

Gerson Martinez

Gerson Martinez (2).docx



Universidad Peruana Union

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::29566:477887737

Fecha de entrega

1 ago 2025, 12:53 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

1 ago 2025, 12:59 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

Gerson Martinez (2).docx

Tamaño de archivo

128.0 KB

30 Páginas

6514 Palabras

39.609 Caracteres

11% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 8 palabras)
- Trabajos entregados

Fuentes principales

- 10%  Fuentes de Internet
- 4%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

- 10% Fuentes de Internet
- 4% Publicaciones
- 0% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	hdl.handle.net	<1%
2	Internet	repositorio.upeu.edu.pe	<1%
3	Internet	repositorio.ucv.edu.pe	<1%
4	Internet	1library.co	<1%
5	Internet	cybertesis.unmsm.edu.pe	<1%
6	Internet	dspace.ucuenca.edu.ec	<1%
7	Internet	repositorioacademico.upc.edu.pe	<1%
8	Internet	www.yumpu.com	<1%
9	Internet	revista.religacion.com	<1%
10	Internet	repositoriotec.tec.ac.cr	<1%
11	Internet	dspace.udla.edu.ec	<1%

12	Internet	repositorio.upch.edu.pe	<1%
13	Internet	su-plus.strathmore.edu	<1%
14	Internet	repositorio.unan.edu.ni	<1%
15	Publicación	Merino, Leyla Merino. "La Seguridad y Salud en el Trabajo en los Operadores del T...	<1%
16	Internet	rephip.unr.edu.ar	<1%
17	Internet	rein.umcc.cu	<1%
18	Internet	www.svcardiologia.org	<1%
19	Internet	crojfe.com	<1%
20	Internet	docplayer.es	<1%
21	Internet	repositorio.uct.edu.pe	<1%
22	Internet	repositorio.udec.cl	<1%
23	Internet	dspace.ups.edu.ec	<1%
24	Internet	irjet.net	<1%
25	Internet	librarycatalog.ecu.edu	<1%

26	Internet	repositorio.unc.edu.pe	<1%
27	Internet	www.coursehero.com	<1%
28	Publicación	Gaitán González, Lizeth Camila. "Aplicación del cuestionario nórdico de kuorinka ...	<1%
29	Internet	bibliotecadigital.udea.edu.co	<1%
30	Internet	pdffox.com	<1%
31	Internet	repositorio.ucsm.edu.pe	<1%
32	Internet	repositorio.uns.edu.pe	<1%
33	Internet	repositorio.utn.edu.ec	<1%
34	Internet	ri2.bib.udo.edu.ve	<1%
35	Internet	theibfr.com	<1%
36	Internet	upc.aws.openrepository.com	<1%
37	Internet	www.science.gov	<1%

2

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA****Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental**

**Efectos musculoesqueléticos y relación con riesgo
disergonómico en trabajadores que realizan mantenimiento de
recubrimiento anticorrosivo en tanques de almacenamiento en planta
de refinamiento de petróleo, 2024**

3

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental**Autor:****Br. Gerson Moisés Martínez Acuña****Asesor:****Mg. Erick José Quispe Mamani****Lima, julio de 2025**

Efectos musculoesqueléticos y relación con riesgo disergonómico en trabajadores que realizan mantenimiento de recubrimiento anticorrosivo en tanques de almacenamiento en planta de refinamiento de petróleo, 2024

Martínez Acuña, Gerson Moisés ¹

¹Universidad Peruana Unión, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, EP. Ingeniería Ambiental, Lima, Perú; <https://orcid.org/0000-0002-2071-9712>;

gersonmartinez@upeu.edu.pe

Resumen

Contexto: Las actividades de mantenimiento de recubrimiento anticorrosivo en tanques de almacenamiento en plantas de refinamiento de petróleo exigen posturas forzadas, movimientos repetitivos y uso intensivo de herramientas manuales. Estas condiciones aumentan el riesgo de desarrollar trastornos musculoesqueléticos (TME), afectando la salud de los trabajadores y la eficiencia operativa del proceso industrial. **Objetivo:** Analizar la relación entre los efectos musculoesqueléticos y el riesgo disergonómico en trabajadores que ejecutan labores de mantenimiento de recubrimiento anticorrosivo en tanques de almacenamiento de una planta de refinamiento de petróleo. **Metodología:** Se empleó un enfoque cuantitativo, transversal y correlacional. Se aplicó el método RULA para evaluar el riesgo postural y el Cuestionario Nórdico Estandarizado para identificar síntomas musculoesqueléticos en una muestra de 40 trabajadores operativos. Se utilizó estadística descriptiva y análisis correlacional de Spearman para determinar la relación entre las variables. **Resultados:** Los resultados revelaron una alta prevalencia de molestias musculoesqueléticas, principalmente en la zona lumbar (67,5 %), hombros (65 %) y muñecas. El análisis ergonómico indicó niveles de riesgo disergonómico altos y muy altos en la mayoría de los trabajadores evaluados. Se encontró una correlación positiva y significativa entre el nivel de riesgo postural y la presencia de síntomas musculoesqueléticos ($p = 0.751$; $p < 0.001$). Además, se identificaron diferencias en el nivel de exposición según el cargo, siendo los ayudantes los más afectados. **Conclusiones:** Existe una asociación significativa entre el riesgo disergonómico y los efectos musculoesqueléticos en los trabajadores evaluados. El estudio valida el uso combinado de RULA y el Cuestionario Nórdico como herramientas efectivas de diagnóstico ergonómico. Se recomienda desarrollar estrategias de rediseño de tareas y herramientas, así como planes de capacitación ergonómica diferenciados según el perfil laboral, para mitigar la incidencia de TME y optimizar las condiciones de trabajo en la industria del petróleo.

