



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

**“Análisis de factores de riesgos ergonómicos y su relación con
trastornos musculoesqueléticos en trabajadores operativos de
una industria metalmecánica”**

PROYECTO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

MAGÍSTER EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Presentada por:

Jossue Rolando Fajardo Torres

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2025

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, mi fortaleza y guía en cada paso de este camino, dándome sabiduría y paz en los momentos difíciles. A mi amada esposa, por su amor, paciencia y apoyo incondicional, y a mi familia, sus oraciones y confianza han sido mi mayor motivación. También expreso mi gratitud a mi tutor, Cristian Arias, cuyo conocimiento, dedicación y guía han sido fundamentales para la culminación de este proyecto.

DEDICATORIA

Con todo mi amor, dedico este trabajo a mi hijo Rafael, quien es la fuente de mi inspiración y la fuerza que impulsa cada uno de mis pasos, siempre con el anhelo de ser un ejemplo y guía en su camino.

EVALUADORES

Kleber Barcia V., Ph.D.
Profesor de la materia

Cristian Arias U., Ph.D.
Tutor del proyecto

DECLARACIÓN EXPRESA

Yo Jossue Rolando Fajardo Torres acuerdo y reconozco que: La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores. El o los estudiantes deberán procurar en cualquier caso de cesión de sus derechos patrimoniales incluir una cláusula en la cesión que proteja la vigencia de la licencia aquí concedida a la ESPOL.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, secreto empresarial, derechos patrimoniales de autor sobre software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí/nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me/nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi/nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique al autor que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 20 de febrero del 2025.

Jossue Rolando Fajardo Torres

RESUMEN

El presente proyecto fue un estudio para analizar los factores de riesgos ergonómicos y su relación con los trastornos musculoesqueléticos (TME) en trabajadores operativos de una industria metalmecánica. Se identificaron los principales factores ergonómicos en el que se utilizó el método LEST y los TME mediante el cuestionario nórdico, permitiendo analizar la correlación entre estas variables.

La empresa objeto de análisis pertenece al sector metalmecánico en Ecuador, en el que actividades como el manejo de materiales y posturas prolongadas generan riesgos significativos. Estos riesgos impactan en la salud de los trabajadores y la productividad de la empresa, evidenciando la necesidad de implementar estrategias correctivas y preventivas.

El objetivo fue determinar la relación entre los factores de riesgos ergonómicos y los trastornos musculoesqueléticos en trabajadores operativos de una industria metalmecánica, identificando medidas preventivas y correctivas para mejorar la salud laboral en este sector.

Los resultados evidenciaron que los principales factores de riesgo ergonómico en la industria metalmecánica incluyen ruido, iluminación deficiente, ambiente térmico inadecuado, carga física excesiva y presión de tiempo, los cuales mostraron correlaciones significativas con molestias musculoesqueléticas en cuello, hombros y espalda baja. Se identificó que los trabajadores con más de 11 años de antigüedad y jornadas superiores a 8 horas presentan mayor prevalencia de TME, especialmente en la espalda baja y extremidades inferiores, lo que refleja un impacto acumulativo de las condiciones laborales.

El análisis estadístico mediante correlación de Pearson ($p < 0.05$) confirmó la influencia de los factores ergonómicos en la aparición de TME, destacando que el ruido y la complejidad y rapidez del trabajo tienen los efectos más adversos. Además, los factores psicosociales, como el estatus social y la comunicación deficiente, también influyen en la percepción del dolor y el bienestar laboral.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	I
EVALUADORES.....	I
DECLARACIÓN EXPRESA	I
RESUMEN.....	I
ÍNDICE GENERAL	II
ABREVIATURAS.....	III
ÍNDICE DE FIGURAS	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	V
CAPÍTULO 1	
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1 Descripción del problema	1
1.2 Formulación del problema	1
1.3 Pregunta de investigación.....	2
1.4 Objetivos	2
1.4.1 Objetivo General	2
1.4.2 Objetivo Específicos	2
1.5 Justificación.....	3
1.6 Estructura del proyecto.....	3
CAPÍTULO 2	
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Conceptualizaciones de las variables	5
2.1.1 Factores de riesgo ergonómico	5
2.1.2 Trastornos musculoesqueléticos (TME).....	5
2.1.3 Relación entre factores ergonómicos y TME	5
2.2 Revisión de literatura	5
CAPÍTULO 3	
3. METODOLOGÍA.....	8
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	8
3.2 Población y Muestra.....	8
3.3 Instrumentos de medición.....	8
3.4 Procedimiento	9
3.5 Análisis de datos	9
3.6 Consideraciones éticas.....	9
CAPÍTULO 4	
4. RESULTADOS	10
4.1. Descriptivos de la población participante	10
4.2. Descriptivos de los resultados del Método LEST.....	10
4.3. Descriptivos de los resultados del Cuestionario Nórdico.....	12
4.4. Correlación de los riesgos ergonómicos y trastornos musculoesqueléticos	16
CAPÍTULO 5	
5. DISCUSIÓN	18
CAPÍTULO 6	
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	21
6.1 Conclusiones.....	21
6.2 Recomendaciones	22
BIBLIOGRAFÍA	

ABREVIATURAS

L.E.S.T	Laboratorio de Economía y Sociología del Trabajo
OIT	Organización Internacional del Trabajo
PIB	Producto Interno Bruto
TME	Trastornos musculoesqueléticos

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 4.1 Valoración de factores LEST	17

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1	Datos de morbilidad general del mes de abril 20247
Tabla 2	Descriptivos de la población participante15
Tabla 3	Descriptivos de casos con dolor (7 días)19
Tabla 4	Descriptivos de casos con dolor (12 meses)20
Tabla 5	Correlaciones Factores LEST y Zona del cuerpo (7 días)21
Tabla 6	Correlaciones Factores LEST y Zona del cuerpo (12 meses)22

CAPÍTULO 1

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

Los trastornos musculoesqueléticos (TME) representan la principal consecuencia de la exposición a riesgos disergonómicos como tareas repetitivas, esfuerzos intensos, posiciones incómodas y vibraciones de herramientas, agravados por factores psicosociales como la demanda laboral y la falta de apoyo social. Estos factores pueden exacerbar la carga biomecánica, lo que lleva a TME más graves (Kuok Ho, 2022).

A nivel mundial los TME constituyen la principal causa de discapacidad a nivel global, representando el 17% del total de años vividos con discapacidad. Además, los TME generan pérdidas económicas que equivalen al 4% del Producto Interno Bruto (PIB) en países desarrollados, y entre el 9% al 12% en países de la región Andina (Organización Internacional del Trabajo [OIT], 2019; Boy Vasquez y otros, 2023).

Con el desarrollo de la industrialización y la urbanización, se han producido grandes cambios en los modos de producción de mano de obra, y las operaciones de producción se caracterizan por una baja carga de trabajo, operaciones muy repetitivas, ritmos de trabajo de alta intensidad y malas posturas de trabajo. Los riesgos tradicionales para la salud ocupacional también han cambiado, creando una nueva gama de problemas de salud ocupacional, como lesiones musculoesqueléticas, estrés ocupacional y trastornos psicológicos (Li y otros, 2021).

En estudios realizados en industrias metalmecánicas, los trabajadores experimentaron dolor en cuello, hombros, espalda, cintura, brazos y piernas, que necesitan correcciones de los puestos de trabajo (Fahmi & Dwiyanto, 2023), y existen factores de riesgo que incluyeron ritmo de trabajo monótono, tareas demandantes y falta de apoyo entre miembros de equipos (Odebiyi & Okafor, 2023).

