

Evaluation of the ergonomic risk factors in the use of the manual pneumatic hammer in construction work

Evaluación de los factores de riesgo ergonómicos en el uso del martillo neumático manual en labores construcción

Marco Carrera, Mg.¹, Jonathan Almirón, Dr.¹, Paul Huanca-Zúñiga, Dr.¹, Katia Valverde-Ponce, Ing.¹, Mariela Huanca-Zúñiga, Mg.¹ y Danny Tupayachy-Quispe, Dr.²

¹Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú, mcarreran@unsa.edu.pe, jalmiron@unsa.edu.pe, phuanca@unsa.edu.pe, kvalverdep@unsa.edu.pe, mhuanca@unsa.edu.pe

²Universidad Católica de Santa María, Perú, dtupayachy@ucsm.edu.pe

Abstract-This research is focused on evaluating the ergonomic risk factors associated with the handling of the manual pneumatic hammer in civil construction works by applying the Lest Method. With the application of the method in an initial way, it is determined that the most significant factors that affect the operators are the physical load (static and dynamic) and the physical environment (noise) with a rating of 10 "harmful situation" for said factors from a scale from 0-10. Twenty risks associated with the use of the hammer are identified, the most critical being pneumoconiosis, hearing loss, vascular and neurological diseases, and musculoskeletal disorders. To deal with it, controls were implemented such as the reduction of exposure time, the use of specific personal protective equipment to reduce vibration and noise, the optimization of the weight of the equipment, training for operators and the reduction of working hours.

Applying the Lest method in a second stage, after the application of corrective measures, it is determined that the assessment of the significant risk factors is reduced approximately by half. It is concluded that this technique is useful for evaluating risk factors in construction activities by making a global diagnosis of multiple factors to which operators are exposed and determining those that are relevant. In addition, it allows determining the effectiveness of the implemented controls, determining that the controls reduced the level of occupational risk.

Keywords: ergonomic risks, jackhammer, Lest Method, construction

Resumen-Esta investigación está enfocada a evaluar los factores de riesgo ergonómico asociados al manejo del martillo neumático manual en obras de construcción civil aplicando el Método Lest. Con la aplicación del método de manera inicial se determina que los factores más significativos que afectan a los operarios son la carga física (estática y dinámica) y el entorno físico (ruido) con una calificación de 10 "situación nociva" para dichos factores de una escala del 0 al 10. Se identifican veinte riesgos asociados al uso del martillo, siendo los más críticos la pneumoconiosis, la pérdida de audición, las enfermedades vasculares y neurológicas y los trastornos musculoesqueléticos. Para hacerle frente, se implementaron controles como la reducción del tiempo de exposición, el uso de equipos de protección individual específicos para reducir las vibraciones y el ruido, la optimización del peso de los equipos, la formación de los operarios y la reducción de la jornada laboral.

Aplicando el método Lest en una segunda etapa, tras la aplicación de medidas correctoras, se determina que la valoración de los factores de riesgo significativos se reduce aproximadamente a la mitad. Se concluye que esta técnica es útil para evaluar los factores de riesgo en las actividades de construcción al realizar un diagnóstico global de múltiples factores a los que están expuestos los operadores y determinar aquellos que son relevantes. Además, permite determinar la efectividad de los controles implementados, determinando que los controles redujeron el nivel de riesgo laboral.

Palabras clave: riesgos ergonómicos, martillo neumático, Método Lest, construcción

I. INTRODUCCIÓN

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), los trastornos musculoesqueléticos son la principal causa de discapacidad en todo el mundo y el dolor lumbar es la causa más frecuente de discapacidad en 160 países [1].

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

En Perú, en el Anuario Estadístico Sectorial emitido por el Ministerio de Trabajo, indica que las enfermedades ocupacionales causadas por posturas forzadas y movimientos repetitivos representaron el 11% en 2018, y 19% en 2019. En 2020 y 2021 el porcentaje se redujo a 1% en cada año, esto se debió a la pandemia causada por el coronavirus que ocupó el primer lugar [2].

La Asociación Internacional de Ergonomía (AIE) define a la ergonomía como una disciplina científica que estudia la interacción del ser humano con otros elementos del sistema, pero también como aquella que aplica teorías, principios, datos y métodos al diseño para optimizar el bienestar humano y desempeño del sistema global [3][4].

Emplear la ciencia de la ergonomía para evaluar los factores de riesgo ergonómicos resulta crucial en la mejora de la calidad de vida de las personas y la prevención de enfermedades ocupacionales en todos los sectores e industrias.

