardas de seguridad en maquinaria (mencionada en 23 estudios, 65,7%), mantenimiento inadecuado o inexistente de equipos (19 estudios, 54,3%), operación sin capacitación específica (22 estudios, 62,9%), fatiga del operario (11 estudios) y procedimientos de trabajo inseguros (17 estudios).

Riesgos Locativos

Los riesgos locativos fueron mencionados en 20 de los 35 estudios (57,1%). Las caídas representan aproximadamente el 19% de los accidentes totales según estudios cuantitativos incluidos. Las causas principales documentadas incluyen pisos resbaladizos por adhesivos o aceites industriales (15 estudios), objetos en el suelo que obstruyen circulación (13 estudios), escaleras sin pasamanos o en mal estado (9 estudios) y desniveles no señalizados (8 estudios). Las condiciones deficientes de infraestructura identificadas comprenden iluminación deficiente (18 estudios, 51,4%), espacios reducidos que dificultan circulación (16 estudios) y

almacenamiento inadecuado de materiales (14 estudios) (8).

Riesgos Físicos, Psicosociales y Biológicos

Los riesgos físicos fueron mencionados en 19 estudios (54,3%), destacando exposición a ruido de maquinaria industrial, temperaturas elevadas en áreas de vulcanizado, iluminación insuficiente para tareas de precisión y vibraciones por herramientas. Los riesgos psicosociales fueron identificados en 17 estudios (48,6%), incluyendo sobrecarga laboral, jornadas excesivas, inestabilidad laboral y clima organizacional inadecuado. Los riesgos biológicos fueron la categoría menos documentada, mencionándose en 8 estudios (22,9%), relacionados con exposición a microorganismos en ambientes húmedos con ventilación deficiente.

Implementación del SG-SST

Veintitrés estudios (65,7%) evaluaron el nivel de implementación del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, evidenciándose que solo el 40% de empresas implementan programas preventivos de manera efectiva. El 73,9% de microempresas no cuentan con SG-SST estructurado, mientras que el 55,6% de pequeñas empresas presentan implementación parcial. El cumplimiento promedio de estándares mínimos establecidos en la Resolución 0312 de 2019 oscila entre 35-45% en microempresas y 60-70% en pequeñas empresas (1,3).

Las principales barreras para implementación identificadas fueron: recursos financieros limitados (28 estudios, 80%), falta de conocimiento técnico especializado (25 estudios, 71,4%), ausencia de compromiso gerencial (20 estudios, 57,1%), alta informalidad del sector (18 estudios, 51,4%) y presión competitiva que prioriza reducción de costos sobre inversión en seguridad (15 estudios, 42,9%).

Hallazgos Principales y Comparación con Evidencia Internacional



La presente revisión sistemática identificó que los accidentes laborales en el sector del calzado colombiano constituyen fenómenos de etiología multifactorial, donde convergen simultáneamente riesgos ergonómicos, químicos, mecánicos, físicos, locativos, psicosociales y biológicos. Los riesgos ergonómicos emergieron como la categoría más prevalente (88,6% de estudios), seguidos por los químicos (77,1%) y mecánicos (74,3%), hallazgo consistente con la naturaleza intensiva en mano de obra y procesos manuales característicos de la fabricación de calzado.

La alta prevalencia de trastornos musculoesqueléticos (52,9-87,1%) resulta particularmente preocupante desde perspectivas de salud pública ocupacional y es coherente con estudios internacionales en sectores manufactureros similares. La lumbalgia como el trastorno más frecuente (25,1%) refleja las demandas físicas del trabajo en calzado, caracterizado por posturas sostenidas, manipulación de cargas y movimientos repetitivos de alta frecuencia. Estos hallazgos son consistentes con investigaciones realizadas por Poveda y Villalta (9) en Ecuador y estudios europeos en el sector manufacturero del calzado.

La exposición a sustancias químicas neurotóxicas representa un riesgo crítico con potencial de daño irreversible. La presencia de n-hexano en adhesivos, aunque mencionada en 8 estudios (22,9%), carece de datos epidemiológicos sobre prevalencia de neuropatía en Colombia, evidenciando una brecha crítica en vigilancia epidemiológica ocupacional. Este hallazgo contrasta significativamente con la extensa documentación internacional sobre neuropatía por solventes en trabajadores del calzado en regiones asiáticas y europeas, sugiriendo posible subregistro o subdiagnóstico de esta patología en el contexto colombiano (4).

Baja Implementación del SG-SST en MiPymes

Un hallazgo crítico es que únicamente el 40% de empresas implementan programas preventivos de manera efectiva, con implementación aún menor en

microempresas (26,1% según estudios analizados). Esta brecha entre normatividad vigente y práctica empresarial es consistente con lo reportado por Rueda (1) y Galindo y Molina (3), quienes identificaron como barreras principales: recursos financieros limitados, desconocimiento técnico especializado y ausencia de compromiso gerencial visible.