En Ecuador se han realizado estudios que establecen que los TME causan ausentismo laboral en los operadores, provocando bajo rendimiento y productividad, y aumentando la incidencia de enfermedades ocupacionales que podrían haber sido prevenidas con programas de biometría postural (Arenas y otros, 2019). Es así que este problema resulta necesario, porque la implementación de medidas basadas en un análisis detallado de los riesgos ergonómicos generaría no solo mejoras en las condiciones laborales, sino también la reducción de costos asociados y optimización de los procesos productivos.

1.2 Formulación del problema

En la empresa objeto de análisis, los registros de morbilidad indican que las enfermedades musculoesqueléticas son las que presentan mayor prevalencia. Siendo una de las causas más relevantes del ausentismo y presentismo laboral. Esto genera un impacto negativo en los tiempos de producción, la calidad del trabajo y, por lo tanto, a los objetivos organizacionales. Por lo que, la ausencia de estrategias preventivas basadas en evidencia aumenta el riesgo de que permanezcan estas condiciones.

La Tabla 1 muestra los datos de morbilidad general registrados en el área de producción de la empresa objeto de estudio durante el mes de abril de 2024. Se observa que las enfermedades osteomusculares presentan la mayor prevalencia con 42 casos reportados, seguido de enfermedades respiratorias y generales con 27 y 23 casos respectivamente. Estos datos reflejan la alta incidencia de trastornos musculoesqueléticos en el entorno laboral para reducir su impacto en la salud de los trabajadores y en la productividad de la empresa.

Tabla 1
Datos de morbilidad general del mes abril 2024

APARATO	PRODUCCIÓN
Cardiovascular	5
Digestivo	17
Endocrinológico	6
General	23
Nefrouinario	1
Neurológico	3
Odontológico	3
Oftalmológico	2
Osteomuscular	42
Auditivo	3
Piel y anexos	11
Respiratorio	27
Total general	143

Fuente: Autor

1.3 Pregunta de investigación

Ante lo expuesto, esta investigación plantea la pregunta ¿Cuál es la relación entre los factores de riesgos ergonómicos y los trastornos musculoesqueléticos en trabajadores operativos de una industria metalmecánica, y qué medidas preventivas y correctivas pueden implementarse para mejorar la salud laboral en este sector?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Determinar la relación entre los factores de riesgos ergonómicos y los trastornos musculoesqueléticos en trabajadores operativos de una industria metalmecánica, identificando medidas preventivas y correctivas para la mejora la salud laboral en este sector.

1.4.2 Objetivo Específicos

- Identificar los principales factores de riesgos ergonómicos presentes en los puestos de trabajo de la industria metalmecánica, mediante la metodología LEST para la identificación integral de los riesgos asociados a posturas forzadas, movimientos repetitivos, y esfuerzo físico.

- Describir los trastornos musculoesqueléticos presentes en los trabajadores operativos de la industria metalmecánica, a través del cuestionario nórdico estandarizado, debido a su alta eficacia en detección de síntomas musculoesqueléticos en diversas regiones del cuerpo.
- Analizar la relación entre factores de riesgo ergonómicos y TME, mediante técnicas estadísticas.
- Proponer recomendaciones para la prevención y mitigación de los factores de riesgos ergonómicos y trastornos musculoesqueléticos en la industria metalmecánica, con base a los resultados obtenidos en el análisis correlacional.

1.5 Justificación

La presente investigación es relevante porque no solo busca mejorar las condiciones laborales y reducir el riesgo de aparición de los TME en los trabajadores, sino que también incita a un entorno de trabajo más higiénico, seguro y productivo. Asimismo, los resultados servirán como una guía práctica para otros sectores económicos con características similares, estableciendo un antecedente en la gestión de los riesgos ergonómicos y en la promoción de la salud laboral. Esta investigación, además, contribuye al desarrollo de una cultura de seguridad y de bienestar en el trabajo, la misma que beneficia tanto a los trabajadores y empleadores.

1.6 Estructura del proyecto

El presente proyecto de titulación se estructura en 6 capítulos, los cuales abarcan desde la identificación del problema hasta las conclusiones y recomendaciones generadas en la investigación.

El Capítulo 1: Planteamiento del problema, describe el problema central relacionado con los trastornos musculoesqueléticos (TME) en trabajadores operativos de una industria metalmecánica. El capítulo incluye la formulación del problema, la pregunta de investigación, los objetivos generales y específicos, así como la justificación de la importancia del estudio.

En el Capítulo 2: Marco Teórico, presenta el análisis conceptual y teórico que sustenta la investigación. Se revisan estudios previos sobre riesgos ergonómicos, TME y estrategias preventivas, permitiendo contextualizar el problema en el ámbito laboral y académico.

El Capítulo 3: Metodología, detalla el enfoque desarrollado para alcanzar los objetivos de la investigación. Este capítulo incluye la descripción del diseño y tipo de investigación, la definición de los participantes del estudio, criterios de selección y el tamaño muestral. Se detallan los instrumentos de medición como el método LEST y el cuestionario nórdico estandarizado. Se describe el procedimiento para recolectar los datos, así como los métodos estadísticos empleado para evaluar la relación entre los riesgos ergonómicos y los TME. Al final del capítulo se detallan las medidas adoptadas para proteger los derechos de confidencialidad de los participantes.

El Capítulo 4: Resultados, se realiza la visualización y análisis de los hallazgos. Se incluyen las correlaciones de las variables riesgo ergonómico y la prevalencia de los TME. En el Capítulo 5: Se desarrolla la Discusión, en el que se comparan los hallazgos del estudio con lo encontrado por otros investigadores y en el que se establecen similitudes y diferencias. Además, se realizan inferencias del porque las posibles contradicciones y semejanzas. El Capítulo 6: Conclusiones y Recomendaciones, se responden a cada uno de los objetivos planteados en la investigación.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Conceptualizaciones de las variables

2.1.1 Factores de riesgo ergonómico

Los factores de riesgo ergonómico comprenden las condiciones del trabajo que pueden provocar estrés físico extremo a los trabajadores, aumentando la probabilidad de desarrollar TME. Los riesgos pueden ser movimientos repetitivos, posturas forzadas, levantamiento manual de cargas, uso inadecuado de herramientas, siendo estas últimas las más frecuentes en la industria metalmecánica debido a la naturaleza de las actividades realizadas (Álvarez Chacón y otros, 2024; Afata y otros, 2024). Los métodos como RULA, OWAS y REBA permiten analizar estos riesgos según el nivel de gravedad, lo que permite el diseño de intervenciones específicas para la mitigación (Pontes y otros, 2023).

2.1.2 Trastornos musculoesqueléticos (TME)

Los TME son lesiones y enfermedades crónicas que afectan los músculos, tendones y articulaciones lo que genera dolor persistente y pérdida de la capacidad funcional. Los TME son una de las causas principales de ausentismo laboral en entornos industriales, los cuales están asociados a factores tanto físicos, psicosociales y organizacionales en el trabajo (Álvarez Chacón y otros, 2024). Las partes corporales más afectadas son la espalda y las extremidades tanto superiores como inferiores lo que incrementa la incidencia de enfermedades ocupacionales (Afata y otros, 2024).

2.1.3 Relación entre factores ergonómicos y TME

Varias investigaciones han establecido una correlación directa entre los TME y los factores de riesgos ergonómicos. En la industria metalmecánica se identificaron que las tareas como el manejo manual de materiales, la soldadura y las posturas prolongadas aumentan significativamente el riesgo a tener lesiones musculoesqueléticas (Lara-Lezcano y otros, 2022; Pontes y otros, 2023). Por otro lado, Álvarez Chacón y otros (2024) sostiene que la falta de capacitación y evaluación ergonómica adecuada plantea la necesidad de establecer e implementar buenas prácticas de ergonomía en la salud ocupacional. Ante lo expuesto, Pontes y otros (2023) declaran que para prevenir lesiones urge la implementación de tecnologías que permitan monitorear y evaluar en tiempo real las posturas de los trabajadores.

