



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL

**“EVALUACIÓN ERGONÓMICA EN LA CARGA Y DESCARGA  
DE MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN LA EMPRESA  
METALHIERRO S.A”**

**Autor:**

Alejandra Isabella Álava Macías

**Tutor de Titulación:**

Ing. César Augusto Arias Mendoza, Mg.

**Manta - Manabí - Ecuador**

**2025**

**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ  
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIA Y ARQUITECTURA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“EVALUACIÓN ERGONÓMICA EN LA CARGA Y DESCARGA DE  
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN LA EMPRESA METALHIERRO S.A”**

Sometida a consideración del Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, como requisito para obtener el título de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

Aprobado por el Tribunal Examinador:

\_\_\_\_\_  
DECANO DE LA FACULTAD

\_\_\_\_\_  
DIRECTOR

\_\_\_\_\_  
JURADO EXAMINADOR

\_\_\_\_\_  
JURADO EXAMINADOR

## Certificación del Tutor

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante **Álava Macías Alejandra Isabella**, legalmente matriculada en la carrera de Ingeniería Industrial, período académico **2025-1**, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **“Evaluación Ergonómica en la Carga y Descarga de Material de Construcción en la Empresa METAHIERRO S.A”**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad de este, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.



Ing. César Augusto Arias Mendoza, Mg.  
**TUTOR DE TITULACIÓN**

## Declaración de Autoría de Tesis

Álava Macías Alejandra Isabella, estudiante de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad de Ingeniería Industria y Arquitectura, Carrera de Ingeniería Industrial, libre y voluntariamente declaro que la responsabilidad del contenido del presente trabajo titulado “**Evaluación Ergonómica en la Carga y Descarga de Material de Construcción en la Empresa METALHIERRO S.A**” Es una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del tutor, Ing. César Augusto Arias Mendoza y la propiedad intelectual de la misma pertenece a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.



Álava Macías Alejandra Isabella  
C.I. 1313598912

Ing. Arias Mendoza Cesar Augusto, Mg.  
C.I. 1303387803

Manta, 01 de agosto del 2025

## **Dedicatoria**

Este logro no es solo fruto de mi esfuerzo, sino también del amor, apoyo y compañía de quienes fueron parte esencial de este proceso. Cada página refleja el aliento y la confianza que muchos depositaron en mí, incluso en momentos de duda.

Dedico esta tesis a Dios, por concederme la vida, la fuerza y la claridad necesarias para avanzar, aun en los días más difíciles. Su guía ha sido mi sostén constante.

A mis padres, por inculcarme valores fundamentales y por su amor incondicional, gracias por ser mi mayor ejemplo. A mis hermanas, por su compañía, comprensión y palabras de aliento, que me dieron refugio en los momentos más exigentes.

A mis verdaderas amistades, docentes y tutores, por su paciencia, exigencia y compromiso con mi formación. Cada consejo y orientación contribuyó a mi crecimiento personal y profesional.

Y a mí misma, por no rendirme, por superar el cansancio y las inseguridades, por valorar cada pequeño avance. Hoy reconozco con orgullo el camino recorrido y el esfuerzo que me trajo hasta aquí.

Isabella Álava

## **Reconocimiento**

Durante este proceso académico y la elaboración de esta tesis, muchas personas e instituciones fueron clave para alcanzar este logro. A todas ellas, expreso mi profundo agradecimiento.

A mi tutor, por su guía constante, compromiso y valiosas sugerencias que enriquecieron este trabajo. A los docentes que, con sus enseñanzas y ejemplo, fortalecieron mi formación profesional y ética.

A la universidad, por brindarme los recursos y espacios necesarios para crecer académica y humanamente.

A mi familia, por su apoyo incondicional y por ser mi principal sostén emocional.

Y a quienes, aunque no estén mencionados, aportaron de manera significativa en este camino, les extiendo mi más sincero y eterno agradecimiento.

Isabella Álava

## Índice de Contenido

Certificación del Tutor .....	iii
Declaración de Autoría de Tesis .....	iv
Dedicatoria.....	v
Reconocimiento .....	vi
Índice de Contenido .....	vii
Resumen Ejecutivo .....	xiii
Executive Summary .....	xiv
Introducción .....	1
Planteamiento del problema .....	2
Macro Contexto .....	2
Meso Contexto .....	3
Micro Contexto .....	3
Formulación del problema .....	4
Preguntas directrices.....	4
Objetivos.....	5
Objetivo General .....	5
Objetivos Específicos .....	5
Justificación .....	6
Fundamentación Teórica .....	6
1.1 Antecedentes Investigativos .....	7
1.2 Bases Teóricas .....	10
1.2.1 Fundamentos de la Ergonomía .....	10
1.2.2 Impacto de la Carga Física en la Construcción.....	11
1.2.3 Evaluación de Riesgos Ergonómicos .....	12
1.2.4 Metodología NIOSH .....	12

