

RESEARCH ARTICLE

## Análisis Ergonómico en los puestos de trabajo mediante el método MAC, mejoras para bienestar y desempeño del personal

Velasteguí Villamarin Martín Stalin <sup>1</sup>  Redroban Dillon Cristian David <sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, EC 060110, Ecuador

✉ Correspondencia: martin.velastegui@unach.edu.ec  + 593 0992724488

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj73178>

**Resumen:** Se ha observado que uno de los problemas de salud física se adquiere por actividades de montaje de estructura en el cual se evidencia por cargas y movimientos que generan un mal estar a la persona a corto o largo plazo y se centró en evaluar los riesgos ergonómicos presentes en los puestos de trabajos mediante actividades de montaje de estructura como, por ejemplo: Montadores, Torqueadores y Ayudantes Mecánicos en la empresa constructor. Se considerado una muestra de 20 trabajadores de los diferentes puestos, aplicando el Cuestionario Nórdico Estandarizado (SNQ) y el Método de Análisis de Carga (MAC), se utilizaron encuestas, estadística descriptiva y los índices de riesgo del método MAC para clasificar el nivel de riesgo en cada puesto de trabajo. El cual se ha identificado los principales factores de riesgo ergonómicos están asociados a la manipulación de cargas pesadas, posturas forzadas y movimientos repetitivos, factores que están asociados a un alto riesgo de trastornos musculoesqueléticos. El estudio reveló la necesidad urgente de implementar medidas preventivas para mejorar las condiciones de trabajo en la empresa SEDEMI. Las recomendaciones incluyeron: Optimización de los puestos de trabajo, capacitación en técnicas de levantamiento seguro, rotación de tareas, bajar kilos, bajar el número de veces.

**Palabras claves:** ergonomía, Manual Handling Assessment Charts (MAC), trastornos musculoesqueléticos, montaje de estructuras metálicas SEDEMI, seguridad y salud ocupacional.

### Ergonomic analysis in workplaces using the MAC method, improvements for staff well-being and performance

**Abstract:** It has been observed that one of the physical health problems is acquired by structure assembly activities in which it is evidenced by loads and movements that generate discomfort for the person in the short or long term and focuses on evaluating the ergonomic risks present. . in jobs through structure assembly activities such as, for example: Assemblers, Torqueers and Mechanical Helpers in the construction company. A sample of 20 workers from different positions was considered, applying the Standardized Nordic Questionnaire (SNQ) and the Load Analysis Method (MAC), surveys, descriptive statistics and the risk indices of the MAC method were used to classify the level of risk in every job. Which has identified the main ergonomic risk factors



**Cita:** Velasteguí Villamarin, Martín Stalin Redroban Dillon, C. D. (2024). Análisis Ergonómico en los puestos de trabajo mediante el método MAC, mejoras para bienestar y desempeño del personal. Green World Journal, 07(03), 178. <https://doi.org/10.53313/gwj73178>

**Received:** 28/September/2024  
**Accepted:** 06/October/2024  
**Published:** 08/October/2024

Prof. Redroban Dillon Cristian David  
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial  
[editor@greenworldjournal.com](mailto:editor@greenworldjournal.com)

**Editor's note:** CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.



are associated with the manipulation of heavy loads, forced postures and repetitive movements, factors that are associated with a high risk of musculoskeletal disorders. The study revealed the urgent need to implement preventive measures to improve working conditions at the SEDEMI company. Recommendations include: Optimization of jobs, training in safe lifting techniques, rotation of tasks, losing kilos, reducing the number of times.

**Keywords:** ergonomics, Manual Handling Assessment Charts (MAC), musculoskeletal disorders, metal structure assembly, SEDEMI, occupational safety and health.

## 1. Introducción

La ergonomía se define también como un faro de conocimiento científico, iluminando el camino hacia la armonía entre el ser humano y su entorno de trabajo, su objetivo principal es adaptar el trabajo a las capacidades y limitaciones físicas y mentales de las personas [1]. Sin embargo, a pesar de los avances en materia de ergonomía, los trastornos músculo-esqueléticos (TME) persisten como una sombra siniestra en el panorama de la salud ocupacional, estas afecciones, que involucran músculos, tendones, nervios y otras estructuras del sistema locomotor, se rigen como una de las principales causas de discapacidad y ausentismo laboral a nivel global, generando un impacto significativo tanto en la calidad de vida de los trabajadores como en la productividad de las empresas. [2].

La manipulación manual de cargas, los movimientos repetitivos, las posturas forzadas y el trabajo a un ritmo elevado se configuran como los principales factores de riesgo ergonómico [3]. Estos factores, presentes en diversos sectores económicos, adquieren especial relevancia en la industria de la construcción, donde las tareas demandan un esfuerzo físico considerable y la exposición a condiciones ambientales adversas es frecuente [4].