En la industria de la construcción, los trabajadores realizan actividades en diferentes etapas asumiendo las mismas posturas por largos periodos de tiempo y enfrentándose a Trastornos Musculoesqueléticos (TME) [5] [6] [7].

La ciencia de la ergonomía, a través de la concienciación y la importancia de realizar ejercicios de precalentamiento, ayuda a reducir los síntomas musculoesqueléticos y permite que los trabajadores tengan cuidado con la sobreexposición [6].

A nivel internacional la Norma ISO /TR 12295 “Documentos para la aplicación de las normas internacionales sobre manipulación manual y evaluación de posturas de trabajo estáticas” permite una evaluación rápida de los riesgos a través de la aplicación de diferentes métodos utilizando cuestionarios y escenarios varios.

En Perú, la Resolución Ministerial 375-2008-TR define los diferentes procedimientos de evaluación de riesgos ergonómicos, cuya elección depende de las situaciones específicas de la actividad a evaluar.

Diversos estudios han aplicado diferentes métodos para la evaluación de riesgos ergonómicos. Métodos como el “Sistema de Evaluación de la postura de trabajo Ovako” (OWAS), “Evaluación rápida de miembros superiores” (RULA) y “Evaluación rápida de todo el cuerpo” (REBA) son frecuentemente aplicadas para identificar la carga estática y repetitiva, fuerza y esfuerzo físico postural [8] [9] [10] [11] [12].

La comparación de los métodos de evaluación ergonómica como el método de “Acciones Ocupacionales Repetitivas” (OCRA), Comprobación de Exposición Rápida (QEC), Índice de Tensión (SI), REBA, RULA, OWAS, y combinaciones de varias técnicas realizadas en varios sectores como manufactura, forestal, automoción, construcción, etc., concluyen que la comparación de métodos difiere significativamente debido a la clasificación de diferentes categorías de riesgo por cada método y que su comparación requiere de un número base. Esta conversión termina afectando la distribución de la postura en zonas incorrectas. Por lo tanto, la aplicación de una técnica

puede no ser la más idónea para la evaluación de determinadas actividades [13].

Respecto al método Lest, es un método creado por el Laboratorio de economía y sociología del trabajo destinado a evaluar 5 dimensiones (carga física, entorno físico, carga mental, aspectos psicosociales y tiempos de trabajo) desglosadas en 14 variables. Este método establece un diagnóstico global de cada una de las actividades desarrolladas para categorizarlas de acuerdo a su nivel de riesgo y emplea una guía o cuestionario definido. La valoración global y de acuerdo a los resultados permite definir si se requiere establecer un análisis más profundo utilizando otros métodos complementarios [14].

El método Lest viene aplicándose en diferentes sectores industriales para la evaluación de los riesgos ergonómicos, así, en la industria de procesamiento de gas se determinó mayores riesgos asociados a posturas inadecuadas y por tiempos prolongados, exposición al ruido y esfuerzos por pesos moderados [15], y en la industria de reencauche aplicando el método Lest de manera inicial y posterior a la implementación de controles, se determinó la reducción de los niveles de riesgo de los diferentes factores a aproximadamente la mitad del valor inicial [16].

Por otro lado, según la revisión realizada por Hulshof et al., mediante el análisis sistemático de diferentes investigaciones asociadas a los efectos de la exposición a los factores de riesgo, la exposición prolongada aumentó el riesgo de adquirir enfermedades musculoesqueléticas y de osteoartritis en cadera o rodilla [17].

La industria de la construcción es uno de los sectores más complejos en cuanto a las diferentes actividades que los operarios realizan y que implica el levantamiento de cargas, la adopción de diferentes posturas con repetitividad, la manipulación de herramientas y equipos, y esfuerzos físicos, que terminan provocando molestias a corto o largo plazo en diferentes partes del cuerpo [18]. Por lo tanto, con la presente investigación se pretende evaluar los factores de riesgo ergonómicos en el uso del martillo neumático manual aplicado al sector construcción y empleando la metodología Lest para obtener resultados globales sobre 5 dimensiones que abarcan los diferentes factores a los que se ven expuestos los operarios.

Se realizó una medición inicial de los factores de riesgo aplicando el método Lest, se implementaron controles para los riesgos significativos, y se realizó una segunda medición del método para determinar la reducción de los niveles de los factores de riesgo ergonómicos.

II. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

A. Muestra evaluada en la aplicación del método Lest

Los trabajadores sujetos a evaluación fueron 7 operadores del martillo neumático manual en construcción civil de la empresa SINNENS, ubicada en la ciudad de Arequipa, Perú.

Se determinó el mapeo de procesos para identificar las actividades generales y específicas asociadas al proceso de

construcción y las tareas asociadas al uso del martillo neumático.

La presente investigación se llevó a cabo durante un periodo de 6 meses.

B. Metodología

El método Lest fue aplicado para el monitoreo del entorno en el que se desarrollaron las actividades de construcción, basado en un cuestionario que evalúa cinco dimensiones y un conjunto de factores (variables) asociados a cada dimensión como se muestra en la TABLA I [14].

TABLA I
DIMENSIONES Y VARIABLES DEL MÉTODO LEST

Carga física	Entorno Físico	Carga mental	Aspectos Psicosociales	Tiempo de trabajo
Estática	Ambiente térmico	Presión de tiempos	Iniciativa	Cantidad y organización del tiempo de trabajo
Dinámica	Ruido Ambiente luminoso Vibraciones	Atención Complejidad	Comunicación Relación con el mando Status social	

La valoración de las dimensiones y variables oscila entre 0 y 10 y la interpretación de la puntuación se muestra en la TABLA II.

TABLA II
PUNTUACIÓN DEL MÉTODO LEST

Puntuación	Valoración
0,1, 2	Situación satisfactoria
3, 4, 5	Débiles molestias. Algunas mejoras podrían aportar más comodidad al trabajador
6, 7	Molestias medias. Existe riesgo de fatiga
8, 9	Molestias fuertes. Fatiga
10	Situación nociva

La secuencia de actividades de la presente investigación se muestra en la Fig. 1.

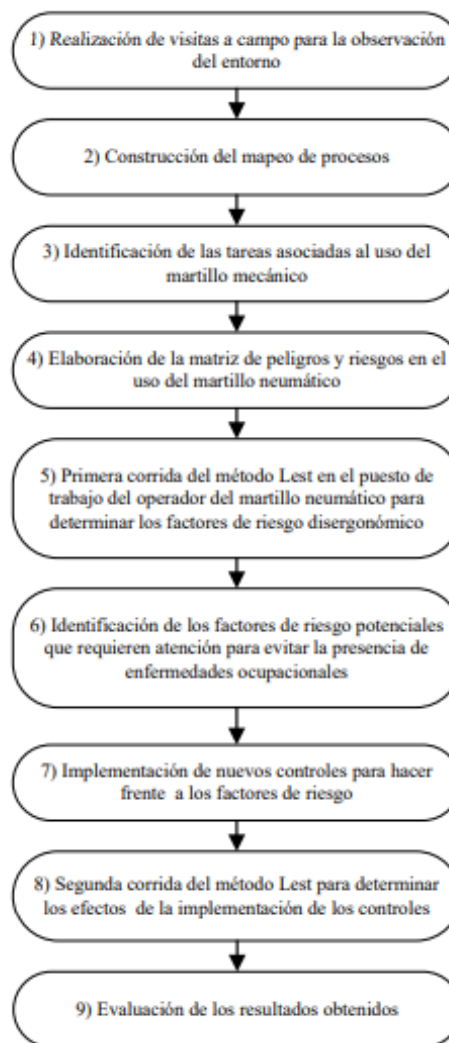


Fig. 1 Secuencia del procedimiento experimental

En el mapeo de proceso se identificaron 12 tareas, las cuales se muestran en la Fig. 2.

De las 12 tareas identificadas, 3 están asociadas al uso del martillo neumático manual:

1. *Demolición de elementos de concreto o roca sólida:* En esta etapa, el operario utiliza el martillo neumático de entre 2 y 5 horas en posición inclinada sobre el suelo o en posición horizontal.

2. *Perforación de muros:* El martillo neumático es utilizado en forma horizontal a la altura del estómago o pecho.

3. *Excavación de terrenos:* El operario utiliza diferentes herramientas para realizar cortes, cavidades o zanjas al terreno con respecto al nivel inicial del suelo.