2.2 Revisión de literatura

La relación entre los factores de riesgo ergonómicos y los TME en la industria metalmecánica es significativa, puesto que son causados por posturas de trabajo poco ergonómicas, movimientos repetitivos y levantamiento manual de objetos pesados. Estos factores prevalecen en los entornos industriales y provocan TME relacionados con el trabajo que afecta a la salud y la productividad de los trabajadores. Las intervenciones ergonómicas, como el rediseño y la formación del lugar de trabajo, son cruciales para mitigar estos riesgos y mejorar la salud ocupacional.

Kamijantono y otros (2024) y Pimparel y otros (2022) señalan que la mala postura durante las tareas es uno de los principales factores de riesgo de los TME, ya que ejerce una presión excesiva sobre los músculos y las articulaciones. Así también, sostienen que las tareas que requieren movimientos repetitivos pueden provocar tensión y lesiones con el tiempo, lo que contribuye de manera significativa al desarrollo de los TME. Por otro lado, Kamijantono y otros (2024) destaca que, el levantamiento manual frecuente de cargas pesadas es una causa frecuente de TME, especialmente en la industria metalmeccánica, donde prevalece la manipulación manual.

Según Álvarez Chacón y otros (2024), los factores de riesgo ergonómicos como posturas forzadas, manipulación de cargas y movimientos repetitivos llegan a generar dolores crónicos en espalda y extremidades, lo que llega afectar el bienestar y la capacidad funcional de los trabajadores. En Ecuador, si bien se reconoce la importancia del problema, las investigaciones sobre TME en el sector metalmeccánico son escasos, lo que conlleva a la limitación de implementar estrategias de prevención que sea efectivas.

Un estudio realizado en Perú, resalta que la evaluación ergonómica mediante la herramienta REBA y el uso del cuestionario nórdico permiten analizar riesgos disergonómicos y su impacto en la productividad. Lara-Lezcano y otros (2022) hallaron que la reducción de estos riesgos incrementó la eficiencia en el desarrollo de las tareas de soldadura en más del 10%, lo que evidenció la relación entre las condiciones de trabajo estándares y la productividad organizacional. Por otro lado, en el estudio de Afata y otros (2024) encontraron que factores como el uso inadecuado de herramientas y los esfuerzos físicos extremos aumentan los índices de TME. Estos hallazgos sugieren la imperiosa necesidad de intervenir de forma personalizada para reducir los riesgos.

Afata y otros (2024) en su estudio identificaron un total de 1460 riesgos en un taller metalmeccánico. Las actividades más peligrosas fueron montaje de piezas metálicas, manipulación de cargas, el corte y la soldadura. En este sentido, los riesgos ergonómicos estuvieron relacionados con el uso de fuerza excesiva, el levantamiento y transporte manual de cargas, inadecuadas herramientas manuales, y movimientos repetitivos. Así los autores concluyeron que la cantidad de riesgos identificados se deben a factores como la falta de conocimiento y la negligencia en las medidas de seguridad. Con ello, sostienen que la mejor manera de afrontar estos problemas es la capacitación.

En el contexto de la Industria 5.0, Pontes y otros (2023) plantean el uso de sistemas ciberfísicos y visión artificial para la monitorización y corrección en tiempo real de las posturas de los trabajadores. Esta perspectiva permite que el trabajador sea el centro de atención en la integración de la tecnología, incluyendo la ergonomía con la sostenibilidad y la eficiencia industrial. El estudio también reveló como factor crítico la falta de capacitación y concienciación de la ergonomía. En este sentido, los hallazgos de Pontes y otros (2023) direccionan a que la implementación de tecnologías puede reducir de manera proactiva y en tiempo real los riesgos ergonómicos, así como la necesidad del establecimiento de programas de formación específicos que adopten educación y tecnología para la prevención de los TME.

Ante lo expuesto, Kamijantono y otros (2024) y Hilmi & Hamid (2023) señalan que adaptar las estaciones de trabajo y las herramientas a las necesidades de los trabajadores pueden reducir la incidencia de los TME, lo que incluye rediseñar los espacios de trabajo y dotar de formación ergonómica. Desde el punto de vista de Pimparel y otros (2022) se deben realizar evaluaciones periódicas de los riesgos ergonómicos para ayudar a identificar los posibles

peligros e implementar soluciones efectivas para la reducción de los riesgos. De acuerdo con Odebiyi y Okafor (2023) el establecimiento de controles de ingeniería, controles administrativos y equipos de protección individual (EPP) puede reducir eficazmente los peligros en el lugar de trabajo y prevenir los TME.

Si bien las intervenciones ergonómicas son eficaces para reducir los TME, es necesario conocer que los factores individuales y organizativos también suman en la aparición de los TME. Los factores demográficos, como la edad, y el estado físico, así como los factores organizativos, como la carga de trabajo y el diseño del puesto, desempeñan un papel en el desarrollo de los TME y deben abordarse junto con las medidas ergonómicas (Odebiyi & Okafor, 2023).

CAPÍTULO 3

3. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

El estudio se basó en un enfoque cuantitativos. El tipo de investigación fue transversal, puesto que se midieron las variables en un único momento del tiempo (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018). El diseño fue descriptivo y correlacional. Descriptivo porque se identificó y caracterizó los riesgos ergonómicos y la prevalencia de los TME, y correlacional porque se exploró la relación entre las variables antes mencionadas y se determinó patrones.

3.2 Población y Muestra

La población de estudio estuvo compuesta por N= 310 trabajadores de una industria metalmeccánica ubicada en el Ecuador. Sin embargo, la muestra incluyó solo los trabajadores del área operativa (n=120 trabajadores) seleccionados bajo los criterios de inclusión siguientes: trabajadores operativos con al menos 6 meses de antigüedad, y consentimiento informado. Se excluyeron aquellos con lesiones previas no relacionadas con el trabajo o condiciones médicas preexistentes que pudieran sesgar los resultados (111 trabajadores).

3.3 Instrumentos de medición

Para la recolección de datos, se emplearon instrumentos validados y ampliamente utilizados en el ámbito de la ergonomía ocupacional.

Para medir la variable de los riesgos ergonómicos se aplicó el Método de Evaluación Simplificada del Trabajo diseñado originalmente por el Laboratorio de Economía y Sociología del Trabajo (L.E.S.T.) (Pérez Morral, 1987). El método LEST es una herramienta ergonómica que permite evaluar las condiciones de trabajo identificando factores que pueden intervenir negativamente en la salud física, mental y social de los trabajadores. El método incluye 16 variables agrupadas en 5 bloques principales, como son: condiciones físicas, carga física, carga mental, factores psicosociales y la organización del trabajo. La escala de puntuación utilizada en el Método LEST para evaluar molestias ergonómicas en el trabajo se clasifican en cuatro categorías: situación satisfactoria (0-2), donde no se identifican riesgos relevantes; débiles molestias (3-5), que indican leves incomodidades que podrían mitigarse con mejoras; molestias medias (6-7), asociadas con un riesgo moderado de fatiga; y molestias fuertes (8-9) o situación nociva (10), que reflejan un impacto significativo en la salud y el bienestar, requiriendo acciones inmediatas. Este método es aplicable en entornos industriales, donde las condiciones son fijas y se requiere de un análisis cuantitativo de las actividades y tareas laborales.