En la industria de la construcción, en particular, los trabajadores están expuestos a múltiples factores de riesgo ergonómico debido a la naturaleza física y demandante de las tareas [5], la legislación ecuatoriana en materia de seguridad y salud ocupacional exige a las empresas identificar, evaluar y controlar los riesgos laborales, incluyendo los ergonómicos [6]. El incumplimiento de estas normativas puede acarrear sanciones y afectar la reputación de la empresa [7].

La industria del montaje de estructuras, como la que realiza SEDEMI, involucra tareas que exigen un esfuerzo físico considerable y exponen a los trabajadores a estos riesgos ergonómicos. La falta de procedimientos adecuados, capacitación y sistemas de gestión puede agravar la situación, impactando negativamente en la salud y el desempeño de los trabajadores [8]. En este contexto, el análisis ergonómico se presenta como una herramienta fundamental para identificar, evaluar y controlar los riesgos presentes en los puestos de trabajo [9]. El método MAC (Método de Análisis de Carga), basado en la observación sistemática de las tareas y la evaluación de las cargas físicas, permite cuantificar el nivel de riesgo y orientar la implementación de medidas preventivas y correctivas.

El presente estudio se propone aplicar el método MAC para analizar los riesgos ergonómicos en los puestos de trabajo de Montadores, Torqueadores y Ayudantes mecánicos en SEDEMI. A través de la observación sistemática de las tareas, la medición de las cargas físicas y la evaluación de las posturas adoptadas, se busca identificar los principales factores de riesgo y su nivel de severidad [10].

## 2. Materiales y métodos

El presente estudio adoptó un enfoque cuantitativo, descriptivo y transversal, con el propósito de analizar los riesgos ergonómicos presentes en los puestos de trabajo de Montadores, Torqueadores y Ayudantes mecánicos en la empresa SEDEMI, dedicada al montaje de estructuras metálicas.

El universo de estudio estuvo conformado por todos los trabajadores de SEDEMI que desempeñan las funciones de Montadores, Torqueadores y Ayudantes mecánicos, a los cuales se les aplicó el Cuestionario Nórdico Estandarizado (SNQ) para evaluar la presencia de trastornos músculo-esqueléticos, se seleccionó una muestra no probabilística intencional de 20 trabajadores, asegurando una representación equitativa de los tres puestos mencionados, la selección consideró criterios como la experiencia laboral, la antigüedad en la empresa y la disponibilidad para participar en el estudio.

Se empleó el Método de Análisis de Carga (MAC) para evaluar los riesgos ergonómicos específicos asociados a las tareas de montaje de estructuras, como manipulación de cargas pesadas, posturas forzadas y movimientos repetitivos, además, se realizó una observación detallada de las actividades laborales, registrando las posturas adoptadas, los movimientos realizados, las herramientas utilizadas y las condiciones ambientales.

Se llevó a cabo mediciones de factores como la fuerza ejercida, la repetitividad de movimientos, la duración de las posturas y la exposición a vibraciones, utilizando instrumentos de medición apropiados.

Los datos recopilados fueron procesados y analizados mediante estadística descriptiva y la aplicación de los índices de riesgo del método MAC. El nivel de riesgo se clasificó en tres niveles basados en color: Verde (bajo), Naranja (medio) y Rojo (alto), a pesar de que, en ciertas condiciones, se añade un cuarto nivel, Púrpura (inaceptable). La evaluación se dividió en cuatro etapas: frecuencia y repetición de movimientos, fuerza, posturas incómodas y factores adicionales. Se elaboró un informe detallado que presentó los resultados del análisis, incluyendo la descripción de las tareas evaluadas, los factores de riesgo identificados, los niveles de riesgo calculados y recomendaciones generales para la mejora ergonómica en SEDEMI.

Para realizar este proyecto se obtuvo un consentimiento informado de los trabajadores participantes, garantizando la confidencialidad de los datos y el anonimato en la presentación de resultados, se informó a los trabajadores sobre los objetivos y procedimientos del estudio, brindándoles la oportunidad de hacer preguntas y expresar cualquier inquietud.

En este estudio se consideró una limitación importante que fue el tamaño de la muestra, que aunque adecuado para un análisis exploratorio, puede limitar la generalización de los resultados a toda la población de trabajadores de SEDEMI, pero a pesar de esta limitación, se espera que este estudio proporcione a SEDEMI una evaluación objetiva y detallada de los riesgos ergonómicos presentes en sus operaciones de montaje de estructuras, contribuyendo así a la toma de decisiones informadas y la implementación de mejoras que promuevan un entorno laboral más seguro y saludable para sus trabajadores.