1.2.4.1	Ecuación.....	15
1.2.4.2	Establecimiento de la constante de carga.....	18
1.2.4.3	Obtención de los coeficientes de la ecuación.....	18
1.2.4.4	Factor de distancia horizontal (HM).....	19
1.2.4.5	Factor de altura, VM.....	20
1.2.4.6	Factor de desplazamiento vertical, DM.....	20
1.2.4.7	Factor de asimetría, AM.....	21
1.2.4.8	Factor de frecuencia, FM.....	22
1.2.4.9	Factor de Agarre, CM.....	23
1.2.4.10	Identificación del riesgo a través del índice de levantamiento.....	25
1.2.4.11	Principales limitaciones de la ecuación.....	26
1.2.4.12	Cálculo del índice compuesto para tareas múltiples.....	27
1.2.5	Implementación de Soluciones Ergonómicas.....	28
1.2.6	Lesiones Musculo-esqueléticas causadas por la manipulación de cargas y su Prevención.....	29
1.2.7	Recomendaciones y Buenas Prácticas.....	30
1.3	Marco Conceptual.....	30
1.4	Marco Legal y Ambiental.....	33
1.5	Marco Metodológico.....	36
1.5.1	Modalidad Básica de la Investigación.....	37
1.5.2	Enfoque.....	38
1.5.3	Nivel de investigación.....	40
1.5.4	Población de estudio.....	41
1.5.5	Tamaño de la muestra.....	42
1.5.1	Técnicas de recolección de datos.....	43
1.5.2	Plan de recolección de datos.....	44
1.5.3	Procesamiento de la Información.....	45

1.6	Conclusiones preliminares del capítulo .....	46
Capítulo 2	.....	46
2	Diagnóstico o Estudio de Campo .....	46
2.1	Diagnóstico situacional de la empresa .....	46
2.1.1	Información General .....	47
2.1.2	Misión Empresarial .....	48
2.1.3	Visión Empresarial.....	48
2.1.4	Ubicación y Duración.....	48
2.1.5	Estructura Organizacional .....	50
2.2	Estudio de Campo .....	50
2.2.1	Aplicación de la metodología NIOSH.....	50
2.2.1.1	Tarea 1 .....	50
2.2.1.2	Tarea 2 .....	53
2.2.1.3	Tarea 3 .....	56
2.3	Conclusiones preliminares del capítulo .....	59
Capítulo 3	.....	60
3	Propuesta de Mejora.....	60
3.1	Objetivo de la propuesta .....	61
3.2	Componentes de la propuesta .....	61
3.2.1	Rediseño del puesto de trabajo .....	61
3.2.2	Incorporación de ayudas mecánicas .....	62
3.2.3	Capacitación y formación continua .....	63
3.2.4	Establecimiento de pausas activas y rotación de tareas.....	63
3.2.5	Sistema de evaluación continua .....	64
3.3	Recursos requeridos .....	65
3.4	Cronograma de implementación (12 semanas).....	66
3.5	Indicadores de evaluación de la propuesta .....	66

3.6	Conclusión técnica de la propuesta .....	67
3.7	Conclusiones preliminares del capítulo .....	68
	Conclusiones .....	70
	Recomendaciones .....	72
	Bibliografía.....	74

## Índice de Figuras

Ilustración 1. Localización estándar de levantamiento .....	17
Ilustración 2. Representación gráfica del ángulo de asimetría del levantamiento (A).....	21
Ilustración 3. Matriz Manta (Av.22 y calle 17) .....	48
Ilustración 4. Sucursal Tarqui (Av 113 y calle 116) .....	49
Ilustración 5. Sucursal frente a Manta Beach .....	49
Ilustración 6. Levantamiento del saco de 50kg.....	52
Ilustración 7. Levantamiento del tachó .....	55
Ilustración 8. Ubicación de la varilla corrugada .....	58

## Índice de Tablas

Tabla 1. Ecuación NIOSH revisada (1994) .....	15
Tabla 2. Cálculo del factor de frecuencia (FM).....	23
Tabla 3. Clasificación del agarre de una carga .....	24
Tabla 4. Determinación del factor de agarre .....	24
Tabla 5. Recursos requeridos .....	65
Tabla 6. Cronograma de implementación .....	66
Tabla 7. Indicadores de evaluación.....	67

## **Resumen Ejecutivo**

El presente estudio tiene como objetivo evaluar las condiciones ergonómicas en las actividades de carga y descarga de materiales en la empresa MetalHierro S.A., ubicada en Manta, Ecuador. A través de un enfoque mixto, se recopilaron datos mediante observación directa, mediciones ergonómicas y aplicación del método NIOSH para el análisis de riesgo. Los resultados revelaron la existencia de posturas forzadas, manipulación manual excesiva y carencia de equipos de apoyo, lo que genera un alto riesgo de lesiones musculoesqueléticas. Se identificaron valores del índice de levantamiento superiores a 1, lo que indica condiciones inaceptables según los estándares internacionales. A partir de estos hallazgos, se plantean estrategias de intervención ergonómica orientadas a la reducción del riesgo, el mejoramiento del bienestar laboral y el incremento de la productividad en la empresa.

### **Palabras clave:**

Ergonomía, carga manual, riesgos laborales, NIOSH, salud ocupacional.

## **Executive Summary**

The present study aims to evaluate the ergonomic conditions during material loading and unloading activities at the MetalHierro S.A. company, located in Manta, Ecuador. Using a mixed-method approach, data were collected through direct observation, ergonomic measurements, and the application of the NIOSH risk analysis method. The results revealed awkward postures, excessive manual handling, and a lack of support equipment, generating a high risk of musculoskeletal injuries. Lifting index values above 1 were identified, indicating unacceptable conditions according to international standards. Based on these findings, ergonomic intervention strategies are proposed aimed at reducing risk, improving worker well-being, and increasing productivity at the company.

### **Keywords:**

Ergonomics, manual loading, occupational hazards, NIOSH, occupational health.

