



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

GESTIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO DISERGONÓMICOS EN TÉCNICOS MECÁNICOS

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA
OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN
ERGONOMÍA Y PSICOSOCIOLOGÍA
APLICADA AL TRABAJO

CARLOS ANDRES CORCUERA
CABANILLAS

LIMA – PERÚ

2026

ASESOR

Mg. Claudia Mylena Tirado Cosser

JURADO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

MG. BRUNELLA YSABEL LIZARDO OTERO

PRESIDENTE

MG. ARMANDO WILLY TALAVERANO OJEDA

VOCAL

MG. LENIN OVIDIO ROMANI CHANG

SECRETARIO

DEDICATORIA.

A mi esposa Jimena por su constante apoyo y motivación en todo el tiempo que
he invertido en desarrollar la Maestría.

AGRADECIMIENTOS.

A mi amigo Jorge Sabana por su orientación para iniciar este reto académico.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO.

Trabajo de investigación autofinanciada



DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Los egresados:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES
1.	CORCUERA CABANILLAS CARLOS ANDRES

Pertenecientes al programa de la **MAESTRÍA EN ERGONOMÍA Y PSICOSOCIOLOGÍA APLICADA AL TRABAJO**, autores del trabajo titulado: **GESTIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO DISERGONÓMICOS EN TÉCNICOS MECÁNICOS**, el cual ha sido elaborado, sustentado y aprobado, según corresponda, para optar por el grado de **MAESTRO EN ERGONOMÍA Y PSICOSOCIOLOGÍA APLICADA AL TRABAJO** bajo la modalidad de **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**.

En calidad de docentes asesores de la Universidad Peruana Cayetano Heredia:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES DEL DOCENTE	FACULTAD	NIVEL DE ASESORÍA
1.	TIRADO COSSER CLAUDIA MYLENA	FAMED	ASESOR

Declaramos que el contenido del presente documento es original y que las citas y referencias a otros autores cumplen con las normas académicas establecidas. En ese sentido, hacemos constar que:

- El documento presenta un porcentaje de similitud de **11%**, según el reporte emitido por el software **Turnitin®** (identificador de entrega: **3027621839**; fecha de entrega: **09-09-2026**).
- Tras una revisión detallada del reporte y del contenido del trabajo en cuestión, no se han identificado indicios de plagio.
- Se certifica que el documento respeta los principios de integridad académica y cumple con los requisitos institucionales de originalidad.

Lugar y fecha: Lima, 09 de septiembre de 2026


Firma del asesor
N° DNI: 06794440
ORCID: 0000-0001-9459-3908

Firma del Co-asesor
N° DNI:
ORCID:

ÍNDICE

RESUMEN
ABSTRACT

I.	INTRODUCCION	1
II.	OBJETIVOS	7
III.	METODOLOGÍA.....	8
IV.	DESARROLLO DEL ESTUDIO	11
4.1.	FACTORES DE RIESGO DISERGONÓMICOS PRESENTES EN LAS ACTIVIDADES DE TÉCNICOS MECÁNICOS.	11
4.2.	MÉTODOS UTILIZADOS EN LA EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS DISERGONÓMICOS PRESENTES EN LAS ACTIVIDADES DE LOS TÉCNICOS MECÁNICOS.....	16
4.3.	CONSECUENCIAS DE LOS RIESGOS DISERGONÓMICOS EN LAS ACTIVIDADES DE LOS TÉCNICOS MECÁNICOS.....	29
4.4.	PRINCIPALES MEDIDAS PREVENTIVAS PARA LA GESTIÓN DE RIESGOS DISERGONÓMICOS PARA EL PUESTO DE TÉCNICOS MECÁNICOS.	41
4.5.	LIMITACIONES DEL ESTUDIO	52
V.	CONCLUSIONES	53
VI.	RECOMENDACIONES	55
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

RESUMEN

Introducción: La necesidad de mantenimiento en diversas industrias expone a los trabajadores de mantenimiento mecánico a riesgos disergonómicos, los cuales son una causa principal de trastornos musculoesqueléticos (TME). La Organización Mundial de la Salud (OMS) alerta sobre el impacto de estos TME, que van desde afectaciones a la salud del trabajador hasta costos médicos elevados, ausentismo y disminución de la productividad. En Perú el lumbago y las lesiones del manguito rotador son diagnósticos comunes en este grupo laboral. Datos oficiales de 2023 indican que el 10.36% de los accidentes laborales se deben a esfuerzos excesivos o movimientos incorrectos, y los TME representan una proporción significativa de las enfermedades ocupacionales notificadas. **Objetivo:** Analizar la gestión de riesgos disergonómicos en técnicos mecánicos. **Metodología:** incluyó una revisión bibliográfica cualitativa de 50 documentos seleccionados según criterios específicos, organizados y analizados para cumplir con los objetivos del estudio. **Resultados:** Se encontró evidencia que los técnicos mecánicos enfrentan riesgos disergonómicos derivados de posturas forzadas, manipulación de cargas pesadas y movimientos repetitivos, la bibliografía evidencia una alta incidencia de TME en técnicos mecánicos, particularmente en áreas como la espalda, cuello y hombros, generando dolor crónico, ausentismo, incapacidad y costos económicos significativos. Factores como la exposición a vibraciones empeoran la situación, impactando negativamente la calidad de vida y la productividad. Existen metodologías para evaluar estos riesgos, entre las cuales pueden ser REBA, RULA y OCRA, con el fin de implementar planes preventivos siendo la más relevante la

ergonomía participativa. **Conclusión:** La revisión bibliográfica de los últimos 10 años sobre la gestión de riesgos disergonómicos en técnicos mecánicos, concuerda que es relevante una gestión oportuna de los factores de riesgo implementando estrategias efectivas para prevenir y mitigar estos riesgos en el bienestar del trabajador.

PALABRAS CLAVES

RIESGOS DISERGONÓMICOS, TÉCNICOS MECÁNICOS, FACTOR ERGONÓMICO

ABSTRACT

Introduction: The need for maintenance in various industries exposes mechanical maintenance workers to disergonomic risks, which are a major cause of work-related musculoskeletal disorders (WMSDs). The World Health Organization (WHO) warns about the impact of these disorders, which range from adverse effects on workers' health to high medical costs, absenteeism, and reduced productivity. In Peru, low back pain and rotator cuff injuries are common diagnoses among this occupational group. Official data from 2023 indicate that 10.36% of occupational accidents are attributed to excessive exertion or incorrect movements, and WMSDs represent a significant proportion of reported occupational diseases. **Objective:** To analyze the management of disergonomic risks among mechanical technicians. **Methodology:** The methodology included a qualitative literature review of 50 documents selected according to specific criteria. These documents were organized and analyzed to meet the objectives of the study. **Results:** The findings indicate that mechanical technicians are exposed to disergonomic risks arising from awkward postures, manual handling of heavy loads, and repetitive movements. The literature shows a high incidence of musculoskeletal disorders among mechanical technicians, particularly affecting the back, neck, and shoulders, leading to chronic pain, absenteeism, disability, and significant economic costs. Factors such as exposure to vibration further exacerbate these conditions, negatively affecting quality of life and productivity. Several methodologies are available to assess these risks, including REBA, RULA, and OCRA, which support the implementation of preventive action plans, with participatory ergonomics identified as the most relevant approach. **Conclusion:** The literature review of the past ten years on the

management of disergonomic risks among mechanical technicians highlights the importance of timely risk management through the implementation of effective strategies to prevent and mitigate these risks, thereby improving worker well-being.

KEYWORDS

ERGONOMIC RISKS, MECHANICAL TECHNICIANS, ERGONOMIC FACTOR.

I. INTRODUCCION

En la actualidad, diversas industrias como la minera, siderúrgica, automotriz, generación de energía, transporte ferroviario, entre otras. Cuentan con plantas de proceso, instalaciones y equipos que requieren mantenimiento continuo y preventivo. Esta práctica busca garantizar una producción constante y confiable, evitando detenciones no programadas que puedan generar impactos negativos en la productividad y los ingresos. Dichas interrupciones no solo afectan a las propias empresas, sino también a sus clientes, proveedores y, en general, al crecimiento económico de los países, dado que muchas de estas industrias constituyen pilares fundamentales de la economía al tener gran porcentaje de empleos y producción (Arroyo Vaca, C. S. & Obando Quito, R. F., 2022; Balderas López et al., 2019; Kim et al., 2022; Singh et al., 2015).

Como medida preventiva orientada a evitar interrupciones en la producción, se realizan intervenciones de mantenimiento en las instalaciones. A pesar de que muchas industrias optimizan sus procesos usando automatización o instalando equipos mecánicos para manipulación de cargas pesadas, las actividades de mantenimiento mecánico, por su naturaleza, implican el uso de herramientas manuales y de poder, así como el levantamiento y manipulación manual de objetos pesados. Estas tareas conllevan una exposición inherente a riesgos disergonómicos, los cuales pueden derivar en TME si no se gestionan adecuadamente (Bazaluk et al., 2023; Kim & Zhang, 2017; Kim et al., 2022). El principal pilar de las actividades de mantenimiento mecánico es el grupo humano especializado que las ejecuta. Dada la naturaleza de estas labores, existe una probabilidad moderada de que estos profesionales desarrollen TME. Esta vulnerabilidad se ve incrementada por la

tendencia actual al envejecimiento de la fuerza laboral en las empresas, lo que refuerza la necesidad de implementar medidas preventivas y ergonómicas adecuadas (Ferrerías, A et al., 2011; Fritzsche et al., 2014; Johanning et al., 2020).

La OMS indica que a pesar de que la prevalencia de los TME tiende a aumentar con la edad, también pueden afectar a los jóvenes, especialmente en etapas en las que sus ingresos laborales son elevados. Un ejemplo de ello es el dolor lumbar, que es una de las principales causas de salida prematura del trabajo. La jubilación anticipada, asociada a estos trastornos, conllevan un impacto significativo tanto en los costos directos de atención médica como en los costos indirectos, como el ausentismo y la disminución de la productividad. Además, los TME están estrechamente vinculados con el deterioro de la salud mental y las capacidades funcionales. Las proyecciones indican que el número de personas con dolor lumbar aumentará en el futuro, especialmente en los países de ingresos bajos y medianos. Debido a estos datos relevantes es necesario abordar el tema para tener en cuenta medidas preventivas que eviten lesiones ocasionadas en el trabajo, enfermedades ocupacionales y también por cumplimiento normativo legal (He et al., 2023; Kim & Nakata, 2014; Santos et al., 2023).

La ergonomía, también conocida como ingeniería humana, debe implementarse con una visión holística, orientada a optimizar la interacción entre las personas, las máquinas y los ambientes de trabajo. Su enfoque prioriza al ser humano, adaptando o modificando los puestos, entornos y la organización de las tareas según las capacidades y características físicas y mentales de los trabajadores. De esta manera, se busca minimizar la fatiga, el estrés, la tasa de accidentabilidad y el ausentismo por enfermedades laborales, promoviendo simultáneamente la

seguridad, el bienestar y el rendimiento laboral. Asimismo, un análisis ergonómico integral debe identificar los peligros y factores de riesgo para controlarlos considerando aspectos de diseño industrial, cumplimiento normativo, investigación, adecuación de los entornos sociales y prevención de riesgos laborales (Capodaglio, 2022; Fritzsche et al., 2014; Ismaila et al., 2020; Maestre Daza, L. M., 2017; SINERCO, 2010; Teymourian et al., 2017; Yazgan & Kavsaoglu, 2017).

En las estadísticas laborales analizadas en el Perú no se contempla una categoría específica para el área de mantenimiento, dado que estas actividades suelen considerarse complementarias a sectores principales como la minería, pesca, agricultura, industria manufacturera, suministro de energía, abastecimiento de agua, transporte, almacenamiento, entre otros. Sin embargo, las labores ejecutadas por los técnicos mecánicos no están exentas de la exposición a factores disergonómicos, lo que hace necesario analizar dichos factores y los riesgos asociados para garantizar el bienestar físico de los trabajadores durante el desarrollo de sus funciones. Estudios realizados en los años 2021 y 2022 señalan que las enfermedades laborales son consideradas por muchos especialistas como la “nueva epidemia”, dentro de las cuales destacan las afecciones musculoesqueléticas, siendo las lumbalgias una de las más frecuentes (Ayala, L. A et al., 2022; Johnston, E. J et al., 2018; Manrique Martínez, K et al., 2021; Ramos Rico, J et al., 2022).

Al revisar la estadística publicada por el Seguro Social de España, en el año 2023 se tiene registro de 19682 enfermedades profesionales provocadas por posturas forzadas y movimientos repetitivos (Dirección General de Ordenación de la Seguridad Social, 2023). Según la Oficina Europea de Estadística, cerca de 45 millones de trabajadores en Europa sufren TME. En España, estos trastornos

representan la principal causa de incapacidad temporal, siendo responsables del 18% de los casos, el 23% de los días laborales perdidos y generando un coste de 1.702 millones de euros (Ramírez-Pozo & Montalvo Luna, 2019). La Comisión Europea determinó que la proporción de la población económicamente activa mayor de 50 años aumentó del 28% en 1975 al 33% en el año 2000, proyectándose que alcanzará el 44% para el año 2025 (Fritzsche et al., 2014).