Para la medición de los síntomas musculoesqueléticos en los trabajadores se utilizó el cuestionario nórdico (Ibacache Araya, 2020). El mismo cuenta con un apartado general que recolecta información particular del participante/trabajador, como la edad, género, tiempo en la actividad laboral, junto con preguntas relacionadas sobre la presencia de molestias y síntomas en diferentes zonas corporales de cuerpo.

3.4 Procedimiento

El estudio se llevó a cabo en tres etapas. La primera fue la Preparación, en la que se obtuvo la aprobación de la aplicación de los instrumentos y se realizó una prueba piloto de ambos instrumentos, con la finalidad de evitar la percepción subjetiva del trabajador en el momento del llenado. En la segunda etapa, Recolección de datos, se aplicó el método L.E.S.T. y el cuestionario Nórdico de forma individual durante el horario laboral en una sala designada por la empresa. La tercera etapa fue la verificación, en la que se revisaron los datos recolectados para garantizar la consistencia.

3.5 Análisis de datos

Los datos cuantitativos se analizaron utilizando el software estadístico SPSS. Se emplearon pruebas estadísticas como la correlación de Pearson (p -valor < 0.05) para determinar la relación entre los riesgos ergonómicos y los TME. Se realizó el análisis descriptivo para la caracterización de las condiciones laborales de la población participante.

3.6 Consideraciones éticas

Dentro de los estándares éticos, se obtuvo el consentimiento informado de todos los participantes. Se explicó el objetivo del estudio y se dejó la apertura de que el participante podría abandonar el llenado de los instrumentos en cualquier momento. De igual manera, se garantizó la confidencialidad de los datos.

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS

4.1. Descriptivos de la población participante

En la Tabla 2 se muestra que la mayoría de los participantes (36.9%) se encuentra en el rango de 25 a 34 años, lo que representa una fuerza laboral relativamente joven. Los extremos de edad, 18 a 24 años y mayores de 55 años, son los menos representativos, con un 9.0% y 8.1%, respectivamente. Se destaca que el 39.6% de los participantes tiene más de 11 años de experiencia, indicando estabilidad laboral en este sector. En contraste, solo el 9.0% tiene entre 6 meses y 1 año en el puesto. Más de la mitad de los trabajadores (51.4%) tiene jornadas superiores a 8 horas, lo que puede estar relacionado con las exigencias operativas del sector. Las jornadas de 8 horas agrupan al 36.9%, mientras que solo el 11.7% tiene jornadas menores a 8 horas. Predomina el rol de operarios, que representan el 63.1% de la población, destacando la naturaleza operativa de la industria. Los roles de logística (17.1%) y mantenimiento (13.5%) son secundarios, mientras que los supervisores constituyen la menor proporción con un 6.3%.

Tabla 2
Descriptivos de la población participante

VARIABLES	N= 111	%
Edad		
18 a 24 años	10	9.0
25 a 34 años	41	36.9
35 a 44 años	23	20.7
45 a 54 años	28	25.2
55 años en adelante	9	8.1
Antigüedad en el puesto de trabajo		
6 meses a 12 meses	10	9.0
1 a 3 años	18	16.2
4 a 5 años	22	19.8
6 a 10 años	17	15.3
11 años en adelante	44	39.6
Duración de la jornada		
Menos de 8 horas	13	11.7
8 horas	41	36.9
Más de 8 horas	57	51.4
Puesto de trabajo		
Supervisor	7	6.3
Logística	19	17.1
Operario	70	63.1
Mantenimiento	15	13.5

Fuente: Autor

4.2. Descriptivos de los resultados del Método LEST

En la Figura 4.1, se presenta el análisis de las condiciones laborales mediante el Método LEST revela varios factores críticos en el entorno de trabajo de la industria metalmeccánica de la zona de operación.

Condiciones ambientales y de carga física

El ruido y la complejidad y rapidez del trabajo alcanzan puntuaciones máximas de 10, indicando una situación nociva que representa un alto riesgo para la salud física y mental de los trabajadores. Estas condiciones están relacionadas con fatiga extrema, estrés crónico y un posible deterioro físico y psicológico a largo plazo. Por otro lado, los factores de iluminación y ambiente térmico, con puntuaciones de 8, reflejan molestias fuertes y un impacto significativo en la comodidad y el rendimiento laboral. Una iluminación deficiente no solo afecta la visión, sino que también incrementa la fatiga ocular y reduce la capacidad de atención. El ambiente térmico inadecuado, ya sea por temperaturas extremas o mala ventilación, puede agravar la sensación de incomodidad física y generar riesgos de salud como agotamiento térmico. La presión de tiempo (6.7) y las cargas estáticas y dinámicas (ambas con puntuaciones de 5) indican molestias medias a moderadas, que, aunque no alcanzan niveles críticos, representan un riesgo acumulativo de fatiga prolongada y lesiones musculoesqueléticas.

Aspectos psicosociológicos

El estatus social, con una puntuación elevada de 9, revela molestias fuertes asociadas con problemas relacionados con la percepción del rol, la integración social y el reconocimiento en el entorno laboral. Esto podría derivar en un ambiente laboral poco inclusivo, afectando no solo el bienestar psicológico, sino también el desempeño y la motivación de los trabajadores. Por otro lado, la iniciativa, con una puntuación de 4.67, indica débiles molestias. Aunque su impacto es menor en comparación con otros factores, sugiere la posibilidad de una cultura organizacional que no fomenta plenamente la proactividad o el involucramiento de los trabajadores.

Tiempo de trabajo

El tiempo de trabajo, con una puntuación de 7.5, evidencia molestias medias, probablemente asociadas con jornadas prolongadas o insuficientes periodos de descanso. Estas condiciones incrementan el riesgo de fatiga acumulativa y reducen la capacidad de recuperación física y mental.

Factores adicionales

Factores como la comunicación (4.5) y la cooperación (4) presentan débiles molestias, pero no deben ser ignorados. La comunicación efectiva y la cooperación son pilares fundamentales para un entorno laboral saludable y productivo.

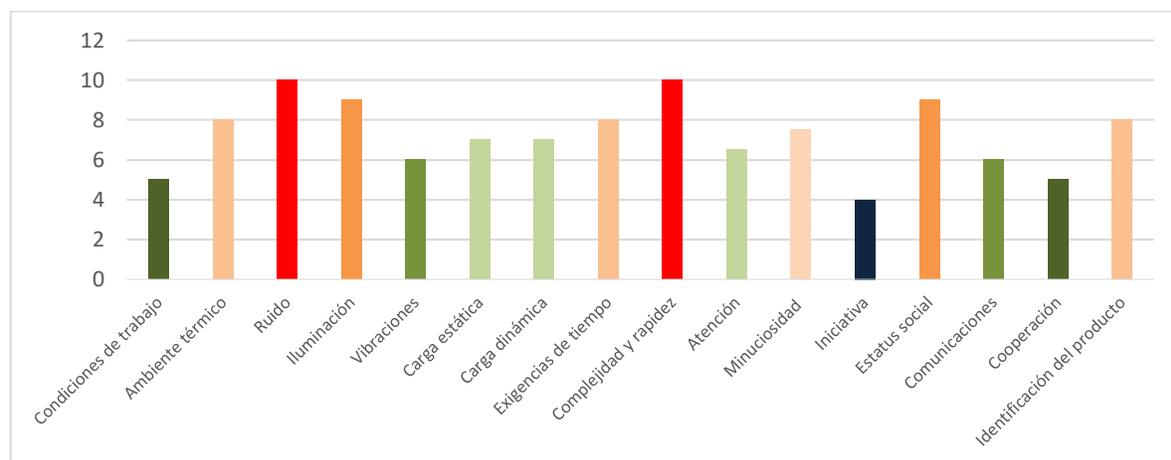


Figura 4.1 Valoración de factores LEST

Fuente: Autor

4.3. Descriptivos de los resultados del Cuestionario Nórdico

El análisis de las zonas del cuerpo afectadas por dolor (7 días), según el Cuestionario Nórdico aplicado a la población de 111 trabajadores de la industria metalmecánica, revela los siguientes hallazgos (ver Tabla 3)

Zonas con mayor frecuencia de dolor

Espalda baja, es la zona más reportada, afectando a 32 trabajadores (28.8%), lo que indica una alta carga física derivada de posturas prolongadas, manejo de cargas o esfuerzos repetitivos. El dolor en cuello afecta a 21 trabajadores (18.9%), lo cual podría estar relacionado con posturas forzadas y movimientos repetitivos durante la jornada. Se registraron 15 casos con dolor en Pies/tobillos (13.5%), lo que puede asociarse al tiempo prolongado de pie y desplazamientos frecuentes en el área de trabajo.