## 3. Resultados

Según la ficha de atención médica en el dispensario de la empresa SEDEMI de 15 patologías presentadas y atendidas el 27% de casos corresponde a trastornos músculo esqueletos. Estos resultados son coherentes y quienes sugieren una posible relación con las tareas repetitivas y las posturas forzadas propias de los trabajos de carga pesada.

### Aplicación del Cuestionario Nórdico Estandarizado

La Ilustración 1 muestra la zona del cuerpo más afectada por las tareas de montadores, torqueadores y ayudantes en la empresa SEDEMI

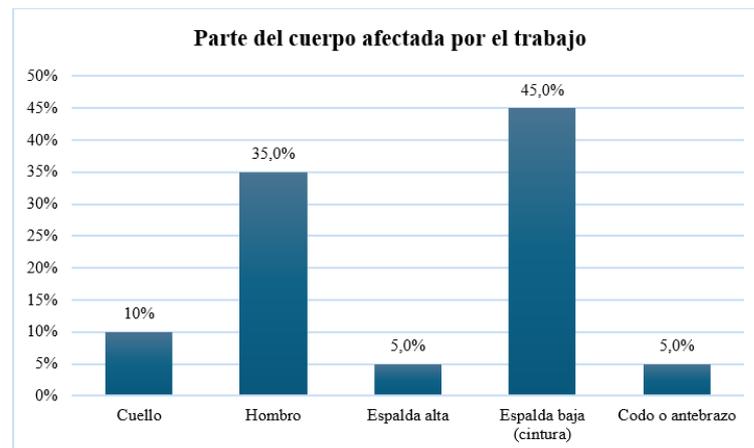


Ilustración 1: Partes del cuerpo más afectada por el trabajo

Elaborado por: Martín Velasteguí.

La Ilustración 1 revela un patrón claro de afectación en la salud de los trabajadores directamente relacionado con las demandas físicas de sus tareas. El alto porcentaje de trabajadores que reportan dolor en la espalda baja (45%), seguido de los hombros (35%) y el cuello (10%), es una señal inequívoca de que las actividades de levantamiento, transporte y sujeción de estructuras metálicas generan un desgaste considerable en el sistema musculo-esquelético. Estos resultados subrayan la necesidad urgente de implementar medidas ergonómicas, como la optimización de los puestos de trabajo, la capacitación en técnicas de levantamiento seguro y la provisión de equipos adecuados, para prevenir lesiones y mejorar la calidad de vida de los trabajadores.

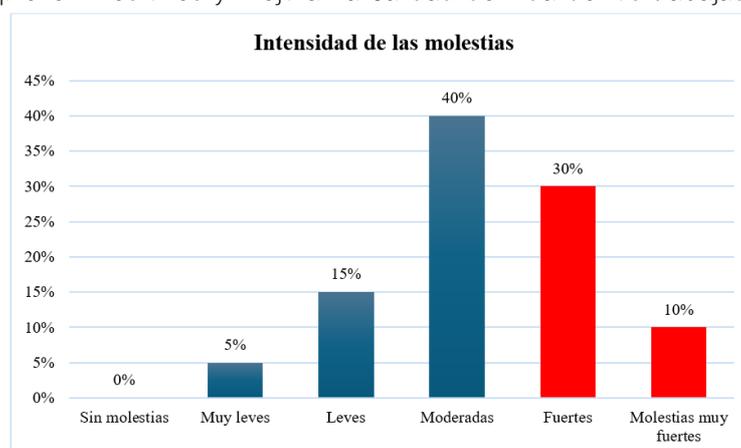


Ilustración 2: Intensidad de las molestias

Elaborado por: Martín Velasteguí

La Ilustración 2 muestra la valoración que realizaron los encuestados a las molestias percibidas por su trabajo y reveló una situación alarmante, donde 40% de los encuestados reportó un nivel de dolor, fuerte o muy fuerte, y una prevalencia mayor en el nivel 3 (moderado) con un 40% reportado. Estos resultados indican que las condiciones laborales actuales están generando un moderado nivel de estrés físico en los trabajadores, lo que puede conducir a problemas de salud a largo plazo, como trastornos musculoesqueléticos crónicos.

Identificación de las actividades por puesto de trabajo.