Un estudio realizado en Noruega analizó los riesgos disergonómicos en técnicos mecánicos de mantenimiento que laboran en instalaciones petroleras, identificando que gran parte de su jornada transcurre en posiciones estáticas, ya sea de pie o sentados. Asimismo, se observó la adopción frecuente de posturas exigentes, como levantar los brazos por encima de 60° o inclinarse hacia adelante, incrementando el riesgo de lesiones y TME. El estudio resalta la importancia de implementar medidas preventivas basadas en la reorganización de tareas y la adecuación del entorno laboral, con el fin de proteger la salud y mejorar la calidad de vida de los trabajadores (Tjøsvoll et al., 2023). En Dinamarca, un estudio evidenció que la proporción de personas con TME aumentó del 31 % en 2012 al 33 % en 2018, destacando el dolor lumbar y cervical como los más prevalentes. Estos trastornos afectan principalmente a trabajadores cuyas labores implican alta demanda física y se consideran una de las principales causas de discapacidad en los países de altos ingresos (Sundstrup et al., 2020).

En Oceanía y Asia se tienen los siguientes datos, en Australia durante los años 2010 y 2011, 42% de reclamos para compensación laboral fueron a causa de esguinces y distensiones (Ismaila et al., 2020). En Corea del Sur se reportaron 9440

casos de TME al final del 2019 (Kim et al., 2022). En Malasia los TME aumentaron en 2035 casos desde 2010 hasta 2017 (Abdullah et al., 2020).

En Sudamérica se tiene información que, en el año 2012, el 30% de la población chilena padecía de alguna enfermedad laboral relacionada a TME (Menéndez Mansilla, 2020). En Ecuador se realizó un estudio con 102 trabajadores dedicados a labores de mantenimiento, entre ellos técnicos mecánicos, técnicos de mantenimiento predictivo y sus ayudantes. Se evaluaron síntomas musculoesqueléticos en nueve regiones corporales, evidenciándose una alta prevalencia en la zona lumbar, dorsal, cuello y hombros. Estos resultados se asocian principalmente a tareas que implican levantamiento de cargas y manipulación manual de herramientas y materiales (Agila-Palacios et al., 2014). Y otro estudio también en Ecuador, contó con la participación de 10 técnicos, en el cual se llegó a la siguiente conclusión: los trabajadores del taller de mantenimiento presentan dolencias articulares debido a malas técnicas de manipulación de cargas pesadas y a la falta de equipos mecánicos adecuados (Morales Perrazo et al., 2019).

En Perú existen estudios que abordan la problemática actual de la relación entre los riesgos disergonómicos, el absentismo laboral y las enfermedades musculoesqueléticas. Durante el periodo del 2015 al 2016 se tiene registro que los TME fueron la patología con mayor frecuencia de reporte ante la Seguridad Social de Salud Peruana (ESSALUD) por contingencia laboral en descansos médicos, destacando como enfermedad ocupacional el lumbago con un 28.7% y las lesiones del manguito del rotador con un 5.9% (Johnston, E. J et al., 2018). De acuerdo con la información estadística del Ministerio de Trabajo del Perú, correspondiente al año 2023, se tienen 3736 notificaciones de accidentes de trabajo, clasificados como

esfuerzos excesivos o falsos movimientos, representando un 10.36% de la cantidad total de accidentes en el año. Adicionalmente se tiene registro de 01 accidente con consecuencia mortal dentro de la clasificación mencionada anteriormente. Con respecto a enfermedades ocupacionales el Ministerio de Trabajo del Perú tiene registro de una cantidad total de 228 notificaciones correspondientes al año 2023, de las cuales analizando los tipos de clasificación se puede determinar que 32 notificaciones corresponden a enfermedades musculoesqueléticas (Apaza Flores Jorge Alí et al., 2024).

En el Perú, la Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico establece lineamientos obligatorios dentro del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, con el fin de garantizar entornos laborales seguros mediante la identificación, evaluación y control de riesgos disergonómicos. Esta normativa promueve un enfoque integral de prevención y mejora de las condiciones laborales. La RM N.º 375-2008-TR recomienda metodologías específicas para evaluar factores de riesgo según la naturaleza del trabajo, como el método “Rapid Entire Body Assessment (REBA), Rapid Upper Limb Assessment (RULA) y Ovako Working Posture Analysis System (OWAS) para posturas, NIOSH para manipulación de cargas y Occupational Repetitive Action (OCRA) para movimientos repetitivos. La correcta aplicación de estas herramientas permite diseñar planes de acción eficaces que previenen enfermedades ocupacionales y protegen la salud del trabajador (Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, 2008).

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Realizar una revisión bibliográfica sobre la gestión de los riesgos disergonómicos en el puesto de técnicos mecánicos.

2.2. Objetivos específicos

- a) Describir los factores de riesgo disergonómicos presentes en las actividades de técnicos mecánicos.
- b) Identificar los métodos para evaluar los riesgos disergonómicos a los que están expuestos los técnicos mecánicos.
- c) Describir las consecuencias de los riesgos disergonómicos en los trabajadores de los puestos de técnicos mecánicos.
- d) Identificar las medidas preventivas para la gestión de los riesgos disergonómicos en el puesto de técnicos mecánicos.

III. METODOLOGÍA

Se realizó una revisión bibliográfica de tipo cualitativa, que consistió en identificar, consultar, revisar para obtener las fuentes bibliográficas y distintos recursos relevantes y confiables (Hernández Sampieri & Fernandez-Collado, 2014), relacionados a la gestión de riesgos disergonómicos en técnicos mecánicos, desde la identificación de los factores de riesgo hasta los controles recomendados a implementar para cumplir los objetivos determinados en el presente estudio.

Se consideró los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

- Se incluyeron artículos científicos y libros publicados en los últimos 14 años, desde octubre del 2010 hasta septiembre del 2024. Se puede tomó en cuenta publicaciones de antigüedad mayor a 10 años debido a que contienen información relevante para el estudio.
- Documentos normativos nacionales vigentes hasta septiembre del 2024.
- Documentos publicados en idioma español o inglés.
- Se excluyó artículos o documentos que requieren pago para su acceso completo.
- Se excluyó artículos que sólo tienen el resumen publicado.

En relación con los Procedimientos y Técnicas aplicadas para el presente estudio se realizó de la siguiente manera:

- Se identificó documentos relacionados a los objetivos del estudio de investigación en bases de datos como: Pubmed, SciELO y Google Académico.

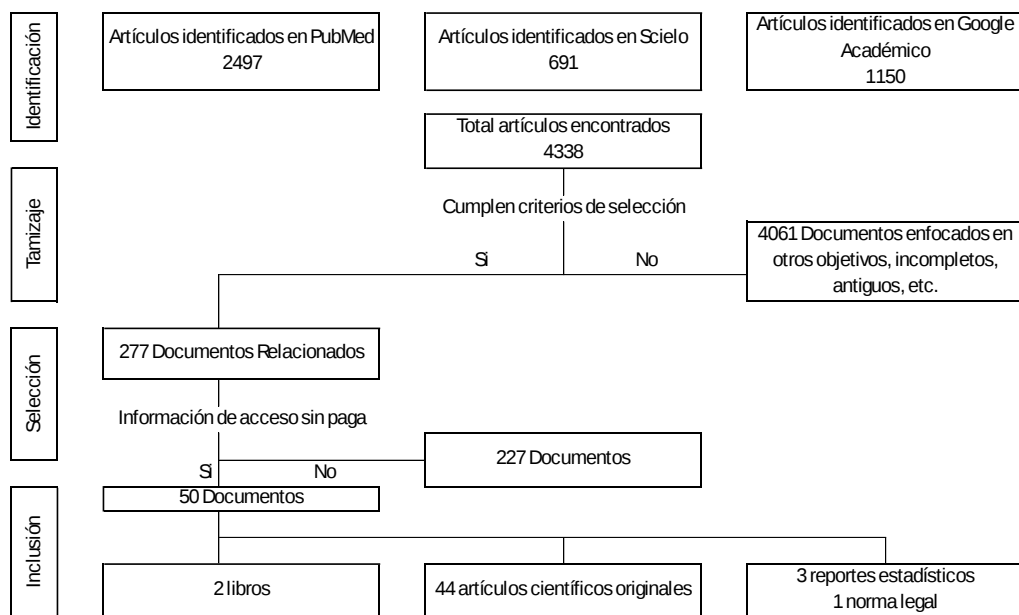
- Se seleccionaron los documentos relevantes para cumplir los objetivos del estudio de investigación.
- Se organizaron los documentos seleccionados en una base de datos en Excel para una mejor distribución, clasificados por la procedencia, método ergonómico analizado y factor de disergonómico identificado.
- Se analizó la información de los documentos organizados para elaborar el informe del trabajo de investigación.
- La información fue clasificada por categorías enfocadas en los objetivos del estudio para un análisis concreto a cada objetivo específico.
- El informe del trabajo de estudio fue redactado considerando un análisis global para redactar las conclusiones y recomendaciones finales en relación con los objetivos.

Consideraciones éticas para la investigación:

- Se presentó una solicitud de aprobación del proyecto del trabajo de investigación al Comité de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.
- No se realizó una investigación en seres humanos ni animales. Se utilizaron investigaciones primarias y secundarias para el trabajo de investigación.
- Se respetaron los derechos de autor, haciendo las referencias bibliográficas respectivas.

Como resultado de la búsqueda bibliográfica se obtuvo lo siguiente:

- Se encontraron 4338 documentos usando las palabras claves para la búsqueda
- Se seleccionaron 50 documentos que cumplieron los criterios mencionados.
- De los 50 documentos: 2 son libros, 3 reportes estadísticos, 1 norma legal y 44 artículos científicos originales. Se detalla el resultado en el siguiente flujograma:



IV. DESARROLLO DEL ESTUDIO

4.1. FACTORES DE RIESGO DISERGONÓMICOS PRESENTES EN LAS ACTIVIDADES DE TÉCNICOS MECÁNICOS.

La OMS, la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo y los artículos científicos revisados coinciden que los factores de riesgo presentes en las actividades de técnicos mecánicos son los siguientes: adoptar postura incómoda o forzada para trabajar, movimientos repetitivos, esfuerzos físicos intensos, exposición a riesgos físicos y ambientales (ruido, iluminación, temperatura y vibraciones), levantamiento y manipulación manual de cargas pesadas o herramientas, labores en espacios confinados y el diseño inadecuado de los puestos de trabajo. De forma complementaria, un estudio nigeriano agrupa estos factores como las condiciones del entorno laboral que generan estrés biomecánico en los trabajadores. Estos riesgos surgen ante la incompatibilidad entre el diseño del puesto o la naturaleza de la tarea y las capacidades físicas o cognitivas del trabajador, pudiendo generar TME, errores, accidentes, enfermedades profesionales o fatiga. Para su análisis y gestión, es esencial considerar factores individuales como la edad, el estado de salud y el género del trabajador. En conjunto, el riesgo disergonómico puede desglosarse en cuatro dimensiones principales: (1) riesgo relacionado con incidentes o accidentes, (2) riesgo vinculado a los TME, (3) riesgo psicosocial y (4) riesgo asociado al rendimiento laboral (Asadi et al., 2019; Balderas López et al., 2019; Barros et al., 2015; Bazaluk et al., 2023; Fischer et al., 2021; Gharib et al., 2021; Ismaila et al., 2020; Teymourian et al., 2017; Vyas et al., 2011).

La postura forzada se presenta cuando el cuerpo o sus extremidades se colocan fuera de los ángulos naturales o de confort, lo que implica una alineación no ergonómica. Esta posición requiere un esfuerzo físico mayor y sostenido, lo que puede generar tensión muscular, incomodidad o lesiones si se mantiene por periodos prolongados. Por otra parte, el movimiento repetitivo se presenta durante ciclos cortos de trabajo o alta concentración de movimientos que utilizan pocos músculos (Maestre Daza, L. M., 2017).

En la ejecución de las actividades del técnico mecánico existen riesgos disergonómicos como: manipulación de objetos pesados, uso de herramientas poder y equipos de trabajo, adopción o mantención de posturas y desplazamientos, ejecución de movimientos y aplicación de fuerzas. En todo trabajo de actividades que demandan esfuerzo físico, basado en el tipo de trabajo muscular estático y dinámico, es considerado riesgoso cuando superan la capacidad de esfuerzo del trabajador, conocido como riesgo de carga física. Por otro lado, si se producen procesos mentales o esfuerzo intelectual, se denomina carga mental. Los factores que influyen en la carga de trabajo son las exigencias físicas del trabajo, condiciones ambientales, diseño del puesto de trabajo, psico-laborales, características individuales y capacidades del trabajador (Maestre Daza, L. M., 2017).

El puesto de técnico mecánico presenta aspectos de diseño que son considerados como condiciones deficientes, los de mayor presencia son los alcances alejados del cuerpo y disponer de muy poco espacio para trabajar con comodidad. También se tiene identificado que las posiciones de trabajo con mayor frecuencia para el sector metal son de pie sin andar apenas y de pie andando frecuentemente. Así como también se identificó que las principales posturas para técnicos mecánicos

son realizar movimientos repetitivos con manos y brazos y mantener una misma postura. En el caso de carga mental, el factor más frecuente para técnicos mecánicos es la demanda de nivel de atención alto (SINERCO, 2010).