Palabras clave: Riesgo disergonómico, Trastornos musculoesqueléticos, RULA, Cuestionario Nórdico, Ergonomía industrial, Mantenimiento anticorrosivo

Musculoskeletal effects and relationship with dysergonomic risk in workers who perform maintenance of anticorrosive coating on storage tanks in oil refining plant, 2024

Abstract

Context: Corrosion-resistant coating maintenance activities on storage tanks in oil refineries require awkward postures, repetitive movements, and intensive use of hand tools. These conditions increase the risk of developing musculoskeletal disorders (MSDs), affecting workers' health and the operational efficiency of the industrial process. **Objective:** To analyze the relationship between musculoskeletal effects and ergonomic risk in workers who perform anti-corrosion coating maintenance tasks on storage tanks at an oil refinery. **Methodology:** A quantitative, cross-sectional, and correlational approach was used. The RULA method was applied to assess postural risk, and the Standardized Nordic Questionnaire was used to identify musculoskeletal symptoms in a sample of 40 operational workers. Descriptive statistics and Spearman's correlation analysis were used to determine the relationship between the variables. **Results:** The results revealed a high prevalence of musculoskeletal discomfort, mainly in the lower back (67.5%), shoulders (65%), and wrists. The ergonomic analysis indicated high and very high levels of ergonomic risk in most of the workers evaluated. A positive and significant correlation was found between the level of postural risk and the presence of musculoskeletal symptoms ($p = 0.751$; $p < 0.001$). In addition, differences in the level of exposure were identified according to job position, with assistants being the most affected. **Conclusions:** There is a significant association between dysergonomic risk and musculoskeletal effects in the workers evaluated. The study validates the combined use of RULA and the Nordic Questionnaire as effective ergonomic diagnostic tools. It is recommended to develop strategies for redesigning tasks and tools, as well as differentiated ergonomic training plans according to job profile, to mitigate the incidence of MSDs and optimize working conditions in the oil industry.

Keywords: Dysergonomic risk, Musculoskeletal disorders, RULA, Nordic Questionnaire,

Industrial ergonomics, Corrosion prevention maintenance

1. Introducción

El mantenimiento de protección anticorrosiva en tanques de almacenamiento durante el proceso de refinamiento es una tarea crítica para la integridad estructural y operativa de las plantas de refinamiento de petróleo (Chepur et al., 2025). Este trabajo, por lo general es realizada por personas en condiciones posturales de alta exigencia, involucra movimientos monótonos, manipulación manual de cargas y entornos de trabajo extremo, como lo son los espacios confinados y los trabajos en altura, estos son algunos factores que incrementan el riesgo disergonómico y la aparición de trastornos musculoesqueléticos (TME) (Agila-Palacios et al., 2014; Rahman et al., 2025). En un contexto latinoamericano, donde la industria petrolera representa un eje económico estratégico, estas tareas son frecuentemente tercerizadas, lo que puede conllevar condiciones laborales más precarias y menor vigilancia ergonómica, intensificando la exposición a factores de riesgo físicos y organizacionales (Ahmed, 2020; Malapascua et al., 2020).

Los TME representan una de las principales causas de ausentismo laboral y disminución de la capacidad funcional entre trabajadores industriales (Rodríguez Salinas et al., 2023), especialmente en actividades que demandan sobreesfuerzos biomecánicos sin una adecuada adaptación ergonómica del entorno de trabajo (Odebiyi & Chris Okafor, 2023). Para el sector del mantenimiento de recubrimientos anticorrosivos, se ha reportado una alta prevalencia de molestias en zonas como hombros, cuello, espalda baja y extremidades superiores, debido al uso intensivo de pistolas pulverizadoras, lijadoras y otros equipos pesados en posiciones forzadas (Alvarez-Casado & Tello, 2014). Sin embargo, existe escasa

evidencia empírica que explore la relación directa entre la exposición disergonómica en estas tareas específicas y los efectos musculoesqueléticos desarrollados, sobre todo en contextos operativos como las refinerías de América Latina.

La importancia de estudiar esta problemática radica en la falta de estudios sistemáticos que consideren simultáneamente las exigencias posturales específicas para realizar esta actividad, la carga física exigida y su vínculo con los síntomas musculoesqueléticos que pueden o no ser reportados (Kee, 2021). Pese a que se han desarrollado diversas herramientas, dentro de estas el método RULA (Rapid Upper Limb Assessment) (McAtamney & Nigel Corlett, 1993), para identificar posturas de riesgo; pocos estudios han considerado esta evaluación con reportes clínicos o subjetivos de TME en escenarios industriales reales (Noor et al., 2020). Esta brecha en la literatura limita el diseño de intervenciones ergonómicas eficaces, ajustadas a las condiciones reales de exposición y a las características del entorno laboral en plantas de refinamiento.

En esta década, la importancia de realizar estudios sobre esta problemática ha tenido un evidente crecimiento, puesto que, organismos internacionales como la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) han reconocido a la salud musculoesquelética como una piedra fundamental en la seguridad y salud laboral, identificando que los trastornos musculoesqueléticos como el dolor lumbar, cervical, artritis, fracturas y otras afecciones afectan a unas 1 710 000 000 de personas en el mundo, representando el mayor factor contribuyente a los Años Vividos con Discapacidad (YLDs) (Hulshof et al., 2019; OMS, 2022).

En Perú, la Ley 29783 de Seguridad y Salud en el Trabajo (Congreso de la República, 2011b) y su reglamento el Decreto Supremo N° 005-2012-TR (Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, 2012) mencionan la obligatoriedad de identificar y controlar diversos factores, donde se incluyen los riesgos ergonómicos. Además, en el 2008 se aprobó la Resolución Ministerial N° 375-2008-TR (Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, 2008), cuyo propósito es adaptar las condiciones laborales a las características físicas y mentales de los trabajadores, con énfasis en la prevención de trastornos musculoesqueléticos y la promoción de entornos laborales más seguros y productivos. Sin embargo, la implementación integral de estas disposiciones continúa siendo un reto, especialmente en sectores de alta exigencia física y exposición a agentes químicos, como el mantenimiento industrial.

La presente investigación tiene como propósito el evaluar el riesgo disergonómico la relación entre los efectos musculoesqueléticos percibidos, en colaboradores que realizan mantenimiento de recubrimiento anticorrosivo en tanques de almacenamiento en una planta de refinamiento de petróleo, mediante la aplicación de instrumentos de evaluación ergonómica y la recopilación de información de síntomas musculoesqueléticos, a fin de generar evidencia que contribuya al diseño de estrategias preventivas en ambientes laborales similares.

2. Materiales y Métodos

2.1. Diseño del estudio

Se desarrolló un estudio observacional, cuantitativo, de tipo descriptivo y correlacional, con un enfoque transversal. Esta elección metodológica permitió analizar la

presencia de síntomas musculoesqueléticos y su posible relación con el riesgo disergonómico asociado a tareas específicas de mantenimiento de recubrimiento anticorrosivo en tanques de almacenamiento de una planta de refinamiento de petróleo. El enfoque transversal permitió capturar datos en un único momento del tiempo, para una investigación orientadas a la identificación de relaciones entre variables en entornos laborales (Hernández Sampieri et al., 2014).

2.2. Participantes

La muestra estuvo conformada por 40 trabajadores que realizaban labores de mantenimiento de recubrimiento anticorrosivo. Los participantes fueron seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando criterios de inclusión como: ser trabajador activo, con al menos seis meses de experiencia en el cargo, y aceptar voluntariamente su participación. Se excluyeron aquellos con antecedentes médicos diagnosticados de trastornos musculoesqueléticos previos ajenos a su labor. La muestra fue considerada suficiente para realizar análisis correlacionales (Bornstein et al., 2013; Creswell & Creswell, 2018).