Distribución del dolor por características laborales

Los grupos de 25 a 34 años y 35 a 44 años son los más afectados, particularmente en cuello, espalda baja y hombros. Esto refleja que los trabajadores en estas edades, probablemente en etapas de alta productividad, están expuestos a mayores demandas físicas. Los trabajadores con más de 11 años en el puesto presentan una mayor frecuencia de dolor en espalda baja y cuello, evidenciando el impacto acumulativo del trabajo en estas áreas. Aquellos con jornadas superiores a 8 horas reportan más casos de dolor en la espalda baja y el cuello, confirmando la relación entre jornadas extensas y el aumento del malestar físico.

Zonas menos afectadas

Caderas/nalgas/muslos y codo/antebrazo izquierdo, estas áreas presentan la menor frecuencia de dolor, sugiriendo que las actividades de esta industria impactan menos en estas zonas específicas. Los operarios, que constituyen la mayor parte de la población, reportaron la mayoría de los casos de dolor en todas las zonas, especialmente en la espalda baja y cuello. Esto resalta la relación entre las actividades manuales propias de este rol y el riesgo de molestias musculoesqueléticas.

Por otro lado, el análisis de los resultados del Cuestionario Nórdico aplicado a 111 trabajadores de la industria metalmecánica revela los siguientes hallazgos sobre las molestias musculoesqueléticas reportadas en un periodo de 12 meses según la Tabla 4.

Zonas del cuerpo más afectadas

La espalda baja es la zona con mayor frecuencia de dolor, reportada por 30.5% de los participantes (34 casos). Esto refleja el impacto significativo de las actividades físicas propias del sector, como el manejo de cargas pesadas y posturas prolongadas. Los Pies/tobillos, afectan al 31.2% de los trabajadores, lo cual está relacionado con el tiempo prolongado de pie y los desplazamientos frecuentes en áreas de operación. Así también,

un 28.9% (32 casos) reportó molestias en cuello, probablemente debido a posturas forzadas y movimientos repetitivos.

Distribución del dolor por características laborales

Los grupos de 25 a 34 años y 35 a 44 años presentan las mayores frecuencias de dolor, especialmente en espalda baja, cuello y hombros. Esto sugiere que los trabajadores en edades productivas están más expuestos a condiciones laborales demandantes. Los trabajadores con más de 11 años en el puesto presentan una prevalencia notable de dolor en espalda baja y cuello, indicando un efecto acumulativo del esfuerzo físico prolongado. Los trabajadores con jornadas superiores a 8 horas reportaron la mayoría de los casos de dolor en las principales zonas afectadas, como espalda baja y cuello. Esto evidencia que las jornadas extensas agravan las molestias musculoesqueléticas.

Puestos de trabajo

El grupo de operarios, que representa la mayoría de la población, concentra los mayores casos de dolor, especialmente en la espalda baja y cuello, reflejando las exigencias físicas propias de las tareas operativas. Aunque en menor proporción en el grupo de logística, se registraron casos en pies/tobillos, destacando la carga física asociada al movimiento continuo en este rol.

Zonas menos afectadas

Caderas/nalgas/muslos son las zonas que presenta la menor frecuencia de dolor, sugiriendo un menor impacto de las actividades laborales en esta parte del cuerpo.

Tabla 3
Descriptivos de casos con dolor (7 días) según cuestionario nórdico y variables demográficas y laborales

VARIABLES	n=111	FRECUENCIA DE CASOS CON DOLOR SEGÚN CUESTIONARIO NÓRDICO (%) (7 DÍAS) – ZONAS DEL CUERPO											
		Cuello	Hombro derecho	Hombro izquierdo	Codo/ antebrazo (D)	Codo/ antebrazo (I)	Muñeca/ mano (D)	Muñeca/ mano (I)	Espalda alta	Espalda baja	Caderas/ nalgas/ muslos	Rodillas (una o ambas)	Pies/ tobillos (uno o ambas)
Edad													
18 a 24 años	10	2	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1
25 a 34 años	41	8	4	3	2	2	3	2	4	12	2	4	3
35 a 44 años	23	5	2	2	1	1	2	2	2	6	1	2	2
45 a 54 años	28	4	1	1	1	1	1	1	2	5	1	2	2
55 años en adelante	9	1	1	0	1	0	1	1	1	2	0	1	1
Antigüedad en el puesto de trabajo													
6 meses a 12 meses	10	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1
1 a 3 años	18	2	1	1	1	1	1	1	2	6	1	2	2
4 a 5 años	22	3	1	1	1	1	1	1	2	7	1	2	2
6 a 10 años	17	2	1	1	1	1	1	1	2	5	1	1	2
11 años en adelante	44	6	4	3	2	2	3	2	3	11	2	3	3
Duración de la jornada													
Menos de 8 horas	13	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1
8 horas	41	4	2	1	1	1	2	1	3	10	1	3	3
Más de 8 horas	57	7	4	3	2	2	3	2	4	12	2	4	4
Puesto de trabajo													
Supervisor	7	1	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	1
Logística	19	3	2	1	1	1	2	1	2	5	1	2	2
Operario	70	6	4	3	2	2	3	2	4	12	2	4	4
Mantenimiento	15	2	1	1	1	0	1	1	2	3	1	2	2

Fuente: Autor

Tabla 4
Descriptivos de casos con dolor (12 meses) según cuestionario nórdico y variables demográficas y laborales

VARIABLES	n=111	FRECUENCIA DE CASOS CON DOLOR SEGÚN CUESTIONARIO NÓRDICO (%) (12 MESES) – ZONAS DEL CUERPO											
		Cuello	Hombro derecho	Hombro izquierdo	Codo/ antebrazo (D)	Codo/ antebrazo (I)	Muñeca/ mano (D)	Muñeca/ mano (I)	Espalda alta	Espalda baja	Caderas/ nalgas/ muslos	Rodillas (una o ambas)	Pies/ tobillos (uno o ambas)
Edad													
18 a 24 años	10	3	2	2	1	1	2	2	3	5	2	3	3
25 a 34 años	41	12	8	8	6	5	7	6	10	15	6	8	9
35 a 44 años	23	6	5	4	4	3	5	5	6	9	4	5	6
45 a 54 años	28	5	4	3	3	3	4	4	5	7	3	4	5
55 años en adelante	9	2	2	2	1	1	2	2	2	3	1	2	2
Antigüedad en el puesto de trabajo													
6 meses a 12 meses	10	2	2	2	1	1	2	2	3	4	2	3	3
1 a 3 años	18	4	3	3	2	2	3	3	5	8	3	4	4
4 a 5 años	22	5	4	4	3	3	4	4	6	10	4	5	5
6 a 10 años	17	4	3	3	3	3	4	4	5	8	3	4	5
11 años en adelante	44	11	7	7	5	4	6	6	9	13	6	8	9
Duración de la jornada													
Menos de 8 horas	13	2	2	2	1	1	2	2	3	4	1	2	3
8 horas	41	9	6	6	4	4	5	5	7	11	5	6	7
Más de 8 horas	57	12	8	8	6	5	7	6	10	15	6	8	9
Puesto de trabajo													
Supervisor	7	2	1	1	1	1	1	1	2	3	1	2	2
Logística	19	5	4	4	3	3	4	4	5	8	3	4	5
Operario	70	12	8	7	6	5	7	6	10	15	6	8	9
Mantenimiento	15	4	3	3	2	2	3	3	4	6	2	3	3