## Introducción

En el sector de la construcción, una de las actividades más recurrentes y físicamente demandantes es la carga y descarga de materiales. Estas tareas, aunque fundamentales para el desarrollo de los proyectos constructivos, están frecuentemente asociadas con la exposición a factores de riesgo ergonómico que afectan la salud física de los trabajadores. En particular, la manipulación manual de materiales pesados puede generar lesiones musculoesqueléticas, disminución de la capacidad laboral y un aumento en el ausentismo, lo que repercute negativamente tanto en la productividad como en la calidad de vida de los empleados.

La empresa MetalHierro S.A., ubicada en la ciudad de Manta, Ecuador, no es ajena a esta problemática. A pesar de su relevancia dentro del sector local de la construcción, sus procesos actuales de carga y descarga carecen de una evaluación ergonómica sistematizada que permita identificar condiciones laborales inadecuadas. En este contexto, se vuelve indispensable realizar un estudio que permita diagnosticar los riesgos ergonómicos presentes y proponer mejoras que optimicen el entorno de trabajo y salvaguarden la integridad física de los trabajadores.

Este proyecto de investigación plantea una evaluación ergonómica de las actividades de carga y descarga en MetalHierro S.A., utilizando como base metodológica el modelo propuesto por el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional. A través de la recolección de datos cuantitativos y cualitativos, se analizarán aspectos clave como las posturas, la frecuencia y duración de las tareas, y el peso de los materiales manipulados. El enfoque mixto de la investigación permitirá obtener una visión integral de la situación actual, y a partir de ello, formular propuestas de mejora ajustadas a la realidad de la empresa.

El desarrollo de esta investigación no solo busca reducir los riesgos de lesión, sino también promover una cultura de prevención y bienestar dentro del

entorno laboral. La ergonomía aplicada representa una herramienta estratégica para aumentar la eficiencia operativa, mejorar la moral del personal y garantizar el cumplimiento de las normativas legales en materia de seguridad y salud en el trabajo.

## **Planteamiento del problema**

### **Macro Contexto**

La carga y descarga de materiales de construcción representa una de las actividades laborales más exigentes en términos físicos y psicológicos, lo que ha llevado a la implementación de normativas internacionales enfocadas en la ergonomía. Organizaciones como la Organización Mundial de la Salud y la Organización Internacional del Trabajo han subrayado la importancia de optimizar estas tareas para minimizar el riesgo de lesiones y mejorar la salud ocupacional. A nivel global, se estima que las lesiones musculoesqueléticas asociadas con estas actividades representan un porcentaje significativo de los accidentes laborales, lo que repercute no solo en la salud de los trabajadores, sino también en la productividad y los costos para las empresas. (Konz S, 2007).

Además, la evolución de la tecnología y la automatización en el sector de la construcción ha generado un debate sobre la necesidad de rediseñar los procesos de trabajo. El uso de herramientas ergonómicas y técnicas adecuadas de manipulación puede reducir considerablemente la incidencia de lesiones relacionadas con la carga y descarga de materiales. Sin embargo, en muchas partes del mundo, especialmente en países en vías de desarrollo, estas prácticas ergonómicas no están suficientemente integradas en la cultura laboral, lo que resalta la necesidad de una evaluación sistemática y la formación adecuada para los trabajadores. (Mansfield N, 2010).

## **Meso Contexto**

En Latinoamérica, la situación ergonómica en la carga y descarga de materiales de construcción es crítica, dado que muchos países de la región enfrentan altos índices de accidentes laborales y enfermedades ocupacionales. Las características del mercado laboral, que a menudo incluye un alto porcentaje de trabajo informal y poco regulado, complican la implementación de normativas que promuevan prácticas ergonómicas adecuadas. Estudios han señalado que la falta de formación y concienciación sobre la ergonomía entre los trabajadores y empleadores contribuye a un entorno laboral que no prioriza la salud ocupacional. (González, 2014).

Además, las disparidades económicas en la región influyen en la capacidad de las empresas para invertir en tecnologías y herramientas ergonómicas. Muchas pequeñas y medianas empresas (PYMES) carecen de recursos para implementar cambios significativos en sus procesos de trabajo, lo que perpetúa la situación de riesgo para los trabajadores. Por lo tanto, es fundamental desarrollar estrategias que no solo se enfoquen en la mejora de las condiciones de trabajo, sino que también incluyan una sensibilización sobre la importancia de la ergonomía en el sector de la construcción. (Zúñiga, 2015).

## **Micro Contexto**

En Manta, Ecuador, la empresa Metal Hierro S.A. enfrenta desafíos significativos relacionados con la ergonomía en sus procesos de carga y descarga de materiales. A pesar de ser un actor importante en la industria de la construcción local, la falta de capacitación en ergonomía y el escaso uso de herramientas adecuadas han llevado a un aumento en las lesiones laborales entre sus trabajadores. Esto no solo afecta la salud de los empleados, sino que también impacta negativamente en la productividad y la moral del equipo. (Aguirre, 2018).

La situación se ve agravada por el contexto económico y la cultura laboral en Manta, donde la ergonomía a menudo se considera un aspecto secundario. La empresa tiene la oportunidad de liderar cambios en esta área, implementando evaluaciones ergonómicas y formaciones que promuevan técnicas seguras de manejo de materiales. La mejora de las condiciones laborales no solo beneficiaría a los trabajadores, sino que también podría traducirse en una mayor eficiencia operativa y un mejor rendimiento empresarial. (Ríos, 2020).

## **Formulación del problema**

¿Cuáles son las condiciones y prácticas actuales que los trabajadores emplean durante las actividades de carga y descarga, y cómo estas pueden estar contribuyendo a la aparición de lesiones musculoesqueléticas y afectando la productividad, lo que resalta la necesidad de identificar riesgos ergonómicos y proponer medidas correctivas que mejoren la seguridad y el bienestar laboral?