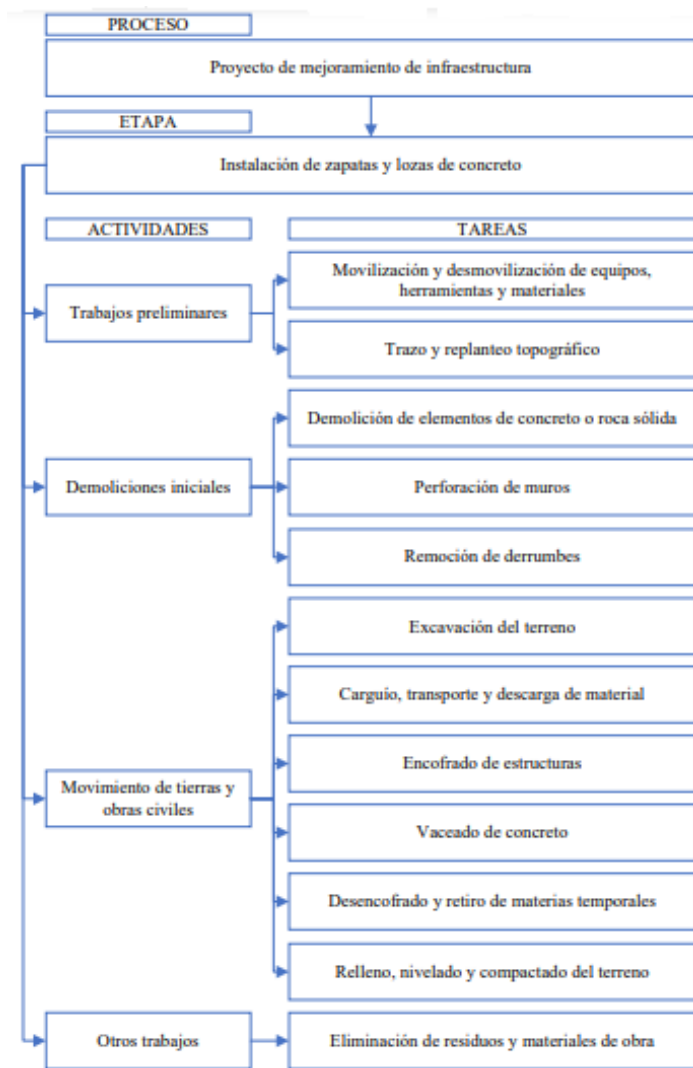


Fig. 2. Mapeo de procesos

Asimismo, se realizó la identificación de los peligros y riesgos en función al mapeo de procesos. Se identificaron 32 peligros y 74 riesgos, siendo los más críticos la neumoconiosis, hipoacusia, enfermedades vasculares, neurológicas y TME.

Los trabajos realizados por los operarios expuestos a vibraciones mano brazo, posturas de trabajo estáticas, movimientos repetitivos, entre otros factores están relacionados con el desarrollo de TME [19] y la inhalación de polvos minerales, los hace susceptibles de padecer enfermedades relacionadas con la neumoconiosis [20]. También existe riesgo de la pérdida de audición cuando el nivel de ruido llega a los 90 dB o más [21].

Las enfermedades vasculares como aquellas provenientes de las vibraciones brazo mano generan un desorden vascular caracterizado por una vasoconstricción cutánea excesiva, mientras que los problemas neurológicos están relacionados al

hormigueo, disminución de la percepción sensorial, adormecimientos, etc. [22].

Se aplicaron 2 corridas en el software e-Lest para la evaluación de los factores de riesgo ergonómicos y se implementaron controles para reducir el impacto de dichos factores.

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Aplicado el método Lest en una primera corrida en condiciones iniciales de trabajo se determinaron las dimensiones globales y factores específicos (variables).

En la Fig. 3, las dimensiones de ‘carga física’ y ‘entorno físico’ representaron los factores de riesgo más significativos con puntuaciones de 10 en cada una consideradas como “situaciones nocivas”, seguida de la dimensión de ‘aspectos psicosociales’ con una puntuación de 7, y considerada como “molestias medias”.

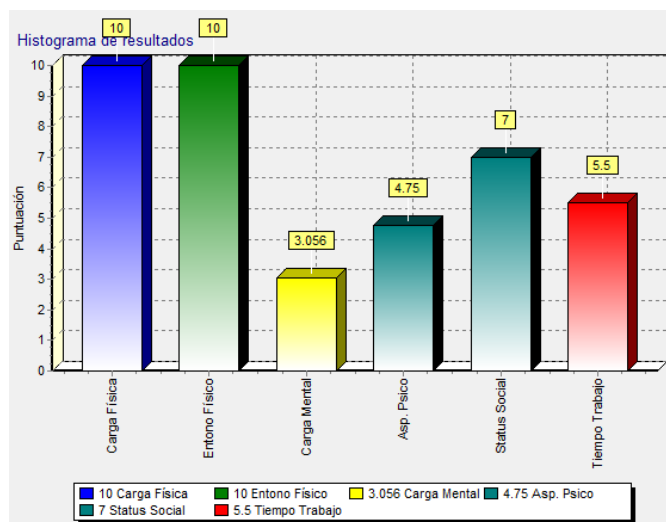


Fig. 3 Resultados de las dimensiones del método Lest en condiciones iniciales de trabajo – primera corrida