2.3. Aspectos éticos

La participación fue voluntaria, anónima y con consentimiento informado verbal. Dado que el estudio no implicó intervención directa ni manejo de datos personales sensibles, y se realizó con fines de mejora preventiva en seguridad y salud ocupacional dentro de un entorno laboral autorizado, no fue requerida aprobación de un comité de ética institucional, en cumplimiento de la normativa local aplicable. No obstante, se garantizó el respeto a los

principios éticos de la investigación científica (Hamerska & Oliinyk, 2023) y la confidencialidad de los datos conforme a la Ley N° 29733 de Protección de Datos Personales del Perú (Congreso de la República, 2011a).

2.4. Instrumentos

2.4.1. Método RULA (Rapid Upper Limb Assessment)

Se empleó el método RULA (McAtamney & Nigel Corlett, 1993), la cual es una herramienta observacional diseñada para evaluar posturas de trabajo relacionadas con el riesgo de trastornos musculoesqueléticos, ofreciendo un énfasis en cuello, tronco, hombros, brazos, muñecas y piernas. RULA permite calcular un puntaje total de riesgo postural con valores de 1 a 7, donde valores mayores indican mayor riesgo disergonómico y necesidad urgente de intervención. La evaluación de este método fue realizada en cuatro tanques de almacenamiento de crudo, de diferente medida, mediante observación directa por parte del investigador, apoyándose en la herramienta de una hoja de campo, adaptada por la empresa. RULA ha mostrado excelente validez concurrente frente a otros métodos como REBA ($\rho = 0.91$, $p < 0.001$), y una alta fiabilidad tanto intraevaluador ($ICC = 0.92$, excelente), como interevaluador ($ICC = 0.91$, excelente) en estudios con cientos de participantes. La consistencia interna es adecuada (alfa de Cronbach > 0.88), lo que respalda la coherencia de sus ítems. En aplicaciones automatizadas (visión artificial, sensores), la concordancia con evaluaciones de expertos es alta, facilitando evaluaciones objetivas y en tiempo real ($\kappa > 0.75$) (Abdul Halek et al., 2025; Kumar & Kamath, 2019; Manghisi et al., 2017; Pereira Valentim et al., 2018).

2.4.2. Cuestionario Nórdico Estandarizado de síntomas musculoesqueléticos

Así mismo, se empleó el Cuestionario Nórdico Estandarizado (Kuorinka et al., 1987), validado ampliamente para la evaluación de síntomas musculoesqueléticos en contextos laborales. Este instrumento permite identificar la presencia de molestias en nueve regiones corporales (cuello, hombros, codos, muñecas, espalda dorsal, espalda lumbar, caderas, rodillas y tobillos) durante los últimos 12 meses y los últimos 7 días. Su fiabilidad ha sido considerada aceptable, reflejando adecuadamente las características del trabajo y la frecuencia de síntomas musculoesqueléticos, estudios han demostrado alta repetibilidad y sensibilidad, especialmente para la detección de molestias en extremidades superiores y cuello, aunque la especificidad puede variar según la región corporal evaluada. Consta de 28 ítems las versiones adaptadas muestran alta consistencia interna (alfa de Cronbach >0.85), buena fiabilidad test-retest (kappa >0.6) y adecuada validez de constructo, permitiendo su uso en estudios epidemiológicos y clínicos (De Barros & Alexandre, 2003; Gobba et al., 2008; Gómez-Rodríguez et al., 2020; Kahraman et al., 2016; Mesquita et al., 2010). En conclusión, el Cuestionario Nórdico Estandarizado es una herramienta validada, fiable y adaptable a diferentes contextos culturales y lingüísticos, útil para la detección y vigilancia de síntomas musculoesqueléticos en poblaciones laborales y generales.

2.5. Procedimiento

2.5.1. Descripción del área de trabajo

Se desarrolló en una planta de refinamiento de petróleo, durante la ejecución de actividades de mantenimiento de recubrimiento anticorrosivo en cuatro tanques de

almacenamiento de crudo, identificados como 31T 1A, 31T 1P, 31T 12A y 31T 14A. Estas estructuras forman parte del sistema principal de contención de hidrocarburos, y su mantenimiento es esencial para preservar su funcionalidad y prolongar su vida útil frente a la exposición continua a agentes corrosivos.

Las labores se centraron en el proceso de pintado industrial, que consistió en la aplicación secuencial de tres capas de recubrimiento especializado:

- Una capa base de zinc inorgánico, que actúa como barrera anticorrosiva primaria,
- Una capa intermedia de epoxi poliamida amina, con función de resistencia química y mecánica,
- Una capa de acabado de poliuretano, destinada a proporcionar protección frente a rayos UV, agentes ambientales y desgaste superficial.

Las actividades fueron ejecutadas por un equipo de 40 pintores industriales, distribuidos en función del tamaño y complejidad de cada tanque de almacenamiento, así como del tipo de intervención (interior, exterior o ambos). El tiempo estimado de ejecución para el pintado (excluyendo preparación de superficie) osciló entre 4 y 12 días por tanque, en turnos de 8 a 10 horas diarias, considerando factores operativos, climáticos y de seguridad.

A continuación, se detallan las características geométricas de los tanques, su capacidad de almacenamiento, superficie aproximada pintada, distribución del personal y tiempo estimado de ejecución del proceso completo de pintado:

Tabla 1: Descripción del área de trabajo

Tanque	Diámetro (m)	Altura (m)	Capacidad (MBB)	Área pintada aprox. (m ²)	Tipo de intervención	N.º de pintores asignados	Tiempo de ejecución (días)
--------	--------------	------------	-----------------	---------------------------------------	----------------------	---------------------------	----------------------------

31T 1A	44.805	12.801	113	≈ 7,500	Integral	14	12
31T 1P	45.860	14.442	146	≈ 7,300	Solo exterior	10	10
31T 12A	9.448	9.145	3.5	≈ 850	Integral	6	4
31T 14A	14.325	12.801	12	≈ 1,800	Integral	10	6

Fuente: Datos de la investigación

El acceso a las superficies se realizó mediante andamios estáticos para trabajos interiores y balsos eléctricos para áreas exteriores, de acuerdo con los protocolos de seguridad establecidos. El entorno de trabajo presentó condiciones físicas y ambientales variables, como espacios confinados, superficies curvas, altura, exposición solar y acumulación de calor, que influyeron directamente en el esfuerzo físico, la postura adoptada y la carga ergonómica del trabajador.