## **Preguntas directrices**

- ¿Cuáles son las posturas y movimientos realizados por los trabajadores durante la carga y descarga de material de construcción en la empresa MetalHierro?
- ¿Qué factores ergonómicos influyen en el desempeño físico y el bienestar de los empleados durante las actividades de carga y descarga de materiales?
- ¿Qué nivel de carga física soportan los trabajadores al manipular materiales pesados en la empresa MetalHierro?

- ¿Qué estrategias y recomendaciones ergonómicas se pueden proponer para reducir los riesgos de lesiones musculoesqueléticas en los trabajadores?

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

- Evaluar las condiciones ergonómicas presentes en las actividades de carga y descarga de material de construcción en la empresa MetalHierro, con el fin de ir identificando factores de riesgo y las correspondientes mejoras para la salud y seguridad de los trabajadores.

### **Objetivos Específicos**

- Analizar las posturas y movimiento ejecutados por los trabajadores durante las actividades de carga y descarga de materiales de construcción, considerando su posible relación con la aparición de trastornos musculoesqueléticos y la disminución del rendimiento laboral.
- Identificar los factores ergonómicos presentes en el entorno de trabajo que inciden en el bienestar físico de los empleados involucrados en tareas de manipulación de carga manual.
- Evaluar el nivel de exigencia física asociado a la manipulación de materiales pesados, con base en los criterios establecidos por metodologías ergonómicas reconocidas, logrando la valoración de su impacto sobre la salud ocupacional.
- Proponer mejoras ergonómicas viables orientadas a la prevención de riesgos laborales y a la optimización de las condiciones de trabajo del personal de la empresa.

## Justificación

Es un proyecto relevante aborda la problemática de las condiciones laborales en la industria de la construcción, particularmente en tareas de carga y descarga de materiales pesados. Estas actividades, que involucran altos niveles de esfuerzo físico, son responsables de una gran proporción de lesiones musculoesqueléticas, lo cual repercute en la salud de los trabajadores y en la eficiencia operativa de la empresa. El análisis ergonómico en esta área permitirá identificar riesgos y proponer mejoras que promuevan un entorno de trabajo seguro y saludable, alineado con las normativas laborales y de seguridad industrial vigentes.

Teórica y metodológicamente, este proyecto se apoya en principios de la ergonomía aplicada en el manejo de cargas, un área que ha demostrado su valor en la reducción de riesgos laborales y optimización de los procesos. La implementación de una evaluación ergonómica permitirá aplicar modelos de análisis biomecánico, medición de cargas y evaluación postural, brindando una perspectiva sistemática de los factores de riesgo. Además, la metodología utilizada en este estudio podrá servir como modelo para otras empresas del sector, favoreciendo una cultura de prevención apuntando a la mejora continua en los procedimientos laborales.

El impacto de este estudio trasciende la salud individual de los trabajadores, pues también busca incrementar la productividad y eficiencia de la empresa MetalHierro S.A. al reducir los costos asociados a ausencias por enfermedad laboral, rotación de personal y accidentes laborales. A largo plazo, las mejoras en el manejo de materiales no solo beneficiarán a los trabajadores, sino que también permitirán a la empresa fortalecer su compromiso con la seguridad laboral, lo cual es fundamental para su imagen y sostenibilidad en el mercado.

# Fundamentación Teórica

## 1.1 Antecedentes Investigativos

(Sena, 2022), realizó un estudio en Buenos Aires, Argentina, titulado "Autoelevadoristas: Carga y descarga de materiales y/o pallets en camiones". El objetivo general de esta investigación fue evidenciar y mejorar los lineamientos relacionados con la higiene y seguridad en el trabajo que utiliza Holcim S.A. en su Centro de Distribución. Esto se llevó a cabo con el propósito de optimizar las tareas de carga y descarga de materiales y pallets, incorporando medidas preventivas y correctivas que aseguren procedimientos de trabajo seguros y que preserven la integridad física de los operarios, aplicando los conocimientos adquiridos durante su formación académica.

La metodología adoptada en este proyecto incluyó la realización de preguntas iniciales para evaluar el conocimiento del personal sobre el tema, seguida del desarrollo y la explicación del contenido mediante presentaciones en diapositivas. Además, se implementaron dinámicas como tormentas de ideas y diálogos interactivos con los trabajadores, complementadas con ejemplos prácticos y una evaluación del contenido expuesto.

Los resultados obtenidos evidencian que Holcim S.A. mantiene un alto compromiso con la seguridad de sus procesos y de sus trabajadores, considerando a estos últimos como el pilar fundamental de sus operaciones. El estudio concluyó que el enfoque en el elemento humano es primordial para el desarrollo de las actividades dentro de sus proyectos, destacando su objetivo de "Cero accidentes" y su misión de "Cero daños a las personas".

(Guamán, 2023), realizó un estudio en Ambato, Ecuador, titulado "Evaluación de posturas ergonómicas en el levantamiento y traslado de cargas en la empresa Gamo's". El objetivo general de esta investigación fue evaluar las posturas ergonómicas adoptadas durante el levantamiento y traslado de cargas

en la empresa de calzado Gamo's, específicamente en las áreas de bodega y almacenamiento.