Fuente: Autor

4.4. Correlación de los riesgos ergonómicos y trastornos musculoesqueléticos

La tabla 5 presenta los p-valores de las correlaciones entre los factores del Método LEST y las molestias musculoesqueléticas reportadas en diversas zonas del cuerpo, considerando un periodo de 7 días. En el caso del cuello, los factores de ruido, iluminación, y estatus social muestran correlaciones significativas con valores de $p=0.02$, 0.03 y 0.03 , respectivamente. Además, la complejidad y rapidez del trabajo tiene una influencia importante en esta zona ($p=0.01$). Esto sugiere que las condiciones ambientales y organizativas influyen directamente en las molestias musculoesqueléticas reportadas en el cuello.

Para el hombro derecho, el estatus social destaca como el único factor con una correlación significativa ($p=0.03$). Esto podría indicar que las relaciones jerárquicas o las condiciones psicosociales tienen un impacto en las molestias en esta zona del cuerpo. En el hombro izquierdo, aunque ningún factor presenta una correlación estadísticamente significativa (todos con $p>0.05$), factores como la complejidad y rapidez ($p=0.31$) y la iluminación ($p=0.27$) muestran tendencias que podrían indicar una posible relación.

La espalda baja es la zona más afectada, con correlaciones significativas en ruido ($p=0.02$) y complejidad y rapidez ($p=0.01$). Estos resultados reflejan que las condiciones laborales exigentes y el ambiente acústico contribuyen significativamente a las molestias musculoesqueléticas en esta región. Aunque no alcanzan significancia, los factores de iluminación ($p=0.45$) y ambiente térmico ($p=0.40$) muestran cierta influencia.

Tabla 5
Correlaciones Factores LEST y Zona del cuerpo según Cuestionario Nórdico para 7 días

ZONA DEL CUERPO CUESTIONARIO NÓRDICO	FACTORES LEST				
	Ruido (p-valor)	Iluminación (p-valor)	Ambiente térmico (p-valor)	Complejidad y rapidez (p-valor)	Estatus social (p-valor)
Cuello	0.02	0.03	0.04	0.01	0.03
Hombro derecho	0.30	0.28	0.26	0.32	0.03
Hombro izquierdo	0.25	0.27	0.29	0.31	0.23
Espalda baja	0.02	0.45	0.40	0.01	0.42

Fuente: Autor

La tabla 6 refleja las correlaciones entre los factores del Método LEST y las molestias musculoesqueléticas reportadas en diferentes zonas del cuerpo según el Cuestionario Nórdico, considerando un periodo de 12 meses. Los valores de p-valores destacados indican relaciones significativas que deben ser analizadas cuidadosamente.

Para el cuello, se observan correlaciones estadísticamente significativas con todos los factores evaluados. El ruido ($p=0.01$), la iluminación ($p=0.02$), el ambiente térmico ($p=0.03$), la complejidad y rapidez ($p=0.01$) y el estatus social ($p=0.02$) tienen una influencia directa en esta zona, lo que sugiere que tanto las condiciones ambientales como las demandas laborales y psicosociales contribuyen a molestias persistentes en el cuello.

En el caso del hombro derecho, los mismos factores muestran una correlación significativa: ruido ($p=0.01$), iluminación ($p=0.02$), ambiente térmico ($p=0.03$), complejidad y rapidez ($p=0.01$) y estatus social ($p=0.02$). Esto evidencia que las condiciones ambientales y las exigencias del trabajo impactan esta área del cuerpo en el largo plazo. El hombro izquierdo también muestra correlaciones significativas con todos los factores, siguiendo el mismo patrón que el hombro derecho. Esto reafirma que las molestias musculoesqueléticas en esta zona están relacionadas con las condiciones de trabajo evaluadas.

Finalmente, la espalda baja destaca como una de las zonas más afectadas, con correlaciones significativas en todos los factores evaluados: ruido ($p=0.01$), iluminación ($p=0.02$), ambiente térmico ($p=0.03$), complejidad y rapidez ($p=0.01$) y estatus social ($p=0.02$). Esto resalta que las condiciones laborales intensas y las demandas físicas y psicosociales tienen un impacto crítico en esta región del cuerpo.

Tabla 6
Correlaciones Factores LEST y Zona del cuerpo según Cuestionario Nórdico para 12 meses

ZONA DEL CUERPO CUESTIONARIO NÓRDICO	FACTORES LEST				
	Ruido (p-valor)	Iluminación (p-valor)	Ambiente térmico (p-valor)	Complejidad y rapidez (p-valor)	Estatus social (p-valor)
Cuello	0.01	0.02	0.03	0.01	0.02
Hombro derecho	0.01	0.02	0.03	0.01	0.02
Hombro izquierdo	0.01	0.02	0.03	0.01	0.02
Espalda baja	0.01	0.02	0.03	0.01	0.02

Fuente: Autor

CAPÍTULO 5

5. DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio revelan una relación significativa entre los factores de riesgos ergonómicos evaluados mediante el Método LEST y los trastornos musculoesqueléticos (TME) detectados con el Cuestionario Nórdico. Este hallazgo respalda el objetivo general planteado y coincide con estudios previos que señalan la incidencia de factores como posturas prolongadas, manejo de cargas y condiciones ambientales adversas como causantes principales de TME en la industria metalmecánica (Álvarez Chacón y otros, 2024; Kamijantono y otros, 2024).

El ruido mostró una correlación significativa con molestias musculoesqueléticas en cuello y espalda baja, destacando su impacto en el bienestar físico y mental. Estos resultados son consistentes con investigaciones como las de Pontes y otros (2023), que reportan cómo ambientes laborales ruidosos aumentan el estrés físico. Por otro lado, la iluminación inadecuada, correlacionada significativamente con molestias en cuello y hombros, afecta directamente la postura y genera fatiga ocular, similar a lo encontrado por Lara-Lezcano y otros (2022).

El ambiente térmico, con correlaciones significativas en cuello, hombros y espalda baja, subraya la relevancia de mantener condiciones térmicas óptimas en los espacios de trabajo. Este hallazgo amplía la evidencia presentada por Pimparel y otros (2022), quienes destacan que temperaturas extremas contribuyen a la incomodidad física y al desarrollo de TME.

La complejidad y rapidez del trabajo, se asoció significativamente con molestias musculoesqueléticas en todas las zonas evaluadas, reflejando el impacto de las demandas laborales en la salud de los trabajadores. Estudios como los de Odebiyi y Okafor (2023) sugieren que la carga mental y el ritmo de trabajo incrementan la probabilidad de TME al intensificar el esfuerzo físico.

La correlación significativa entre estatus social y molestias musculoesqueléticas en cuello y hombros evidencia la importancia de factores psicosociales en la aparición de TME. Estas conclusiones se alinean con lo expuesto por Hilmi y Hamid (2023), quienes argumentan que la percepción de reconocimiento laboral y la integración social influyen directamente en el bienestar físico y mental. En concordancia con investigaciones internacionales, este estudio destaca la espalda baja como la zona más afectada. Esto coincide con lo reportado por Kamijantono y otros (2024) y Afata y otros (2024), quienes identificaron una alta prevalencia de molestias en esta área debido a posturas inadecuadas y esfuerzos físicos repetitivos.

