ISSN: 2602-8085
Vol. 10 No. 4, pp. 205 – 223, octubre - diciembre 2026
Revista Multidisciplinar
Artículo Original

www.cienciadigital.org

Exposición a riesgos ergonómicos y su asociación con síntomas musculoesqueléticos en operadores de maquinaria pesada

Ergonomic risk exposure and its association with musculoskeletal symptoms in heavy machinery operators

1 Cristhian Leodan Fajardo Maigua https://orcid.org/0009-0008-0413-1055
Universidad Tecnológica Indoamérica (UTI), Ambato, Ecuador. Maestría en Seguridad, Salud e Higiene Industrial
cristhian.fajardo09@gmail.com

2 Alexis Sebastián Chanatasig Rubio https://orcid.org/0009-0004-6301-6701
Universidad Tecnológica Indoamérica (UTI), Ambato, Ecuador.
gerencia@ecugest.com

Artículo de Investigación Científica y Tecnológica
Enviado: 10/06/2026
Revisado: 18/09/2026
Aceptado: 21/10/2026
Publicado: 11/11/2026
DOI: https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v10i4.3825

Cítese: Fajardo Maigua, C. L., & Chanatasig Rubio, A. S. (2026). Exposición a riesgos ergonómicos y su asociación con síntomas musculoesqueléticos en operadores de maquinaria pesada. Ciencia Digital, 10(4), 205-223. https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v10i4.3825

CIENCIA DIGITAL, es una revista multidisciplinaria, trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. https://cienciadigital.org

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec.

Esta revista está protegida bajo una licencia *Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 International.* Copia de la licencia: https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es .

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia:
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: 2602-8085
Vol. 10 No. 4, pp. 205 – 223, octubre - diciembre 2026
Revista Multidisciplinar
Artículo Original

www.cienciadigital.org

Palabras claves: Riesgos ergonómicos; síntomas musculoesqueléticos; operadores de maquinaria pesada; cuestionario Nórdico; método REBA.

Resumen: Introducción. Los trastornos musculoesqueléticos constituyen un problema relevante de salud ocupacional entre los operadores de maquinaria pesada, debido a la adopción de posturas forzadas, la sedestación prolongada y las exigencias biomecánicas propias de las actividades de obra vial. **Objetivo.** Analizar la asociación entre la exposición a riesgos ergonómicos y la presencia de síntomas musculoesqueléticos en operadores de maquinaria pesada. **Metodología.** Se realizó un estudio cuantitativo, no experimental, transversal, de alcance descriptivo y correlacional. Se efectuó un censo de 36 operadores mediante el Cuestionario Nórdico de Síntomas Musculoesqueléticos. Posteriormente, se evaluaron 12 puestos de operación mediante el método REBA y el análisis angular con el software Kinovea. La selección de estos puestos fue intencional y priorizó a los operadores que reportaron mayor afectación corporal. La asociación entre la puntuación REBA y la presencia de síntomas musculoesqueléticos se evaluó mediante el coeficiente de correlación por rangos de Spearman y una prueba de permutación exacta, con un nivel de significancia de $\alpha = 0{,}05$. **Resultados.** El 75,00 % de los operadores reportó síntomas musculoesqueléticos. La dorsal/lumbar presentó la mayor frecuencia de molestias (61,11 %), seguida de los hombros (36,11 %). En la evaluación mediante el método REBA, el 83,33 % de las posturas analizadas presentó un nivel de riesgo medio que requiere intervención correctiva. El análisis inferencial no evidenció una asociación estadísticamente significativa entre la puntuación REBA y la presencia de síntomas musculoesqueléticos ($r_s = -0{,}103$; $p = 0{,}970$). **Conclusión.** Se identificó una elevada frecuencia de síntomas musculoesqueléticos, especialmente en la región dorsal/lumbar y los hombros, junto con un nivel de riesgo ergonómico postural medio en la mayoría de las posturas evaluadas. Estos hallazgos respaldan la necesidad de implementar mejoras ergonómicas en los asientos y controles de la maquinaria, establecer pausas activas programadas y fortalecer la vigilancia de la salud osteomuscular, considerando un enfoque preventivo multifactorial. **Área de estudio general:** Seguridad y Salud en el Trabajo. **Área de estudio específica:** Ergonomía laboral. **Tipo de estudio:** Artículo original.

Keywords: Ergonomic risks;

Abstract: Introduction. Musculoskeletal disorders are a significant occupational health concern among heavy machinery operators due

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: 2602-8085
Vol. 10 No. 4, pp. 205 – 223, octubre - diciembre 2026
Revista Multidisciplinar
Artículo Original
www.cienciadigital.org

musculoskeletal symptoms; heavy machinery operators; Nordic questionnaire; REBA method.

to awkward postures, prolonged sitting, and the biomechanical demands associated with road construction activities. **Objective.** To analyze the association between exposure to ergonomic risks and the presence of musculoskeletal symptoms among heavy machinery operators. **Methodology.** A quantitative, non-experimental, cross-sectional study with a descriptive and correlational scope was conducted. A census of 36 operators was conducted using the Nordic Musculoskeletal Questionnaire. Subsequently, 12 operating workstations were assessed using the Rapid Entire Body Assessment (REBA) method and angular analysis with Kinovea software. These workstations were selected purposively, prioritizing operators who reported greater bodily discomfort. The association between REBA scores and the presence of musculoskeletal symptoms was examined using Spearman's rank correlation coefficient and an exact permutation test, with a significance level of $\alpha = 0{,}05$. **Results.** Overall, 75.00 % of the operators reported musculoskeletal symptoms. The dorsal/lumbar region had the highest frequency of complaints (61.11 %), followed by the shoulders (36.11 %). The REBA assessment indicated that 83.33 % of the postures analyzed presented a medium level of risk requiring corrective action. The inferential analysis revealed no statistically significant association between REBA scores and the presence of musculoskeletal symptoms ($r_s = -0{,}103$; $p = 0{,}970$). **Conclusion.** A high frequency of musculoskeletal symptoms was identified, particularly in the dorsal/lumbar region and shoulders, alongside a medium level of postural ergonomic risk in most of the postures assessed. These findings support the implementation of ergonomic improvements to machinery seats and controls, scheduled active breaks, and strengthened musculoskeletal health surveillance within a multifactorial preventive approach. **General Area of Study:** Occupational Health and Safety. **Specific area of study:** Occupational Ergonomics. **Type of study:** Original articles.