Estas condiciones específicas del lugar de ejecución y del tipo de trabajo desarrollado constituyeron el escenario de evaluación para identificar y analizar los riesgos disergonómicos y los efectos musculoesqueléticos asociados a esta actividad especializada, tema central de la presente investigación.

2.5.2.Recolección de datos

2.5.2.1. Puntuación corporal

El método RULA divide el cuerpo en dos grupos anatómicos: Grupo A: compuesto por brazo, antebrazo y muñeca; Grupo B: incluye cuello, tronco y piernas.

Cada segmento recibe una puntuación individual basada en el ángulo articular observado, el soporte muscular, la asimetría y la carga física aplicada. Posteriormente, las puntuaciones se combinan a través de una serie de tablas para obtener dos puntajes intermedios (A y B), los cuales, sumados a factores como fuerza aplicada y actividad muscular

estática, permiten calcular un puntaje final (entre 1 y 7).

Para el registro y análisis, se evaluaron las posturas más repetitivas durante las actividades reales de trabajo, seleccionando instantes representativos en los que los trabajadores aplicaban pintura, manipulaban herramientas, o realizaban movimientos prolongados en altura o en espacios confinados. A partir de estas imágenes, se midieron los ángulos articulares con ayuda de herramientas digitales, y se codificaron en las tablas de RULA para determinar el nivel de acción requerido.

La interpretación del puntaje final se realizó según la siguiente escala:

Tabla 2: Puntuación RULA y asignación de nivel de riesgo

Puntaje RULA	Nivel de riesgo	Acción recomendada
1 – 2	Riesgo bajo	No se requiere acción inmediata
3 – 4	Riesgo moderado	Se recomienda investigar y aplicar mejoras
5 – 6	Riesgo alto	Se requiere intervención lo antes posible
7	Riesgo muy alto	Es necesaria una acción inmediata y rediseño

Fuente: (McAtamney & Nigel Corlett, 1993)

Este análisis permitió identificar posturas críticas adoptadas en actividades específicas, como la aplicación con pistola airless, la sujeción prolongada de mangueras, o el trabajo sobre superficies inclinadas o elevadas, las cuales contribuyen significativamente a la carga biomecánica en regiones como el cuello, hombros y espalda baja.

2.5.2.2. Evaluación de síntomas musculoesqueléticos

Como parte del análisis de los síntomas musculoesqueléticos, se seleccionaron cinco regiones anatómicas relevantes para la actividad de pintado industrial: cuello, hombros (izquierdo y/o derecho), columna (dorsal o lumbar), codo o antebrazo (izquierdo y/o derecho), y muñeca o mano (izquierdo o derecho). El Cuestionario Nórdico Estandarizado (NMQ)

permite evaluar la presencia de molestias en estas regiones en dos periodos temporales definidos: Últimos 12 meses, para identificar síntomas de tipo crónico y últimos 7 días, para detectar molestias agudas o directamente relacionadas con la ejecución reciente de tareas.

Además, el instrumento indaga sobre si dichas molestias han interferido con el desempeño laboral y si motivaron la búsqueda de atención médica en cada una de las regiones mencionadas.

Cada ítem fue codificado con respuestas dicotómicas (0 = No, 1 = Sí) correspondientes a la presencia de síntomas en cada periodo y región anatómica. Los datos fueron recopilados para el análisis por regiones específicas.

Tabla 3: Estructura de variables analizadas

Región anatómica	Síntomas 12 meses	Síntomas 7 días	Interferencia laboral	Atención médica requerida
Cuello	0 / 1	0 / 1	0 / 1	0 / 1
Hombro izquierdo	0 / 1	0 / 1	0 / 1	0 / 1
Hombro derecho	0 / 1	0 / 1	0 / 1	0 / 1
Columna (dorsal o lumbar)	0 / 1	0 / 1	0 / 1	0 / 1
Codo/antebrazo izquierdo	0 / 1	0 / 1	0 / 1	0 / 1
Codo/antebrazo derecho	0 / 1	0 / 1	0 / 1	0 / 1
Muñeca/mano izquierda	0 / 1	0 / 1	0 / 1	0 / 1
Muñeca/mano derecha	0 / 1	0 / 1	0 / 1	0 / 1

Fuente: (Kuorinka et al., 1987)

Adicionalmente, el instrumento adaptado por la empresa recolecta información sobre la prevalencia de síntomas por región y periodo, así como la frecuencia de interferencia en el trabajo y búsqueda de atención médica. Los resultados se representaron en gráficos de barras y tablas de contingencia, facilitando la identificación de patrones de riesgo y zonas afectadas.

Finalmente, los síntomas reportados por los trabajadores fueron correlacionados con los hallazgos del análisis postural (RULA), permitiendo establecer relaciones entre carga

biomecánica y presencia de molestias musculoesqueléticas.

2.5.3. Análisis estadístico

Los datos fueron organizados y procesados en Microsoft Excel 365 y IBM SPSS Statistics v.26. Se aplicaron los siguientes procedimientos:

- Estadística descriptiva para caracterizar la muestra y las variables principales (frecuencias, porcentajes, medias y desviaciones estándar).
- Correlación de Spearman para evaluar la relación entre el puntaje RULA (riesgo disergonómico) y la presencia/intensidad de síntomas musculoesqueléticos, dado que se trata de variables ordinales y no paramétricas.

3. Resultados

Respecto a la edad, el 25,0 % se encuentra en el rango de 25 a 28 años, conformado únicamente por ayudantes, mientras que los oficiales presentan mayor concentración en rangos superiores, destacando que el 22,5 % tiene entre 45 y 48 años. Por su parte, los operarios predominan en los rangos intermedios, principalmente entre 33 y 36 años (12,5 %).

En relación con los años de experiencia, la mayor proporción corresponde a ayudantes con 1 a 3 años (30,0 %), seguido por oficiales con 16 a 18 años (15,0 %) y operarios con 4 a 6 años (15,0 %). Esto evidencia una diferencia en la antigüedad según el puesto ocupado: los ayudantes son personal con menor experiencia, mientras que los oficiales presentan una trayectoria laboral considerablemente más amplia.

Finalmente, en cuanto al género, la totalidad de la muestra estuvo conformada por

trabajadores de sexo masculino (100 %), distribuidos en 35,0 % ayudantes, 37,5 % oficiales y 27,5 % operarios.

