

Article: Revisión

Dysergonomic Risks and Musculoskeletal Disorders in Mining Sector Workers**Riesgos disergonómicos y trastornos musculoesqueléticos en trabajadores del sector minero**¹Juan Carlos Villacrés Peñafiel  .¹ Hospital Pablo Arturo Suárez, Ecuador*Corresponding author: Juan Carlos Villacrés Peñafiel 

Submitted: 05-07-2023

Revised: 17-07-2023

Accepted: 30-08-2023

Published: 19-09-2023

Cite as:

Villacrés Peñafiel, J. C. (2023). Riesgos disergonómicos y trastornos musculoesqueléticos en trabajadores del sector minero. *Genius-Pro Science*, 1(2), 1-7. <https://science.genius-pro.org/index.php/gps/article/view/9>

ABSTRACT

The objective was to analyze dysergonomic risks and musculoskeletal disorders among operational workers at Minervilla S.A. A quantitative, descriptive, non-experimental study was conducted. The population comprised 116 workers and the sample consisted of 89 participants, compatible with a finite-population calculation using a 95% confidence level, 5% margin of error, and maximum variability. ISO/TR 12295:2014 and the Standardized Nordic Musculoskeletal Questionnaire were used. Manual load lifting (95.5%) and forced postures and movements (88.8%) were the predominant hazards. Low-back symptoms were the most frequent (59/89; 66.30%), followed by neck (31.46%), shoulders (25.84%), upper back (22.5%), and wrists (20.2%). Among workers with low-back symptoms, 69.49% reported symptoms in the previous seven days and 55.93% reported activity limitation. Fisher's exact test yielded $p = 1.00$ in the documented comparison, which does not support a statistically significant association. The findings therefore document a high descriptive burden of dysergonomic exposure and musculoskeletal symptoms and support preventive ergonomic measures.

Keywords: ergonomics; musculoskeletal disorders; mining; occupational health; manual handling; Nordic Questionnaire.

RESUMEN

El objetivo fue analizar los riesgos disergonómicos y los trastornos musculoesqueléticos en trabajadores del área operativa de la empresa Minervilla S.A. Se desarrolló un estudio cuantitativo, descriptivo y no experimental. La población estuvo constituida por 116 trabajadores y la muestra estuvo conformada por 89 participantes, compatible con un cálculo para población finita con 95 % de confianza, 5 % de error y máxima variabilidad. Se aplicaron el Technical Report ISO/TR 12295:2014 para la identificación inicial de peligros ergonómicos y el Cuestionario Nórdico Estandarizado para síntomas musculoesqueléticos. El levantamiento de cargas (95,5 %) y las posturas y movimientos forzados (88,8 %) fueron los peligros predominantes. La región lumbar presentó la mayor frecuencia de molestias (59/89; 66,30 %), seguida del cuello (31,46 %), hombros (25,84 %), espalda alta (22,5 %) y muñecas (20,2 %). Entre quienes reportaron molestias lumbares, 69,49 % las había experimentado durante los últimos siete días y 55,93 % informó limitación de actividades. La prueba exacta de Fisher arrojó $p = 1,00$ en la comparación documentada, por lo que no se estableció una asociación estadísticamente significativa. Se concluye que la exposición disergonómica y la sintomatología musculoesquelética fueron frecuentes, especialmente para levantamiento de cargas, posturas forzadas y región lumbar, lo que justifica medidas preventivas.

Palabras clave: ergonomía; trastornos musculoesqueléticos; minería; salud ocupacional; levantamiento de cargas; Cuestionario Nórdico.

INTRODUCCIÓN

Los trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo constituyen un problema relevante de salud ocupacional porque pueden afectar músculos, tendones, articulaciones y estructuras nerviosas, reducir la capacidad funcional e incrementar ausentismo y costos organizacionales. En minería, la combinación de manipulación manual de cargas, posturas forzadas, movimientos repetitivos, espacios restringidos y exigencias físicas sostenidas configura un escenario de especial interés ergonómico.

Durante el quinquenio 2019–2023, la evidencia mostró que la exposición a condiciones disergonómicas seguía siendo frecuente en actividades industriales y mineras. Neusa-Arenas et al. (2019) documentaron riesgos posturales en trabajadores industriales de Ecuador; Okello et al. (2020) describieron una elevada carga de trastornos musculoesqueléticos en trabajadores de minería aurífera; Sen et al. (2020) sintetizaron la evidencia sobre trastornos musculoesqueléticos en minería y las oportunidades de intervención ergonómica; y Sadeghi et al. (2022) destacaron el papel de tecnologías de monitoreo para fortalecer la seguridad y salud ocupacional en minas subterráneas.