1. Introducción

Los Trastornos Musculoesqueléticos (TME) constituyen un problema relevante para la salud de las personas y para la gestión de la seguridad y salud en el trabajo, debido a sus repercusiones sobre la capacidad funcional y el desempeño de las actividades cotidianas y laborales. La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021) a partir de esti-

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Ciencia Digital
ISSN: 2602-8085
Vol. 10 No. 4, pp. 205 – 223, octubre - diciembre 2026
Revista Multidisciplinar
Artículo Original
www.cienciadigital.org

maciones del estudio de la carga mundial de morbilidad de 2019, señala que aproximadamente 1710 millones de personas viven con afecciones musculoesqueléticas. Esta cifra comprende diferentes condiciones de salud y no corresponde exclusivamente a enfermedades de origen laboral. En el ámbito ocupacional, su estudio requiere diferenciar los síntomas referidos por los trabajadores, los diagnósticos clínicos y las enfermedades profesionales formalmente reconocidas.

La importancia laboral de esta problemática también se refleja en los registros de lesiones y enfermedades que ocasionan ausencias del trabajo. Bhattacharya (2014) señaló que entre 1992 y 2010, los TME representaron entre el 29 % y el 35 % de las lesiones y enfermedades ocupacionales con días de ausencia en Estados Unidos. Por su parte, el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, 2022) indicó que alrededor del 60 % de las personas con problemas de salud relacionados con el trabajo consideraban los TME como su principal problema. Aunque estos antecedentes corresponden a contextos y periodos específicos, permiten reconocer la importancia de estudiar las condiciones ergonómicas y las manifestaciones musculoesqueléticas en diferentes grupos laborales.

En la conducción profesional, Joseph et al. (2020) realizaron una revisión sistemática de 56 estudios que incluyeron a 18 882 conductores de 23 países. Encontraron prevalencias de dolor musculoesquelético entre el 43,1 % y el 93 %, con afectación frecuente de la región lumbar, el cuello, los hombros y la espalda superior. De manera complementaria, Tahernejad et al. (2024) mediante una revisión sistemática y metaanálisis de 15 estudios con 2662 conductores de camiones, estimaron una prevalencia combinada de TME del 61,75 %. Estos antecedentes evidencian la magnitud del problema en actividades de conducción, aunque sus resultados no pueden extrapolarse directamente a todos los operadores de maquinaria pesada.

Además de describir la frecuencia de molestias, algunas investigaciones han examinado factores asociados con su presencia. Raza et al. (2024) evaluaron a 48 conductores de vehículos pesados y encontraron que el dolor lumbar se asociaba significativamente con mayor edad, posturas desfavorables y sistemas de suspensión deficientes. Estos hallazgos respaldan la necesidad de considerar tanto las características individuales como las condiciones del puesto durante la evaluación ergonómica, sin asumir que todos los equipos y tareas generan las mismas exigencias.

En Ecuador, los trastornos musculoesqueléticos representan la principal categoría de enfermedad profesional identificada en el estudio de Villacrés-López et al. (2024) quienes analizaron retrospectivamente 254 enfermedades profesionales calificadas por el Seguro General de Riesgos del Trabajo del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social durante el periodo 2017-2023 y encontraron que el 88 % correspondió a trastornos musculoesqueléticos; entre los hombres, la hernia discal lumbar fue la patología más

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Ciencia Digital
ISSN: 2602-8085
Vol. 10 No. 4, pp. 205 – 223, octubre - diciembre 2026
Revista Multidisciplinar
Artículo Original
www.cienciadigital.org

frecuente.

Ante este panorama nacional, resulta pertinente examinar la situación de grupos ocupacionales específicos, como los operadores de maquinaria pesada, cuyas tareas implican posturas mantenidas y forzadas. El estudio de esta población permite complementar la información sobre enfermedades profesionales con la identificación de síntomas y la evaluación de las exigencias posturales en sus puestos de trabajo, aportando elementos para orientar medidas preventivas acordes con sus actividades.

Como antecedente en este grupo ocupacional, Godoy (2024) evaluó a 17 operadores de maquinaria pesada de la Prefectura de Imbabura mediante un estudio descriptivo y transversal. La investigación identificó molestias musculoesqueléticas y niveles de riesgo postural entre medio y alto mediante el método REBA en los operadores evaluados. Estos resultados respaldan la pertinencia de estudiar los síntomas musculoesqueléticos y las condiciones posturales en otros contextos de operación, considerando las particularidades de los equipos, las tareas ejecutadas y el entorno laboral de cada institución.

Para comprender esta problemática, resulta necesario considerar las características específicas de la operación de maquinaria pesada. Su evaluación requiere examinar la postura adoptada durante la jornada, la disposición de los controles, las posibilidades de ajuste del asiento y los movimientos necesarios para observar el área de trabajo. Asimismo, conviene analizar las diferencias entre los equipos y las tareas ejecutadas, evitando considerar a todos los operadores como un grupo con condiciones de exposición idénticas. Esta perspectiva permite orientar la investigación hacia situaciones concretas de trabajo y establecer prioridades de evaluación según las exigencias posturales identificadas en cada puesto.

A nivel local, el personal operativo encargado de la maquinaria pesada en el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tena desempeña sus actividades en vías de segundo y tercer orden, incluidas vías rurales o en mal estado. Estas labores demandan posturas prolongadas y exigencias biomecánicas, en condiciones variables del entorno laboral y con posible exposición a vibraciones de cuerpo entero (International Organization for Standardization [ISO], 1997). En este contexto, disponer de información documentada sobre los síntomas y las posturas de trabajo resulta necesario para orientar programas preventivos ajustados a las necesidades de este colectivo.

La documentación de las características del trabajo y de la distribución de los síntomas proporciona una base para la planificación preventiva, considerando las particularidades de los equipos, las funciones asignadas y el contexto operativo en el que se desarrolla la jornada. Los antecedentes procedentes de otras localidades ofrecen una referencia inicial; sin embargo, no sustituyen la evaluación de los puestos existentes en el municipio. Por esta razón, la investigación se orientó a generar información propia de la

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Ciencia Digital
ISSN: 2602-8085
Vol. 10 No. 4, pp. 205 – 223, octubre - diciembre 2026
Revista Multidisciplinar
Artículo Original
www.cienciadigital.org

institución que contribuya a identificar prioridades de intervención.