Los resultados subrayan la necesidad de implementar programas ergonómicos integrales que incluyan rediseño de estaciones de trabajo, monitoreo continuo de condiciones ambientales y estrategias de capacitación. Estas intervenciones han demostrado ser efectivas en la reducción de TME, como lo evidencian Lara-Lezcano y otros (2022) y Pontes y otros (2023).

Ante ello se recomienda para la prevención y mitigación de factores de riesgo en la industria metalmecánica lo siguiente:

El ruido, identificado como un factor crítico, puede mitigarse mediante la instalación de barreras acústicas, mantenimiento regular de maquinaria y la provisión de protectores auditivos a los trabajadores. Por su parte, la iluminación debe ser optimizada garantizando

una distribución uniforme y utilizando tecnología LED eficiente que reduzca la fatiga ocular y mejore la visibilidad en las áreas operativas.

Las condiciones térmicas juegan un rol esencial en la comodidad y la salud de los trabajadores. Se recomienda instalar sistemas de climatización que mantengan temperaturas óptimas en los espacios de trabajo, además de asegurar una ventilación adecuada para reducir la acumulación de calor en áreas de alta actividad. Estas mejoras contribuirán a minimizar las molestias asociadas al ambiente térmico, reduciendo el impacto en la productividad y el bienestar de los empleados.

El rediseño de estaciones de trabajo es otra intervención clave. Ajustar las alturas de mesas y herramientas permitirá evitar posturas forzadas y esfuerzos innecesarios. Incorporar elementos ajustables y superficies ergonómicas garantizará que los puestos de trabajo se adapten a las necesidades individuales de los trabajadores, disminuyendo el riesgo de lesiones musculoesqueléticas asociadas con posiciones inadecuadas.

En cuanto a la gestión de la carga física, se recomienda implementar ayudas mecánicas, como grúas o carros transportadores, para minimizar el esfuerzo físico durante el levantamiento de cargas pesadas. Además, la rotación de tareas laborales reducirá la exposición prolongada a movimientos repetitivos y posturas incómodas, contribuyendo a la prevención de trastornos musculoesqueléticos.

La capacitación continua en ergonomía es fundamental para concienciar a los trabajadores sobre la importancia de la salud postural y las técnicas adecuadas de levantamiento. Programas educativos, talleres y campañas internas deben abordar temas como pausas activas, posturas seguras y estrategias para gestionar la fatiga. Estas acciones empoderarán a los empleados y fomentarán prácticas laborales saludables.

La evaluación periódica de riesgos mediante herramientas como el Método LEST y el Cuestionario Nórdico permitirá identificar y corregir oportunamente factores de riesgo emergentes. Estas evaluaciones regulares deben formar parte de una estrategia integral de monitoreo y mejora continua en el entorno laboral.

Es esencial también atender los factores psicosociales, como el estatus social, que influyen significativamente en la salud y el bienestar de los trabajadores. Promover un ambiente inclusivo, basado en el respeto mutuo y el reconocimiento, ayudará a mejorar las relaciones interpersonales y la percepción del rol dentro de la organización. Además, la implementación de programas de apoyo psicológico y manejo del estrés contribuirá a la creación de un entorno laboral más saludable.

La gestión adecuada de los tiempos de trabajo es crucial para prevenir la fatiga acumulativa. Ajustar las jornadas laborales, establecer pausas activas y garantizar tiempos de descanso adecuados son estrategias efectivas para reducir el impacto del tiempo de trabajo prolongado en la salud de los empleados. Estas medidas no solo mejoran el bienestar, sino que también incrementan la productividad y la motivación del personal.

El uso de tecnologías de monitoreo puede desempeñar un papel transformador en la identificación y corrección de riesgos ergonómicos. Sistemas digitales que evalúen en tiempo real las posturas y movimientos de los trabajadores permitirán implementar ajustes inmediatos y personalizados, contribuyendo a la prevención de lesiones y optimización de las condiciones laborales.

Finalmente, se recomienda establecer un sistema de seguimiento y evaluación continua para medir la efectividad de las intervenciones implementadas. Este proceso debe involucrar a los trabajadores, permitiendo su participación activa en la evaluación de las mejoras realizadas y su impacto en las condiciones de trabajo. Este enfoque colaborativo garantizará un entorno laboral seguro, saludable y sostenible en la industria metalmecánica.

Con lo expuesto, este estudio aporta datos específicos sobre la relación entre factores ergonómicos y TME en la industria metalmecánica en Ecuador, un contexto con poca evidencia previa. Además, introduce un análisis detallado del impacto combinado de factores físicos y psicosociales en la salud laboral. Así también, una posible limitación es la dependencia de autoinformes para la detección de TME, lo cual puede introducir sesgos subjetivos. Sin embargo, la combinación de métodos validados como el Cuestionario Nórdico y el Método LEST fortalece la validez de los resultados. Se recomienda ampliar el alcance del estudio a otras industrias y utilizar tecnologías avanzadas, como sistemas de monitoreo en tiempo real, para obtener datos más precisos y proponer intervenciones específicas en el ámbito ergonómico y psicosocial.

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

1. El análisis evidenció una relación significativa entre los factores de riesgos ergonómicos y los trastornos musculoesqueléticos (TME) en trabajadores operativos de la industria metalmecánica. Se identificó que el ruido, la iluminación deficiente, el ambiente térmico inadecuado y la carga física excesiva son los principales factores que afectan la salud laboral. El estudio confirmó que los trabajadores con mayor antigüedad y jornadas superiores a 8 horas presentan mayor prevalencia de TME, especialmente en la espalda baja y extremidades inferiores. La aplicación del método LEST y el Cuestionario Nórdico permitió validar la necesidad de implementar medidas preventivas y correctivas para mejorar las condiciones laborales y reducir el impacto en la salud de los trabajadores.
2. Los resultados obtenidos con la metodología LEST permitieron identificar que el ruido, la iluminación deficiente, el ambiente térmico inadecuado, la presión de tiempo y la carga física son los factores de mayor impacto en la salud de los trabajadores. Se evidenció que el ruido y la complejidad del trabajo alcanzan valores críticos, generando altos niveles de fatiga y estrés. Además, la falta de ergonomía en las estaciones de trabajo agrava la carga biomecánica, aumentando la probabilidad de desarrollar TME. Estos hallazgos destacan la necesidad de optimizar las condiciones ergonómicas para reducir los riesgos ocupacionales.
3. El estudio evidenció que los TME más frecuentes en la población analizada afectan la espalda baja, el cuello y los pies/tobillos, siendo más prevalentes en trabajadores con jornadas extensas y mayor antigüedad. Se determinó que las actividades operativas que requieren posturas forzadas, manipulación de cargas y movimientos repetitivos contribuyen significativamente a la aparición de estos trastornos.
4. El análisis estadístico realizado confirmó la correlación significativa entre los factores ergonómicos y la aparición de TME en los trabajadores operativos. El ruido, la complejidad y rapidez del trabajo, y la iluminación deficiente mostraron una fuerte relación con molestias en cuello, hombros y espalda baja. Asimismo, se identificó que los factores psicosociales, como la percepción del estatus social y la comunicación deficiente, influyen en la percepción del dolor y el bienestar laboral. Estos hallazgos reafirman la importancia de gestionar integralmente los riesgos ergonómicos para prevenir afecciones musculoesqueléticas.
5. Con base en los hallazgos del estudio, se propusieron estrategias correctivas y preventivas para mitigar los riesgos ergonómicos y reducir la incidencia de TME en la industria metalmecánica. Entre las principales recomendaciones se incluyen la implementación de mejoras ergonómicas en los puestos de trabajo, la optimización de las condiciones ambientales, la capacitación continua en ergonomía y la evaluación periódica de riesgos. Además, se sugiere el rediseño de estaciones de trabajo y la adopción de tecnologías de monitoreo para identificar y corregir posturas inadecuadas.

en tiempo real. Estas acciones contribuirán a un entorno laboral más seguro y saludable para los trabajadores.