La metodología empleada en este proyecto fue de enfoque mixto. Se utilizó un enfoque cualitativo mediante diversas herramientas y técnicas que facilitaron la identificación de riesgos ergonómicos asociados con el levantamiento y traslado de cargas. Adicionalmente, se aplicó un enfoque cuantitativo que permitió la recopilación de datos numéricos y estadísticos, proporcionando así una valoración e interpretación de los niveles de riesgo en base a la información obtenida.

Los resultados de la investigación revelaron que, durante la identificación de condiciones ergonómicas en la empresa, se observó que los trabajadores de las áreas de bodega y almacenamiento adoptan posturas inadecuadas al realizar actividades de levantamiento y traslado de cargas. Esta situación aumenta la probabilidad de desarrollar enfermedades laborales, especialmente trastornos musculoesqueléticos. La conclusión del estudio enfatiza la necesidad de implementar mejoras ergonómicas para mitigar los riesgos asociados y proteger la salud de los trabajadores.

(Pilco, 2023), llevó a cabo un estudio en Quito, Ecuador, titulado "Diseño de un programa de control de riesgos ergonómicos para el personal de la empresa Ferritecho". El objetivo general de esta investigación fue diseñar un programa orientado a controlar los riesgos ergonómicos que enfrentan los trabajadores de la empresa Ferritecho.

La metodología utilizada en esta investigación fue de carácter no experimental, de tipo cuantitativo y observacional explicativo. A través de la observación directa y la aplicación de diferentes métodos, incluyendo la captura de fotografías y videos de las actividades realizadas por los trabajadores en la bodega de Ferritecho, se llevó a cabo una evaluación que permitió obtener resultados cuantificables. Esta información fue fundamental para dar respuesta a los objetivos planteados en el estudio.

Los resultados indicaron que el diseño del programa es de considerable impacto para la sociedad, presentando características que lo hacen fácilmente

aplicable y fundamentado en bases teóricas sólidas. Además, el programa cuenta con calidad técnica y los recursos necesarios para su implementación, habiendo sido validado por expertos en el ámbito de la salud y seguridad ocupacional. La conclusión resalta la relevancia de este programa en la mejora de las condiciones laborales y la mitigación de riesgos ergonómicos en el entorno laboral de Ferritecho.

(Barrero, 2022), realizó un estudio en Quito, Ecuador, titulado "Gestión de riesgos ergonómicos para la disminución de lesiones osteomusculares en la operación de extracción de materiales de construcción en la concesión minera Tanlahua". El objetivo general de esta investigación fue diseñar un programa de gestión de riesgo biomecánico que mitigue las lesiones osteomusculares asociadas con las actividades de extracción de materiales en la mencionada concesión minera.

La metodología adoptada en este estudio fue de enfoque mixto. Se utilizaron herramientas como ERGOPREMAPA para recopilar datos estadísticos sobre los riesgos de mayor impacto en cada puesto de trabajo, lo que permitió obtener información cuantitativa relevante. Además, para la evaluación de los riesgos biomecánicos, se aplicó la guía ISO TR 11226, integrando un enfoque cualitativo que complementó los análisis cuantitativos realizados.

Los resultados indicaron que la implementación del programa de gestión de riesgos ergonómicos en la industria minera a cielo abierto podría reducir significativamente los riesgos biomecánicos en los puestos de trabajo, así como mejorar la productividad de los trabajadores y de la empresa en general. De los doce puestos de trabajo evaluados, se identificaron las actividades de soldador y asistente de planta de trituración como las de mayor riesgo biomecánico, junto con el puesto de cargadora 3, que carecía de un asiento conforme a las recomendaciones ergonómicas mínimas. La conclusión resalta la necesidad urgente de abordar estos riesgos para garantizar la salud y el bienestar de los trabajadores en la concesión minera Tanlahua.

(Corzo Melanie, 2021), realizaron un estudio en Lima, Perú, titulado "Implementación de métodos ergonómicos para mejorar la productividad en el

área de carga y descarga de JEMSEM Callao 2021". El objetivo general de esta investigación fue determinar cómo la implementación de métodos ergonómicos podría mejorar la productividad en el área de carga y descarga de materiales en JEMSEM.

La investigación se clasificó como aplicada, ya que los resultados se derivaron de un problema específico y una hipótesis, con un enfoque en el método cuantitativo. Se llevó a cabo un diseño preexperimental, en el que se demostraron los métodos propuestos y se analizó una variable en particular, sin buscar las causas del fenómeno estudiado, lo que facilitó un primer acercamiento al tema. Durante el proceso, se midieron las variables relacionadas con la productividad del personal de manera precisa.

Los resultados mostraron que la implementación de estrategias para prevenir posturas forzadas mejoró significativamente la productividad en el área de carga y descarga de materiales en JEMSEM, evidenciando una reducción del 21% en los problemas relacionados con la manipulación de cargas. Este cambio no solo permitió a los colaboradores manejar mejor las cargas, sino que también ayudó a minimizar los riesgos laborales, resultando en un aumento en la productividad que benefició tanto a los trabajadores como a la empresa. La conclusión subraya la importancia de la ergonomía en la mejora del rendimiento laboral y la salud de los trabajadores.