El interés por abordar la problemática de la evaluación de factores de riesgo disergonómicos en técnicos mecánicos se evidencia a través de estudios realizados en distintos escenarios, por ejemplo, en la industria aeronáutica, los técnicos mecánicos ejecutan tareas de ensamblaje, ajuste y reparación que requieren agacharse, arrodillarse, permanecer en cuclillas o flexionar las rodillas durante períodos prolongados, mantener contacto constante con superficies duras y trabajar en altura o sobre escaleras. Estas condiciones los exponen a diversos riesgos disergonómicos, entre los que destacan las posturas forzadas o encorvadas, los giros de tronco, la elevación sostenida de los brazos y la manipulación manual de piezas y componentes que pueden superar los 18 kg, implicando movimientos de empuje y tracción; todo esto genera una elevada carga física acumulativa, prolongados periodos de bipedestación (8–10 horas) y esfuerzos repetitivos en espacios reducidos, frecuentemente sin pausas suficientes. El uso de herramientas manuales en espacios confinados (compartimentos estrechos del fuselaje y las alas) implica flexión y torsión del tronco, incrementando la carga sobre muñecas, manos y hombros (Asadi et al., 2019; Gharib et al., 2021; Nur Izzaidah Ghazali & Roslina Mohammad, 2017).

En la industria automotriz, los técnicos mecánicos realizan tareas como el ajuste y desajuste de pernos, reparación de componentes, manipulación de cargas pesadas (herramientas o repuestos), soldadura y pintura. Estas actividades implican diversos riesgos disergonómicos, entre ellos: mantener el cuello en extensión y los

brazos en flexión por encima de la cabeza durante la intervención de equipos elevados, permanecer de pie por periodos prolongados, ejecutar movimientos repetitivos de brazos y muñecas, así como adoptar posturas forzadas o sostenidas, incluyendo flexiones y torsiones del tronco. Además el nivel de riesgo aumenta cuando se presentan situaciones como: uso de herramientas y maquinaria mal diseñadas, exposición a ambientes físicos adversos (altas temperaturas, ruido entre 80 y 90 dB, vibraciones, y exposición a agentes químicos), tiempos insuficientes de recuperación física durante los descansos, y condiciones psicosociales desfavorables como jornadas prolongadas (superiores a 6 horas), sobrecarga mental, falta de retroalimentación laboral y organización deficiente de los horarios de trabajo (Ferrerías, A et al., 2011; Vyas et al., 2011).

En el rubro de mantenimiento de maquinaria pesada, el trabajo de los técnicos mecánicos tiene una naturaleza que involucra constantemente manipular manualmente cargas al levantar o transportar repuestos, herramientas, lubricantes, componentes reemplazados, etc. (Morales Perrazo et al., 2019).

Estudios para técnicos mecánicos en la industria de hidrocarburos, identificaron que el personal se encuentra expuesto a actividades de alta demanda física, debido a la ejecución de movimientos repetitivos, posturas forzadas, manipulación manual de cargas, uso de equipos y herramientas (Ramírez-Pozo & Montalvo Luna, 2019). También un estudio que analizó las demandas físicas de técnicos mecánicos en instalaciones petroleras terrestres mediante sensores portátiles revelando que, en promedio, los trabajadores pasan el 48% de su jornada sentados, 1% acostados, 39% realizando actividad física ligera y un 9% en actividad vigorosa; el 26% permanece más de un tercio del día de pie de forma estática. El

estudio también muestra que los trabajadores elevan los brazos por encima de 60° durante el 11% de su tiempo laboral y se inclinan hacia adelante en un 2%, factores que son de riesgo (Tjøsvoll et al., 2023).

4.2. MÉTODOS UTILIZADOS EN LA EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS DISERGONÓMICOS PRESENTES EN LAS ACTIVIDADES DE LOS TÉCNICOS MECÁNICOS.

En los artículos revisados se ha recopilado información de distintas partes del mundo, teniendo una amplia gama de métodos seleccionados en base a criterios de cada autor.

La evaluación de los riesgos disergonómicos en el sector de mantenimiento mecánico debe comenzar con una revisión documental detallada que permita identificar los principales riesgos laborales, problemas ergonómicos más frecuentes, criterios de diseño aplicables, buenas prácticas de referencia, complejidad de las tareas, materiales y equipos utilizados, horarios, pausas, condiciones de salud, antecedentes laborales y actividades extralaborales de los trabajadores, lo que permite identificar a los trabajadores expuestos y valorar el nivel de riesgo. A fin de seleccionar el método de evaluación más adecuado según el nivel de análisis y las características del puesto de trabajo. Como herramienta inicial de diagnóstico puede utilizarse la Lista de comprobación ergonómica en talleres de reparación de automóviles, la cual incluye 24 ítems relacionados con posturas forzadas, aplicación de fuerza, manipulación manual de cargas, uso de herramientas, orden, limpieza y condiciones ambientales, facilitando la detección sistemática de factores de riesgo disergonómico. Asimismo, se recomienda aplicar encuestas de morbilidad por segmento corporal y cuestionarios de percepción del riesgo, utilizando instrumentos validados internacionalmente como el Cuestionario Nórdico, la Encuesta NIOSH y el Diagrama de Mano de Katz para el análisis de TME y riesgos disergonómicos. Adicionalmente, los niveles de severidad pueden

evaluarse mediante matrices como la del INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España), y en función de las necesidades detectadas, puede optarse por la aplicación combinada de métodos específicos, como el método NIOSH para el levantamiento manual de cargas y el método REBA para la evaluación de posturas forzadas, lo que permite una valoración más precisa y focalizada de los riesgos presentes en los puestos de mantenimiento mecánico (Espín & Sánchez, 2017; Ferreras, A et al., 2011; Maestre Daza, L. M., 2017).

En Asia se encontró que utilizaron los siguientes métodos:

- En un estudio que analizó la prevalencia de TME en trabajadores de la industria China para fabricación de automóviles, en la cual laboran técnicos mecánicos, los investigadores utilizaron el método del Cuestionario Nórdico de TME y el Cuestionario Chino de TME, teniendo en cuenta que el cuestionario chino está adaptado del Nórdico, no hay diferencias significativas (He et al., 2023). (Mateos-González et al., 2024)
- En Corea del Sur se llevó a cabo un estudio enfocado en la industria de fabricación de automóviles (446 trabajadores) basándose en el método de la quinta encuesta coreana sobre condiciones de trabajo, la cual es una versión adaptada a Corea de la encuesta europea sobre condiciones de trabajo, con el objetivo de investigar la relación que existe entre las características físicas de los trabajadores, la exposición a riesgos ocupacionales (físicos, químicos y ergonómicos) con el dolor musculoesquelético y la fatiga general subjetiva (Kim et al., 2022).
- En Malasia se realizó un estudio con el objetivo de identificar y gestionar los factores de estrés ocupacional y ergonómicos en una población de 132 técnicos

de mantenimiento. Para ello, se aplicaron un cuestionario adaptado del ISMA Stress Questionnaire (Asociación internacional de gestión del stress por sus siglas en inglés) en el cual se abordaron 4 temas a analizar: (1) Gestión (2) Ambiente, (3) Humano y (4) Financiero, para luego clasificar el estrés en niveles bajo, moderado y alto (Mohd Zulfadli Mahdi & Khairur Rijal Jamaludin, 2017).

- También en Malasia se realizó un estudio en el que se aplicó el método REBA a un técnico de mantenimiento en un taller de motocicletas, obteniendo una puntuación de 10, clasificada como un nivel de riesgo alto (Sing et al., 2022).
- En un estudio realizado en la India, a 317 trabajadores distintas empresas del sector automotriz se aplicó el Cuestionario Nórdico Estandarizado para identificar la presencia y frecuencia del dolor musculoesquelético, especialmente en la zona lumbar; la “Escala Numérica de Valoración” para medir su intensidad, con un promedio de 4.87 (dolor moderado); y la “Unidad de biorretroalimentación por Presión” para evaluar la activación de las zonas corporales evaluadas, sin hallarse correlaciones significativas con el dolor. Además, la “Prueba de flexión y alcance de la Asociación Cristiana de Jóvenes (YMCA)” midió la flexibilidad muscular lumbar y de cadera, y con el método REBA (puntaje promedio 6.52 ± 1.72) permitió analizar posturas y clasificar el nivel de riesgo ergonómico; determinando mediante la correlación de Spearman, que no existían asociaciones estadísticamente relevantes entre las variables medidas, sugiriendo que el dolor lumbar tiene un origen multifactorial influido por aspectos físicos, ambientales y psicosociales (Jamdade et al., 2021).

- También en la India otro estudio en el cual participaron 153 trabajadores empleó un conjunto de cuestionarios para analizar la relación entre condiciones laborales, salud en los trabajadores, sobre factores psicosociales y aplicando una lista ergonómica multimetodológica, concluyendo, mediante análisis estadístico de regresión logística que las condiciones y características del entorno laboral en conjunto con los factores psicosociales y el estado de salud del trabajador influencia en la aparición de lesiones laborales (Vyas et al., 2011).
- Otro estudio de la India, en el que participaron cinco trabajadores. Se aplicó una metodología ergonómica combinada que incluyó: (1) mediciones antropométricas de 23 parámetros, (2) modelado digital 3D de las posturas mediante el software CATIA V5R19, y (3) el método RULA, cuantificó el nivel de incomodidad y el riesgo biomecánico asociado a las posturas adoptadas, tanto antes como después de implementar las modificaciones propuestas en el diseño del puesto de trabajo (Mujmule et al., 2020).
- Un estudio realizado en Turquía analizó la relación entre el estrés de los Técnicos Mecánicos Aeronáuticos y las causas de accidentes de aeronaves, menciona a una de sus fuentes que utilizó un método de análisis ergonómico específico para esta población basado en el modelo SHELLO (Software, Hardware, Environment, Liveware, Liveware and Organization) en 107 técnicos mecánicos demostrando que la herramienta es eficaz y aplicable para identificar, clasificar y jerarquizar los factores de riesgo asociados a esta ocupación (Yazgan & Kavsaoglu, 2017).

En Europa se encontró que utilizaron los siguientes métodos:

- Un estudio en Suecia aplicó a 19 técnicos mecánicos, el cuestionario nórdico el Cuestionario Demanda-Control-Apoyo (DCS), el Análisis de tiempo de mantenimiento con videograbación, siguiendo la metodología de la Agencia Europea para Seguridad y Salud en el Trabajo, y el método OWAS mediante, hallando que el 21 % del tiempo las posturas de trabajo se encontraban en categorías 3 y 4, que exigen corrección urgente (Singh et al., 2015).
- Un estudio realizado en Noruega entre octubre de 2021 y abril de 2022 analizó a 46 técnicos mecánicos de mantenimiento de una planta petrolera mediante un enfoque integral que combinó cuestionarios de salud, entorno laboral, factores sociodemográficos y mediciones antropométricas (altura y peso) y el uso de sensores portátiles, específicamente cinco acelerómetros triaxiales AX3, activos las 24 horas durante seis días laborales consecutivos ubicados en distintas partes del cuerpo (pantorrilla, fémur, cadera, zona dorsal y brazo dominante); además se evaluó la frecuencia cardíaca con el monitor Firstbeat Bodyguard 2, que midió los intervalos entre latidos durante el mismo periodo. Con esta información se aplicó el método de carga de trabajo aeróbica, permitiendo cuantificar el esfuerzo físico real de los trabajadores y obtener un diagnóstico preciso de las exigencias ergonómicas presentes en sus actividades laborales en las cuales se determinó que el 48% del tiempo realizan las actividades en posición de sentado, 1% echado, 39% con esfuerzo físico leve y 9% con esfuerzo exigente (Tjøsvoll et al., 2023).
- En Italia, un estudio sobre el mantenimiento de equipos de refrigeración en el que se empleó tecnología virtual para desarrollar modelos humanos digitales. Para ello, se alimentaron los softwares LifeMOD y Jack con información del

procedimiento de trabajo, dimensiones del área y videos de las tareas ejecutadas por un trabajador experimentado. De esta forma, se generaron representaciones virtuales del cuerpo humano que permitieron simular y analizar posturas, movimientos, alcances, esfuerzos articulares y visibilidad durante el diseño o evaluación de un puesto de trabajo. Estos modelos posibilitan predecir la interacción entre el trabajador y su entorno antes de la implementación física, facilitando la identificación y corrección temprana de riesgos ergonómicos de manera más económica y preventiva. Mediante la simulación y la evaluación postural con el método OWAS, es posible proponer mejoras tanto en el diseño del área de trabajo como en los procedimientos operativos (Regazzoni & Rizzi, 2014).