Desde el punto de vista metodológico, la aplicación del cuestionario Nórdico y del método REBA permitió abordar dos dimensiones complementarias del problema. Mientras el cuestionario recogió los síntomas referidos por los operadores en diferentes regiones corporales, la evaluación postural permitió valorar las posiciones seleccionadas durante la ejecución de sus tareas. La interpretación conjunta de ambos instrumentos contribuyó a describir la situación estudiada, sin asumir que la presencia de molestias constituye por sí sola un diagnóstico de enfermedad profesional. Asimismo, permitió distinguir entre la experiencia reportada por el trabajador y las exigencias posturales observadas durante la evaluación.

En consecuencia, el objetivo general del presente estudio fue analizar la asociación entre la exposición a riesgos ergonómicos y la presencia de síntomas musculoesqueléticos en operadores de maquinaria pesada del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tena, Ecuador. Para alcanzar este propósito, se plantearon los siguientes objetivos específicos:

a) Identificar la presencia y localización de los síntomas musculoesqueléticos mediante el Cuestionario Nórdico, para determinar las regiones anatómicas con mayor frecuencia de molestias.

b) Evaluar el nivel de riesgo postural mediante el método REBA, para establecer la necesidad de actuación en las situaciones de trabajo evaluadas.

c) Determinar la asociación estadística entre el nivel de riesgo postural evaluado mediante el método REBA y la presencia de síntomas musculoesqueléticos en los operadores evaluados.

d) Proponer medidas preventivas basadas en la jerarquía de control de riesgos, orientadas a reducir las exigencias posturales y mejorar las condiciones ergonómicas durante la operación de maquinaria.

En términos prácticos, los resultados constituyen un insumo para formular propuestas de mejora acordes con las necesidades institucionales. Estas propuestas se organizan conforme a la jerarquía de controles, priorizando las intervenciones sobre las condiciones del trabajo y complementándolas con medidas administrativas y vigilancia de la salud. También pueden orientar la asignación de recursos, la revisión de las cabinas y el seguimiento de las acciones preventivas. De esta manera, el estudio vincula la identificación del problema con decisiones de gestión cuya implementación y utilidad podrán evaluarse posteriormente.

2. Metodología

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental y de corte transversal. El alcance fue descriptivo y correlacional: se determinó la frecuencia y distribución anatómica de los síntomas musculoes-

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: 2602-8085
Vol. 10 No. 4, pp. 205 – 223, octubre - diciembre 2026
Revista Multidisciplinar
Artículo Original
www.cienciadigital.org

queléticos en la población operativa, se evaluó el nivel de riesgo postural en puestos representativos mediante el método REBA y se analizó la asociación estadística entre la puntuación del nivel de riesgo postural y la presencia de sintomatología musculoesquelética reportada, sirviendo de base técnica para la formulación de medidas preventivas orientadas al control del riesgo ergonómico.

2.1 Área de estudio y contexto institucional

El estudio se llevó a cabo en el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) Municipal de Tena, provincia de Napo, institución pública responsable de la ejecución de obras de infraestructura, saneamiento y vialidad cantonal. Dentro de la estructura de la entidad, las labores de operación de maquinaria pesada están adscritas a la Dirección de Obras Públicas (área de talleres y parque automotor), donde los trabajadores operan vehículos pesados y maquinaria de movimiento de tierras sometidos a posturas prolongadas, exigencias biomecánicas y condiciones variables del entorno laboral, como vibración del cuerpo entero, particularmente durante labores de mantenimiento y apertura de caminos en vías de segundo y tercer orden (vías rurales o en mal estado).

2.2 Población y muestra

El universo inicial estuvo constituido por 56 operadores de maquinaria y equipo pesado. Tras aplicar los criterios de selección y depuración técnica, la población elegible quedó conformada por 36 operadores. Con base en esta población finita y accesible, se realizó un estudio censal (N = 36), para la aplicación del Cuestionario Nórdico y el levantamiento descriptivo de las condiciones de operación.

Posteriormente, para la evaluación postural biomecánica mediante el método REBA, se conformó una submuestra de 12 operadores (n=12). La selección de estos 12 puestos fue de carácter intencional y estratificada por tipología de maquinaria, priorizando en aquellos equipos con varios operarios a quienes habían manifestado afectación en un mayor número de regiones corporales en el cuestionario Nórdico, con la finalidad de evaluar las posturas en las condiciones operativas de mayor exigencia.

Criterios de inclusión:

a) Trabajadores con relación laboral formal activa en el GAD Municipal de Tena al momento de la toma de datos.

b) Antigüedad mínima ininterrumpida de seis meses en el puesto de operador de maquinaria pesada.

c) Estar asignado a un equipo en condiciones técnico-mecánicas habituales de trabajo.

Criterios de exclusión:

a) Personal temporal, contratistas, pasantes o mecánicos de taller sin conducción habitual y continuada de maquinaria.

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: 2602-8085
Vol. 10 No. 4, pp. 205 – 223, octubre - diciembre 2026
Revista Multidisciplinar
Artículo Original
www.cienciadigital.org

b) Operadores cuyos equipos asignados estuviesen fuera de servicio o en mantenimiento prolongado durante la fase de campo.

c) Trabajadores con antecedentes quirúrgicos o traumatismos osteomusculares mayores ajenos a la actividad laboral (accidentes deportivos o de tránsito) ocurridos en los últimos 12 meses.

2.3 *Variables de estudio*

Riesgo postural: evaluado mediante la puntuación final del método REBA, categorizada según su nivel de acción y nivel de riesgo. Considera las posturas de los segmentos corporales del Grupo A (tronco, cuello, piernas y factor de carga/fuerza) y del Grupo B (brazos, antebrazos, muñecas y calidad del acoplamiento), junto con la demanda por actividad muscular.

Síntomas musculoesqueléticos: molestias autorreportadas mediante el cuestionario Nórdico. Se operacionalizó como variable dicotómica de presencia global de síntomas (0=ausencia, 1=presencia de molestias en al menos una región corporal) y por segmentos anatómicos específicos (cuello, hombro, región dorsal/lumbar, codo/antebrazo y muñeca/mano).

Variables sociodemográficas y laborales: edad (en años), experiencia laboral acumulada en el oficio (en años) y tipo de maquinaria operada habitualmente. Estas variables se registraron exclusivamente para fines de caracterización descriptiva de la población en estudio y no formaron parte del análisis inferencial de asociación.