La alta proporción de estudios provenientes de literatura gris (62,9%) versus artículos científicos en revistas indexadas (22,9%) refleja una realidad sectorial: la investigación es mayormente académica, realizada como requisito de grado, y raramente se traduce en publicaciones científicas de amplio alcance internacional. Esta situación limita significativamente la visibilidad del conocimiento generado y la transferencia efectiva hacia tomadores de decisiones empresariales y diseñadores de políticas públicas.

Implicaciones para Política y Práctica

Los resultados sugieren la necesidad imperiosa de estrategias multinivel para abordar integralmente la problemática identificada. A nivel técnico, se requiere sustitución progresiva de químicos peligrosos por alternativas más seguras, implementación de mejoras ergonómicas sustantivas y controles de ingeniería efectivos, particularmente sistemas de ventilación local exhaustiva. La persistencia en el uso de solventes neurotóxicos cuando existen alternativas más seguras evidencia una brecha significativa entre conocimiento científico disponible y práctica industrial cotidiana.

A nivel organizacional, se necesita fortalecimiento sustantivo de programas de capacitación, desarrollo de cultura organizacional de seguridad, implementación efectiva del SG-SST que trascienda el cumplimiento documental y asignación de recursos específicos y suficientes para gestión de seguridad y salud ocupacional. A nivel estructural y de política pública, se requiere promoción de formalización laboral, apoyo diferenciado y específico para MiPymes mediante asistencia técnica



y esquemas de incentivos, fortalecimiento de la capacidad inspectiva estatal, regulación específica para solventes neurotóxicos similar a normativas europeas y sistemas robustos de información que desagreguen accidentalidad por subsectores productivos.

Fortalezas y Limitaciones

Las fortalezas del presente estudio incluyen ser la primera revisión sistemática con protocolo PRISMA riguroso sobre causas de accidentalidad en sector calzado colombiano para el período 2010-2024, búsqueda exhaustiva en múltiples bases de datos y literatura gris, análisis integral de múltiples categorías de riesgos e inclusión de perspectivas de diferentes regiones productoras nacionales.

Las limitaciones comprenden predominio de estudios de diseño descriptivo/transversal que limitan inferencia causal, alta heterogeneidad metodológica que impidió realizar metaanálisis cuantitativo, predominio de literatura gris con calidad metodológica variable, posible sesgo de publicación, subregistro probable de accidentes especialmente en sector informal, ausencia de datos epidemiológicos robustos sobre enfermedades específicas y generalización limitada a empresas formales, con sector informal escasamente representado.

Recomendaciones para Investigación Futura

Los hallazgos evidencian necesidad de estudios epidemiológicos cuantitativos sobre prevalencia de neuropatía por solventes, incidencia de trastornos musculoesqueléticos por puesto de trabajo específico e identificación de factores de riesgo asociados mediante diseños analíticos. Se requiere investigación en higiene industrial con mediciones ambientales sistemáticas de químicos y evaluaciones ergonómicas cuantitativas mediante métodos estandarizados. Los estudios de intervención deben evaluar rigurosamente la efectividad de sustitución de solventes, programas ergonómicos participativos y capacitaciones. La investigación cualitativa

profunda debe explorar barreras y facilitadores para adopción de SG-SST en MiPymes y cultura organizacional de seguridad. Finalmente, se necesitan análisis económicos de costo-beneficio de intervenciones preventivas e impacto económico de la formalización laboral.

CONCLUSIONES

Los accidentes laborales en el sector del calzado en Colombia durante el período 2010-2024 constituyen fenómenos de etiología multifactorial donde predominan riesgos ergonómicos, evidenciados por prevalencia de trastornos musculoesqueléticos entre 52,9% y 87,1%; riesgos químicos, caracterizados por exposición universal a solventes neurotóxicos en trabajadores de ensamble; y riesgos mecánicos, responsables del 22% de accidentes por impactos y 18% por cortes y laceraciones.

Las microempresas y pequeñas empresas, que constituyen el 80% del sector productivo, enfrentan dificultades significativas en la implementación efectiva del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo debido a limitaciones económicas estructurales (80% de casos), carencias en capacitación técnica especializada (62,9%) y ausencia de compromiso gerencial visible. Solo el 40% de empresas implementan programas preventivos de manera efectiva, evidenciándose cumplimiento promedio de estándares mínimos entre 35-45% en microempresas.

La revisión sistemática bajo protocolo PRISMA permitió consolidar evidencia dispersa, identificando brechas críticas: ausencia de datos epidemiológicos sobre neuropatía por solventes en Colombia, subregistro sustancial de accidentes en sector informal estimado entre 60-70% del total, limitada publicación científica en revistas indexadas y deficiencias en sistemas de vigilancia epidemiológica ocupacional específica del sector.