- También en Italia un estudio de cohorte retrospectivo desde 2012 a 2015, realizado para una planta de automóviles, utilizó los registros de 292 trabajadores para estimar el riesgo acumulado de desarrollar TME en las extremidades superiores, para lo cual se utilizó la herramienta de tamizaje ergonómico European Assembly Worksheet (EAWS), la cual es específica para la industria automotriz y evalúa cuatro aspectos: (1) Posturas y movimientos del cuerpo, (2) Fuerzas de acción del cuerpo o sistema mano/dedos, (3) Manipulación manual de materiales y (4) Carga repetitiva en extremidades superiores. Para validar los resultados estos fueron comparados con el método OCRA (Monaco et al., 2019).
- Una investigación Alemana tuvo como objetivo demostrar que la diversidad en la población laboral y la aplicación de principios ergonómicos contribuyen a reducir el ausentismo y los errores en la manufactura de vehículos. Para ello,

se llevó a cabo una evaluación ergonómica utilizando la herramienta Automotive Assembly Worksheet (AAWS), lista de verificación desarrollada específicamente para medir la carga física durante el montaje automotriz que considera factores de riesgo físico como posturas estáticas superiores a 5 segundos, aplicación de fuerzas en el sistema mano-brazo mayor a 30 N, manipulación manual de pesos superiores a 3 kg y esfuerzos adicionales (por ejemplo, ingresar al vehículo o trabajar con visibilidad limitada). La puntuación total del AAWS varía entre 0 y 750 puntos, donde valores superiores a 50 indican altos riesgos para la salud. En este estudio, las puntuaciones obtenidas por estación de trabajo oscilaron entre 7 y 71, reflejando variaciones en la carga física según las tareas específicas (Fritzsche et al., 2014).

En África se encontró que utilizaron los siguientes métodos:

- En Nigeria se llevó a cabo un estudio que aplicó un cuestionario autoadministrado basado en el Cuestionario Nórdico Estandarizado a 684 mecánicos. El instrumento estuvo compuesto por tres secciones: (1) datos sociodemográficos como edad, nivel educativo, experiencia laboral, horas de trabajo diario y pausas; (2) factores ergonómicos y laborales como tipo de tareas, frecuencia de levantamiento de cargas, posturas adoptadas (inclinación, flexión o torsión del tronco), uso de herramientas y tiempo de exposición; y (3) síntomas musculoesqueléticos, con especial atención al dolor lumbar (Abaraogu et al., 2016).

En Norte América se encontró que utilizaron los siguientes métodos:

- En Canadá se llevó a cabo un estudio con 144 técnicos de mantenimiento de turbinas eólicas, mediante una encuesta en línea orientada a caracterizar los riesgos ergonómicos. Para ello, se empleó la “Guía de Prevención de TME de Ontario, Adaptada al Sector Eólico”, además se aplicaron tres instrumentos: (1) “Encuesta de Malestar del Trabajador”, para identificar las áreas corporales con molestias; (2) “Encuesta de Percepción de Esfuerzo”, para evaluar la carga física percibida durante diferentes tareas; y (3) “Encuesta de Retroalimentación del Personal”, destinada a detectar la presencia de factores de riesgo ergonómico como repetitividad, levantamiento de cargas y posturas forzadas. Asimismo, se utilizaron mapas corporales basados en el cuestionario nórdico para localizar zonas de dolor o incomodidad, complementados con escalas visuales de esfuerzo (0–10). Los resultados de estos métodos de autoinforme fueron triangulados con datos sobre la frecuencia y duración de tareas específicas, permitiendo identificar aquellas con mayor potencial de riesgo ergonómico (Fischer et al., 2021).
- En Estados Unidos se realizó un estudio con la participación de 235 trabajadores del área de mantenimiento de una aerolínea, para el cuál se trabajó con el cuestionario nórdico y también el cuestionario Índice de Carga de Tareas de la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA-TLX), para evaluar la percepción de la carga laboral (Asadi et al., 2019) el método NASA-TLX también fue utilizado en Italia como parte de un estudio de ergonomía participativa con el objetivo de mejorar las medidas preventivas que eviten TME en trabajadores de mantenimiento de una industria de lana (Capodaglio, 2022)

- También en Estados Unidos entre agosto de 2016 y febrero de 2017 se llevó a cabo un estudio con 4,816 trabajadores dedicados al mantenimiento, reparación y construcción de vías férreas, con el objetivo de analizar sus prácticas laborales, condiciones de trabajo y salud. Con la aprobación de comités de ética en Chicago y Nueva York, el estudio garantizó el anonimato y la confidencialidad de los participantes. A través de una encuesta se recopiló información sobre historial laboral, uso de herramientas y vehículos, síntomas, enfermedades y el impacto económico y social de las lesiones laborales. Ante la imposibilidad de realizar observaciones en campo, se utilizó documentación técnica confiable para evaluar la exposición a vibraciones segmentarias derivadas del uso de herramientas motorizadas como martillos neumáticos, sierras y taladros. Se calculó una medida de exposición combinando los años y la frecuencia de uso de 21 herramientas, con el fin de analizar su relación con síntomas neurovasculares y musculoesqueléticos, especialmente el síndrome del túnel carpiano y los trastornos por vibración mano-brazo. Para determinar el nivel de vibración, se consultaron catálogos, manuales de fabricantes y datos de organismos oficiales de EE. UU. y Europa, destacándose que en la unión europea los fabricantes están obligados por ley a reportar si sus herramientas superan los 2.5 m/s^2 de vibración, requisito que no existe en Norteamérica (Johanning et al., 2020).

En América del Sur se encontró que utilizaron los siguientes métodos:

- En Chile se realizó una evaluación a los trabajadores de mantenimiento de neumáticos, para lo cual aplicaron el cuestionario SUSESO ISTAS 21, el cual es propuesto por la Superintendencia de Seguridad Social de Chile y sirve para

determinar la carga psicosocial, también fue utilizado el método Laboratoire d'Economie et Sociologie du Travail (LEST), el cual revisa 16 puntos del puesto de trabajo agrupados en cinco condiciones laborales: (1) ambiente físico (2) carga física, (3) carga mental, (4) aspectos psicosociológicos y (5) tiempo de trabajo (Menéndez Mansilla, 2020).

- En una empresa Petrolera Ecuatoriana, se evaluó a un grupo de 102 técnicos mecánicos, todos completaron un formulario de consentimiento informado y los investigadores aplicaron un tamizaje para los trabajadores participantes que cumplieron criterios que fueron estratégicamente establecidos, debido a que bajo estos criterios existen riesgos disergonómicos que podrían desencadenar TME. Los criterios fueron: No presentan TME o patologías congénitas antes de su vínculo laboral con la empresa / en sus funciones laborales manipulan herramientas y equipos para el área de mantenimiento como bombas hidráulicas, válvulas de bloqueo, mangueras y objetos pesados / edad mayor a 18 años / antigüedad mínima de 6 meses dentro de la empresa / laboran de forma continua y activa, en jornadas de 12 horas que demandan un desempeño físico intenso. Los instrumentos aplicados fueron: Cuestionario Sociodemográfico y Registro Antropométrico (incluyendo si practica deportes en el trabajo o fuera de este), Historial Médico Ocupacional, declaración de TME y enfermedades como antecedentes patológicos familiares y personales, Cuestionario Nórdico, enfocado a detectar lesiones musculo esqueléticas en nueve regiones del cuerpo: tobillo/pie, rodilla, cadera/muslo, muñeca/mano, zona lumbar, codo, parte superior espalda, hombro y cuello (Agila-Palacios et al., 2014).

- También en Ecuador se realizó un estudio sobre riesgos disergonómicos en el mantenimiento de maquinaria pesada, que analizó tareas manuales de diez trabajadores con una edad promedio de 37 años y más de un año de experiencia, durante jornadas de ocho horas. Se empleó el Cuestionario Nórdico de Kuorinka para evaluar nueve regiones corporales y registrar síntomas musculoesqueléticos como dolor, discomfort o fatiga, además de antecedentes médicos y ausencias laborales. El análisis se complementó con cuatro métodos observacionales: (1) el Test de Manero, para medir la capacidad física de trabajo (CFT) mediante la frecuencia cardíaca, clasificando la exigencia física en niveles de esfuerzo; (2) la norma UNE EN 1005-2, que evalúa el manejo manual de cargas y clasifica el riesgo de bajo a inaceptable alto; (3) el método Manual Handling Assessment Charts (MAC), que cuantifica el riesgo en tareas de levantamiento y transporte individual o grupal, y (4) Carga física de trabajo según metodología descrita en la Norma Técnica de Prevención (NTP) 177, que determina el gasto energético según la intensidad del trabajo. En conjunto, estos métodos ofrecieron una visión integral de la carga física y ergonómica de los técnicos mecánicos, permitiendo identificar los niveles de riesgo y orientar acciones de mejora en el diseño de tareas y condiciones laborales (Morales Perrazo et al., 2019).
- En un análisis realizado en Colombia, para armar una propuesta en el diseño ergonómico del puesto de trabajo de un técnico mecánico, se utilizó el método REBA para evaluar la carga postural del mecánico, ya que este método se centra en analizar posturas estáticas, inestables y con movimientos repentinos. El REBA clasifica el cuerpo en dos grupos: el grupo A, que abarca las piernas,

el tronco y el cuello; y el grupo B, que se enfoca en los brazos y las extremidades superiores. En este caso de estudio en particular se evaluó el diseño totalmente personalizado a una sola persona que fue el objeto de estudio, tomando en cuenta en su totalidad las características individuales para el diseño (Manrique Martínez, K et al., 2021).

- También un estudio en Colombia utilizó un software estadístico SPSS versión 20 y complementado con una regresión logística binaria, para clasificar la información recopilada para luego procesarla y analizarla. De esta manera se pudo identificar las variables que podrían ser las principales causas de lesiones musculoesqueléticas (Agila-Palacios et al., 2014).
- En Brasil se realizó un estudio aplicando el método Ergonomic Work Analysis (EWA), para el cual los investigadores realizaron varias visitas a talleres de mantenimiento de plataformas petrolíferas con el objetivo de comprender las condiciones reales de trabajo. En las primeras etapas, se identificaron los aspectos más críticos de las operaciones, que posteriormente fueron analizados con mayor profundidad para orientar el diseño de una nueva instalación. Para el método se realizaron entrevistas a los técnicos de mantenimiento, observación además de las reuniones diarias de seguridad y cambios de turno, observación directa de las actividades y recopilación de información como planos de los talleres y listas de equipos y herramientas. La información recolectada fue posteriormente analizada por el equipo de ergonomía, y luego compartida con el equipo de arquitectura, responsable del diseño del layout y de la selección de equipos (Leite et al., 2022).

- También un estudio desarrollado en Lima, Perú, realizado con el consentimiento informado de 11 trabajadores, utilizaron el método de "Ficha dermatoglífica: Impresiones palmares" para el registro de ambas manos y obtención del ángulo ATD, los registros fueron procesados en un laboratorio de la Universidad Nacional de Ingeniería empleando el software AutoCAD, para posteriormente poder clasificar la calidad de agarre de acuerdo con los lineamientos de la metodología REBA (Ayala, L. A et al., 2022).

4.3. CONSECUENCIAS DE LOS RIESGOS DISERGONÓMICOS EN LAS ACTIVIDADES DE LOS TÉCNICOS MECÁNICOS.

Los TME, según la OMS, comprenden afecciones del aparato locomotor que involucran nervios, músculos, ligamentos, tendones, articulaciones y huesos, manifestándose desde molestias leves hasta lesiones incapacitantes. Son resultado de la interacción multifactorial entre variables personales, laborales y del entorno, constituyendo actualmente una de las principales causas de ausentismo e incapacidad laboral tanto temporal como permanente. Estos trastornos, de tipo acumulativo, generan síntomas como dolor, entumecimiento, parestesias y fatiga, afectando simultáneamente diversas zonas corporales, especialmente los miembros superiores y la columna vertebral, y provocando un impacto negativo en la productividad, la calidad de vida y la economía empresarial. La sobreutilización del sistema musculoesquelético sin periodos adecuados de recuperación, sumada a condiciones ergonómicas deficientes, ha incrementado la prevalencia de los TME, los cuales se consideran un problema de salud pública. Los factores personales influyen en la aparición de TME. Se ha identificado una mayor incidencia en actividades de mantenimiento que implican largas jornadas, posturas forzadas, manipulación de cargas y movimientos repetitivos. En conjunto, los TME representan una de las patologías laborales más prevalentes y costosas, requiriendo una gestión preventiva integral centrada en la ergonomía, el control de cargas físicas y la promoción de la salud ocupacional (Balderas López et al., 2019; He et al., 2023; Maestre Daza, L. M., 2017; Morales Perrazo et al., 2019; Ramos Rico, J et al., 2022; Santos et al., 2023).