## **1.2 Bases Teóricas**

### **1.2.1 Fundamentos de la Ergonomía**

La ergonomía es una disciplina científica que busca la adecuación del entorno laboral a las capacidades del ser humano, con el fin de optimizar el bienestar y el desempeño general. En el contexto de la industria de la construcción, esta disciplina es esencial para reducir el número de lesiones

musculoesqueléticas asociadas a la manipulación manual de cargas. (Helander, 2006)

El diseño ergonómico de herramientas y procedimientos ha mostrado reducir las lesiones laborales y aumentar la productividad. La Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo enfatiza que la adaptación ergonómica de las estaciones de trabajo y el uso de equipos de apoyo pueden reducir el esfuerzo físico y mejorar la eficiencia operativa, algo especialmente relevante en sectores como la construcción. (EU-OSHA, 2021)

La Organización Mundial de la Salud subraya que la ergonomía no solo tiene un impacto en la salud física de los trabajadores, sino también en su bienestar psicológico, reduciendo la fatiga mental y el estrés relacionado con el trabajo. En el contexto de la construcción, donde la carga física es elevada, las mejoras ergonómicas pueden incrementar significativamente la satisfacción laboral. (OMS, 2020).

### **1.2.2 Impacto de la Carga Física en la Construcción**

La manipulación manual de materiales pesados es una de las principales causas de lesiones en el sector de la construcción. Un informe del Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional de los Estados Unidos indica que la exposición prolongada a cargas físicas intensas puede resultar en lesiones crónicas como trastornos musculoesqueléticos, afectando principalmente la zona lumbar. (NIOSH, 2020)

La carga física no solo depende del peso de los materiales manipulados, sino también de la postura adoptada y la repetitividad de los movimientos. Según el Consejo de Investigación en Salud Ocupacional de Canadá, la adopción de posturas incorrectas o la realización repetida de movimientos forzados incrementa el riesgo de lesiones en las extremidades superiores y en la espalda.

El uso de técnicas adecuadas de levantamiento y herramientas ergonómicas, como carros de transporte y sistemas de poleas, ha demostrado

ser una medida preventiva eficaz contra las lesiones. De acuerdo con el Instituto de Salud Laboral del Reino Unido, la formación en técnicas de manipulación de cargas puede reducir significativamente la incidencia de lesiones laborales. (Executive, 2022)

### **1.2.3 Evaluación de Riesgos Ergonómicos**

La evaluación ergonómica es un proceso clave para identificar y mitigar los riesgos en la manipulación de materiales en la construcción. La Organización Internacional de Normalización establece estándares para la evaluación de los riesgos ergonómicos, recomendando el uso de herramientas como el método OWAS para analizar las posturas adoptadas por los trabajadores durante la manipulación de cargas. (ISO, 2014).

Según el Instituto Francés de Seguridad Laboral, el análisis ergonómico no solo debe enfocarse en la tarea específica, sino también en el entorno laboral completo. Factores como la iluminación, el espacio de trabajo y el clima laboral también influyen en el rendimiento físico y mental de los trabajadores. (INRS, 2022).

La integración de tecnologías para la evaluación ergonómica, como el uso de sensores de movimiento y análisis biomecánico, está revolucionando el análisis de riesgos laborales. La Sociedad Americana de Ergonomía destaca que el uso de estas tecnologías permite obtener datos más precisos sobre la postura y el esfuerzo físico, mejorando la calidad de las evaluaciones ergonómicas. (HFES, 2020)

### **1.2.4 Metodología NIOSH**

Para determinar los componentes de la ecuación, se consideran tres criterios principales: el biomecánico, el fisiológico y el psicofísico.

El criterio biomecánico se fundamenta en que levantar una carga pesada, o incluso una ligera de forma incorrecta, genera fuerzas mecánicas que se transmiten a través del cuerpo hasta llegar a la zona lumbar, especialmente a las vértebras inferiores, provocando un elevado nivel de tensión. Utilizando modelos biomecánicos y datos sobre la resistencia de estas vértebras obtenidos en investigaciones, se estableció que una fuerza de compresión de 3.4kN en la vértebra L5/S1 representa un umbral a partir del cual existe riesgo de padecer lumbalgia.

Por su parte, el criterio fisiológico considera que levantar cargas repetidamente puede superar fácilmente la capacidad energética habitual del trabajador, reduciendo su resistencia con rapidez y aumentando la probabilidad de sufrir lesiones. El comité NIOSH incorporó en su fórmula límites relacionados con la capacidad aeróbica máxima, determinando que el gasto energético aceptable para aplicar este criterio es de 9.5 kcal/min.

El criterio psicofísico, en cambio, se apoya en información relativa a la resistencia y capacidad de los trabajadores al manipular cargas con distintas frecuencias y duraciones. Este criterio combina los efectos tanto biomecánicos como fisiológicos del levantamiento. A partir de estos tres enfoques, se define la ecuación NIOSH, que comienza estableciendo un escenario ideal de levantamiento. Este escenario se refiere a la denominada Localización Estándar de Levantamiento, que se da en condiciones óptimas: sin giros del torso ni posturas forzadas, con un buen agarre de la carga, levantándola ocasionalmente y desde una altura inferior a 25 cm respecto al suelo.

La Localización Estándar de Levantamiento (ver Figura 1) representa la postura óptima para alzar una carga. Cualquier desviación respecto a esta configuración se interpreta como un alejamiento de las condiciones ideales. Esta postura se define por una distancia horizontal de 25 cm entre el punto de agarre y el centro de los tobillos, y una altura vertical desde el punto de agarre al suelo de 75 cm.

En estas condiciones ideales, el peso máximo recomendado es de 23 kg. Este valor, llamado Constante de Carga (LC), se establece con base en los

criterios biomecánico y psicofísico, y corresponde al peso que puede ser levantado con seguridad por el 75% de las mujeres y el 90% de los hombres. Así, el Peso Límite Recomendado (RWL) en un levantamiento ideal es de 23 kg. Sin embargo, existen adaptaciones de este valor según las características del trabajador: por ejemplo, para mujeres menores de 45 años, LC puede ajustarse a 20 kg, y a 15 kg si son mayores. En hombres de 45 años o más, LC puede reducirse a 20 kg. En cualquier caso, se desaconseja superar los 23 kg, salvo que el trabajador cuente con capacidades físicas o entrenamiento específicos.