Este resultado coincide con los factores de riesgo determinados por Bedoya et al., aplicando el método Lest en un grupo de operarios de construcción encargados de la apertura de zanjas para la colocación de tuberías, pozos de alcantarillado entre otros, que indica que dichos factores están asociados a la ‘carga física’, ‘entorno físico’ y ‘ruido’ [23]. De la misma forma, en una empresa de autopartes de la industria automotriz, Sánchez et al., determinaron que los factores de riesgo encontrados están asociados a la ‘carga física’ y ‘entorno físico’ ligados a las múltiples tareas propias del proceso productivo [24].

Mientras que, en un estudio realizado por Coello et al., aplicando el método Lest en los operarios de aserrío, el ‘entorno físico’ resulta alto con un valor que llega a 10 debido a la exposición al ruido a más de 105 dB. Además, de la ‘carga mental’ que llega a valores de 7 debido a la presión en el tiempo de entrega de los productos [25], siendo este resultado un tanto

diferente por los factores de riesgo a los que están expuestos los trabajadores.

Paralelamente, Reto Agurto, en su investigación aplicando el método Lest en una Industria de Agropesca, observó que la ‘carga física’, ‘entorno físico’ y ‘tiempo de trabajo’ tenían valores de 7, 10 y 7 respectivamente, debido a las condiciones ambientales y el tiempo de exposición en los trabajadores.

En la Fig. 4 se muestran las variables de cada dimensión donde la ‘carga estática’, ‘carga dinámica’ y ‘ruido’ son las principales variables de preocupación y que conllevan a la predisposición de enfermedades ocupacionales.

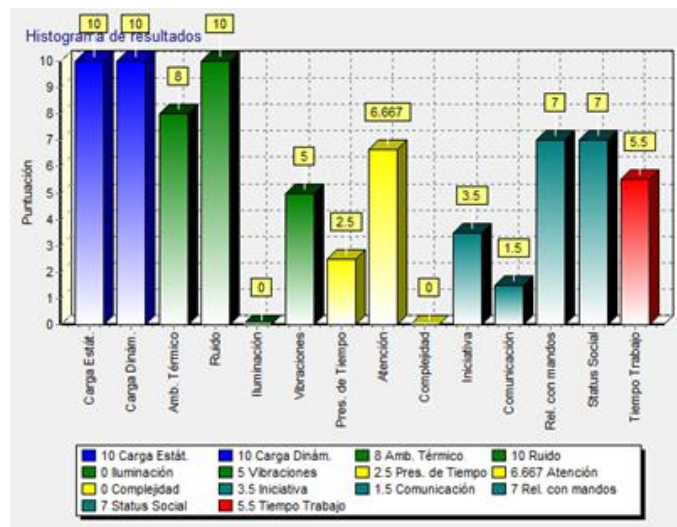


Fig. 4 Resultados de las variables del método Lest en condiciones iniciales de trabajo – primera corrida

La ‘carga física’, cuyas variables son la ‘carga estática’ y la ‘carga dinámica’, están relacionadas a las posturas que adoptan los operarios para la ejecución de los trabajos y el tiempo de exposición a dichas posturas, además del peso del equipo que provoca el esfuerzo [26]. El martillo neumático utilizado en las labores de construcción tuvo un peso de 20 kg aproximadamente.

El ‘entorno físico’ está relacionado a la exposición repetitiva de ambientes, ruido y vibraciones [26]. En este caso, relacionado al ruido generado por el uso del martillo neumático durante tiempos prolongados y las vibraciones repetitivas durante su uso.

El ‘aspecto psicosocial’ se relaciona con la condición de trabajo, asociada a las actitudes, comunicaciones, relación con superiores y formación. Y específicamente, la variable ‘estatus social’ corresponde al tiempo de aprendizaje y a la formación en el puesto de trabajo [26].