Tabla 4: Distribución de los trabajadores según variables sociodemográficas y laborales

Variables	Rangos	Puesto en la empresa						Total	%
		Ayudante	%	Oficial	%	Operario	%		
Edad del trabajador	[25-28]	10	25,0%	0	0,0%	0	0,0%	10	25,0%
	[29-32]	4	10,0%	0	0,0%	3	7,5%	7	17,5%
	[33-36]	0	0,0%	0	0,0%	5	12,5%	5	12,5%
	[37-40]	0	0,0%	0	0,0%	3	7,5%	3	7,5%
	[41-44]	0	0,0%	6	15,0%	0	0,0%	6	15,0%
	[45-48]	0	0,0%	9	22,5%	0	0,0%	9	22,5%
Años de experiencia	[1-3]	12	30,0%	0	0,0%	0	0,0%	12	30,0%
	[4-6]	2	5,0%	0	0,0%	6	15,0%	8	20,0%
	[7-9]	0	0,0%	0	0,0%	5	12,5%	5	12,5%
	[10-12]	0	0,0%	3	7,5%	0	0,0%	3	7,5%
	[13-15]	0	0,0%	4	10,0%	0	0,0%	4	10,0%
	[16-18]	0	0,0%	6	15,0%	0	0,0%	6	15,0%
	[19-21]	0	0,0%	2	5,0%	0	0,0%	2	5,0%
Género	Masculino	14	35,0%	15	37,5%	11	27,5%	40	100,0

Fuente: Datos de la investigación

En la Tabla 5 se presentan los puntajes obtenidos mediante el método RULA,

distribuidos por puesto de trabajo. Se observa que la mayoría de los trabajadores se ubica en niveles que requieren intervención ergonómica inmediata o pronta. En detalle, el 25,0 % obtuvo puntaje 5 y otro 25,0 % alcanzó el puntaje 6, ambos considerados de alto riesgo disergonómico, lo que indica la necesidad de implementar cambios en la postura o en las condiciones de trabajo en el corto plazo.

En cuanto a la distribución por puesto, los oficiales concentran la mayor proporción en los niveles intermedios de riesgo, con 10,0 % en puntaje 5 y 10,0 % en 6, mientras que los ayudantes presentan un comportamiento más disperso, destacando un 12,5 % en el nivel máximo (7), que representa el riesgo más elevado y exige una intervención ergonómica

inmediata. Por su parte, los operarios muestran un 12,5 % en puntaje 5, siendo este el grupo con mayor exposición a posturas que requieren corrección en un plazo relativamente corto.

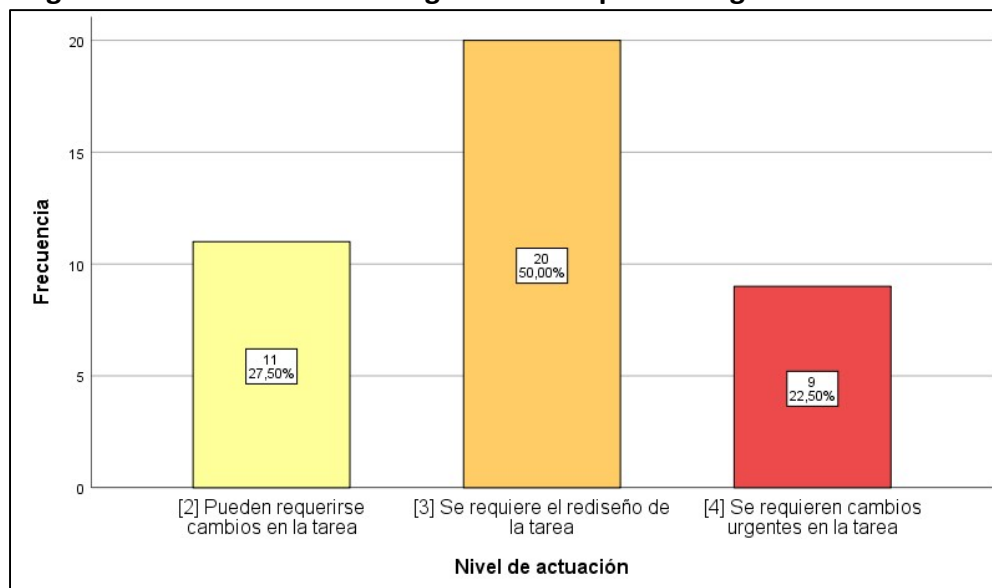
Tabla 5: Puntajes RULA según puesto de trabajo

		Puntaje RULA										Total
		(3)	%	(4)	%	(5)	%	(6)	%	(7)	%	
Puesto en la empresa	Ayudante	2	5,0%	3	7,5%	1	2,5%	3	7,5%	5	12,5%	14 35,0%
	Oficial	1	2,5%	3	7,5%	4	10,0%	4	10,0%	3	7,5%	15 37,5%
	Operario	2	5,0%	0	0,0%	5	12,5%	3	7,5%	1	2,5%	11 27,5%
	Total	5	12,5%	6	15,0%	10	25,0%	10	25,0%	9	22,5%	40 100,0%

Fuente: Datos de la investigación

Esta tendencia se confirma en la figura 1, donde se observa que el 50,0 % de los trabajadores se encuentra en el nivel 3, que implica que se requiere el rediseño de la tarea, mientras que un 22,5 % necesita cambios urgentes (nivel 4). Solo el 27,5 % permanece en nivel 2, donde podrían requerirse ajustes menores. La ausencia del nivel 1 indica que ninguna tarea evaluada puede considerarse ergonómicamente aceptable sin cambios.

Figura 1: Nivel de actuación ergonómica requerido según evaluación RULA



Fuente: Datos de la investigación

Según el Cuestionario Nórdico, los síntomas musculoesqueléticos se concentraron principalmente en la región dorsal/lumbar, seguida de hombros, codos y muñecas. Las

molestias en el cuello también fueron frecuentes.

Tabla 6: Prevalencia de síntomas musculoesqueléticos por región anatómica

Localización	Molestias	Frecuencia	%
Cuello	No	18	45.0%
	SI	22	55.0%
Hombro I	No	14	35.0%
	SI	26	65.0%
Hombro D	No	15	37.5%
	SI	25	62.5%
Dorsal/Lumbar	No	13	32.5%
	SI	27	67.5%
Codo/Antebrazo I	No	21	52.5%
	SI	19	47.5%
Codo/Antebrazo D	No	16	40.0%
	SI	24	60.0%
Muñeca/Mano I	No	17	42.5%
	SI	23	57.5%
Muñeca/Mano D	No	20	50.0%
	SI	20	50.0%

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 7 se muestran los resultados de la prueba de Chi-cuadrado de independencia entre el nivel de riesgo postural (RULA) y la presencia de efectos musculoesqueléticos en las diferentes zonas corporales evaluadas mediante el cuestionario nórdico. Los valores de significación asintótica (p) fueron mayores a 0,05 en la mayoría de las zonas corporales, incluyendo cuello, hombro derecho, región dorsal/lumbar, codo izquierdo, codo y mano derechos. Por otro lado, se observó un valor de significación cercano al umbral en el hombro izquierdo ($\chi^2 = 5,490$; $p = 0,064$) la cual es una asociación marginal y un valor estadísticamente significativo en la mano izquierda ($\chi^2 = 11,048$; $p = 0,004$).