En este contexto, la identificación inicial de peligros mediante ISO/TR 12295:2014 y la detección de síntomas mediante el Cuestionario Nórdico Estandarizado permiten caracterizar simultáneamente exposición y manifestaciones musculoesqueléticas. El objetivo del estudio fue analizar los riesgos disergonómicos y los trastornos musculoesqueléticos en los operadores mineros de una empresa privada, con énfasis en los factores de mayor frecuencia y en la región corporal más afectada.

LITERATURE REVIEW

METHOD

Diseño y contexto

Se desarrolló un estudio cuantitativo, descriptivo y no experimental en trabajadores del área operativa de Minervilla S.A. El trabajo de campo se realizó entre abril y junio de 2022. Se evaluó la presencia de peligros disergonómicos y la percepción de síntomas musculoesqueléticos sin manipulación de variables.

Población y muestra

La población estuvo constituida por 116 trabajadores del área operativa y la muestra por 89 participantes. Para la determinación del tamaño muestral se consideró una población finita, un nivel de confianza del 95 %, máxima variabilidad ($p = q = 0,50$) y un margen de error del 5 %.

El procedimiento específico de selección de los participantes no quedó consignado con suficiente detalle en los registros metodológicos disponibles; por ello, el tipo de muestreo se considera una limitación del reporte.

Instrumentos

Se empleó el Technical Report ISO/TR 12295:2014 como herramienta de identificación inicial de peligros ergonómicos. La evaluación consideró cinco ejes: levantamiento de cargas, transporte de cargas, empuje y tracción, movimientos repetitivos de la extremidad superior y posturas/movimientos forzados. Complementariamente, se aplicó el Cuestionario Nórdico Estandarizado para identificar dolor, molestias o discomfort musculoesquelético durante los últimos 12 meses y profundizar en las regiones anatómicas afectadas.

El componente nórdico permitió registrar información sociodemográfica y laboral, presencia de síntomas, limitación de actividades, molestias recientes y consecuencias específicas de los problemas lumbares.

Análisis de datos

Se utilizaron frecuencias y porcentajes para describir las características de los trabajadores, los peligros disergonómicos y la sintomatología musculoesquelética. Para examinar la relación entre variables cualitativas se aplicó la prueba exacta de Fisher. En la comparación documentada se obtuvo $p = 1,00$, valor que no permite rechazar la hipótesis nula con $\alpha = 0,05$.

RESULTS

Tabla 1 Características de la muestra (n = 89)

Característica	Categoría	%
Sexo	Hombres	100,0
Ocupación	Trabajadores de campo	73,0
Ocupación	Operadores de minas y canteras	22,5
Ocupación	Ayudantes de perforación	4,5
Edad	19–26 años	49,4
Edad	27–34 años	32,6
Edad	35–42 años	16,9
Edad	> 43 años	1,1
Jornada semanal	40–45 horas	80,9
Jornada semanal	46–51 horas	13,5
Jornada semanal	52–57 horas	4,5
Jornada semanal	≥ 58 horas	1,1

Nota. Los porcentajes pueden presentar diferencias mínimas por redondeo.

La muestra estuvo integrada exclusivamente por hombres y se concentró en trabajadores jóvenes. Casi la mitad tenía entre 19 y 26 años, y cuatro de cada cinco cumplían jornadas de 40 a 45 horas semanales.

Tabla 2 Identificación de peligros disergonómicos mediante ISO/TR 12295:2014

Factor de riesgo	Presencia, n	Presencia, %	Ausencia, n	Ausencia, %
Levantamiento de cargas	85	95,5	4	4,5
Posturas y movimientos forzados	79	88,8	10	11,2
Transporte de cargas	21	23,6	68	76,4
Movimientos repetitivos de extremidad superior	14	15,73	75	84,27
Empuje y tracción de cargas	10	11,2	79	88,8

Nota. n = 89. Los dos peligros predominantes fueron levantamiento de cargas y posturas/movimientos forzados.

El levantamiento de cargas fue el peligro más frecuente, presente en 85 trabajadores (95,5 %), seguido por posturas y movimientos forzados en 79 (88,8 %). Los demás ejes mostraron porcentajes considerablemente menores.