La exposición prolongada a riesgos disergonómicos genera múltiples consecuencias que impactan principalmente el sistema musculoesquelético de los trabajadores, especialmente en ocupaciones de alta demanda física como la de los técnicos mecánicos. Entre las patologías más frecuentes se encuentran la enfermedad discal, derivada de esfuerzos repetitivos y sostenidos; el hombro doloroso y la tendinitis del manguito rotador, asociadas a tareas que requieren movimientos por encima del nivel de los hombros o aplicación de fuerza; y el dolor lumbar, vinculado a posturas inadecuadas y actividad física intensa. Asimismo, el síndrome del túnel carpiano surge por la compresión del nervio mediano producto de movimientos repetitivos o uso prolongado de herramientas vibrátiles, las cuales también pueden originar el síndrome de Raynaud. Las posturas forzadas o extremas durante giros, flexiones o trabajos prolongados ocasionan daños en piernas, brazos, cuello y espalda, mientras que la aplicación de fuerza al empujar, arrastrar o levantar objetos incrementa el riesgo de lesiones traumáticas o acumulativas, especialmente bajo condiciones ambientales adversas. La manipulación manual de cargas constituye uno de los principales riesgos ergonómicos, ya que expone al trabajador a lesiones lumbares cuya gravedad depende del peso, la frecuencia y la altura del levantamiento. Además, factores complementarios como una iluminación deficiente obligan a adoptar posturas incorrectas que afectan cuello y espalda, aumentando la probabilidad de lesiones. En conjunto, estos elementos reflejan que la falta de control ergonómico en los talleres mecánicos puede derivar en daños musculoesqueléticos crónicos, afectando la salud, el rendimiento y la productividad laboral (Arteaga-Irene et al., 2024; Ferreras, A et al., 2011; Maestre Daza, L. M., 2017).

- **Consecuencias en técnicos mecánicos del sector ferroviario**

Los técnicos mecánicos del sector ferroviario presentan un alto riesgo de desarrollar dolor crónico, síndrome del túnel carpiano, síntomas asociados a la exposición a vibraciones como el fenómeno de los “dedos blancos” y diversos trastornos neurológicos. Las herramientas empleadas por estos trabajadores generan niveles de vibración superiores a los observados en otras industrias. De acuerdo con un estudio realizado en Estados Unidos, los técnicos mecánicos presentan una mayor probabilidad de ser diagnosticados con síndrome del túnel carpiano en comparación con la población masculina general (8.2% frente a 3.6%). Además, aproximadamente el 17% reportaron dolor en las extremidades superiores. La herramienta con mayor nivel de vibración y de uso más frecuente fue la llave de impacto; los trabajadores que la utilizaron durante más de 10 años mostraron un incremento de hasta un 71% en el riesgo de experimentar dolor. También se reportó molestias en hombros, codos y manos/muñecas tendían a utilizar con mayor frecuencia herramientas de alta vibración. Sin embargo, la exposición diaria real corresponde generalmente a una combinación de distintas herramientas con niveles variables de vibración (Johanning et al., 2020).

El estudio de Suecia evidenció que los técnicos mecánicos de trenes presentaron dolor de espalda y hombros, asociado a las posturas forzadas y torsiones repetidas. El trabajo en espacios reducidos y la necesidad de trabajar con los brazos elevados incrementan la carga biomecánica y favorecen el desarrollo de TME de carácter crónico. Además, el mal diseño del taller prolonga el tiempo de mantenimiento, generando fatiga y potencial de errores

humanos que pueden comprometer la seguridad ferroviaria y aumentar el riesgo de accidentes. (Singh et al., 2015).

- **Consecuencias en técnicos mecánicos del sector automotriz**

En la industria automotriz de China, los técnicos mecánicos presentan una alta prevalencia de TME relacionados con el trabajo (53.1% en los últimos 12 meses), cifra que varía frente a otros países debido a diferencias en las condiciones laborales y el nivel de automatización. En Corea la prevalencia fue del 27.4%, en India del 85%, en Malasia del 91.7% y en Tailandia casi la totalidad de los trabajadores reportaron molestias. Los países con mayor mecanización tienden a tener menor carga física directa. Las zonas más afectadas son el cuello, los hombros, la región lumbar y los codos (He et al., 2023).

Los técnicos mecánicos vehiculares utilizan de manera frecuente herramientas neumáticas y eléctricas, incrementando el riesgo de desarrollar TME y neurológicos. Asimismo, la exposición a condiciones térmicas inadecuadas puede impactar negativamente en el rendimiento físico y mental, provocando irritabilidad, aumento de la agresividad, distracción, errores operativos, sudoración excesiva o temblores involuntarios. En casos más severos, estas condiciones pueden alterar la frecuencia cardíaca y comprometer la seguridad e incluso la vida del trabajador. (Manrique Martínez, K et al., 2021).

Es importante considerar que los riesgos disergonómicos no solo generan TME, sino que también pueden ser causa de accidentes laborales con consecuencias como contusiones, fracturas, cortes y heridas. Las partes del cuerpo con mayor probabilidad de verse afectadas son los miembros superiores

y la región dorsolumbar. En particular, las dolencias lumbares se presentan con mayor frecuencia en actividades que implican la manipulación manual de cargas, especialmente cuando estas se levantan desde el suelo o requieren movimientos bruscos y esfuerzos del tronco. Esto se evidenció en el estudio, donde 8 de cada 10 trabajadores reportaron haber experimentado molestias en la zona lumbar durante los últimos 12 meses, este estudio fue realizado en un taller de mantenimiento de maquinaria pesada en Ecuador (Morales Perrazo et al., 2019).

Un estudio realizado en México en 2019 identificó que el 30% de la morbilidad ocupacional en técnicos de la manufactura de neumáticos corresponde a TME, los cuales impactan negativamente en la calidad de vida de los trabajadores y generan importantes costos económicos para los empleadores debido a días laborales perdidos, ausentismo, pagos por incapacidades, jubilaciones anticipadas, tratamientos y exámenes médicos. Asimismo, se reporta que el 30% de los casos en 165 estudios realizados en 54 países entre 1980 y 2009 corresponden a la prevalencia de lumbalgia. En cuanto a la manipulación manual de cargas, se estima que representa el 34% de los TME, originados principalmente por lesiones musculares y ligamentosas en manos, brazos y espalda. Las posturas forzadas, por su parte, se asocian al 45% de los casos, afectando ligamentos, músculos y estructuras óseas de la espalda. Finalmente, el 58% de las afecciones relacionadas con tenosinovitis y síndrome del túnel carpiano se atribuyen a la ejecución repetitiva y exigente de movimientos manuales (Balderas López et al., 2019).

Para un estudio de Malasia en técnicos mecánicos en un taller de mantenimiento de motocicletas, evidenció la probabilidad elevada de desarrollar TME en cuello, espalda, hombros, codos y muñecas, Además, el desorden y la mala ventilación incrementaban el peligro de accidentes, caídas, intoxicación por humos y lesiones por contacto con piezas calientes o cortantes, afectando la salud y la productividad (Sing et al., 2022).

En Chile el 30% del total de la población padece de alguna enfermedad laboral relacionada con TME, formando parte los montadores y desmontadores de neumáticos de este segmento estadístico; predominando la generación de lesiones a nivel de la columna, evidenciando que el dolor tiene estrecha relación con el efecto combinado de fuerza y movimiento de carga (Menéndez Mansilla, 2020).

Un estudio en Nigeria en el que participaron 684 técnicos mecánicos, el 76.02% reportaron dolor de espalda con predominio en la región lumbar y 63% lo cataloga como dolor severo, casi el 50% de los técnicos mecánicos reportó limitación de sus actividades diarias debido al dolor. Las consecuencias incluyeron absentismo, reducción de la capacidad funcional y dependencia de tratamientos informales (automedicación o remedios herbales) (Abaraogu et al., 2016).

Un estudio realizado en la India con la participación de 5 trabajadores reveló que las posturas originales del taller causaban estrés significativo en cuello, tronco y extremidades, aumentando la probabilidad de TME, fatiga crónica y disminución de la productividad y la seguridad del trabajador (Mujmule et al., 2020).

Un estudio que revisó información de tres años de seguimiento, se detectaron 17 casos de TME entre los trabajadores. La mayoría (14 casos) fueron sintomáticos, caracterizados principalmente por parestesias y dolor en las extremidades superiores, especialmente en la región mano-muñeca, hombros y columna cervical. Los 3 casos restantes, identificados mediante examen físico, correspondieron a síndrome del túnel carpiano, desgarro del labrum del hombro y hernia cervical (Monaco et al., 2019).

Los técnicos mecánicos de automóviles presentan dolor musculoesquelético generalizado: 85% reportó dolor, con mayor frecuencia en espalda alta y baja, hombros y rodillas. Los trabajadores jóvenes están más expuestos, debido a menor experiencia y jornadas largas, lo que sugiere influencia de fatiga y falta de destrezas. Trabajadores con problemas respiratorios u oculares tuvieron mayor probabilidad de lesionarse, indicando interacción entre salud general y riesgo de accidentes (Vyas et al., 2011).

- **Consecuencias en técnicos mecánicos del sector hidrocarburos**

En un estudio realizado en una empresa petrolera en Ecuador, identificó que en un periodo de 12 meses de los 102 técnicos mecánicos se tienen reportes con mayor frecuencia por problemas que impiden realizar sus actividades laborales con normalidad debido a dolencias musculo esqueléticas en hombro (93.00%), cuello (92.20%) y espalda baja (85.30%), adicionalmente se determinó que los trabajadores que realizan deporte durante sus periodos de descanso tienen mayor probabilidad de desarrollar TME. Al analizar los resultados, resaltó que las zonas lumbar y dorsal fueron las partes del cuerpo con mayor cantidad de reportes por TME en trabajadores con edades entre 30 y 40 años. Asimismo se

identificó que trabajadores mayores de 41 años tuvo menor cantidad de reportes, probablemente por la experiencia aplican controles para disminuir el riesgo o que ocupan cargos con menor demanda de esfuerzo físico (Agila-Palacios et al., 2014).

El estudio de Nigeria, el cual utilizó el método de Índice de Severidad del Trabajo, el cual clasifica los riesgos en bajo, medio y alto, de acuerdo a puntuaciones desde 1 a 25, obteniendo un resultado promedio de 5.03 con una población de 10 técnicos mecánicos por lo que concluyó que las actividades de mantenimiento en una estación de combustible es de bajo riesgo, sin embargo la exposición sostenida a riesgos ergonómicos en técnicos mecánicos puede producir en el corto plazo: fatiga física, incomodidad postural, disminución de la destreza y concentración, mayor probabilidad de errores y accidentes, a mediano plazo: lumbalgias, tendinitis, síndrome del túnel carpiano, dolores de cuello y hombros, disminución de fuerza y resistencia física, y a largo plazo: desarrollo de TME crónicos, discapacidad parcial o permanente, absentismo laboral y reducción de productividad. Además, condiciones ambientales como ruido o calor excesivo incrementan la carga fisiológica, reduciendo la seguridad y bienestar del trabajador (Ismaila et al., 2020).

- **Consecuencias en técnicos mecánicos del sector de aviación**

El estudio revela una alta prevalencia de TME en técnicos mecánicos aeronáuticos (235), afectando principalmente rodillas, espalda, muñecas y hombros, con más del 80% reportando molestias. Las rodillas resultan más comprometidas (68% de los reportes) en tareas dentro de cabinas o en espacios reducidos, mientras que el dolor lumbar, presente en hasta el 87% de los casos,

se asocia a posturas forzadas y manipulación de componentes pesados. La fatiga muscular acumulativa, especialmente en espalda y piernas, se relaciona con jornadas prolongadas, movimientos repetitivos y sobrecarga física, lo que eleva los niveles de esfuerzo físico y mental medidos por el índice NASA-TLX. Los TME identificados incluyen lumbalgias, tendinitis y dolor articular, generando limitaciones funcionales, ausentismo y menor eficiencia operativa. A ello se suman efectos psicológicos como estrés y frustración, derivados de condiciones ergonómicas deficientes, herramientas inadecuadas y ausencia de asistencia mecánica, factores que incrementan la carga laboral y comprometen la seguridad (Asadi et al., 2019).

En un estudio de Estados Unidos, de los 64 técnicos mecánicos de aeronaves presentaban altos niveles de molestias musculoesqueléticas, principalmente en la espalda baja, cuello y rodillas (76.5%). La exposición a posturas forzadas (70.3%) y movimientos para agacharse o arrodillarse (44.5%) estuvo asociada con dolor recurrente y fatiga muscular, mientras que la manipulación de cargas pesadas contribuyó al desarrollo de lesiones lumbares. En algunos casos, estas condiciones derivaron en ausentismo laboral y disminución del rendimiento, afectando tanto la productividad como la salud del trabajador. El estudio también señaló que la falta de equipos de asistencia y el diseño inadecuado de los puestos de trabajo intensificaban estas consecuencias (Gharib et al., 2021). En Malasia, la alta prevalencia de dolor lumbar entre los técnicos mecánicos de aeronaves de combate, con síntomas que varían de moderados a severos, se asocia con una disminución de la capacidad funcional, fatiga crónica, mayor probabilidad de errores en tareas críticas y, en algunos casos, absentismo

laboral. Los análisis en una población de 80 técnicos indican que la edad, las jornadas laborales prolongadas y los años de servicio incrementan significativamente el riesgo de desarrollar lumbalgia (58.8% en los últimos 12 meses), evidenciando el impacto acumulativo de las exigencias físicas de la ocupación (Nur Izzaidah Ghazali & Roslina Mohammad, 2017).