Código de Colores y su definición

Tabla 1: código de colores de la metodología MAC

COLOR	DESCRIPCIÓN
Verde	Nivel de riesgo ergonómico bajo
Naranja	El nivel de riesgo de peligro ergonómico es medio
Rojo	Alto Nivel de riesgo de peligro ergonómico
Morado	Nivel inaceptable de riesgo ergonómico

Fuente: [6]

Con el objetivo de determinar el nivel de exigencia física de las tareas de manipulación manual de cargas, el método MAC proporciona dos gráficos específicos. La Ilustración 3a se utiliza para evaluar las actividades de levantamiento, considerando el peso de la carga y la frecuencia con la que se realiza. La Ilustración 3b, por su parte, está diseñado para analizar las tareas de traslado de la carga, teniendo en cuenta los mismos factores

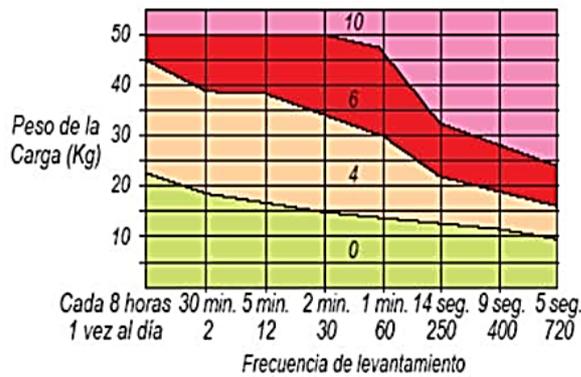


Ilustración 3a: Peso frecuencia para el levantamiento Ilustración 3b: Peso frecuencia para el traslado

Las categorías de acción según Pinder (2002) quien establece una clasificación de las acciones a tomar en función del puntaje total obtenido en la evaluación, muestra los siguientes valores tabla 3.

Tabla 2: Categorías de acción de acuerdo al puntaje

Puntaje total	Categoría de acción	Significado
0 a 4	1	No se requiere acciones correctivas,
5 a 12	2	Se requiere acciones correctivas
13 a 20	3	Se requiere acciones correctivas pronto
21 a 32	4	Se requiere acciones correctivas inmediatamente

Fuente: (Pinder, 2002)

Categoría 1 (0–4 puntos): Indica que el nivel de riesgo es bajo y no se requieren acciones correctivas inmediatas. Sin embargo, es importante mantener una vigilancia constante para detectar posibles cambios en la situación.

Categoría 2 (5–12 puntos): Señala la necesidad de implementar acciones correctivas, aunque no de manera urgente. Es decir, se deben tomar medidas para reducir el riesgo, pero el plazo para hacerlo no es crítico.

Categoría 3 (13–20 puntos): Advierte sobre un nivel de riesgo moderado y la urgencia de tomar acciones correctivas a corto plazo. La situación requiere atención inmediata para evitar que el riesgo se agrave.

Categoría 4 (21–32 puntos): Representa el nivel de riesgo más alto y exige la implementación inmediata de acciones correctivas. La situación es crítica y requiere una respuesta rápida para evitar consecuencias graves [11].

### Evaluación de los riesgos ergonómicos en los montadores

En las actividades de montaje de estructuras metálicas, los trabajadores están expuestos a una variedad de movimientos, posturas y esfuerzos que pueden generar riesgos ergonómicos significativos si no se gestionan adecuadamente. La tarea de los montadores implica la manipulación de cargas pesadas, posturas forzadas y repetitivas, así como la aplicación de fuerza física para ajustar y ensamblar componentes metálicos en posiciones específicas, estas acciones pueden aumentar el riesgo de lesiones musculoesqueléticas, especialmente en el cuello, los hombros, la espalda. La Ilustración 4, presenta una recopilación fotográfica de los movimientos, posturas y esfuerzos típicos de los montadores.



Ilustración 4: Movimientos, posturas y esfuerzos de los montadores

Elaborado por: Martín Velasteguí

La Tabla 4 presenta una evaluación detallada de las acciones que realizan los montadores en levantamiento, descenso y transporte realizada por una sola persona, destacando aspectos como el peso de la carga, las posturas adoptadas y las condiciones del entorno, esta tabla sirvió como base para analizar la severidad de los riesgos y definir las acciones correctivas necesarias para mejorar la seguridad y el bienestar de los trabajadores.

Tabla 3: Tarea de levantamiento – descenso y transporte ejecutada por una persona de montaje

Factores de riesgo	Levantamiento/ descenso		Transporte	
	Color	Valor	Color	Valor
Carga Peso/Frecuencia	Yellow	4	Green	0
Distancia horizontal manos y la espalda	Green	0	Green	0
Zona de elevación vertical	Red	3	Green	0
Torsiones y flexiones laterales del torso	Green	0	Green	0
Limitaciones posturales	Yellow	2	Green	0

Acoplamiento mano-objeto	2	0
Superficie del suelo	0	0
Obstáculos en la ruta	0	0
Factor medioambiental	0	0
Puntaje total	11	0
Categoría de acción	2	0
	Requiere acciones correctivas	

Elaborado por: Martín Velasteguí

Los resultados obtenidos a través del Método MAC revelan que la fase de levantamiento/descenso representa el mayor riesgo para la salud de los trabajadores, clasificándose en la categoría naranja (riesgo medio). Los principales factores que contribuyen a este riesgo son:

- Peso y frecuencia de la carga: El manejo de cargas pesadas de forma repetitiva genera una sobrecarga en la musculatura de la espalda, hombros y brazos.
- Zona de elevación vertical: El levantamiento de cargas a alturas superiores a la cintura aumenta la tensión en la zona lumbar y puede provocar lesiones.
- Limitaciones posturales: La dificultad para adoptar posturas adecuadas al realizar el levantamiento, debido a las características de la carga o del entorno de trabajo, incrementa el riesgo de lesiones.
- Acoplamiento mano-objeto: Un agarre inadecuado de la carga puede provocar deslizamientos y aumentar el esfuerzo físico requerido.