2.4 *Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

La recolección de información se estructuró a partir de métodos de evaluación ergonómica e instrumentos de recolección de datos, diferenciándose técnicamente entre ambos.

El nivel de riesgo ergonómico por postura se determinó mediante el método observacional *REBA (Rapid Entire Body Assessment)* (Hignett & McAtamney, 2000). El método desglosa la evaluación en dos grupos:

Grupo A: tronco, cuello y piernas, ponderados con la carga o fuerza sostenida.

Grupo B: brazos, antebrazos y muñecas, ponderados con la calidad del agarre o acoplamiento de las palancas y volantes. La combinación de ambas puntuaciones junto con la puntuación de actividad muscular (mantenimiento de posturas estáticas, repetición o inestabilidad) genera una puntuación final continua (rango de 1 a 15), clasificada en niveles de riesgo y acción: inapreciable (1), bajo (2–3), medio (4–7), alto (8–10) y muy alto (11–15).

Para registrar los síntomas osteomusculares autorreportados se empleó la versión estandarizada del cuestionario Nórdico (*Standardized Nordic Questionnaire*) (Kuorinka et al., 1987), administrado de manera personalizada a los 36 operadores. Para los fines del análisis, se consideró la variable dicotómica de presencia global de molestias (0 = au-

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: 2602-8085
Vol. 10 No. 4, pp. 205 – 223, octubre - diciembre 2026
Revista Multidisciplinar
Artículo Original
www.cienciadigital.org

sencia; 1 = presencia de molestias en al menos una región corporal), así como la distribución anatómica segmentaria en cuello, hombros, dorsal/lumbar, codos/antebrazos y muñecas/manos.

Aunque el cuestionario recoge experiencias de los trabajadores, sus respuestas se analizaron cuantitativamente mediante frecuencias, porcentajes y correlaciones. Por su parte, REBA se utilizó como un método observacional de evaluación postural, apoyado en registros fotográficos y mediciones angulares. Ambos procedimientos aportan información complementaria, pero no sustituyen la valoración clínica ni permiten establecer por sí solos el origen laboral de los síntomas.

2.5 *Procedimiento*

Previa autorización formal de la Dirección de Obras Públicas del GAD Municipal de Tena y suscripción de los consentimientos informados individuales, la investigación se ejecutó en dos fases:

a) *Fase censal*: administración directa del cuestionario Nórdico a los 36 operadores elegibles, registrando simultáneamente la tipología de maquinaria asignada.

b) *Fase de evaluación biomecánica* ($n = 12$): observación directa en campo durante ciclos reales de trabajo. Se obtuvieron registros fotográficos en planos sagital y frontal de las posturas mantenidas y forzadas. Las imágenes fueron analizadas con el software de biometría angular Kinovea (versión 0.9.5) para cuantificar los ángulos de flexión, extensión y torsión de los segmentos corporales antes de asignar las puntuaciones en la matriz REBA. En dos casos con respuestas iniciales ambiguas respecto al autorreporte de síntomas, se realizó una verificación telefónica para asegurar la consistencia del registro dicotómico previo al análisis.

2.6 *Análisis estadístico*

El procesamiento y análisis de datos se efectuó en el software *IBM SPSS Statistics* (versión 26).

Estadística descriptiva: las variables categóricas (tipo de maquinaria, frecuencia y localización de síntomas musculoesqueléticos en los 36 operadores, y niveles de riesgo REBA en los 12 puestos evaluados) se resumieron mediante frecuencias absolutas (n) y frecuencias relativas porcentuales (%). La puntuación continua del método REBA se describió mediante la mediana y el rango intercuartílico debido a su distribución no paramétrica.

Estadística inferencial: para contrastar la hipótesis de investigación sobre la asociación entre el nivel de riesgo ergonómico postural (puntuación final continua REBA) y la presencia de síntomas musculoesqueléticos (0=ausencia, 1=presencia de síntomas) en los 12 operadores evaluados con ambos instrumentos, se calculó el coeficiente de correlación por rangos de Spearman. Dado el tamaño muestral reducido del subgrupo (n=12), el valor p bilateral se determinó me-

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: 2602-8085
Vol. 10 No. 4, pp. 205 – 223, octubre - diciembre 2026
Revista Multidisciplinar
Artículo Original
www.cienciadigital.org

diante una prueba de permutación exacta, considerando un nivel de significancia estadística de α=0,05 (p¡0,05).

2.7 Consideraciones éticas

La investigación se rigió bajo los principios bioéticos de la Declaración de Helsinki. Se garantizó la participación libre y voluntaria mediante consentimiento informado por escrito, la estricta confidencialidad de la información y el anonimato de los trabajadores mediante códigos alfanuméricos. La participación no conllevó ninguna consecuencia administrativa, sanción o perjuicio sobre la estabilidad laboral de los operadores.

3. Resultados

Los resultados obtenidos mediante el cuestionario Nórdico aplicado a 36 operadores de maquinaria pesada del GAD Municipal de Tena y la evaluación postural mediante el método REBA en un subgrupo de 12 operadores, que comprenden las características sociodemográficas y laborales, la frecuencia y distribución de los síntomas musculoesqueléticos por región corporal, los niveles de riesgo postural y la asociación entre las puntuaciones REBA y la presencia de molestias.

3.1 Características sociodemográficas y laborales

La muestra estuvo constituida por 36 operadores de maquinaria pesada del GAD Municipal de Tena. La edad media fue de 49,3 ± 6,9 años, con un rango de 37 a 60 años. Los grupos de 41 a 50 años y de 51 a 60 años presentaron la misma frecuencia, con 15 trabajadores cada uno (41,67 %), mientras que seis operadores (16,67 %) tenían 40 años o menos. En cuanto a la experiencia laboral, la media fue de 19,9 ± 9,7 años, con un rango de 1 a 40 años, y el grupo con mayor frecuencia correspondió a quienes tenían entre 11 y 20 años de experiencia, con 14 trabajadores (38,89 %). Respecto al tipo de maquinaria o vehículo, la categoría más frecuente correspondió a las volquetas y vehículos pesados, con 10 operadores (27,78 %), seguida de las excavadoras de oruga o excavadoras, con cinco operadores (13,89 %).