Tabla 3 Síntomas musculoesqueléticos por región anatómica

Región	Sí, n	Sí, %	No, n	No, %
Espalda baja / región lumbar	59	66,30	30	33,70
Cuello	28	31,46	61	68,54
Hombros	23	25,84	66	74,16
Espalda alta / región dorsal	20	22,5	69	77,5
Muñecas	18	20,2	71	79,8
Rodillas	15	16,9	74	83,1
Cadera / piernas	11	12,4	78	87,6
Tobillos y pies	11	12,4	78	87,6
Codos	7	7,9	82	92,1

Nota. Datos obtenidos mediante el Cuestionario Nórdico Estandarizado. La región lumbar presentó la mayor frecuencia.

La región lumbar concentró la mayor carga de síntomas: 59 de 89 trabajadores (66,30 %) reportaron molestias o discomfort. La frecuencia fue menor en cuello, hombros, espalda dorsal y muñecas, aunque estos segmentos también justifican vigilancia preventiva.

Tabla 4Consecuencias específicas entre trabajadores con molestias lumbares (n = 59)

Consecuencia	Sí, n	Sí, %	No, n	No, %
Molestias en los últimos 7 días	41	69,49	18	30,51
Limitación de actividades laborales, de ocio o del hogar	33	55,93	26	44,07
Consulta con médico/fisioterapeuta u otro profesional	11	18,64	48	81,36
Cambio de trabajo o deberes	7	11,86	52	88,14
Hospitalización	3	5,08	56	94,92

Nota. Los porcentajes se calculan sobre los 59 trabajadores que reportaron problemas lumbares. Los porcentajes se calcularon sobre los 59 trabajadores que reportaron problemas lumbares.

Entre los 59 trabajadores con molestias lumbares, 41 (69,49 %) reportaron síntomas durante los siete días previos y 33 (55,93 %) señalaron limitaciones en actividades laborales, domésticas o de ocio. Siete habían cambiado de trabajo o funciones y tres habían requerido hospitalización.

Análisis inferencial

La prueba exacta de Fisher se utilizó para contrastar la presencia de dolor lumbar con los principales peligros disergonómicos, particularmente levantamiento de cargas y posturas/movimientos forzados. Para la comparación documentada se obtuvo $p = 1,00$. Con $\alpha = 0,05$, este resultado no fue estadísticamente significativo. Por ello, aunque coexistieron altas frecuencias de exposición y sintomatología, no se estableció una asociación inferencial significativa en esa comparación.

DISCUSSION

Los resultados muestran una combinación de exposición ergonómica elevada y alta frecuencia de sintomatología musculoesquelética. El levantamiento de cargas y las posturas o movimientos forzados fueron los peligros predominantes, mientras que la región lumbar fue el segmento corporal con mayor proporción de molestias. Este patrón es coherente con la literatura ocupacional del quinquenio 2019–2023, que identifica la manipulación de cargas, las posturas exigentes y las demandas biomecánicas sostenidas como componentes relevantes del riesgo musculoesquelético en actividades productivas y mineras (Neusa-Arenas et al., 2019; Okello et al., 2020; Sen et al., 2020).

La concentración de molestias en la zona lumbar tiene relevancia funcional. Más de la mitad de quienes reportaron síntomas lumbares indicaron limitación de actividades, y una proporción menor recurrió a atención profesional, cambió de funciones o fue hospitalizada. Estos hallazgos respaldan la necesidad de intervenciones dirigidas a manipulación manual de cargas, rediseño de tareas, ayudas mecánicas, pausas, formación postural y vigilancia periódica.

La principal cautela se relaciona con el análisis inferencial. La coexistencia de 95,5 % de exposición a levantamiento de cargas y 66,30 % de molestias lumbares no demuestra por sí misma asociación causal ni estadística. El resultado $p = 1,00$ de la comparación documentada no alcanzó significación con $\alpha = 0,05$; por tanto, los hallazgos sustentan principalmente una caracterización descriptiva de la exposición y la sintomatología.

Otra limitación es la ausencia de una descripción suficientemente detallada del procedimiento de selección de la muestra. Asimismo, el diseño no experimental y de corte descriptivo impide establecer causalidad.

CONCLUSIONS

En los trabajadores operativos evaluados de Minervilla S.A. se observó una elevada frecuencia de peligros disergonómicos, especialmente levantamiento de cargas (95,5 %) y posturas/movimientos forzados (88,8 %). La región lumbar fue la más afectada por síntomas musculoesqueléticos, con 59 de 89 trabajadores (66,30 %), seguida por cuello, hombros, espalda dorsal y muñecas.