Estos factores de riesgo indican la necesidad de implementar medidas preventivas enfocadas en optimizar las técnicas de levantamiento, reducir el peso de las cargas cuando sea posible y mejorar las condiciones de trabajo. En contraste con la fase de transporte no presenta riesgos significativos, ya que los montadores de las estructuras no realizan actividades de traslado de carga.

Para reducir los riesgos asociados al levantamiento/descenso, se recomienda:

- Capacitación: Impartir formación a los trabajadores en técnicas de levantamiento seguras, enfatizando la importancia de flexionar las rodillas, mantener la espalda recta y utilizar la fuerza de las piernas.
- Equipos de elevación: Proporcionar equipos de elevación adecuados, como grúas o polipastos, para el manejo de cargas pesadas.
- Rotación de tareas: Implementar programas de rotación de tareas para reducir la exposición continua a los factores de riesgo.
- Evaluación periódica: Realizar evaluaciones ergonómicas periódicas para verificar la eficacia de las medidas implementadas y detectar nuevos riesgos.

### Evaluación de los riesgos ergonómicos en los torquedores

Los torquedores de estructuras metálicas se encuentran expuestos a un alto riesgo de lesiones musculoesqueléticas debido a las demandas físicas de su trabajo. La utilización constante de herramientas de impacto, sumada a la adopción de posturas forzadas y la aplicación de fuerza en ángulos incómodos, somete a sus cuerpos a un estrés significativo. La Ilustración 5 evidencia claramente estas condiciones laborales, en estas fotografías se trató de captar los movimientos

repetitivos, las posturas inadecuadas y los esfuerzos físicos a los que están expuestos estos trabajadores.



Ilustración 5: Movimientos, posturas y esfuerzos de los torqueadores

Elaborado por: Martín Velasteguí

La Tabla 5 describe la evaluación realizada en las tareas de torque de los trabajadores, analizando factores como la fuerza aplicada, la postura corporal, el uso de herramientas y las **condiciones laborales**. Esta evaluación permitió identificar riesgos ergonómicos como sobrecarga muscular y lesiones por esfuerzo repetitivo.

Tabla 4: Tarea de levantamiento – descenso y transporte ejecutada por una persona de torque

Factores de riesgo	Levantamiento/ descenso		Transporte	
	Color	Valor	Color	Valor
Carga Peso/Frecuencia	Green	0	Green	0
Distancia horizontal manos y la espalda	Yellow	1	Green	0
Zona de elevación vertical	Yellow	1	Green	0
Torsiones y flexiones laterales del torso	Yellow	1	Green	0
Limitaciones posturales	Red	3	Green	0
Acoplamiento mano-objeto	Green	0	Green	0
Superficie del suelo	Green	0	Green	0
Obstáculos en la ruta	Green	0	Green	0
Factor medioambiental	Green	0	Green	0
Puntaje total		6		0
Categoría de acción		2		0

Requiere acciones correctivas

Elaborado por: Martín Velasteguí

Los resultados revelaron que los torqueadores están expuestos a un alto riesgo ergonómico debido a las características de sus tareas. El uso constante de herramientas neumáticas genera vibraciones que se transmiten a las manos y brazos de los trabajadores, aumentando el riesgo de trastornos musculoesqueléticos. Además, la necesidad de aplicar fuerza considerable para realizar el torque, sumada a las posturas forzadas adoptadas (como la posición de cuclillas), genera una sobrecarga en la zona lumbar y las rodillas, la duración prolongada de estas tareas, que pueden ocupar gran parte de la jornada laboral, exacerba los efectos de estos factores de riesgo.

El análisis de este puesto de trabajo indica que los principales factores de riesgo son:

- Vibraciones: Transmitidas por las herramientas neumáticas, que pueden causar trastornos vasculares, neurológicos y musculoesqueléticos en las manos y brazos.

- Posturas forzadas: La posición con las piernas flexionadas y las nalgas cerca del suelo genera una carga excesiva en la zona lumbar y las rodillas, aumentando el riesgo de lumbalgias y lesiones en las rodillas.
- Fuerza repetitiva: La aplicación constante de fuerza para realizar el torque sobrecarga los músculos y tendones de los brazos y hombros.