La evaluación ergonómica es un proceso clave para identificar y mitigar los riesgos relacionados con la manipulación manual de materiales en la industria de la construcción. En este contexto, la aplicación de la ecuación de levantamiento de NIOSH se presenta como una herramienta fundamental para analizar de manera cuantitativa la carga física a la que están expuestos los trabajadores. Esta metodología permite calcular el límite de peso recomendado (RWL) y el índice de levantamiento (LI), lo que facilita determinar si una tarea de levantamiento presenta un riesgo aceptable o si requiere intervención ergonómica.

Si bien la Organización Internacional de Normalización (ISO, 2014) sugiere métodos como OWAS para analizar posturas adoptadas durante la manipulación de cargas, la ecuación de NIOSH complementa este análisis al enfocarse específicamente en los parámetros biomecánicos del levantamiento, como la posición horizontal de la carga, la altura de inicio, la distancia de levantamiento, la frecuencia y duración de la tarea, entre otros.

Además, el Instituto Nacional de Investigación y Seguridad (INRS, 2022) enfatiza que el análisis ergonómico debe considerar el entorno laboral en su totalidad. Factores como la iluminación, el espacio disponible, la ventilación y el clima organizacional también influyen en el rendimiento físico y mental del trabajador, y pueden aumentar la exigencia física durante las tareas de carga manual, afectando directamente la validez de los parámetros asumidos en la ecuación de NIOSH.

La integración de tecnologías avanzadas, como sensores de movimiento, cámaras de seguimiento y software de análisis biomecánico, ha potenciado la precisión en la aplicación de la ecuación de levantamiento de NIOSH. Según la (HFES, 2020), estos recursos permiten medir con mayor exactitud la postura, los ángulos de flexión y el esfuerzo físico real, proporcionando datos confiables que mejoran sustancialmente la calidad de las evaluaciones ergonómicas.

En conjunto, la implementación de la metodología NIOSH en combinación con estándares internacionales y tecnologías emergentes ofrece un enfoque robusto y efectivo para la prevención de lesiones musculoesqueléticas en el sector de la construcción.

#### 1.2.4.1 Ecuación

De acuerdo con (Diego-Mas, 2015) la ecuación NIOSH calcula el peso límite recomendado mediante la siguiente fórmula:

$$RWL = LC \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM \cdot CM$$

**Considerando lo siguiente de acuerdo con la tabla:**

**Tabla 1.**  
*Ecuación NIOSH revisada (1994)*

NIOSH 1994
<b>LPR = LC · HM · VM · DM · AM · FM · CM</b>
LC : constante de carga
HM : factor de distancia horizontal
VM : factor de altura
DM : factor de desplazamiento vertical
AM : factor de asimetría
FM : factor de frecuencia
CM : factor de agarre

**Fuente.** Obtenido de las NTP (guías de buenas prácticas)

#### 1.2.4.1.1 Criterios

Los criterios para establecer los límites de carga son de carácter biomecánico, fisiológico y psicofísico.

##### **Criterio biomecánico**

Al levantar una carga pesada o al hacerlo de manera inadecuada, se generan esfuerzos mecánicos en la columna vertebral, especialmente en la articulación entre las vértebras L5 y S1, lo que provoca un notable estrés en la región lumbar. Entre las distintas fuerzas involucradas (compresión, torsión y cizallamiento), se identifica la fuerza de compresión sobre el disco L5/S1 como el principal factor de riesgo para desarrollar lumbalgia. Utilizando modelos biomecánicos y datos obtenidos en investigaciones sobre la resistencia de estas vértebras, se ha establecido que una fuerza de compresión de 3,4 KN representa el umbral a partir del cual existe un riesgo significativo de padecer dolor lumbar.

##### **Criterio fisiológico**

Aunque existen pocos datos empíricos que confirmen directamente que la fatiga aumenta el riesgo de lesiones musculoesqueléticas, se reconoce que las tareas que implican levantamientos repetitivos pueden superar fácilmente la capacidad energética habitual de un trabajador, lo que conlleva una disminución anticipada de su resistencia física y eleva la probabilidad de sufrir lesiones.

En 1991, el comité del NIOSH estableció ciertos límites relacionados con la capacidad aeróbica máxima, los cuales se utilizan como referencia para calcular el gasto energético durante estas actividades:

- En levantamientos repetitivos, 9.5kcal/min será la máxima capacidad aeróbica de levantamiento.
- En levantamientos que requieren levantar los brazos a más de 75cm, no se superará el 70% de la máxima capacidad aeróbica.

- No se superarán el 50%, 40% y 30% de la máxima capacidad aeróbica al calcular el gasto energético de tareas de duración de 1 hora, de 1 a 2 horas y de 2 a 8 horas respectivamente.

### **Criterio psicofísico**

El enfoque psicofísico se fundamenta en información relacionada con la tolerancia y el rendimiento de los trabajadores que manipulan cargas bajo diversas frecuencias y tiempos de exposición. Este criterio determina el peso máximo considerado aceptable para una persona que realiza su labor en condiciones específicas, combinando aspectos tanto biomecánicos como fisiológicos. Sin embargo, suele sobrevalorar la capacidad real del trabajador cuando se trata de tareas repetitivas y prolongadas en el tiempo.