6.2 Recomendaciones

1. Realizar evaluaciones médicas complementarias que permitan respaldar la relación entre los síntomas reportados y la exposición prolongada a factores disergonómicos.
2. Para fortalecer la validez externa de los hallazgos, se recomienda ampliar la muestra de trabajadores y extender el estudio a otras industrias con condiciones laborales similares, como la construcción y la manufactura. Esto permitirá identificar patrones generales y contrastar la relación entre los factores de riesgo ergonómicos y los trastornos musculoesqueléticos en distintos entornos productivos.
3. Se sugiere complementar la metodología LEST con herramientas de análisis ergonómico avanzadas, como el uso de sensores de movimiento, cámaras de monitoreo postural y software de análisis biomecánico. Estas tecnologías permitirían obtener datos más precisos y en tiempo real sobre la carga física y las posturas de los trabajadores, reduciendo el sesgo de autopercepción en la evaluación de riesgos.
4. Se recomienda realizar un estudio longitudinal que permita evaluar la evolución de los TME y la efectividad de las medidas preventivas y correctivas implementadas. Esto facilitaría la identificación de cambios en la prevalencia de los trastornos musculoesqueléticos y la validación de estrategias ergonómicas a mediano y largo plazo.
5. Para enriquecer los hallazgos, se sugiere complementar el enfoque cuantitativo con metodologías cualitativas, como entrevistas semiestructuradas y grupos focales con los trabajadores. Esto ayudaría a comprender mejor la percepción de los empleados sobre los factores de riesgo ergonómico, el impacto de los TME en su bienestar y la aceptación de las medidas correctivas propuestas.
6. Se recomienda realizar un análisis de confiabilidad y validez de los instrumentos utilizados (LEST y Cuestionario Nórdico) en el contexto específico de la industria metalmecánica. Esto garantizará que las herramientas de evaluación utilizadas sean precisas, replicables y culturalmente adaptadas a la población de estudio, reduciendo posibles sesgos en la recolección de datos.

BIBLIOGRAFÍA

- Afata, T., Usmael, Z., Werku, M., Bute, T., Ibrahim, M., & Hinsermu, D. (2024). Risk detection and assessment in small-scale metalworking industries of southwest Ethiopia. *Heliyon*, *10*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e39646>
- Álvarez Chacón, M. A., Vaca Sánchez, M. A., Santos Huertas, K. G., Jami Chango, J. S., & García Yance, S. d. (2024). Risk of musculoskeletal disorders due to forced postures in a metalworking company. *Salud, Ciencia y Tecnología – Serie de Conferencias*, *3*(791). <https://doi.org/https://doi.org/10.56294/sctconf2024791>
- 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*(1). <https://doi.org/https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7113739>
- Boy Vásquez, E. J., Catalán Corcuera, C. H., & Ruiz Ulloa, L. R. (2023). Prevalencia de trastornos musculoesqueléticos en la empresa de calzado Getty S.A.C. - Trujillo 2023. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *7*(1), 10205–10220. https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.5204
- Boy Vasquez, E. J., Catalán Corcuera, C. H., & Ruiz Ulloa, L. R. (2023). Prevalencia de trastornos musculoesqueléticos en la empresa de calzado Getty SAC - Trujillo 2023. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *7*(1), 10205-10220. https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.5204
- Fahmi, A., & Dwiyanto, R. (2023). Improvement of working posture in the metal casting industry to prevent musculoskeletal disorders. *Journal of Engineering and Applied Technology*, *4*(1), 21-32. <https://doi.org/10.21831/jeatech.v4i1.58647>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C. V. <https://www.academia.edu/download/64591365/Metodolog%C3%ADvestigaci%C3%B3n.%20Rutas%20cuantitativa,%20cualitativa%20y%20mixta.pdf>
- Hilmi, A. H., & Hamid, A. R. (2023). Musculoskeletal Disorders: Industrial Insights and Ergonomic Interventions. . *Malaysian Journal of Ergonomics (MJEr)*, *5*, 61-78. <https://doi.org/https://doi.org/10.58915/mjer.v5i1.375>
- Ibacache Araya, J. (2020). *Cuestionario Nórdico estandarizado de percepción de síntomas músculo-esqueléticos: Consideraciones acerca de la utilización del método en los ambientes laborales*. Departamento de Salud Ocupacional, Instituto de Salud Pública de Chile. <https://doi.org/https://www.ispch.cl/documento/nota-tecnica-n79/>
- Kamijantono, H., Sebayang, M. M., & Lesmana, A. (2024). Risk Factors and Ergonomic Influence on Musculoskeletal Disorders in the Work Environment. *Journal La Medihealtico*, *5*(3), 660-670. . <https://doi.org/https://doi.org/10.37899/journallamedihealtico.v5i3.1413>

- Kuok Ho, D. T. (2022). The Prevalence, Causes and Prevention of Occupational Musculoskeletal Disorders. *Global Academic Journal of Medical Sciences*, 4(2), 56-68. <https://doi.org/10.36348/gajms.2022.v04i02.004>
- Lara-Lezcano, A., Pizarro-Vásquez, S., Lizárraga-Portugal, C. A., & Quiroz-Flores, J. C. (2022). Dysergonomic Risk Management Model to improve welding productivity using the Nordic Questionnaire and the REBA and NIOSH methods: Case of the metal-mechanic sector in Lima, Perú. *Proceedings of the 3rd Asia Pacific International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Johor Bahru, Malaysia*. Malaysia. <https://ieomsociety.org/proceedings/2022malaysia/423.pdf>
- Li, X., Yang, X., & Sun, X. (2021). Associations of musculoskeletal disorders with occupational stress and mental health among coal miners in Xinjiang, China: a cross-sectional study. *BMC Public Health*, 21(1327), 1-10. <https://doi.org/10.1186/S12889-021-11379-3>
- Odebiyi, D. O., & Okafor, U. A. (2023). Musculoskeletal disorders, workplace ergonomics and injury prevention. In *Ergonomics-new insights*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.106031>
- Organización Internacional del Trabajo [OIT]. (2019). *SEGURIDAD Y SALUD EN EL CENTRO DEL FUTURO DEL TRABAJO Aprovechar 100 años de experiencia*. Oficina Internacional del Trabajo. https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/%40ed_protect/%40protrav/%40safework/documents/publication/wcms_687617.pdf
- Pérez Morral, F. (1987). *NTP 175: Evaluación de las condiciones de trabajo: El método L.E.S.T. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT)*. INSHT. <https://www.insst.es/documents/94886/326472/NTP+175.pdf/>
- Pimparel, A., Madaleno, S., Ollay, C., & Gabriel, A. T. (2022). How ergonomic evaluations influence the risk of musculoskeletal disorders in the industrial context? A brief literature review. *Occupational and environmental safety and health III*, 406, 399–409. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-89617-1_36
- Pontes, E., Moradbeikie, A., Azevedo, R., Jesus, C., & Lopes, S. I. (2023). Ergonomic Posture Assessment and Tracking for Industrial Cyber-Physical- Human Systems: A Case Study in the Heavy Metalworking Industry. *Human Aspects of Advanced Manufacturing*, 80, 149–158. <https://doi.org/10.54941/ahfe1003517>