Para reducir estos riesgos, se recomienda implementar las siguientes medidas:

Sustitución de herramientas: Evaluar la posibilidad de sustituir las herramientas neumáticas por herramientas eléctricas con menor nivel de vibración.

Rotación de tareas: Implementar programas de rotación de tareas para reducir la exposición continua a las vibraciones y las posturas forzadas.

Pausas activas: Establecer programas de pausas activas para que los trabajadores puedan realizar estiramientos y ejercicios de relajación.

Formación: Capacitar a los trabajadores sobre las técnicas de trabajo seguras, el reconocimiento de los síntomas de las lesiones por esfuerzo repetitivo y la importancia de reportar cualquier molestia.

### Evaluación de los riesgos ergonómicos en los ayudantes

Los ayudantes en el ensamblaje de estructuras metálicas realizan una variedad de tareas que los exponen a diversos riesgos ergonómicos, actividades como el transporte manual de materiales y herramientas, el sostenimiento de piezas en posiciones incómodas y el apoyo en tareas de montaje implican esfuerzos físicos repetitivos, posturas forzadas y levantamiento de cargas, lo que puede generar lesiones musculoesqueléticas.

**La Ilustración 6** capta las condiciones laborales, mostrando cómo estas actividades demandantes el esfuerzo físico de los trabajadores.



La Tabla 6 presenta una evaluación detallada de las diversas actividades realizadas por los ayudantes en el montaje de estructuras metálicas, tales como el transporte manual de materiales, el sostenimiento de piezas y el apoyo en las tareas de montaje y torque. Este análisis ha permitido

identificar una serie de factores de riesgo ergonómicos, como el levantamiento de cargas pesadas y las posturas forzadas las cuales pueden conducir a lesiones musculoesqueléticas

**Tabla 5:** Tarea de levantamiento – descenso y transporte ejecutada por un ayudante

Factores de riesgo	Levantamiento/ descenso		Transporte	
	Color	Valor	Color	Valor
Carga Peso/Frecuencia	Red	6	Red	6
Distancia horizontal manos y la espalda	Amarelo	3	Amarelo	3
Zona de elevación vertical	Red	3	Red	3
Torsiones y flexiones laterales del torso	Verde	0	Verde	0
Limitaciones posturales	Amarelo	2	Verde	0
Acoplamiento mano-objeto	Amarelo	1	Amarelo	1
Superficie del suelo	Verde	0	Verde	0
Obstáculos en la ruta	Verde	0	Verde	0
Factor medioambiental	Verde	0	Verde	0
Puntaje total		15		13
Categoría de acción		3		3
	Requiere acciones correctivas			

**Elaborado por:** Martín Velasteguí

Los resultados obtenidos indican una situación de riesgo considerable. Al analizar las fases de levantamiento, descenso y transporte, se identificaron los siguientes factores críticos:

- Peso y frecuencia de la carga: La combinación de un peso elevado (valor 6) y una frecuencia significativa de levantamientos (valor 6) genera una alta demanda física sobre el sistema musculoesquelético del trabajador, especialmente en la zona lumbar.
- Distancia horizontal entre las manos y la espalda: Un valor de 3 en este parámetro indica que la postura adoptada al levantar y transportar las cargas no es óptima, aumentando el riesgo de lesiones en la zona lumbar y hombros.
- Zona de elevación vertical: El valor de 3 en este factor sugiere que el ayudante debe levantar las cargas a una altura que sobrepasa el rango de movimiento natural de la espalda, lo que incrementa la tensión en esta zona.
- Limitaciones posturales: Un valor de 2 en este parámetro indica que el espacio de trabajo y las características de la carga limitan la capacidad del trabajador para adoptar posturas adecuadas, lo que contribuye a aumentar el riesgo de lesiones.

El puntaje total obtenido para las fases de levantamiento/descenso (15) y transporte (13) clasifica ambas tareas dentro de la categoría de acción 3, lo que significa que se requieren acciones correctivas inmediatas para reducir los riesgos ergonómicos.

**Para mitigar estos riesgos, se recomienda:**

Optimizar las posturas de trabajo: Implementar herramientas y equipos que permitan reducir la flexión del tronco y mantener una postura más erguida al levantar y transportar cargas.

Reducir el peso y la frecuencia de las cargas: Implementar sistemas de asistencia mecánica para el manejo de cargas pesadas, así como rotar las tareas entre varios trabajadores para reducir la exposición individual.

Mejorar el acoplamiento mano-objeto: Utilizar empuñaduras ergonómicas y asegurar que las cargas estén bien balanceadas y fáciles de agarrar.

Evaluar el entorno de trabajo: Identificar y eliminar obstáculos que puedan limitar el espacio de movimiento del trabajador y dificultar la adopción de posturas adecuadas.