Se requieren estrategias de mitigación contextualizadas al entorno colombiano que



incluyan: sustitución progresiva y regulada de adhesivos con solventes neurotóxicos por alternativas base agua; implementación de ergonomía participativa con pausas activas programadas y rotación sistemática de tareas; mejoras sustantivas en ventilación local exhaustiva y dotación apropiada de equipos de protección personal respiratoria; fortalecimiento de programas de capacitación específica en riesgos sectoriales; apoyo institucional diferenciado para MiPymes mediante asistencia técnica y esquemas de incentivos fiscales; desarrollo de cultura organizacional de seguridad con compromiso gerencial demostrable; y fortalecimiento de sistemas de información epidemiológica que permitan caracterización precisa de accidentalidad sectorial.

La inversión en seguridad y salud ocupacional debe conceptualizarse no como costo operativo sino como estrategia empresarial para mejorar productividad sostenible, calidad del producto, retención de talento humano y competitividad sectorial. La brecha entre legislación existente y práctica empresarial requiere abordajes integrales que consideren realidades económicas y organizacionales de MiPymes, promuevan formalización laboral progresiva y fortalezcan sustantivamente la capacidad inspectiva estatal.

Este estudio aporta una base científica sólida para futuras investigaciones epidemiológicas analíticas, evaluaciones rigurosas de intervenciones y formulación de políticas públicas diferenciadas que protejan efectivamente la salud de aproximadamente 140.000 trabajadores formales y estimados 300.000-350.000 trabajadores informales del sector del calzado en Colombia.

REFERENCIAS

1. Rueda L. Análisis del impacto socioeconómico del sector calzado en Colombia. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2022.
2. Ardila G, López J, Salazar P. Estructura productiva y retos de las MiPymes del sector manufacturero colombiano. *Rev Econ Desarro.* 2022;33(2):45–58.
3. Galindo F, Molina C. Gestión de riesgos laborales y certificación ISO 45001 en la industria del calzado colombiana. *Rev Gest Emp.* 2022;14(3):67–79.
4. Torres M, Castillo J, Navarro D. Exposición ocupacional a sustancias químicas en el sector calzado. *Rev Salud Ocup Lat Am.* 2021;9(2):22–34.
5. Ahumada R. Ergonomía cognitiva y factores humanos en entornos industriales del calzado. *Rev Segur Ind.* 2020;15(1):12–25.
6. Herrera J, Pino L. Evaluación de riesgos mecánicos y ergonómicos en microempresas de calzado del Valle del Cauca. *Rev Cienc Trab.* 2020;22(3):41–56.
7. Ministerio del Trabajo (Colombia). Decreto 1072 de 2015 y Resolución 0312 de 2019. Bogotá: Mintrabajo; 2019.
8. Campo E, Ruiz J, Pérez A. Capacitación y cultura de seguridad en el sector calzado: un enfoque preventivo. *Rev Prev Riesgos.* 2021;13(4):88–97.
9. Poveda C, Villalta R. Trastornos musculoesqueléticos en trabajadores del sector manufacturero del calzado. *Rev Salud Ocup.* 2020;11(2):33–44.
10. Agudelo M. Vigilancia epidemiológica y subregistro de accidentes laborales en MiPymes colombianas. *Rev Salud Pública.* 2021;23(1):99–110.
11. Tortosa L. Riesgos laborales en la industria del calzado española: una revisión documental. *Rev Esp Salud Ocup.* 2020;18(2):58–70.
12. Cajusol P, León D. Condiciones de trabajo y exposición a solventes en la industria del calzado peruano. *Rev Peru Med Trab.* 2022;5(1):21–33.
13. Velastegui G. Accidentes laborales en talleres de calzado ecuatorianos: diagnóstico y estrategias preventivas. *Rev And Salud Ind.* 2020;7(1):45–59.
14. Congreso de Colombia. Decreto 1072 de 2015: Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo. Diario Oficial No. 49.523, Bogotá; 2015.
15. Trujillo M, Cárdenas P. Cumplimiento normativo del SG-SST en las MiPymes del sector manufacturero colombiano. *Rev Salud Ocup.* 2022;24(3):155–162.



16. Herrera D, Pino F. Incidencia del mantenimiento y la capacitación en la accidentalidad laboral en el sector del calzado colombiano. *Rev Ing Ind.* 2020;18(1):34–48.
17. Campo S, López R, Marín L. Estrategias para la prevención de caídas en puntos de venta del sector calzado. *Rev Segur Trab.* 2021;30(2):78–90.
18. Torres A, Mejía C, Castaño J. Sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo: enfoque aplicado al sector manufacturero colombiano. *Rev Tec Sal Ocup.* 2021;15(2):88–102.
19. Esteban R. Aplicación de la ergonomía participativa en las MiPymes colombianas del sector calzado. *Rev Prev Riesgos.* 2023;27(1):22–35.