Tabla 7: Prueba de Chi-cuadrado entre el nivel de riesgo postural (RULA) y la presencia de molestias musculoesqueléticas por zona corporal

Efecto musculoesquelético	Riesgo postural	
	Valor	Significación asintótica

(bilateral)		
Cuello	3,430	0.180
Hombro I	5,490	0.064
Hombro D	,417	0.812
Dorsal/Lumbar	1,332	0.514
Codo I	3,092	0.213
Codo D	3,561	0.169
mano I	11,048	0.004
Mano D	3,669	0.160

Fuente: Elaboración propia

El análisis reveló una correlación positiva fuerte y estadísticamente significativa entre el puntaje RULA y el puntaje del cuestionario Nórdico, con un coeficiente de Spearman de $\rho = 0.751$ ($p < 0.001$). Por lo que, a medida que incrementa el nivel de riesgo ergonómico identificado por el método RULA, también podrá incrementar la cantidad y severidad de síntomas musculoesqueléticos en los trabajadores.

Tabla 8: Correlación de Spearman entre riesgo disergonómico (RULA) y síntomas musculoesqueléticos (Nórdico)

Variables	ρ (Spearman)	Valor p	Interpretación
Puntaje RULA vs Puntaje Nórdico	0.751	< 0.001	Correlación positiva fuerte
ρ : Coeficiente de correlación de Spearman			
$p < 0.05$			

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados evidencian que existe una relación directa entre la exposición a posturas forzadas o inadecuadas y la aparición de trastornos musculoesqueléticos en contextos laborales exigentes como el pintado de tanques de almacenamiento de petróleo.

4. Discusiones

Los resultados obtenidos confirman la hipótesis planteada: existe una relación significativa entre el nivel de riesgo disergonómico, medido mediante RULA, y la prevalencia

de trastornos musculoesqueléticos (TME) en los trabajadores encargados de recubrimientos anticorrosivos. La fuerte correlación ($p = 0.751$; $p < .001$) validada en este estudio coincide con la efectividad del método RULA en la predicción de síntomas musculoesqueléticos en entornos industriales reportada recientemente (Yazdanirad et al., 2018).

La elevada prevalencia de molestias en zonas como la región dorsal/lumbar (67.5 %), los hombros (hasta 65 %) y las muñecas sugiere que las posturas forzadas y repetitivas adoptadas durante la aplicación de pintura —especialmente con pistola airless y manejo de mangueras pesadas— generan una sobrecarga biomecánica considerable (Shanmugam et al., 2021). Los puntajes RULA elevados, especialmente en hombros, espalda y muñecas, son consistentes con hallazgos de un estudio realizado en Tailandia (Sirikasemsuk et al., 2024), quienes encontraron niveles críticos en trabajadores de recubrimientos metálicos. De manera similar, (Yánez Morillo et al., 2024) reportaron que los operadores post-cosecha exhibían puntuaciones de RULA cercanas a 6, lo que requiere intervención inmediata, y una correlación significativa con molestias musculoesqueléticas ($r = .457$).

En el caso específico del dolor en la mano izquierda, la asociación estadísticamente significativa entre el riesgo postural y molestias en la mano izquierda ($\chi^2 = 11.048$; $p = .004$), esta zona anatómica ha sido identificada como una de las más expuestas durante la manipulación de herramientas industriales (Greggi et al., 2024), lo que podría deberse al esfuerzo continuo de sujeción, vibración o precisión, el hallazgo coincide con un estudio, que mostró prevalencia alta de TME en extremidades superiores vinculada a herramientas manuales y posturo estático (Khan & Chaikumarn, 2024). Este patrón coincide además con investigaciones en trabajadores de pintura industrial que evidenciaron sobrecarga unilateral

asociada a herramientas mal diseñadas (Singh et al., 2025). Este hallazgo resalta la necesidad de rediseñar herramientas o tareas que reduzcan la carga unilateral y distribuyan de forma más equitativa el esfuerzo físico.

Es pertinente destacar la vulnerabilidad diferencial observada: ayudantes y operarios (con menor experiencia) presentaron riesgos ergonómicos más altos que oficiales. Este hallazgo es comparable con el estudio realizado en enfermeras (Ayvaz et al., 2023), donde se reportó que empleados con menor autonomía mostraban exposiciones ergonómicas más elevadas y reportes constantes de dolor, confirmando que la experiencia y control sobre el trabajo pueden amortiguar el impacto físico.

Un mérito clave de este estudio fue consolidar la validez interna de los instrumentos utilizados (RULA y Cuestionario Nórdico), comparándolos con una muestra industrial diversa. No obstante, se identificaron limitaciones relevantes: 1) la muestra estuvo compuesta exclusivamente por varones, lo cual restringe la generalización; 2) el diseño transversal impide establecer causalidad; 3) el autoinforme de síntomas puede estar sesgado por factores laborales. 4) el tamaño muestral, el cual es relativamente pequeño (n=40), lo que limita la generalización de los resultados.

Para investigaciones futuras, se sugiere: 1) Diseños longitudinales para evaluar la evolución de TME en relación con cargas acumulativas. 2) Incorporación de sensores inerciales o visión artificial para una evaluación ergonómica objetiva, recomendado en estudios previos (Tanthuwapathom et al., 2025). 3) Evaluar herramientas ergonómicas mejoradas, en línea con los prototipos de mango optimizado desarrollados el estudio ya mencionado (Singh et al.,

2025), y medir su impacto en la carga biomecánica comparando antes y después. 4) Extender el análisis a otros procesos industriales, replicando la metodología para verificar su aplicabilidad en diferentes contextos ocupacionales, siguiendo el modelo planteado el 2024 (Sirikasemsuk et al., 2024).

5. Conclusiones

22 Se concluye que las posturas adoptadas por los trabajadores durante la ejecución de actividades de pintado industrial en tanques de almacenamiento representan un riesgo disergonómico alto a muy alto, conforme a los criterios del método RULA. Estas condiciones posturales, derivadas de la manipulación de herramientas, el trabajo en altura y la operación en espacios confinados, requieren intervenciones ergonómicas inmediatas para prevenir daños acumulativos al sistema musculoesquelético.