#### 4. Discusión

Los resultados obtenidos en este estudio concuerdan con investigaciones previas sobre los riesgos ergonómicos relacionados con tareas de levantamiento y descenso de cargas. Según [12], el manejo repetitivo de cargas pesadas es uno de los principales factores de riesgo para desarrollar trastornos musculoesqueléticos, especialmente en la zona lumbar. Este hallazgo es consistente con lo observado en la fase de levantamiento/descenso, donde el peso y frecuencia de la carga se identificaron como los principales factores de riesgo, con un puntaje de 6, clasificándose en la categoría naranja, lo que sugiere un riesgo medio que requiere medidas correctivas. Además, estudios como el [13] enfatizan que la zona de elevación vertical y la distancia horizontal entre las manos y la espalda son determinantes críticos en la carga física que soporta el trabajador, lo cual es respaldado por los valores obtenidos en este estudio (valores de 3 para ambos parámetros), que reflejan una postura inadecuada y el manejo de cargas a alturas que incrementan la tensión en la espalda.

Por otro lado, en cuanto al uso de herramientas neumáticas en tareas de torque, los resultados coinciden con los estudios que señalan que la vibración transmitida por estas herramientas genera un riesgo significativo de desarrollar trastornos vasculares y neuromusculares en las extremidades superiores, especialmente en manos y brazos. Este riesgo es exacerbado por la necesidad de adoptar posturas forzadas y la aplicación de fuerza repetitiva, factores que en este estudio se evidencian como causantes de sobrecarga en los músculos y tendones de la espalda baja y las rodillas. Estas condiciones son comunes en trabajos donde se utilizan herramientas vibrantes, tal como lo demuestra la literatura en ergonomía y salud ocupacional.

Además de las vibraciones, la adopción de posturas forzadas durante el torque genera una sobrecarga significativa en la zona lumbar y las rodillas, lo que es consistente con los hallazgos de quienes encontraron que las posturas sostenidas en cuclillas o con las piernas flexionadas aumentan el riesgo de lesiones en las articulaciones de la rodilla y la columna vertebral. El valor de 2 en las limitaciones posturales para las tareas de levantamiento y descenso, así como el uso de herramientas neumáticas, indica que las características del entorno de trabajo limitan la capacidad de los trabajadores para adoptar posturas adecuadas, lo que contribuye al desarrollo de lesiones musculoesqueléticas. Este factor es particularmente importante en tareas que requieren movimientos repetitivos y sostenidos, como el torque, donde la aplicación continua de fuerza en posturas no ergonómicas exagera el riesgo de daño físico a largo plazo.

Un aspecto que merece mayor atención en la gestión de riesgos ergonómicos es la implementación de pausas activas y rotación de tareas como estrategias preventivas y la rotación de tareas puede ayudar a reducir la fatiga muscular y prevenir lesiones al distribuir la carga física entre diferentes grupos musculares. En el contexto de SEDEMI, donde los trabajadores están expuestos a actividades repetitivas y físicamente exigentes, la rotación de tareas puede ser una medida efectiva para mitigar los efectos de la sobrecarga física. Además, las pausas activas, que

consisten en realizar ejercicios de estiramiento y relajación durante la jornada laboral, pueden ayudar a reducir la fatiga y mejorar la circulación, lo que a su vez disminuye el riesgo de lesiones musculoesqueléticas.

Finalmente, es importante destacar que los resultados de este estudio son consistentes con otras investigaciones en el campo de la ergonomía industrial. Por ejemplo, sugieren que los trabajadores que realizan tareas de manipulación manual de cargas y utilizan herramientas vibrantes tienen un riesgo significativamente mayor de desarrollar trastornos musculoesqueléticos en comparación con aquellos que realizan tareas menos demandantes físicamente. En este sentido, los resultados obtenidos mediante el Método MAC proporcionan una base sólida para la implementación de medidas preventivas, tales como la reducción del peso de las cargas cuando sea posible, la mejora de las técnicas de levantamiento, la adopción de herramientas ergonómicas y la reconfiguración del entorno laboral para facilitar posturas más naturales.

Además, el estudio destaca la importancia de proporcionar capacitaciones específicas en ergonomía a los trabajadores para que adopten prácticas laborales más seguras. La capacitación en técnicas de levantamiento y la concientización sobre los riesgos asociados a posturas inadecuadas pueden reducir significativamente la incidencia de lesiones en entornos industriales. En la empresa SEDEMI se establece que la capacitación continua y el monitoreo de las condiciones de trabajo son esenciales para garantizar que las medidas correctivas implementadas sean efectivas a largo plazo y que los trabajadores puedan realizar sus tareas de manera segura y eficiente.