Un estudio turco sobre la relación entre el estrés de los técnicos mecánicos y accidentes aéreos identificó como consecuencias a errores de mantenimiento graves, debido a la presión de cumplir en periodos de tiempo como instalación incorrecta de piezas por tornillos mal seleccionados (accidente del BAC 1-11 en 1990). También la fatiga acumulada, que reduce la vigilancia, enlentece el procesamiento de información y afecta la toma de decisiones (accidente Air Midwest Flight 5481 en 2003, donde un técnico trabajó jornadas excesivas). En conjunto, el estrés crónico y la fatiga deterioran la seguridad operacional, aumentando tanto las lesiones musculoesqueléticas como los accidentes con consecuencias catastróficas (Yazgan & Kavsaoglu, 2017).

En la base aérea de Gong Kedak, participaron 132 técnicos mecánicos en un estudio, de los cuales se identificó que la exposición a niveles de estrés fue 63.6% alto, 34.8% moderado y 1.6% bajo. Siendo los factores influyentes el ambiente, humano, financiero y la gestión, siendo este último el principal factor (Mohd Zulfadli Mahdi & Khairur Rijal Jamaludin, 2017).

- **Consecuencias en técnicos mecánicos de otros sectores (refrigeración, textil, equipos electrónicos y energía)**

Los técnicos mecánicos de una planta de procesamiento de lana en Italia evidencian una alta prevalencia de TME, Entre las afecciones más frecuentes

se destacan el dolor lumbar y en las extremidades superiores (particularmente hombros y muñecas), vinculados con esfuerzos repetitivos las cuales se realizaron durante el 85% del tiempo de trabajo y tareas de levantamiento manual de cargas 10% de los casos evaluados presentaron cargas mayores a 20kg. Asimismo, se registraron molestias en rodillas y extremidades inferiores, resultado de trabajos prolongados en posición de pie y operaciones en espacios reducidos. Estas condiciones provocan un impacto funcional significativo, reflejado en la disminución de la capacidad para ejecutar tareas, la necesidad de pausas no planificadas y el incremento del ausentismo laboral. A nivel psicosocial, los trabajadores reportaron un aumento en la percepción de carga laboral. (Capodaglio, 2022)

Los técnicos mecánicos de mantenimiento de turbinas eólicas reportaron que el 81% de ellos presenta incomodidad musculoesquelética relacionada con el trabajo durante el último año, principalmente en rodillas, hombros y espalda. Más de la mitad de los afectados consideró que su malestar era un problema real para su desempeño laboral. Aunque los reportes fueron de “malestar” y no siempre de lesión diagnosticada, el estudio advierte que niveles de incomodidad superiores a 2/10 en la escala de dolor pueden predecir la aparición futura de TME en espalda, cuello y hombros. Esto sugiere un riesgo de evolución hacia problemas crónicos que afectarían la capacidad funcional, aumentarían el ausentismo y comprometerían la seguridad en el trabajo en altura (Fischer et al., 2021).

El estudio enfocado en técnicos mecánicos para mantenimiento de equipos de refrigeración evidencia que, para tareas como el reemplazo de filtros, se pueden

presentar TME, especialmente en la espalda y las rodillas, si se mantienen durante periodos prolongados. La falta de visibilidad y accesibilidad incrementa el tiempo de trabajo, la fatiga física y el riesgo de lesiones crónicas, afectando la productividad y la salud del personal de mantenimiento (Regazzoni & Rizzi, 2014).

Las principales consecuencias identificadas en técnicos mecánicos en el mantenimiento de equipos electrónicos fueron dolores y molestias musculoesqueléticas localizadas en cuello, nuca, hombros, espalda media y baja, fatiga física, disminución de la productividad y mayor riesgo de accidentes laborales (Barros et al., 2015).

4.4. PRINCIPALES MEDIDAS PREVENTIVAS PARA LA GESTIÓN DE RIESGOS DISERGONÓMICOS PARA EL PUESTO DE TÉCNICOS MECÁNICOS.

Las medidas preventivas propuestas dependerán del tipo de método empleado para el análisis de los riesgos disergonómicos (Morales Perrazo et al., 2019). Las medidas a implementar deben estar orientadas a mejorar las condiciones laborales y salud de los trabajadores, planificar el uso eficiente del tiempo a lo largo de la jornada, incluyendo el correcto uso de herramientas, así como la implementación de técnicas que faciliten el desempeño, modificar la forma de ejecución de la tarea, de manera que repercuta directamente en la productividad y el bienestar del trabajador (Maestre Daza, L. M., 2017).

Dentro de las medidas preventivas para la gestión de riesgos disergonómicos para técnicos mecánicos, de acuerdo con los documentos revisados tenemos las siguientes opciones:

a) Medidas para eliminar la exposición:

La adecuada planificación estructurada del trabajo permite anticipar los requerimientos operativos, asegurar la disponibilidad de herramientas y equipos, y asignar personal capacitado, lo que se traduce en una reducción significativa de accidentes laborales (Arroyo Vaca, C. S. & Obando Quito, R. F., 2022). Asimismo, la planificación favorece la organización del espacio de trabajo, ubicando herramientas y materiales a una altura cómoda, eliminando zonas angostas y movimientos innecesarios (Ferrerías, A et al., 2011). Este proceso también posibilita evaluar la necesidad de incrementar el personal, distribuir equitativamente las tareas o implementar rotación de puestos,

disminuyendo el esfuerzo físico y aumentando los periodos de recuperación (He et al., 2023).

b) Medidas de sustitución:

La automatización constituye una estrategia clave para la prevención de riesgos laborales, su implementación mediante tecnologías especializadas contribuye a disminuir tanto la carga física como mental de los trabajadores, mejorando la seguridad y la eficiencia operativa (Maestre Daza, L. M., 2017). En el contexto industrial, la automatización de procesos y el uso de tecnología avanzada han demostrado eliminar la sobrecarga biomecánica asociada a los TME, al tiempo que incrementan la productividad y optimizan las condiciones laborales (Monaco et al., 2019). También, la implementación de simuladores plantea una estrategia preventiva e innovadora que permite evaluar y corregir anticipadamente problemas ergonómicos, aportando beneficios operativos y organizacionales de manera sistemática y pragmática (Regazzoni & Rizzi, 2014).

c) Medidas de ingeniería:

La incorporación de principios ergonómicos en el diseño del entorno laboral es esencial para optimizar la relación entre el trabajador, las herramientas y el espacio físico, contribuyendo a la seguridad, eficiencia y bienestar general. Un diseño ergonómico bien estructurado puede compensar los efectos del envejecimiento, mejorar la productividad y elevar la calidad del trabajo (He et al., 2023). Este enfoque considera tres elementos: el espacio de trabajo, que

debe permitir libertad de movimiento y evitar posturas forzadas; el plano de trabajo, cuya altura se ajusta a la estatura del operario y al tipo de tarea; y la zona de trabajo, que define el alcance óptimo y máximo de las herramientas, ubicándolas según su frecuencia de uso (Maestre Daza, L. M., 2017).

En talleres de reparación automotriz y mecánica, el diseño debe garantizar posturas erguidas, buena visibilidad y superficies de trabajo ubicadas entre la cintura y los codos, evitando giros, alcances excesivos o posiciones prolongadas. Se recomienda permitir variedad postural, utilizar sistemas de elevación y reducir el tiempo continuo de pie (Ferrerías, A et al., 2011).

Para técnicos mecánicos, estudios han identificado criterios antropométricos que orientan el diseño de mesas y estaciones de trabajo, como la altura del codo, ojos, rodilla y pie, además del alcance funcional y la estatura con calzado, con el fin de garantizar alineación corporal, comodidad y eficiencia (Manrique Martínez, K et al., 2021). En el caso de los talleres de motocicletas, la altura de la mesa debe ser ajustable entre la rodilla y la cintura, adaptándose a las dimensiones antropométricas del trabajador y previniendo posturas inclinadas (Sing et al., 2022). Asimismo, se destaca la importancia de integrar diseñadores, ergonomistas y operadores en el proceso de diseño. Esta colaboración, tanto a nivel microergonómico (puestos, herramientas y software) como macroergonómico (organización del trabajo y estructura funcional), permite equilibrar factores técnicos y humanos, mejorando la adaptabilidad, la eficiencia y la rentabilidad de los sistemas (Teymourian et al., 2017).

Además, es fundamental optimizar las condiciones ambientales del entorno laboral mediante sistemas de ventilación adecuados que eliminen humos, vapores y polvo, junto con controles térmicos que mantengan una temperatura estable y confortable, reduciendo así la fatiga y los trastornos musculoesqueléticos (Kim et al., 2022).

La selección y modificación ergonómica de herramientas constituye un aspecto esencial para mejorar las condiciones de trabajo de los técnicos mecánicos, reducir la carga física y prevenir lesiones musculoesqueléticas. Desde un enfoque antropométrico, se recomienda incorporar sillas tipo pedestal para labores combinadas (de pie y sentado), rediseñar los bancos de ensamblaje y adecuar mobiliario específico para tareas de soldadura, además de utilizar carros de altura regulable para el manejo de cargas (Barros et al., 2015). La ergonomía de las herramientas también es determinante: estudios sobre el rediseño de mangos han evidenciado que la forma y el ángulo de agarre influyen directamente en la comodidad y seguridad del usuario, proponiendo criterios de diseño basados en la adaptabilidad anatómica de la mano (Ayala, L. A et al., 2022). Asimismo, el desarrollo de herramientas innovadoras como los exoesqueletos pasivos representa un avance significativo, al disminuir la carga física y ofrecer soporte eficaz en labores que implican trabajo con los brazos elevados, reforzando la prevención de TME (Asadi et al., 2019).

d) Medidas administrativas para reducir la exposición:

En el ámbito del mantenimiento ferroviario, la incorporación de principios ergonómicos y factores humanos a través de programas específicos ha

demostrado mejorar el confort, la eficiencia operativa y la seguridad, proporcionando bases sólidas para el desarrollo de políticas de diseño y gestión enfocadas en entornos laborales más seguros y ergonómicamente optimizados (Singh et al., 2015). En sectores como el petrolero, se resalta la necesidad de reorganizar las tareas y adaptar las condiciones laborales para mitigar los efectos de posturas prolongadas o forzadas, como mantener los brazos levantados o la flexión del tronco, con el objetivo de eliminar riesgos de salud, equilibrar la carga física diaria y mejorar la calidad de vida de los trabajadores (Tjøsvoll et al., 2023). Evaluaciones específicas como por ejemplo en un estudio realizado en una empresa petrolera en Ecuador la necesidad de una evaluación ergonómica especializada que permita establecer medidas preventivas y controlar los riesgos disergonómicos en este sector (Agila-Palacios et al., 2014). Estudios realizados en Brasil coinciden que una alta prevalencia de molestias musculoesqueléticas entre los trabajadores, quienes operan en condiciones disergonómicas asociadas a un modelo organizativo taylorista/fordista. Existe la necesidad de realizar evaluaciones ergonómicas detalladas, incluyendo análisis posturales y la manipulación de equipos, considerando variables como velocidad, fuerza y precisión, con el fin de adaptar el entorno laboral a las capacidades biomecánicas del trabajador y asegurar un desempeño eficiente y seguro (Aja et al., 2020; Barros et al., 2015; Santos et al., 2023). Asimismo, una organización adecuada de las herramientas mediante el uso de cajas ergonómicas facilita el acceso, mejora los tiempos de trabajo y reduce el desorden en los talleres, contribuyendo a la seguridad y eficiencia (Sing et al., 2022).

La mejora de los ambientes de trabajo constituye un eje fundamental para la prevención de riesgos disergonómicos, el aumento de la productividad y el bienestar de los trabajadores. Al diseñar controles ambientales, deben considerarse factores como la iluminación, el ruido y la temperatura, ya que su adecuada gestión contribuye a reducir la carga física, optimizar las actividades laborales y disminuir la probabilidad de lesiones o fatiga (Ferrerias, A et al., 2011; Maestre Daza, L. M., 2017). Una de las acciones prioritarias es la reorganización del espacio laboral mediante la aplicación del sistema 5S, que promueve el orden, la limpieza y la estandarización, garantizando áreas seguras y libres de obstáculos, lo cual previene accidentes y mejora la eficiencia en talleres de mantenimiento (Sing et al., 2022).

En cuanto a la iluminación, se recomienda orientar las luminarias a 30° respecto a la línea de visión, usar superficies claras para evitar deslumbramientos y cumplir con los valores normativos de 150–300 lux según la NBR 5413. Para tareas de precisión media o maquinado, deben alcanzarse niveles de 500–750 lux, asegurando una distribución uniforme y confortable de la luz, con iluminación localizada para trabajos que requieran alta precisión (Barros et al., 2015; Ferreras, A et al., 2011; Manrique Martínez, K et al., 2021).

Respecto al ruido, los talleres mecánicos pueden alcanzar niveles de hasta 90 dB, por lo que es necesario implementar medidas técnicas y organizativas que reduzcan la exposición, utilizar protectores auditivos cuando se superen los límites permitidos y mantener los niveles entre 60 y 70 dB durante jornadas prolongadas. Además, deben colocarse señales de advertencia en zonas

ruidosas y establecer controles regulares de los niveles sonoros (Manrique Martínez, K et al., 2021).