3.2 Prevalencia y localización de los síntomas musculoesqueléticos

En la pregunta inicial del cuestionario Nórdico, 27 de los 36 operadores (75,00 %) reportaron molestias en al menos una región corporal, mientras que nueve (25,00 %) no señalaron ninguna región afectada. La región dorsal o lumbar presentó la mayor frecuencia de molestias, con 22 operadores (61,11 %), seguida del hombro, con 13 (36,11 %). El codo o antebrazo fue referido por seis operadores (16,67 %), mientras que cinco (13,89 %) reportaron molestias en el cuello y dos (5,56 %) en la muñeca o mano.

3.3 Evaluación del riesgo ergonómico mediante REBA

Se realizaron 12 evaluaciones posturales mediante el método REBA. Diez obtuvieron puntuaciones entre 4 y 6, correspondientes a riesgo medio y nivel de acción 2, para el cual se considera necesaria la actuación. Las dos evaluaciones restantes obtuvieron una puntuación de 1, correspondiente a riesgo

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: 2602-8085
Vol. 10 No. 4, pp. 205 – 223, octubre - diciembre 2026
Revista Multidisciplinar
Artículo Original
www.cienciadigital.org

Tabla 1: Características sociodemográficas y laborales de los operadores de maquinaria pesada ($N = 36$)

Variable	Categoría	n	%
Grupo etario	≤ 40 años	6	16,67
	41–50 años	15	41,67
	51–60 años	15	41,67.
	Total	36	100,00
Experiencia laboral	1–10 años	7	19,44
	11–20 años	14	38,89
	21–30 años	10	27,78
	≥ 31 años	5	13,89
	Total	36	10,00
Tipo de maquinaria o vehículo	Volqueta/vehículo pesado	10	27,78
	Camión	4	11,11
	Excavadora de oruga/excavadora	5	13,89
	Retroexcavadora/retroexcavadora con fresadora	3	8,33
	Motoniveladora	3	8,33
	Total	36	100,00

Nota. Los datos se expresan como frecuencia absoluta (n) y porcentaje (%). La edad media fue de $49{,}3 \pm 6{,}9$ años (rango: 37–60) y la experiencia laboral media de $19{,}9 \pm 9{,}7$ años (rango: 1–40). *Otros incluye una minicargadora, un mixer, un camión cisterna y un tráiler cama baja.

Tabla 2: Frecuencia de síntomas musculoesqueléticos según región corporal ($N = 36$)

Condición sintomática / Segmento corporal	n	%
Presencia de síntomas	27	75,00
Sin síntomas	9	25,00
Total	36	100,00
Segmento corporal	**Casos (n)**	**Porcentaje (%)**
Dorsal o lumbar	22	61,11
Hombro	13	36,11
Codo o antebrazo	6	16,67
Cuello	5	13,89
Muñeca o mano	2	5,56

Nota. Los porcentajes se calcularon sobre los 36 participantes y corresponden a las molestias reportadas en cada región corporal en la pregunta inicial del cuestionario. Los porcentajes por región no deben sumarse, porque un mismo participante podía reportar molestias en más de una zona.

inapreciable y nivel de acción 0. Estos resultados describen las posturas seleccionadas durante la observación y no constituyen una evaluación integral de todos los factores ergonómicos asociados con la operación de maquinaria.

3.4 Asociación entre el riesgo postural y la presencia de síntomas musculoesqueléticos

Se analizó la asociación entre la puntuación final del método REBA y la presencia de síntomas musculoesqueléticos en los 12

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Ciencia Digital
ISSN: 2602-8085
Vol. 10 No. 4, pp. 205 – 223, octubre - diciembre 2026
Revista Multidisciplinar
Artículo Original
www.cienciadigital.org

Tabla 3: Evaluación del riesgo ergonómico mediante REBA según la maquinaria evaluada

Maquinaria	Puntuación REBA	Nivel de acción	Nivel de riesgo	Actuación
Volqueta	4	2	Medio	Es necesaria la actuación
Motoniveladora	5	2	Medio	Es necesaria la actuación
Retroexcavadora	4	2	Medio	Es necesaria la actuación
Minicargadora	4	2	Medio	Es necesaria la actuación
Mixer	5	2	Medio	Es necesaria la actuación
Cargadora frontal	5	2	Medio	Es necesaria la actuación
Tractor de oruga	1	0	Inapreciable	No es necesaria una intervención
Rodillo	6	2	Medio	Es necesaria la actuación
Tráiler cama baja	1	0	Inapreciable	No es necesaria una intervención
Camión convencional	4	2	Medio	Es necesaria la actuación
Camión cisterna	5	2	Medio	Es necesaria la actuación
Excavadora de oruga	4	2	Medio	Es necesaria la actuación

Nota. La puntuación corresponde al resultado final obtenido mediante el método REBA en cada evaluación. El nivel de riesgo y la actuación corresponden a la clasificación registrada en las evaluaciones.

operadores seleccionados con información vinculada de ambos instrumentos. Las respuestas contradictorias sobre presencia de molestias de dos participantes se aclararon mediante consulta telefónica. La variable de síntomas se codificó como 0=ausencia y 1=presencia de molestias en al menos una región corporal, según la pregunta inicial del cuestionario Nórdico.

De los 12 operadores, 10 reportaron síntomas musculoesqueléticos (83,33 %) y dos no reportaron molestias (16,67 %). La mediana de la puntuación REBA fue de 4 entre los operadores con síntomas y de 4,5 entre quienes no presentaron síntomas.

La correlación de Spearman mostró una asociación negativa de magnitud cercana a cero entre la puntuación REBA y la presencia de síntomas (r_s=-0,103). La prueba de permutación exacta bilateral no evidenció significación estadística (p = 0,970). Por tanto, no se encontró evidencia estadística suficiente de asociación en el subgrupo evaluado.

4. Discusión

La frecuencia de síntomas musculoesqueléticos observada en los operadores de maquinaria pesada del GAD Municipal de Tena evidencia una problemática que trasciende la afectación de una región corporal específica y que debe interpretarse en función de las características propias de la actividad laboral. La operación de maquinaria implica períodos prolongados en posición sedente, mantenimiento de posturas determinadas para el control del equipo, movimientos repetitivos de los miembros superiores y, dependiendo de las condiciones de desplazamiento, exposición a vibraciones transmitidas al cuerpo. En este contexto, la presencia de molestias en tres de cada cuatro operadores evaluados adquiere especial relevancia, particularmente porque se trata de trabajadores con una trayectoria laboral prolongada.