Los síntomas lumbares mostraron repercusión funcional: 69,49 % de los trabajadores afectados refirió molestias en los últimos siete días y 55,93 % limitación de actividades. Estos resultados justifican priorizar medidas de control ergonómico y vigilancia de la salud.

No se confirmó una asociación estadísticamente significativa en la comparación documentada mediante Fisher ($p = 1,00$). En consecuencia, los resultados deben interpretarse principalmente como evidencia descriptiva de una elevada exposición disergonómica y una alta frecuencia de síntomas musculoesqueléticos.

Recomendaciones

Se recomienda priorizar controles de ingeniería y organización para reducir la manipulación manual de cargas y las posturas forzadas; implementar ayudas mecánicas cuando sea viable; establecer vigilancia periódica de síntomas mediante instrumentos estandarizados; reforzar la capacitación en técnicas de levantamiento y organización de tareas; y fortalecer futuros análisis mediante tablas de contingencia completas, valores exactos de significación y medidas de efecto cuando corresponda.

BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

- Balderas-López, M., Zamora-Macorra, M., & Martínez-Alcántara, S. (2019). Trastornos musculoesqueléticos en trabajadores de la manufactura de neumáticos, análisis del proceso de trabajo y riesgo de la actividad. *Acta Universitaria*, 29, e1913.
<https://doi.org/10.15174/au.2019.1913>
- Maldonado-González, F. A. (2023). Asociación entre riesgos disergonómicos y lesiones musculoesqueléticas en el personal operador minero de la empresa Minervilla S.A. Universidad Regional Autónoma de los Andes.
- Maldonado-González, F. A., Molina-Delgado, J. R., Comas-Rodríguez, R., & Rivera-Escobar, M. F. (2023). Asociación entre riesgos disergonómicos y lesiones musculoesqueléticas en personal operador minero. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria de Ciencias de la Salud. Salud y Vida*, 7(2), 539–547. <https://doi.org/10.35381/s.v.v7i2.3192>

- Neusa-Arenas, G., Alvear-Reascos, R., Cabezas-Heredia, E., & Jiménez-Rey, J. (2019). Riesgos disergonómicos: Biometría postural de los trabajadores de plantas industriales en Ecuador. *Revista de Ciencias Sociales*, 25, 415–428. <https://doi.org/10.31876/rcs.v25i1.29632>
- Okello, A., Wafula, S., Sekimpi, D., & Mugambe, R. (2020). Prevalence and predictors of work-related musculoskeletal disorders among workers of a gold mine in South Kivu, Democratic Republic of Congo. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 21, 797. <https://doi.org/10.1186/s12891-020-03828-8>
- Sadeghi, S., Soltanmohammadlou, N., & Nasirzadeh, F. (2022). Applications of wireless sensor networks to improve occupational safety and health in underground mines. *Journal of Safety Research*, 83, 8–25. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2022.07.016>
- Sen, A., Sanjog, J., & Karmakar, S. (2020). A comprehensive review of work-related musculoskeletal disorders in the mining sector and scope for ergonomics design interventions. *IIE Transactions on Occupational Ergonomics and Human Factors*, 8(3), 113–131. <https://doi.org/10.1080/24725838.2020.1843564>

FUNDING:

Los autores declaran que este estudio no recibió ningún tipo de financiación externa por parte de agencias públicas, privadas, ni de organizaciones sin ánimo de lucro. Todas las actividades de investigación, análisis y desarrollo fueron realizadas con recursos propios.

CONFLICT OF INTEREST:

Los autores declaran que no presentan conflictos de intereses relacionados con este estudio y confirman que todos los procedimientos éticos establecidos por esta revista han sido rigurosamente respetados. Asimismo, garantizan que este trabajo es inédito y no ha sido publicado, ni parcial ni totalmente, en ninguna otra revista académica.

AUTHOR CONTRIBUTION

Nombres de autores e iniciales: Juan Carlos Villacrés Peñafiel (JCVP)

1. Conceptualización: (JCVP)
2. Curación de datos: (JCVP)
3. Análisis formal: (JCVP)
4. Adquisición de fondos:
5. Investigación: (JCVP)
6. Metodología: (JCVP)
7. Administración del proyecto:
8. Recursos: (JCVP)
9. Software:
10. Supervisión: (JCVP)
11. Validación: (JCVP)
12. Visualización: (JCVP)
13. Redacción – borrador original: (JCVP)
14. Redacción – revisión y edición: (JCVP)