En lo referente a las condiciones térmicas, los estudios recomiendan mantener la temperatura entre 17°C y 22°C para trabajos de pie, asegurando una ventilación adecuada y, de ser necesario, implementando sistemas de extracción o aire acondicionado. Ante condiciones extremas, se sugiere programar descansos en áreas frescas, ofrecer hidratación continua, realizar tareas exigentes en horarios más templados y usar uniformes transpirables y de colores claros; en ambientes fríos, debe proveerse ropa térmica, pausas en zonas calefaccionadas y espacios secos (Barros et al., 2015; Ferreras, A et al., 2011; Manrique Martínez, K et al., 2021).

La capacitación y el entrenamiento de los trabajadores son componentes esenciales en la prevención de riesgos disergonómicos y en la promoción de entornos laborales seguros y saludables. La formación en ergonomía permite a los trabajadores identificar riesgos, aplicar medidas preventivas y adoptar prácticas seguras relacionadas con el uso de herramientas, las posturas de trabajo, la manipulación de cargas y las condiciones ambientales del entorno laboral. Asimismo, fomenta la alternancia de tareas exigentes con actividades livianas y el reporte temprano de molestias corporales, fortaleciendo la conciencia preventiva y reduciendo la probabilidad de lesiones musculoesqueléticas (Barros et al., 2015; Ferreras, A et al., 2011; He et al., 2023; SINERCO, 2010). Cuando se evidencia una baja percepción de riesgo entre los trabajadores, resulta indispensable implementar programas de formación específicos en temas como ergonomía, exposición a caídas, ruido y

manejo de productos químicos, asegurando una mayor comprensión de los peligros presentes en el entorno de trabajo (Gharib et al., 2021). Además, la capacitación debe incluir contenidos sobre seguridad, orden y limpieza en las áreas de trabajo, promoviendo rutinas diarias de organización que incrementen la eficiencia, el confort y la concentración del personal (Sing et al., 2022). En los talleres de mantenimiento, donde los técnicos mecánicos enfrentan múltiples riesgos físicos y psicológicos, la educación en salud ocupacional y las acciones preventivas frente a enfermedades laborales son medidas prioritarias, ya que contribuyen a mejorar el bienestar general, disminuir el estrés y reducir la incidencia de lesiones y accidentes (Vyas et al., 2011). Otra medida preventiva es implementar pausas activas programadas, ejercicios de calentamiento y estiramiento dirigidos por personal capacitado, además de limitar las jornadas laborales a un máximo de ocho horas. Las pausas deben realizarse cada dos horas, con descansos de 10 a 15 minutos y respeto del horario de almuerzo. Los ejercicios, de carácter gradual y sin causar dolor, deben incluir movimientos para miembros superiores, columna y piernas, con estiramientos de 10 a 15 segundos por lado y calentamientos de cinco repeticiones por ejercicio. Estas medidas contribuyen a reducir la tensión muscular, prevenir lesiones y promover condiciones ergonómicas adecuadas en talleres mecánicos de alta demanda física (Barros et al., 2015; Ferreras, A et al., 2011; Maestre Daza, L. M., 2017; Santos et al., 2023).

Mejora en los factores psicosociales que están relacionados con las necesidades personales, familiares y sociales del trabajador (Maestre Daza, L. M., 2017). Como medida preventiva, se recomienda adoptar un enfoque de trabajo

sistemático, ya que ofrece control de tiempos, cumplimiento de planes y eficiencia en la gestión. Sin embargo, mantener una estructura organizacional excesivamente rígida puede generar rutinas que aumenten el riesgo de incidentes. Por ello, es importante evitar la automatización manual excesiva, ya que puede limitar la creatividad, la capacidad de respuesta y la innovación en las tareas diarias (Manrique Martínez, K et al., 2021). Ante una alta carga psicosocial se debe programar de reuniones periódicas para planificación y propósitos del área, difundir temas de autocuidado, coach ontológico de control emocional y trabajo en equipo, y proponer el criterio de trabajo en base a resultados, para disminuir la presión laboral (Menéndez Mansilla, 2020). La carga de trabajo genera estrés elevado en los técnicos de mantenimiento de aeronaves, por lo cual se sugiere que la organización promueva un balance entre la vida y el trabajo, involucrándose en actividades deportivas, religiosas, premiaciones mensuales a los trabajadores más comprometidos y otras actividades sociales. También deben capacitar en el manejo del estrés, de manera que fortalezcan sus habilidades para afrontar las tareas. E incrementar la cantidad de técnicos mecánicos para poder distribuir las actividades (Mohd Zulfadli Mahdi & Khairur Rijal Jamaludin, 2017).

La vigilancia de la salud en el trabajo es un proceso continuo y sistemático orientado a prevenir enfermedades y accidentes laborales, así como a promover el bienestar de los trabajadores. Consiste en la recopilación, análisis, interpretación y difusión de datos relacionados con la salud de los empleados y las condiciones del entorno laboral. Se distinguen dos tipos principales: la vigilancia activa, que se inicia ante la sospecha de un riesgo o caso específico,

y la pasiva, basada en la atención médica y la posterior notificación de los casos detectados. Este proceso permite cuantificar la magnitud de los problemas de salud ocupacional, identificar áreas críticas dentro de la organización y evaluar la efectividad de las medidas de prevención y control implementadas (Maestre Daza, L. M., 2017). Es recomendable realizar exámenes médicos periódicos para detectar de manera temprana posibles problemas de salud y aplicar medidas preventivas que reduzcan el riesgo de TME. Para que la evaluación sea realmente efectiva, se requiere el compromiso y apoyo del empleador, la participación de los trabajadores, la identificación de problemas relevantes, y la propuesta de soluciones viables en términos de costo y aplicabilidad dentro del rubro de mantenimiento mecánico. Asimismo, la evaluación continua es esencial para determinar la eficacia de las acciones implementadas, contribuyendo a la reducción de riesgos disergonómicos y al aumento de la satisfacción y motivación laboral (He et al., 2023; Manrique Martínez, K et al., 2021).

La ergonomía participativa implica la participación de los trabajadores en la gestión de los riesgos disergonómicos, desde la planificación hasta la implementación de las medidas de control. Este enfoque permite aprovechar la experiencia y el conocimiento de quienes desempeñan las tareas, garantizando la funcionalidad de las soluciones y el logro de los objetivos. Cuanto mayor sea el grado de involucramiento de los trabajadores, mayor será la probabilidad de éxito en las propuestas ergonómicas. La conformación de un comité o equipo multidisciplinario resulta estratégica y beneficiosa para la organización; este debe incluir a gerentes con poder de decisión, personal del área de seguridad y

salud ocupacional, representantes de los trabajadores y sindicatos, así como asesores en ergonomía, ya sean internos o externos (SINERCO, 2010). Los trabajadores pueden contribuir con soluciones adecuadas al reunirlos y mostrarles las observaciones encontradas durante las evaluaciones ergonómicas, ellos pueden opinar y discutir sobre posibles medidas correctivas, como por ejemplo definir el tipo de equipo mecánico para levantamiento de cargas o la implementación de herramientas eléctricas para reemplazar las manuales (Capodaglio, 2022).

e) Uso de Equipos de Protección Personal:

En cuanto a la exposición a vibraciones, se recomienda implementar herramientas con tecnología de atenuación de vibraciones, mantener un programa de renovación y mantenimiento periódico, y utilizar guantes antivibración correctamente ajustados para minimizar los efectos dañinos sobre músculos, vasos y nervios del brazo (Ferrerías, A et al., 2011; Johanning et al., 2020; Manrique Martínez, K et al., 2021).

4.5. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Las diferentes fuentes revisadas han realizado sus investigaciones en distintos rubros en los que puede desempeñar sus actividades un técnico mecánico, lo que involucra que las tareas son distintas unas con otras, tanto en las condiciones ambientales como en las herramientas usadas o prácticas ejecutadas.

No se puede descartar la posibilidad de sesgo en la información debido a la poca cantidad de textos relacionados o enfocados para técnicos mecánicos, a pesar de que se realizó una investigación exhausta para contar con la mayor cantidad de información posible.

V. CONCLUSIONES

- a) Al realizar la revisión bibliográfica para la gestión de riesgos disergonómicos en las actividades de técnicos mecánicos, se encontraron 50 artículos relacionados de los cuales se rescató información importante para el desarrollo de este trabajo
- b) Los técnicos mecánicos por la naturaleza de sus actividades y ser una labor de alta demanda física están en constante exposición a factores de riesgos disergonómicos, frecuentemente a factores como posturas forzadas, manipulación de cargas pesadas, movimientos repetitivos y factores físicos por el uso de herramientas con vibración, lo cual aumenta la probabilidad de desarrollar TME.
- c) Es importante realizar el análisis ergonómico para técnicos mecánicos, para lo cual existen múltiples métodos de evaluación ergonómica (como REBA, MAC, NIOSH) e identificación de molestias musculoesqueléticas (como Cuestionario Nórdico), los cuales deben ser seleccionados de acuerdo con las características específicas del puesto y la actividad a evaluar.
- d) La falta de control sobre los riesgos disergonómicos puede generar consecuencias a la salud que pueden ser significativas o enfermedades crónicas en técnicos mecánicos principalmente lumbalgias, síndrome del túnel carpiano y tendinitis del manguito rotador, impactando negativamente en la productividad, la calidad de vida del trabajador y la economía de la empresa.
- e) Es crucial implementar medidas preventivas o correctivas, con la participación de los trabajadores desde el diagnóstico, diseño del puesto,

considerando espacios eficientes, buena disposición de herramientas y superficies de trabajo ajustadas a la antropometría de los técnicos mecánicos y cumplimiento de controles. Lo cual aumenta la efectividad de las medidas implementadas en la gestión de riesgos disergonómicos.

VI. RECOMENDACIONES

- a) Se recomienda continuar con evaluaciones ergonómicas a técnicos mecánicos haciendo uso de las distintas metodologías que puedan aplicarse y publicar estos estudios de manera que la información pueda servir de consulta y facilitar nuevas investigaciones o sirvan de base para propuestas de mejora en las actividades para este grupo de trabajadores.
- b) Es recomendable implementar controles que eliminen o minimicen la exposición a los factores de riesgos disergonómicos, como la aplicación de fuerzas, manipulación de cargas y herramientas pesadas, y movimientos repetitivos por parte de los técnicos mecánicos o faciliten el desarrollo de las actividades, como por ejemplo adoptar tecnologías y herramientas ergonómicas, es decir dar prioridad a la automatización, uso de equipos de apoyo para traslado de cargas y elevación mecánica, promover el uso de herramientas con baja vibración, mangos ergonómicos y soportes ajustables.
- c) Se recomienda que los monitoreos ergonómicos incluyan un estudio base que podría ser el cuestionario nórdico en complementación con un tamizaje de morbilidad y factores individuales, para poder identificar el método de monitoreo ergonómico que pueda calzar de manera acertada a las actividades desarrolladas por los técnicos mecánicos y focalizadas a la mayor exposición de factores de riesgos disergonómicos.
- d) La vigilancia médica en el centro laboral debe ser parte de la gestión de riesgos integrales, de manera que, de acuerdo con las evaluaciones médicas anuales, los informes de monitoreo ergonómico, los planes de

implementación de proyectos y los reportes de síntomas de malestares musculares de los trabajadores, se pueda llevar un control y seguimiento de manera activa a fin de prevenir TME o en caso contrario seguimiento a las restricciones y mejora de la salud de los trabajadores.

- e) Para garantizar la mejora continua y el bienestar laboral, se recomienda repotenciar las instalaciones (equipos, materiales e insumos) priorizando el diseño ergonómico de los puestos de trabajo, con el fin de prevenir TME y reducir riesgos legales. Es clave la participación de los trabajadores en todo el proceso, desde el diseño del puesto y selección de herramientas hasta la capacitación continua en técnicas seguras (manejo de cargas, posturas, uso de equipos, pausas activas y rotación de tareas). Estas medidas no solo optimizan la productividad, sino que también promueven un ambiente laboral seguro y comprometido con el cumplimiento de los controles.