Este comportamiento guarda similitud con lo descrito por Yağcı et al. (2025) quienes

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: 2602-8085
Vol. 10 No. 4, pp. 205 – 223, octubre - diciembre 2026
Revista Multidisciplinar
Artículo Original

Tabla 4: Asociación entre la puntuación REBA y la presencia de síntomas musculoesqueléticos en los operadores seleccionados

Variables analizadas	n	Coeficiente de Spearman (r_s)	Valor p bilateral
Puntuación REBA y presencia de síntomas musculoesqueléticos	12	-0,103	0,970

Nota. La presencia de síntomas se codificó como 0 = ausencia y 1 = presencia. El coeficiente r_s expresa la dirección y magnitud del efecto observado. El valor p se calculó mediante permutación exacta bilateral, considerando las 66 distribuciones posibles de dos participantes sin síntomas entre 12 operadores. Se estableció un nivel de significación de 0,05.

encontraron una prevalencia inicial de trastornos musculoesqueléticos del 78 % en trabajadores de una mina subterránea mecanizada. La proximidad entre ambos resultados sugiere que la sintomatología musculoesquelética representa un problema frecuente en actividades caracterizadas por la operación de equipos pesados. Sin embargo, las poblaciones estudiadas presentan diferencias en cuanto al tipo de maquinaria, organización del trabajo y condiciones de exposición, por lo que la similitud porcentual debe interpretarse como una referencia y no como una equivalencia entre ambas poblaciones.

Una posible explicación de esta frecuencia se encuentra en la combinación de factores ergonómicos presentes durante la jornada. Upadhyay et al. (2022a) al evaluar operadores de *dumper* en minería, identificaron niveles medios y altos de riesgo musculoesquelético relacionados con las posturas adoptadas y encontraron exposiciones a vibración de cuerpo entero que superaban el límite inferior establecido por ISO 2631-1. Este hallazgo permite comprender que las molestias observadas en los operadores de Tena pueden estar relacionadas con la coexistencia de demandas posturales y condiciones de exposición propias de la conducción, aunque en el presente estudio estas relaciones no fueron evaluadas mediante mediciones instrumentales.

La distribución de las molestias aporta un elemento adicional para interpretar esta problemática. La categoría dorsal o lumbar presentó la mayor frecuencia de síntomas, seguida del hombro. Este resultado puede contrastarse con el estudio de Kumar et al. (2022) que examinó la salud musculoesquelética de operadores de *dumper* expuestos a vibración de cuerpo entero. Sin embargo, en el presente trabajo las regiones dorsal y lumbar se registraron conjuntamente, por lo que no es posible identificar cuál de ellas concentró la mayor frecuencia de molestias. Esta diferencia debe considerarse al comparar los resultados con investigaciones que analizan específicamente el dolor lumbar.

Nyarubeli et al. (2026) estudiaron a 632 operadores de maquinaria pesada y conductores de camiones de larga distancia y encontraron una prevalencia de dolor lumbar crónico del 42,5 %. Asimismo, observaron una mayor prevalencia entre quienes presentaban exposiciones diarias a vibración de cuerpo

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: 2602-8085
Vol. 10 No. 4, pp. 205 – 223, octubre - diciembre 2026
Revista Multidisciplinar
Artículo Original
www.cienciadigital.org

entero, normalizadas a ocho horas, iguales o superiores a 0,5 m/s^2. La comparación con el presente estudio debe interpretarse con cautela, porque esos autores evaluaron específicamente dolor lumbar crónico, mientras que en Tena se registraron conjuntamente molestias dorsales o lumbares. Por tanto, los resultados aportan antecedentes sobre molestias de espalda, pero no permiten establecer equivalencia anatómica, temporal ni de frecuencia entre ambas investigaciones.

La afectación del hombro también merece consideración, debido a que muestra que la sintomatología no se restringe a las regiones sometidas principalmente a carga axial. Upadhyay et al. (2022b) identificaron alteraciones musculoesqueléticas en hombros, cuello, miembros superiores y diferentes regiones de la espalda en operadores de *dumper*, y analizaron factores relacionados con la postura, la vibración y las características del asiento. En los operadores del GAD Municipal de Tena, las molestias del hombro podrían estar vinculadas con las demandas derivadas del accionamiento de controles y del sistema de dirección. No obstante, esta interpretación debe considerarse como una posibilidad, dado que las fuerzas y movimientos de los miembros superiores no fueron cuantificados directamente.

La presencia de molestias en diferentes regiones corporales refuerza la necesidad de abordar la evaluación desde una perspectiva integral. Las frecuencias por región no son excluyentes, debido a que un mismo operador podía reportar molestias en más de una zona. Por ello, los porcentajes correspondientes a los segmentos corporales no deben sumarse ni interpretarse como categorías independientes de trabajadores.

En el subgrupo de 12 operadores, la correlación entre la puntuación final REBA y la presencia de síntomas musculoesqueléticos fue cercana a cero y no alcanzó significación estadística (r_s=-0,103; p=0,970). Este resultado debe interpretarse considerando el tamaño reducido del subgrupo, la selección intencional basada en la sintomatología y la concentración de las evaluaciones en el nivel de riesgo medio. Estas características limitan la variabilidad disponible y el alcance del análisis, por lo que el resultado no permite descartar una asociación en la población de operadores.

Como antecedente, Upadhyay et al. (2024) estudiaron operadores de volquetas mineras mediante RULA y el cuestionario Nórdico. Mediante regresión logística múltiple, reportaron asociaciones significativas entre factores como posturas desfavorables, exposición a vibración y diseño del asiento y la presencia de dolor musculoesquelético. La comparación con el presente estudio debe considerar las diferencias en los instrumentos posturales, la selección de participantes y los procedimientos estadísticos.

Los resultados de ambas investigaciones no son directamente equivalentes. La ausencia de significación estadística en Tena no contradice por sí sola las asociaciones reportadas en otros contextos ni permite establecer cuáles son los factores responsables de los síntomas observados. Futuras investi-

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Ciencia Digital
ISSN: 2602-8085
Vol. 10 No. 4, pp. 205 – 223, octubre - diciembre 2026
Revista Multidisciplinar
Artículo Original
www.cienciadigital.org

gaciones podrían incorporar mediciones de vibración, duración de la exposición y características del asiento, junto con una selección de participantes independiente de la presencia de molestias.