Se determinó que las molestias musculoesqueléticas afectan predominantemente a regiones como la zona lumbar, los hombros y las muñecas, siendo estos segmentos anatómicos los más comprometidos durante el proceso operativo. La distribución anatómica y la frecuencia de los síntomas evidencian una carga biomecánica localizada, cuya recurrencia puede comprometer la capacidad funcional y el desempeño del trabajador a mediano plazo.

10 28 El análisis estadístico permitió establecer que existe una asociación positiva y significativa entre el nivel de riesgo postural identificado por RULA y la frecuencia/intensidad de los síntomas musculoesqueléticos reportados mediante el Cuestionario Nórdico. Esta relación confirma que los trabajadores más expuestos a posturas forzadas presentan una mayor

probabilidad de desarrollar trastornos musculoesqueléticos, lo que respalda la utilidad de estos instrumentos como herramientas de vigilancia en entornos laborales con alta demanda física.

6. Referencias Bibliográficas

Abdul Halek, R. Bin, Dev, A., Hong Chew, K., & Abdul Hannan, M. (2025). Evaluation of Validity and Reliability of Rapid Upper Limb Assessment (RULA) Method in Research Experiment: A Systematic Review. *Open Journal of Safety Science and Technology*, 15(01), 1–13.

<https://doi.org/10.4236/ojsst.2025.151001>

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/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-24492014000300012>

Ahmed, M. N. (2020). The use of performance-based contracting in managing the outsourcing of a reliability-centered maintenance program: A case study. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 26(4), 526–554.

<https://doi.org/10.1108/JQME-02-2018-0007>

Alvarez-Casado, E., & Tello, S. (2014). Revisión sistematica sobre el análisis de la exposición al riesgo de trastornos musculoesqueléticos en el oficio de pintor. *Instituto Nacional de Seguridad y Salud En El Trabajo*, 1, 06–19.

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/PUBLICACIONES>

[PERIODICAS/Rev_INSHT/2014/77/SST_77_enlaces-pequ.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/PUBLICACIONES/PERIODICAS/Rev_INSHT/2014/77/SST_77_enlaces-pequ.pdf)

Ayvaz, Ö., Özyıldırım, B. A., İşsever, H., Öztan, G., Atak, M., & Özel, S. (2023). Ergonomic risk assessment of working postures of nurses working in a medical faculty hospital with REBA and RULA methods. *Science Progress*, 106(4), 1–21.

<https://doi.org/10.1177/00368504231216540>

Bornstein, M. H., Jager, J., & Putnick, D. L. (2013). Sampling in developmental science: Situations, shortcomings, solutions, and standards. *Developmental Review*, 33(4), 357–370.
<https://doi.org/10.1016/j.dr.2013.08.003>

Chepur, P. V., Chipurnoy, N. A., Shemetov, K. A., Efremova, A. M., & Konev, A. A. (2025). Corrosion protection of tanks: promising solutions using composite materials. *Oil and Gas Studies*, 1, 89–99. <https://doi.org/10.31660/0445-0108-2025-1-89-99>

Congreso de la República. (2011a). Ley N° 29733, Ley de protección de datos personales. In *Diario oficial "El Peruano"* (pp. 1–31). <https://www.gob.pe/institucion/congreso-de-la-republica/normas-legales/243470-29733>

Congreso de la República. (2011b). Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo. In *Diario oficial "El Peruano"* (No. 29783; p. 13).
[https://web.ins.gob.pe/sites/default/files/Archivos/Ley 29783 SEGURIDAD SALUD EN EL TRABAJO.pdf](https://web.ins.gob.pe/sites/default/files/Archivos/Ley%2029783%20SEGURIDAD%20SALUD%20EN%20EL%20TRABAJO.pdf)

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). Research Design: Qualitative, quantitative and mixed methods approaches. In *SAGE*. <https://doi.org/10.4324/9780429469237-3>

De Barros, E. N. C., & Alexandre, N. M. C. (2003). Cross-cultural adaptation of the Nordic musculoskeletal questionnaire. *International Nursing Review*, 50(2), 101–108.
<https://doi.org/10.1046/j.1466-7657.2003.00188.x>

Gobba, F., Gherzi, R., Martinelli, S., Richeldi, A., Clerici, P., & Grazioli, P. (2008). Traduzione in

lingua italiana e validazione del questionario standardizzato Nordic IRSST per la rilevazione di disturbi muscoloscheletrici. *Medicina Del Lavoro*, 99(6), 424–443.

Gómez-Rodríguez, R., Díaz-Pulido, B., Gutiérrez-Ortega, C., Sánchez-Sánchez, B., & Torres-Lacomba, M. (2020). Cultural adaptation and psychometric validation of the standardised nordic questionnaire Spanish version in musicians. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(2), 1–10. <https://doi.org/10.3390/ijerph17020653>

Greggi, C., Visconti, V. V., Albanese, M., Gasperini, B., Chiavoghilefu, A., Prezioso, C., Persechino, B., Iavicoli, S., Gasbarra, E., Iundusi, R., & Tarantino, U. (2024). Work-Related Musculoskeletal Disorders: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Clinical Medicine*, 13(13). <https://doi.org/10.3390/jcm13133964>

Hamerska, I. S., & Oliinyk, T. I. (2023). Justificación de la importancia de la adhesión a los principios éticos para garantizar la integridad en la investigación científica. *Información Empresarial*, 89, 6–11. <https://doi.org/https://doi.org/10.32983/2222-4459-2023-1-6-11>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología De La Investigación. In *Mc. Graw Hill Education* (6ta ed., Issue 12). Mc. Graw Hill. <https://doi.org/10.21555/rpp.v0i12.1812>

Hulshof, C. T. J., Colosio, C., Daams, J. G., Ivanov, I. D., Prakash, K. C., Kuijper, P. P. F. M., Leppink, N., Mandic-Rajcevic, S., Masci, F., van der Molen, H. F., Neupane, S., Nygård, C. H., Oakman, J., Pega, F., Proper, K., Prüss-Üstün, A. M., Ujita, Y., & Frings-Dresen, M. H. W. (2019). WHO/ILO work-related burden of disease and injury: Protocol for systematic reviews of exposure to occupational ergonomic risk factors and of the effect of exposure

to occupational ergonomic risk factors on osteoarthritis of hip or knee and selected other .

Environment International, 125(December 2018), 554–566.