Con el método aplicado, se determinó que el ruido llegó hasta valores promedio de 107dB, por encima de los límites máximos permisibles en la jornada de trabajo causando molestias en los operarios. Además, los operarios realizaron repeticiones frecuentes para completar el proceso de

demolición, desde 100 hasta 200 repeticiones, aplicando esfuerzos y posturas continuas.

Con los resultados de los factores de riesgo ergonómicos críticos, se implementaron los siguientes controles:

- Reducir el tiempo de exposición compartiendo la tarea en el uso del martillo neumático manual entre tres o más operarios y con un tiempo de exposición máximo de 20 min/día para cada operario. Al reducir el tiempo de exposición la carga física disminuirá considerablemente.
- Aumentar la cantidad de trabajadores en el uso del martillo neumático manual que implica que no solamente los operarios se encarguen de la actividad sino también sean capacitados los ayudantes en el uso del equipo. De esta forma, se disminuye la repetición de impactos producidos en el operario por causa de la vibración.
- Utilizar un equipo de protección personal (EPP) como guantes antivibración que cumplan con las normas EN/ISO10819 “Vibraciones y choques de orígenes mecánicos para los brazos y manos”, y EN13594 “Atenuación de la energía del impacto”, para evitar que la vibración sea transmitida al cuerpo, manos y brazo del operario.
- Reducir el peso del martillo neumático manual a valores de entre 8 y 12 kg. para minimizar la frecuencia y desgaste físico del operario.
- Utilizar doble protección auditiva con tapones de espuma y copa auditiva para reducir la exposición a decibeles altos y variables.
- Reducir las horas de trabajo semanal del operario de construcción civil, de 48 a 37 h/semana para disminuir la exposición a todas las actividades de impacto auditivas.
- Formar de manera teórica y práctica a los operarios de construcción civil para que tomen conciencia de los riesgos y controles que deben tomar en cuenta durante la exposición de tal manera que disminuya la probabilidad de padecer enfermedades ocupacionales.

Se aplicó una segunda corrida del método Lest posterior a la implementación de los controles.

La Fig. 5 muestra que las 3 dimensiones: ‘carga física’, ‘entorno físico’ y ‘aspectos psicosociales’ redujeron su puntuación a valores menores a 6. Los niveles de riesgo se redujeron aproximadamente a la mitad del valor inicial. Sin embargo, siguen presentes, aunque en menor medida.

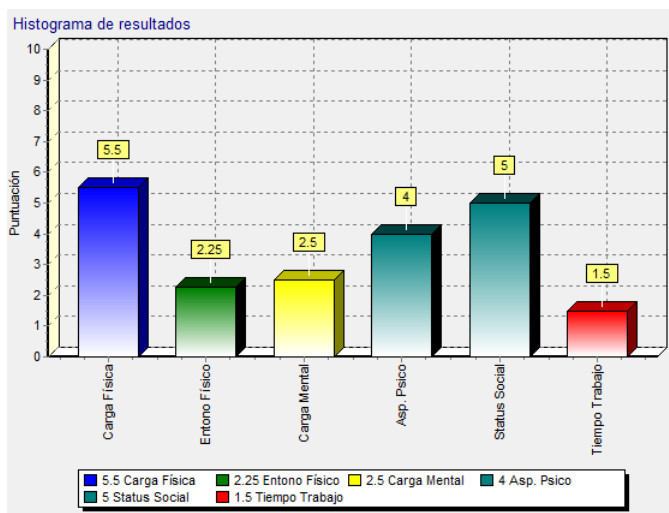


Fig. 5 Resultados de las dimensiones del método Lest después de la implementación de controles – segunda corrida

En la evaluación por variables, se observa en la Fig. 6 que la ‘carga estática’, la ‘carga dinámica’ y ‘ruido’ se redujeron a valores de 5, 6 y 4 respectivamente, lo que representa “molestias débiles”, “medias molestias” y “molestias débiles”, respectivamente.

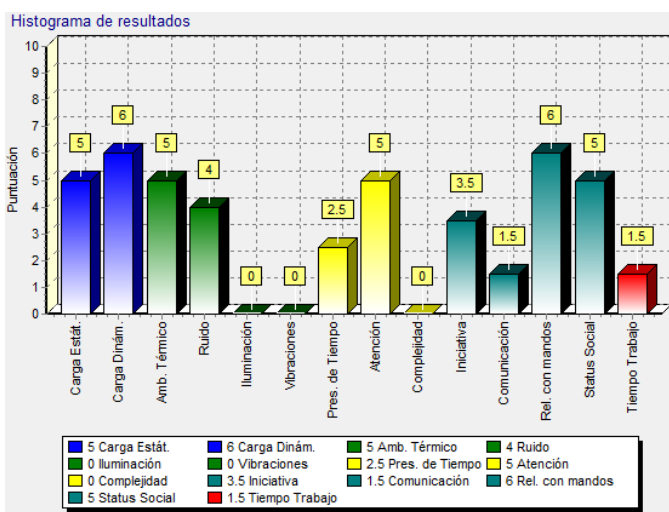


Fig. 6 Resultados de las variables del método Lest después de la implementación de controles – segunda corrida