Entre las limitaciones del estudio se encuentran el diseño transversal, el tamaño reducido de la población de una sola entidad municipal y la selección intencional de los 12 operadores evaluados mediante REBA, lo cual restringe la representatividad y el poder estadístico para contrastes bivariados. Asimismo, no se realizaron mediciones instrumentales directas de vibración de cuerpo entero mediante acelerómetros triaxiales ni se cuantificó la carga muscular estática por electromiografía de superficie. Estas limitaciones impiden atribuir los síntomas reportados exclusivamente al factor postural observado.

4.1 Propuesta de medidas preventivas según la jerarquía de controles

Las siguientes medidas constituyen propuestas de intervención y no acciones ejecutadas o evaluadas durante el estudio. Su implementación deberá considerar las características de cada equipo, las recomendaciones del fabricante y la valoración técnica de las condiciones de operación.

Eliminación. Revisar las tareas auxiliares para identificar y eliminar acciones innecesarias que obliguen al operador a mantener posturas forzadas o realizar giros repetidos del tronco. Esta revisión puede incluir la organización de las maniobras y de los puntos de observación. La eliminación completa de la conducción no se considera una medida general aplicable, debido a que constituye la actividad principal del puesto.

Sustitución. Incorporar criterios ergonómicos en la renovación de maquinaria y en la adquisición de componentes autorizados por el fabricante. Priorizar equipos con asientos ajustables, controles accesibles y condiciones de visibilidad que faciliten la operación sin mantener posturas extremas. Estas características deberán comprobarse técnicamente antes de seleccionar el equipo o componente.

Controles de ingeniería. Inspeccionar y mantener los mecanismos de ajuste, respaldo, soporte y suspensión de los asientos. Revisar la accesibilidad de los mandos, los apoyos disponibles y las condiciones de visibilidad de la cabina. Cuando se identifiquen deficiencias, establecer adecuaciones compatibles con el diseño del equipo. Complementariamente, evaluar la exposición a vibración de cuerpo entero mediante mediciones instrumentales para determinar si se requieren controles específicos sobre el asiento, el equipo o las condiciones de circulación.

Controles administrativos. Organizar pausas fuera de la cabina y alternancia de actividades cuando sea operativamente viable, considerando la duración efectiva de las tareas. Capacitar a los operadores sobre los ajustes disponibles del asiento y los controles, reconocimiento temprano de molestias y comunicación de condiciones desfavorables. Mantener registros de las inspecciones

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Ciencia Digital
ISSN: 2602-8085
Vol. 10 No. 4, pp. 205 – 223, octubre - diciembre 2026
Revista Multidisciplinar
Artículo Original
www.cienciadigital.org

y de las acciones correctivas aplicadas.

Equipos de protección personal. No se propone un equipo de protección personal específico para controlar el riesgo postural identificado. Los equipos utilizados para otros peligros de la actividad no sustituyen las mejoras del puesto ni las medidas organizacionales. No se plantea el uso rutinario de fajas lumbares como solución al riesgo postural.

Vigilancia de la salud como medida complementaria. Establecer seguimiento periódico de los síntomas musculoesqueléticos mediante un cuestionario con periodos de referencia claramente definidos y criterios uniformes de registro. Complementar este seguimiento con valoración por el servicio de salud ocupacional cuando corresponda. La información obtenida permitirá orientar las intervenciones y revisar su evolución, sin sustituir los controles sobre las condiciones de trabajo.

5. Conclusiones

- La investigación evidenció que las molestias musculoesqueléticas constituyen una manifestación prevalente en los operadores de maquinaria pesada, concentrándose de forma crítica en el eje axial (región dorsal y lumbar) y en la cintura escapular. Este patrón anatómico ratifica que las demandas biomecánicas de la conducción prolongada en obras viales impactan primordialmente las estructuras de soporte vertebral y los segmentos superiores encargados del accionamiento continuo de los sistemas de mando.
- La valoración ergonómica demostró la persistencia de un nivel de riesgo postural medio en la mayor parte de las tareas evaluadas, confirmando la necesidad técnica de intervención correctiva sobre los puestos de trabajo. Las posturas forzadas y estáticas adoptadas en cabina obedecen tanto a las limitaciones de adaptabilidad del mobiliario como a las exigencias visuales impuestas por la supervisión de las maniobras en terreno irregular.
- El análisis de correlación evidenció la ausencia de una asociación estadística lineal directa entre la puntuación del método REBA y la presencia de síntomas musculoesqueléticos. Esta desconexión representa el principal aporte del estudio a la ciencia ergonómica aplicada: demuestra que los métodos observacionales estáticos resultan insuficientes por sí solos para explicar la carga lesiva en puestos de conducción pesada, donde los síntomas responden a una etiología acumulativa y multifactorial dominada por la interacción entre la postura sedente, el diseño del asiento y las vibraciones mecánicas transmitidas por la superficie de rodadura.
- En respuesta a los riesgos diagnosticados, se fundamentó técnicamente un esquema de medidas preventivas estructurado bajo la jerarquía de controles, priorizando la ingeniería de cabinas mediante el mantenimiento y rediseño de la amortiguación de los asientos,

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Ciencia Digital
ISSN: 2602-8085
Vol. 10 No. 4, pp. 205 – 223, octubre - diciembre 2026
Revista Multidisciplinar
Artículo Original
www.cienciadigital.org

la reorganización operativa mediante pausas activas descompresivas y la vigilancia médica focalizada en la salud osteomuscular.

- Finalmente, el estudio aporta una base empírica para la gestión preventiva en gobiernos locales de la región amazónica y establece la pauta metodológica para que futuras investigaciones transiten hacia modelos multivariables que integren la dosimetría instrumental de vibración de cuerpo entero junto con la evaluación postural.

6. Conflicto de Intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

7. Derechos de autor (copyrigth)

Los autores son los titulares de los derechos de autor (patrimoniales y/o de explotación) de los contenidos de la revista (copyright).