<https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.09.053>

Kahraman, T., Genç, A., & Göz, E. (2016). The Nordic Musculoskeletal Questionnaire: cross-cultural adaptation into Turkish assessing its psychometric properties. *Disability and Rehabilitation*, 38(21), 2153–2160. <https://doi.org/10.3109/09638288.2015.1114034>

Kee, D. (2021). Comparison of OWAS, RULA and REBA for assessing potential work-related musculoskeletal disorders. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 83(March), 103140. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2021.103140>

Khan, M. A., & Chaikumarn, M. (2024). Musculoskeletal disorders, perceived stress, and ergonomic risk factors among smartphone eSports athletes: A cross-sectional study. *Journal of Musculoskeletal Surgery and Research*, 8(3), 247–255. https://doi.org/10.25259/JMSR_113_2024

Kumar, A., & Kamath, S. (2019). Avaliação rápida de membros superiores (RULA): evidências de validade e confiabilidade na identificação da ergonomia do local de trabalho entre funcionários de bancos que usam computadores. *Revista Pesquisa Em Fisioterapia*, 9(2), 194–203. <https://doi.org/10.17267/2238-2704rpf.v9i2.2320>

Kuorinka, I., Jonsson, B., Kilbom, A., Vinterberg, H., Biering-Sørensen, F., Andersson, G., & Jørgensen, K. (1987). Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Applied Ergonomics*, 18(3), 233–237. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(87\)90010-X](https://doi.org/10.1016/0003-6870(87)90010-X)

Malapascua, J. R. M., Manazanilla, C. J. M., Mendoza, C. L., Terrones, M. M., Mendoza, A. C., & Curbano, R. J. P. (2020). Ergonomics risk factor model in business process outsourcing industry. *AIP Conference Proceedings*, 2233(May). <https://doi.org/10.1063/5.0001919>

Manghisi, V. M., Uva, A. E., Fiorentino, M., Bevilacqua, V., Trotta, G. F., & Monno, G. (2017). Real time RULA assessment using Kinect v2 sensor. *Applied Ergonomics*, 65, 481–491. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2017.02.015>

McAtamney, L., & Nigel Corlett, E. (1993). RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, 24(2), 91–99. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(93\)90080-S](https://doi.org/10.1016/0003-6870(93)90080-S)

Mesquita, C. C., Ribeiro, J. C., & Moreira, P. (2010). Portuguese version of the standardized Nordic musculoskeletal questionnaire: Cross cultural and reliability. *Journal of Public Health*, 18(5), 461–466. <https://doi.org/10.1007/s10389-010-0331-0>

Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo. (2008). Aprueban la Norma Basica de Ergonomia y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico. In *Resolución Ministerial N.º 375-2008-TR* (pp. 1–2). <https://www.gob.pe/institucion/mtpe/normas-legales/394457-375-2008-tr>

Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo. (2012). Decreto Supremo N° 005-2012-TR: Reglamento de la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo. In *Diario oficial “El Peruano”* (Issue 7, pp. 1–35). <https://www.gob.pe/institucion/presidencia/normas-legales/462577-005-2012-tr>

Noor, R. A. M., Barliana, M. S., Soemarto, S., & Kuntadi, I. (2020). Designing an adjustable height engine stand to reduce the risk of student's Musculoskeletal Disorders (MSDs) in engine tune up practice. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 830(4).

<https://doi.org/10.1088/1757-899X/830/4/042091>

Odebiyi, D., & Chris Okafor, U. A. (2023). Ergonomics - New Insights. In *Musculoskeletal Disorders, Workplace Ergonomics and Injury Prevention*.

<https://doi.org/10.5772/intechopen.106031>

OMS. (2022). *Salud musculoesquelética*. Ginebra: Organización Mundial de La Salud.

<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>

Pereira Valentim, D., de Oliveira Sato, T., Caíres Comper, M. L., Martins da Silva, A., Villas Boas, C., & Simprini Padula, R. (2018). Reliability, Construct Validity and Interpretability of the Brazilian version of the Rapid Upper Limb Assessment (RULA) and Strain Index (SI).

Brazilian Journal of Physical Therapy, 22(3), 198–204.

<https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2017.08.003>

Rahman, M. N. A., Yek, L. Z., Haw, H. F., Masood, I., Abdullah, H., Hassan, M. F., Haq, R. H. A., Arifin, A. M. T., Osman, S. A., Taib, I., & Pratiwi, I. (2025). Relationship between Improper Working Posture among Maintenance Workers using Different Assessment Methods.

Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology, 49(2), 15–25. <https://doi.org/10.37934/araset.49.2.1525>

Rodríguez Salinas, N. G., Rodríguez Tovar, Y., Gutiérrez Escajeda, M. T., & Morales Chávez, E. (2023). Análisis de riesgos posturales en empresa mueblera con el método ergonómico

Rapid Entire Body Assessment (REBA). *TECNOCENCIA Chihuahua*, 17(2), e1119.

<https://doi.org/10.54167/tch.v17i2.1119>

Shanmugam, M., Gnanavel, B. K., Vijaya Rajan, V., & Santhanam, V. (2021). Prevalence of musculoskeletal disorders and occupational risk factors among building painters in South India. *Journal of Physics: Conference Series*, 1937(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1937/1/012040>

Singh, R., Iqbal, R., & Pundir, A. K. (2025). Redesign of Painting Tools: Enhancing Handle Design for Reduced Strain and Improved Efficiency. *International Journal of Industrial Design*, 12(1), 44–49. <https://www.researchgate.net/publication/389813747>

Sirikasemsuk, K., Kittipanya-Ngam, P., Luanwiset, D., & Leerojanaprapa, K. (2024). Work posture risk comparison of RULA and REBA based on measures of assessment-score variability: A case study of the metal coating industry in Thailand. *International Journal of Innovative Research and Scientific Studies*, 7(3), 926–935. <https://doi.org/10.53894/ijirss.v7i3.2978>

Tanthuwapathom, R., Manupibul, U., Jarumethitanont, W., Limroongreungrat, W., Ongwattanakul, S., & Charoensuk, W. (2025). Reliability of sitting posture between physical therapist video-based evaluation and SMART IMU system using rapid upper limb assessment (RULA). *Scientific Reports*, 15(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-85159-z>

Yáñez Morillo, M. L., Almeida-Naranjo, C. E., Flores, J. C., & Navarrete Alboreda, E. D. (2024). MUSCULOSKELETAL DISORDERS AND ERGONOMIC RISKS IN A FLORICULTURAL COMPANY, MACHACHI, 2023 Maritza. *Journal of Population Theapeutics and Clinical Pharmacology*,

31(6), 1826–1838. <https://doi.org/10.53555/jptcp.v31i6.6770>

Yazdanirad, S., Hossein Khoshakhlagh, A., Habibi, E., Zare, A., Zeinodini, M., & Dehghani, F.

(2018). Comparing the Effectiveness of Three Ergonomic Risk Assessment Methods—RULA, LUBA, and NERPA—to Predict the Upper Extremity Musculoskeletal Disorders. *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 22(1), 8–13.

https://doi.org/10.4103/ijoem.IJOEM_23_18