En correspondencia con Flores et al., que aplicó el método Lest después de la implementación de controles, determinó que los factores correspondientes a dimensión ‘carga física’ se redujeron al nivel “situación satisfactoria” y ‘el entorno físico’ a “débiles molestias”. Siendo esta técnica útil para evaluar la efectividad de controles y la reducción del nivel de riesgo. De la misma forma, las variables ‘relación con mandos’ y ‘status social’ se redujeron a valores de 6 y 5, respectivamente. Aunque disminuyó el nivel de riesgo, los operarios aún presentan molestias, a pesar de que se implementaron controles

como la formación en el puesto de trabajo. Como señala, Gatti et al., la conciencia que se construye en los trabajadores, representantes, personal de mando y empleadores no hace posible que realmente midan las consecuencias de no atender este tipo de riesgo y que no se implementen políticas concretas para hacerles frente [27]. Este hecho podría explicar la poca efectividad de los controles a pesar de la reducción del riesgo.

IV. CONCLUSIONES

El método Lest permite una visión amplia de todos los factores de riesgo a los que podrían estar expuestos los operarios, a diferencia del uso de otros métodos que se enfocan en determinados factores. Igualmente, su aplicación para evaluar la efectividad de controles resulta idónea.

Los factores de riesgo como la ‘carga estática’, ‘carga dinámica’, ‘ruido’, ‘relación con el mando’ y ‘status social’ fueron los más críticos considerados como “situación nociva”, debido a la adopción de posturas varias, movimientos repetitivos y exposición en el uso del martillo neumático manual. Además, la no atención de estos factores de riesgo aumenta la probabilidad de desarrollar enfermedades ocupacionales y daños irreversibles en los operarios de construcción civil.

La implementación de controles después de la primera corrida del método Lest mejoró los niveles de riesgo de los factores a valores considerados como “medias molestias” y “débiles molestias”. Sin embargo, aún existe un nivel de riesgo significativo.

REFERENCIAS

- [1] Organización Mundial de la Salud, 2021, <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>
- [2] Ministerio de Trabajo Promoción y Empleo. Anuario Estadístico Sectorial 2018, 2019, 2020, 2021. <https://www2.trabajo.gob.pe/estadisticas/anuarios-estadisticos/>
- [3] Velásquez, C. A. L., Caballero, J. R. D., & Espinoza, G. A. P. (2019). La ergonomía en la prevención de problemas de salud en los trabajadores y su impacto social. *Revista Cubana de Ingeniería*, 10(2), 3-15.
- [4] Torres, Y., & Rodríguez, Y. (2021). Surgimiento y evolución de la ergonomía como disciplina: reflexiones sobre la escuela de los factores humanos y la escuela de la ergonomía de la actividad. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 39(2).
- [5] Francis, JR y Deepan, G. (2019). Un estudio de los factores de riesgo ergonómico plausibles en las industrias de la construcción y sus medidas correctivas efectivas.
- [6] Ishwarya, GA y Rajkumar, D. (2021). Análisis de factores de riesgo ergonómico en la industria de la construcción. *Materiales hoy: Procedimientos*, 37, 2415-2418.
- [7] Ray, PK, Parida, R. y Saha, E. (2015). Encuesta de estado de los factores de riesgo ocupacional de las tareas de manejo

manual de materiales en un sitio de construcción en la India. *Fabricación Procedia*, 3, 6579-6586.

[8] Dianat, I., Afshari, D., Sarmasti, N., Sangdeh, MS y Azaddel, R. (2020). Postura de trabajo, condiciones de trabajo y resultados musculoesqueléticos en trabajadores agrícolas. *Revista internacional de ergonomía industrial*, 77, 102941.

[9] Gómez-Galán, M., Callejón-Ferre, Á. J., Pérez-Alonso, J., Díaz-Pérez, M., & Carrillo-Castrillo, JA (2020). Riesgos musculoesqueléticos: revisión bibliométrica RULA. *Revista Internacional de Investigación Ambiental y Salud Pública*, 17 (12), 4354.