8. Declaración de contribución de los autores

Los autores declaran haber participado de manera equitativa y sustancial en la realización de esta investigación, bajo las responsabilidades según la Taxonomía CRediT para describir las contribuciones individuales de cada autor al trabajo. Cristhian Leodan Fajardo Maigua, realizo la conceptualización de la investigación, curación de datos, análisis formal, metodología, administración del proyecto, recursos, software, supervisión, validación, visualización, escritura borrador original, redacción revisión y edición de los resultados y conclusiones, así como la aprobación del documento final. Alexis Sebastián Chanatasig Rubio, realizó la supervisión académica y metodológica de la investigación, brindó orientación durante el desarrollo del ensayo, revisó el análisis y la interpretación de los resultados, efectuó la revisión crítica del manuscrito, realizó la corrección científica y académica y aprobó la versión final para su publicación.

8.1 Divulgación de la delegación a la IA generativa

The authors declare the use of generative AI in the research and writing process. According to the GAIDeT taxonomy (2026), the following tasks were delegated to GAI tools under full human supervision: idea generation, formulating research questions and hypotheses, literature search and systematization, research design, code generation, creation of algorithms for data analysis, validation, data curation and organization, text generation, translation, quality assessment, publication support.

The GAI tool used was: ChatGPT-6.1 Sol Alto. Responsibility for the final manuscript lies entirely with the authors. GAI tools are not listed as authors and do not bear responsibility for the final outcomes. Declaration submitted by: Cristhian Leodan Fajardo Maigua.

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Ciencia Digital
ISSN: 2602-8085
Vol. 10 No. 4, pp. 205 – 223, octubre - diciembre 2026
Revista Multidisciplinar
Artículo Original
www.cienciadigital.org

9. Costos de financiamiento

La presente investigación fue financiada en su totalidad con fondos propios de los autores.

10. References

Bhattacharya, A. (2014). Costs of occupational musculoskeletal disorders (MSDs) in the United States. International Journal of Industrial Ergonomics, 44(3), 448–454. https://doi.org/10.1016/j.ergon.2014.01.008

Godoy Collaguazo, H. H. (2024). Vibraciones mecánicas de cuerpo entero y su incidencia en los trastornos musculoesqueléticos en operadores de maquinaria pesada [Tesis de maestría, Universidad Técnica del Norte]. https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/15403

Hignett, S., & McAtamney, L. (2000). Rapid entire body assessment (REBA). Applied Ergonomics, 31(2), 201–205. https://doi.org/10.1016/S0003-6870(99)00039-3

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo [INSST]. (2022). Plan de sensibilización "Por un personal socio sanitario sin trastornos musculoesqueléticos". https://www.insst.es/noticias-insst/por-un-personal-sociosanitario-sin-trastornos-musculoesqueleticos

International Organization for Standardization [ISO]. (1997). Mechanical vibration and shock—Evaluation of human exposure to whole-body vibration—Part 1: General requirements (ISO Standard No. 2631-1:1997). https://www.iso.org/standard/7612.html

Joseph, L., Standen, M., Paungmali, A., Kuisma, R., Sitilertpisan, P., & Pirunsan, U. (2020). Prevalence of musculoskeletal pain among professional drivers: A systematic review. Journal of Occupational Health, 62(1), e12150. https://doi.org/10.1002/1348-9585.12150

Kumar, V., Palei, S. K., Karmakar, N. C., & Chaudhary, D. K. (2022). Whole-body vibration exposure vis-à-vis musculoskeletal health risk of dumper operators compared to a control group in coal mines. Safety and Health at Work, 13(1), 73–77. https://doi.org/10.1016/j.shaw.2021.10.007

Kuorinka, I., Jonsson, B., Kilbom, A., Vinterberg, H., Biering-Sørensen, F., Andersson, G., & Jørgensen, K. (1987). Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. Applied Ergonomics, 18(3), 233–237. https://doi.org/10.1016/0003-6870(87)90010-X

Nyarubeli, I., Sakwari, G., Chombo, S., Reuben, S., Msangi, N., Duguza, R., Francis, B., Lwaho, S., Omar, A., &

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: 2602-8085
Vol. 10 No. 4, pp. 205 – 223, octubre - diciembre 2026
Revista Multidisciplinar
Artículo Original

www.cienciadigital.org

Mduma, J. (2026). Whole-body vibration exposure and chronic low back pain among heavy machine operators and long-haul truck drivers in Tanzania: a cross-sectional study. Frontiers in Public Health, 14(1735367), 1735367. https://doi.org/10.3389/fpubh.2026.1735367

Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2021). Trastornos musculoesqueléticos. https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions

Raza, M., Bhushan, R. K., & Khan, A. A. (2024). Assessment of occupational musculoskeletal disorders (MSDs) among heavy vehicle drivers. Work, 79(2), 987-998. https://doi.org/10.3233/WOR-230655 . https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38578917/

Tahernejad, S., Makki, F., Bameri, A., Zangiabadi, Z., Rezaei, E., & Marzban, H. (2024). Musculoskeletal disorders among truck drivers: a systematic review and meta-analysis. BMC Public Health, 24(1), 3146. https://doi.org/10.1186/s12889-024-20611-9

Upadhyay, R., Bhattacherjee, A., Patra, A. K., & Chau, N. (2022a). Association between whole-body vibration exposure and musculoskeletal disorders among dumper operators: a case-control study in Indian iron ore mines. Work, 71(1), 235–247. https://doi.org/10.3233/WOR-205140

Upadhyay, R., Jaiswal, V., Bhattacherjee, A., & Patra, A. K. (2022b). Role of whole-body vibration exposure and posture of dumper operators in musculoskeletal disorders: a case study in metalliferous mines. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 28(3), 1711–1721. https://doi.org/10.1080/10803548.2021.1932111

Upadhyay, R., Kumar, A., Bhattacherjee, A., Patra, A. K., & Chau, N. (2024). Reducing musculoskeletal disorders in iron ore mine operators: a fuzzy-based intervention approach. Work, 78(1), 131–152. https://doi.org/10.3233/WOR-230489

Villacrés-López, M. A., Noroña-Salcedo, D. R., & Leiton-Urresta, A. E. (2024). Prevalencia de enfermedades profesionales en Ecuador durante el periodo 2017-2023. Revista de la Asociación Española de Especialistas en Medicina del Trabajo, 33(3), 328–337. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S3020-11602024000300006

Yağcı, M., Yıldızlar, O., & Yıldırım, M. (2025). Reduction of work-related musculoskeletal risk factors following ergonomics training and exercise practices in a mechanized underground copper mine. Work, 80(3), 1265–1277. https://doi.org/10.1177/10519815241289781

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/