## 5. Conclusión

El presente estudio, enfocado en el análisis ergonómico de los puestos de trabajo en la empresa SEDEMI, utilizando el método MAC, ha permitido identificar de manera precisa los factores de riesgo que afectan la salud y el bienestar de los trabajadores. Los resultados obtenidos revelan la necesidad de implementar medidas correctivas para reducir la exposición a estos riesgos y mejorar las condiciones laborales.

A través de la evaluación detallada de cada puesto de trabajo, se han identificado los principales factores de riesgo ergonómicos, tales como posturas forzadas, movimientos repetitivos, levantamiento de cargas pesadas y vibraciones. Estos factores, si no son abordados de manera adecuada, pueden dar lugar a una amplia gama de trastornos musculoesqueléticos, reduciendo la productividad y aumentando los costos asociados a ausentismos laborales y compensaciones.

La aplicación del método MAC ha demostrado ser una herramienta eficaz para la evaluación y cuantificación de los riesgos ergonómicos, permitiendo priorizar las acciones a implementar. Las medidas correctivas propuestas, como la optimización de los puestos de trabajo, la capacitación en técnicas de levantamiento seguro, la provisión de equipos de protección personal adecuados y la rotación de tareas, están orientadas a reducir la exposición de los trabajadores a los factores de riesgo identificados.

En conclusión, la implementación de un programa de mejora ergonómica en la empresa SEDEMI, basado en los resultados de este estudio, no solo contribuirá a mejorar la salud y el bienestar de los trabajadores, sino que también generará beneficios a largo plazo para la empresa, como una reducción en los costos asociados a las lesiones laborales, un aumento de la productividad y una mejora en la imagen corporativa.

**Contribución de autores:** los autores participaron en el apartado del documento.

**Financiamiento:** Los autores financiaron a integridad el estudio.

**Conflictos de interés:** Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## 6. Referencias

- [1] E. Berrones y M. Enríquez, «Gestión de riesgos ergonómicos por levantamiento manual de cargas en la Empresa JC Termosolar Energía Renovable de la ciudad de Riobamba,» Polo del conocimiento, vol. 7, nº 10, pp. 239–268, 2022.
- [2] L. Reina, «riesgos ergonómicos debido a la manipulación manual de cargas de la microempresa “Gemes”,» Universidad Técnica de Ambato, 2024.
- [3] P. Sandoval y T. Caballero, «Análisis ergonómico y evaluación de la salud musculoesquelética en estibadores del mercado mayorista de Ibarra,» Universidad Técnica del Norte, 2024.
- [4] J. Alburqueque, C. Chavez y C. Morales, «Mejora de los procesos de montaje de estructuras metálicas en un edificio de molienda de un proyecto minero,» Universidad peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, 2022.
- [5] J. Haro, «Evaluación de posturas ergonómicas en el levantamiento y traslado de cargas en la empresa GAMO's,» Universidad Técnica de Ambato, 2023.
- [6] A. Rocha y J. Vásquez, «Niveles de riesgo físico ergonómico en la industria de la construcción metodología manual handling assessment charts (MAC),» Repositorio UNISON, 2018.
- [7] J. León, G. Martínez y J. Olea, «Sistema automatizado de análisis de movimiento para la detección del factor de riesgo ergonómico en la industria de la construcción,» Información tecnológica [online], vol. 32, nº 6, pp. 213–220., 2021.
- [8] H. Díaz, «Propuesta para el control efectivo de los factores de riesgo Físicos Identificados, medidos y evaluados en el proceso de armado y soldadura de la Empresa Sedemi,» Repositorio Digital Universidad De Las Américas, 2015.
- [9] L. Toaquiza, «Riesgos ergonómicos por posturas forzadas y movimientos repetitivos para un sector de la industria de fabricación de bloques en el proceso de prensado,» Repositorio Universidad Técnica de Ambato, 2022.
- [10] J. L. Cedeño, «Adaptación cultural y validación del cuestionario nórdico estandarizado de síntomas músculo esqueléticos en trabajadores del sector construcción de Ecuador,» Universidad peruana Cayetano Heredia, 2021.
- [11] ACHS, «Ergonomía para el manejo manual de carga – Guía para la evaluación de factores de riesgo,» Asociación Chilena de Seguridad., 2020.
- [12] F. Araújo, K. Tinoco, H. Santos, E. Oliveira, W. Costa y L. DeSousa, «Lesões músculo esqueléticas relacionadas ao trabalho da enfermagem,» Dialnet.unirioja, vol. 9, nº 2, 2020.
- [13] P. Espinosa, «Evaluación ergonómica por manipulación de cargas del puesto de trabajo de manejo de cilindros de gases en una distribuidora de Quito,» Repositorio de la Universidad Internacional SEK Ecuador , 2021.



© 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>