[10] Hita-Gutiérrez, M., Gómez-Galán, M., Díaz-Pérez, M., & Callejón-Ferre, Á. J. (2020). Una descripción general de las aplicaciones del método REBA en el mundo. *Revista internacional de investigación ambiental y salud pública*, 17 (8), 2635.

[11] Lowe, BD, Dempsey, PG y Jones, EM (2019). Métodos de evaluación de la ergonomía utilizados por los profesionales de la ergonomía. *Ergonomía aplicada*, 81, 102882.

[12] Lu, JM, Twu, LJ y Wang, MJJ (2016). Evaluaciones de riesgo de trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo entre los operadores de fabricación de TFT-LCD. *Revista Internacional de Ergonomía Industrial*, 52, 40-51.

[13] Joshi, M. y Deshpande, V. (2019). Una revisión sistemática de estudios comparativos sobre técnicas de evaluación ergonómica. *Revista Internacional de Ergonomía Industrial*, 74, 102865.

[14] Reto Agurto, D. J. (2022). Aplicación del método LEST para disminuir los niveles de riesgo en el procesamiento de productos hidrobiológicos de Agropesca del Perú SAC Perú. 2021.

[15] Cerino, M. J. C. R., Martínez, M. M. Q., Salgado, M. D. C. R., & Reyes, L. V. (2016). Aplicación del Método LEST para la realización del estudio de riesgos ergonómicos en el Departamento de inspección técnica de un complejo Procesador de Gas, en el Estado de Tabasco.

[16] Flores Saucedo, D. G., & Heros Neyra, M. A. (2020). Aplicación del método LEST para disminuir los niveles de riesgo en el proceso del reencauche en la empresa Reencauchadora Ortega SAC en el año 2019.

[17] Hulshof, C. T., Pega, F., Neupane, S., Colosio, C., Daams, J. G., Kc, P., & Frings-Dresen, M. H. (2021). The effect of occupational exposure to ergonomic risk factors on osteoarthritis of hip or knee and selected other musculoskeletal diseases: A systematic review and meta-analysis from the WHO/ILO Joint Estimates of the Work-related Burden of Disease and Injury. *Environment International*, 150, 106349.

[18] Rodríguez, Y. E. (2022). Manipulación manual de carga como principal factor de riesgo ergonómico desencadenante de trastornos lumbares en la industria de la construcción. *Saluta*, (4), 31-50.

[19] Shaikh, A. M., Mandal, B. B., & Mangalavalli, S. M. (2022). Causative and risk factors of musculoskeletal disorders

among mine workers: A systematic review and meta-analysis. *Safety Science*, 155, 105868.

[20] Vargas Cifuentes, P. E. (2022). *Carga de la enfermedad y epidemiología por neumoconiosis en Costa Rica de 1990-2019* (Doctoral dissertation, Universidad Hispanoamericana).

[21] Bai, X., & Wicaksono, H. (2020). How Relevant Are Environmental Factors in The Ergonomic Performance Assessments. *Procedia Manufacturing*, 52, 325-330.

[22] Sánchez-Aguilar, M., Pérez-Manriquez, G. B., González Díaz, G., & Peón-Escalante, I. (2017). Enfermedades asociadas a los factores de riesgo laborales de la industria de la construcción en México. *Medicina y seguridad del trabajo*, 63(246), 28-39.

[23] Bedoya Aguilar, J. P., & Delgado Díaz, J. D. (2021). Análisis de los trastornos músculo esqueléticos presentes en operarios de montaje de canalizaciones del sector de la construcción.

[24] Sánchez, M. G. O. (2016). El método lest, su aplicación y evaluación en las prácticas ergonómicas.

[25] León, E. C. C., Porro, E. M., & Jaen, D. A. V. (2021). Evaluación de las condiciones de trabajo en la empresa tecnoblock SA mediante el Método lest. Centro Sur.

[26] Izaguirre, B. L., Altamirano, M. S., Vargas, L. R., & Lárraga, C. R. (2020). Evaluación global de los puestos de trabajo de una empresa azucarera con método LEST. TECTZAPIC: Revista Académico-Científica, 6(2), 84-94.

[27] Gatti, C. M. (2016). Julio César Neffa, "Los riesgos psicosociales en el trabajo. Contribución a su estudio", CEIL-CONICET, 585 páginas, libro digital. *De Prácticas y Discursos*, 5(6), 1-8.