VII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abaraogu, U. O., Ezema, C. I., Igwe, S. E., Egwuonwu, A. V., & Okafor, U. C. (2016). Work-related back discomfort and associated factors among automotive maintenance mechanics in Eastern Nigeria: A cross sectional study. *Work*, 53(4), 813-823. <https://doi.org/10.3233/WOR-162247>
- Abdullah, S., Khamis, N. K., A. Ghani, J., & Kurniawan, R. (2020). Posture Evaluation of the Automotive Maintenance Workers: A Case Study. *Jurnal Kejuruteraan*, si3(1), 65-70. [https://doi.org/10.17576/jkukm-2020-si3\(1\)-10](https://doi.org/10.17576/jkukm-2020-si3(1)-10)
- Agila-Palacios, E., Colunga-Rodríguez, C., González-Muñoz, E., & Delgado-García, D. (2014). Síntomas Músculo-Esqueléticos en Trabajadores Operativos del Área de Mantenimiento de una Empresa Petrolera Ecuatoriana. *Ciencia & trabajo*, 16(51), 198-205. <https://doi.org/10.4067/S0718-24492014000300012>
- Aja, J., Vallejo, M., Universidad de Malaga., Spain, & Lopez-Guzman, T. J. (2020). Del fordismo a la flexibilidad: Para entender la precariedad laboral. *Revista Espacios*, 41(45), 69-86. <https://doi.org/10.48082/espacios-a20v41n43p06>
- Apaza Flores Jorge Alí, Echegaray Escate Marlene Olga, Gutiérrez Cabezas Ana Isabel, Pacheco Osco Juana Alipia, Rodríguez Casas Ricardo Javier, Saavedra Quispe David Jesús, & Torres Rodríguez Jonathan. (2024, mayo). *Anuario Estadístico Sectorial 2023*. Oficina de Comunicación e Imagen Institucional.
- Arroyo Vaca, C. S. & Obando Quito, R. F. (2022). *Importancia de la implementación de mantenimiento preventivo en las plantas de producción para optimizar procesos*. *E-IDEA Journal of Engineering Science*, 59-69.
- Arteaga-Irene, Y. J., Pretel-Ruiz, K., Chaupis-Ramos, R. S., & Medina-Aguilar, D. D. (2024). Mitigación de riesgos disergonómicos: Manipulación manual de estructuras metálicas para líneas de transmisión de electricidad. *Ingeniería Industrial*, (47), 103-125. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2024.n47.7124>
- Asadi, H., Yu, D., & Mott, J. H. (2019). Risk factors for musculoskeletal injuries in airline maintenance, repair & overhaul. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 70, 107-115. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2019.01.008>
- Ayala, L. A, Tirriate, J, Ochoa, B. M, & Chuco, V. B. (2022). ÁNGULO ATD Y EL AGARRE DE HERRAMIENTAS MANUALES EN EL PUESTO DE TÉCNICOS MECÁNICOS: ERGONOMÍA, VIGILANCIA Y CALIFICACIÓN DE LOS TME. *Atacama Journal of Health Sciences*.
- Balderas López, M., Martínez Alcántara, S., & Zamora Macorra, M. (2019). Trastornos musculoesqueléticos en trabajadores de la manufactura de neumáticos, análisis del proceso de trabajo y riesgo de la actividad. *Acta Universitaria*, 29, 1-16. <https://doi.org/10.15174/au.2019.1913>
- Barros, R. Q., Marçal, M. A., & Soares, M. M. (2015). Ergonomic Analysis of the Job of Assembly and Maintenance in an Electronic Equipment Company. *Procedia Manufacturing*, 3, 6542-6549. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.953>
- Bazaluk, O., Tsopa, V., Cheberiyachko, S., Deryugin, O., Radchuk, D., Borovytskyi, O., & Lozynskyi, V. (2023). Ergonomic risk management process for safety and health at work. *Frontiers in Public Health*, 11, 1253141. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1253141>
- Capodaglio, E. M. (2022). Participatory ergonomics for the reduction of musculoskeletal exposure of maintenance workers. *International Journal of*

- Occupational Safety and Ergonomics*, 28(1), 376-386.
<https://doi.org/10.1080/10803548.2020.1761670>
- Dirección General de Ordenación de la Seguridad Social. (2023). *Enfermedades Profesionales* 2023. <https://www.seg-social.es/wps/portal/wss/internet/EstadisticasPresupuestosEstudios/Estadisticas/EST231/2082>
- Espín, C., & Sánchez, R. V. (2017). EVALUACIÓN DE FACTORES DE RIESGO ERGONÓMICO Y SU INCIDENCIA EN LA SALUD DE LOS TRABAJADORES DEL TALLER DE MANTENIMIENTO DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA DE UNA EMPRESA DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS PETROLEROS. *BOLETÍN VIRTUAL - JUNIO*, 6.
- Ferreras, A, López, A, Piedrabuena, A, Oltra, A, & Ruiz, R. (2011). *Ergonomía y PYMES especial referencia al sector de talleres de reparación de automóviles*. (Secretaría de Salud Laboral de la UGT-CEC).
- Fischer, S. L., Koltun, S., & Lee, J. (2021). A cross-sectional survey of musculoskeletal disorder hazard exposures and self-reported discomfort among on-shore wind turbine service technicians. *Ergonomics*, 64(3), 383-395. <https://doi.org/10.1080/00140139.2020.1831079>
- Fritzsche, L., Wegge, J., Schmauder, M., Kliegel, M., & Schmidt, K.-H. (2014). Good ergonomics and team diversity reduce absenteeism and errors in car manufacturing. *Ergonomics*, 57(2), 148-161. <https://doi.org/10.1080/00140139.2013.875597>
- Gharib, S., Martin, B., & Neitzel, R. L. (2021). Pilot assessment of occupational safety and health of workers in an aircraft maintenance facility. *Safety Science*, 141, 105299. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105299>
- He, X., Xiao, B., Wu, J., Chen, C., Li, W., & Yan, M. (2023). Prevalence of work-related musculoskeletal disorders among workers in the automobile manufacturing industry in China: A systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*, 23(1), 2042. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-16896-x>
- Ismaila, S. O., Oriolowo, T. K., Kuye, S. I., Adekunle, N. O., Adewumi, B. A., & Alabi, A. (2020). Ergonomic risk assessment of maintenance job in a gas power station. *Sigurnost*, 62(1), 47-60. <https://doi.org/10.31306/s.62.1.1>
- Jamdade, B., Shimpi, A., Rairikar, S., Shyam, A., & Sancheti, P. (2021). Factors predisposing to work-related lower back pain in automobile industry workers. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 27(1), 79-85. <https://doi.org/10.1080/10803548.2018.1527055>
- Johanning, E., Stillo, M., & Landsbergis, P. (2020). Powered-hand tools and vibration-related disorders in US-railway maintenance-of-way workers. *Industrial Health*, 58(6), 539-553. <https://doi.org/10.2486/indhealth.2020-0133>
- Johnston, E. J, Ospina-Salinas, E, Mendoza-Carrión, A, Roncal-Ramírez, R. A., Bravo-Carrión, V, & Araujo-Castillo, R. (2018). Enfermedades registradas por contingencia laboral en descansos médicos emitidos en la seguridad social de salud peruana 2015-2016. *Acta Médica Peruana*, 116-120.
- Kim, E.-A., & Nakata, M. (2014). Work-related Musculoskeletal Disorders in Korea and Japan: A Comparative Description. *Annals of Occupational and*

- Environmental Medicine*, 26(1), 17. <https://doi.org/10.1186/2052-4374-26-17>
- Kim, H.-K., & Zhang, Y. (2017). Estimation of lumbar spinal loading and trunk muscle forces during asymmetric lifting tasks: Application of whole-body musculoskeletal modelling in OpenSim. *Ergonomics*, 60(4), 563-576. <https://doi.org/10.1080/00140139.2016.1191679>
- Kim, J. W., Jeong, B. Y., & Park, M. H. (2022). A Study on the Factors Influencing Overall Fatigue and Musculoskeletal Pains in Automobile Manufacturing Production Workers. *Applied Sciences*, 12(7), 3528. <https://doi.org/10.3390/app12073528>
- Leite, P. B. C., Mercado, M. P., Marins, C. P., Tinoco, F. P., & Duarte, F. J. C. M. (2022). Integrating work into the design: The case of offshore maintenance. *Work*, 73(s1), S199-S209. <https://doi.org/10.3233/WOR-211141>
- Maestre Daza, L. M. (2017). *Ergonomía ocupacional*. Fundación Universitaria del Área Andina.
- Manrique Martínez, K, Orostegui Mejía, M, & Páez González, A. (2021). *Propuesta para el diseño ergonómico del puesto de trabajo de un mecánico*.
- Mateos-González, L., Rodríguez-Suárez, J., Llosa, J. A., & Agulló-Tomás, E. (2024). Spanish version of the Nordic Musculoskeletal Questionnaire: Cross-cultural adaptation and validation in nursing aides. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 47(1), e1066. <https://doi.org/10.23938/ASSN.1066>
- Menéndez Mansilla, R. (2020). ESTUDIO ERGONÓMICO EN TRABAJO DE MONTAJE Y DESMONTAJE DE NEUMÁTICOS EN ÁREA DE MANTENCIÓN MECÁNICA. *Revista Ergonomía Investigación y Desarrollo*, 2, 39-58.
- Ministerio de Trabajo y & Promoción del Empleo. (2008). *Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico*.
- Mohd Zulfadli Mahdi & Khairur Rijal Jamaludin. (2017, abril). Occupational Stress Management among SU-30MKM Maintenance Personnel in Gong Kedak Air Base. *Proceedings of the 1 Master Project Symposium on Occupational Safety & Health*, 173-184.
- Monaco, M. G. L., Uccello, R., Muoio, M., Greco, A., Spada, S., Coggiola, M., Pedata, P., Caputo, F., Chiodini, P., & Miraglia, N. (2019). Work-related upper limb disorders and risk assessment among automobile manufacturing workers: A retrospective cohort analysis. *Work*, 64(4), 755-761. <https://doi.org/10.3233/WOR-193037>
- Morales Perrazo, L., Ramón Díaz, M., Collantes Vaca, S., & Aldás Salazar, D. (2019). Riesgo ergonómico por levantamiento de cargas. Caso de estudio “Talleres de mantenimiento vehicular de maquinaria pesada”. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 6(1), 17-26. <https://doi.org/10.26423/rctu.v6i1.328>
- Mujmule, N. S., Katekar, S. D., Gaikwad, A. P., Mali, S. C., & Koli, S. R. (2020). A Systematic Ergonomics Approach of Maintenance Workstation. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 814(1), 012032. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/814/1/012032>
- Nur Izzaidah Ghazali & Roslina Mohammad. (2017, abril). Work-Related Low Back Pain among Maintenance Technician of Fighter Jet. *Proceedings of the 1 Master Project Symposium on Occupational Safety & Health*, 196-207.

- Ramírez-Pozo, E. G., & Montalvo Luna, M. (2019). Frecuencia de trastornos musculoesqueléticos en los trabajadores de una refinería de Lima, 2017. *Anales de la Facultad de Medicina*, 80(3), 337-341. <https://doi.org/10.15381/anales.803.16857>
- Ramos Rico, J, Huaco Malqui, F, & Gómez Gonzales, W. (2022). ENFERMEDADES MUSCULOESQUELÉTICAS RELACIONADOS AL ABSENTISMO LABORAL EN TRABAJADORES DE UNA EMPRESA PRIVADA: ERGONOMÍA, VIGILANCIA Y CALIFICACIÓN DE LOS TME. *Atacama Journal of Health Sciences*.
- Regazzoni, D., & Rizzi, C. (2014). Digital Human Models and Virtual Ergonomics to Improve Maintainability. *Computer-Aided Design and Applications*, 11(1), 10-19. <https://doi.org/10.1080/16864360.2013.834130>
- Santos, I. N. D., Oliveira, A. S. D., Viscardi, L. G. A., Suassuna, J. A. S., Santos, A. D. C., & Brasileiro-Santos, M. D. S. (2023). Occupational risks and musculoskeletal complaints among industrial workers: A cross-sectional study. *Revista Brasileira de Medicina do Trabalho*, 21(02), 01-10. <https://doi.org/10.47626/1679-4435-2022-878>
- SINERCO. (2010). *Buenas prácticas para el diseño ergonómico de puestos de trabajo en el sector metal*.
- Sing, L. S., Mahmood, S., Jiran, N. S., & Hassan, M. F. (2022). *Ergonomics and Improvement of Workplace Layout Design in Automotive Service Sector at Motorcycle Repair Workshop*. 4(2).
- Singh, S., Kumar, R., & Kumar, U. (2015). Applying human factor analysis tools to a railway brake and wheel maintenance facility. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 21(1), 89-99. <https://doi.org/10.1108/JQME-03-2013-0009>
- Sundstrup, E., Seeberg, K. G. V., Bengtsen, E., & Andersen, L. L. (2020). A Systematic Review of Workplace Interventions to Rehabilitate Musculoskeletal Disorders Among Employees with Physical Demanding Work. *Journal of Occupational Rehabilitation*, 30(4), 588-612. <https://doi.org/10.1007/s10926-020-09879-x>
- Teymourian, K., Seneviratne, D., & Galar, D. (2017). Ergonomics Contribution in Maintainability. *Management Systems in Production Engineering*, 25(3), 217-223. <https://doi.org/10.1515/mspe-2017-0031>
- Tjøsvoll, S. O., Steiro Fimland, M., Gonzalez, V., Seeberg, T. M., Holtermann, A., Færevik, H., & Wiggen, Ø. (2023). Physical Work Demands of Maintenance Workers on Onshore Petroleum Facilities in Norway: An Observational Study Utilizing Wearable Sensor Technology. *Annals of Work Exposures and Health*, 67(6), 706-719. <https://doi.org/10.1093/annweh/wxad022>
- Vyas, H., Das, S., & Mehta, S. (2011). Occupational Injuries in Automobile Repair Workers. *Industrial Health*, 49(5), 642-651. <https://doi.org/10.2486/indhealth.MS1294>
- Yazgan, E., & Kavsaoglu, M. Ş. (2017). Evaluation of Stress Affecting Aircraft Maintenance Technician's Performance. *International Journal of Computing, Communication and Instrumentation Engineering*, 4(1). <https://doi.org/10.15242/IJCCIE.IAE1216205>