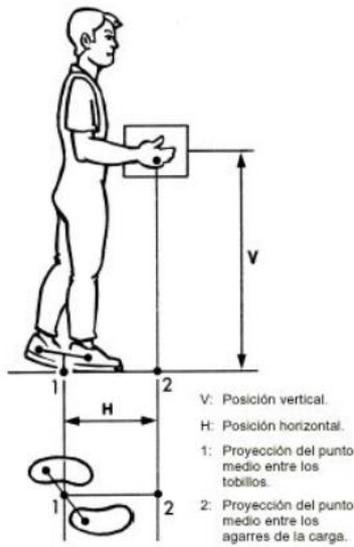
#### 1.2.4.1.2 Componentes de la ecuación

Antes de establecer los factores que componen la ecuación, es necesario definir el concepto de localización estándar de levantamiento. Esta corresponde a un punto de referencia dentro de un espacio tridimensional que permite evaluar la postura adoptada al levantar una carga. En esta posición ideal, la carga se encuentra a 75cm del suelo en sentido vertical y a 25cm de distancia horizontal desde el punto medio entre los tobillos.

Cualquier variación respecto a esta posición indica un alejamiento de las condiciones óptimas para un levantamiento seguro.

#### **Ilustración 1.**

*Localización estándar de levantamiento*



Fuente. Obtenido de las NTP (guías de buenas prácticas)

#### 1.2.4.2 Establecimiento de la constante de carga

La constante de carga (LC) representa el peso máximo aconsejado para levantar en una posición estándar y en condiciones ideales. Esto implica realizar el levantamiento en el plano sagital (sin torciones ni posturas asimétricas), de forma ocasional, con un buen agarre y desplazando la carga menos de 25 cm. Este valor se ha establecido en 23 kg, basándose en criterios tanto biomecánicos como fisiológicos.

Se estima que, bajo estas condiciones óptimas, un levantamiento equivalente a dicha constante podría ser ejecutado sin riesgos por aproximadamente el 75% de las mujeres y el 90% de los hombres, sin que la fuerza de compresión sobre el disco intervertebral L5/S1 exceda los 3,4 kN.

#### 1.2.4.3 Obtención de los coeficientes de la ecuación

La ecuación utiliza seis coeficientes cuyo valor oscila entre 0 y 1, dependiendo de las condiciones específicas en las que se realiza el

levantamiento. Debido a su naturaleza multiplicativa, el peso máximo recomendado se reduce progresivamente a medida que las condiciones se alejan del escenario ideal para levantar cargas.

#### **1.2.4.4 Factor de distancia horizontal (HM)**

Investigaciones biomecánicas y psicofísicas han demostrado que, a mayor distancia entre la carga y la columna vertebral, mayor es la fuerza de compresión ejercida sobre el disco intervertebral. Este tipo de esfuerzo, conocido como compresión axial, en la región lumbar, está directamente vinculado a la distancia horizontal (H, en centímetros), la cual se define como la separación entre la proyección en el suelo del centro de los puntos de agarre de la carga y la proyección del punto medio entre los tobillos.

Cuando H no pueda medirse, se puede obtener un valor aproximado mediante la ecuación:

$$H = 20 + w/2 \text{ si } V \geq 25 \text{ cm}$$

$$H = 25 + w/2 \text{ si } V < 25 \text{ cm}$$

Donde w es la anchura de la carga en el plano sagital y V la altura de las manos respecto al suelo. El factor de distancia horizontal (HM) se determina como sigue:

$$HM = 25/H$$

Se penalizan aquellos levantamientos en los que el centro de gravedad de la carga se encuentra alejado del cuerpo. Cuando la carga se manipula cerca del torso, es decir, a una distancia menor o igual a 25 cm, el coeficiente correspondiente adquiere un valor de 1. Sin embargo, si la distancia horizontal (H) supera los 63 cm, se considera que el levantamiento compromete el equilibrio del trabajador, por lo que el factor HM se establece en 0, lo que implica que el peso recomendado en esas condiciones debe ser nulo. (Diego-Mas, 2015)

#### 1.2.4.5 Factor de altura, VM

Se aplican penalizaciones a los levantamientos en los que las cargas deben ser tomadas desde alturas muy bajas o excesivamente altas. El comité del NIOSH determinó que tanto levantar una carga desde el suelo como elevarla hasta la altura de los hombros requiere una reducción del 22,5% del peso en comparación con la constante de carga.

Este coeficiente alcanza su valor máximo de 1 cuando la carga se encuentra a 75 cm del suelo, y disminuye progresivamente conforme la altura de levantamiento se aleja de ese punto ideal. (Diego-Mas, 2015)

Se determina:

$$VM = (1 - 0.003 IV - 75I)$$

Donde V es la distancia vertical del punto de agarre al suelo. Si  $v > 175\text{cm}$ , tomaremos  $VM=0$ .

#### 1.2.4.6 Factor de desplazamiento vertical, DM

Este factor está relacionado con la diferencia de altura entre el punto de inicio y el punto final del levantamiento de la carga. El comité estableció que, cuando el recorrido va desde el nivel del suelo hasta una altura superior a la de los hombros, debe aplicarse una reducción del 15% en el peso recomendado.

Se determina:

$$DM = (0,82 + 4,5/D)$$

$$D = V1 - V2$$

Donde V1 es la altura de la carga respecto al suelo en el origen del movimiento y V2, la altura al final del mismo.

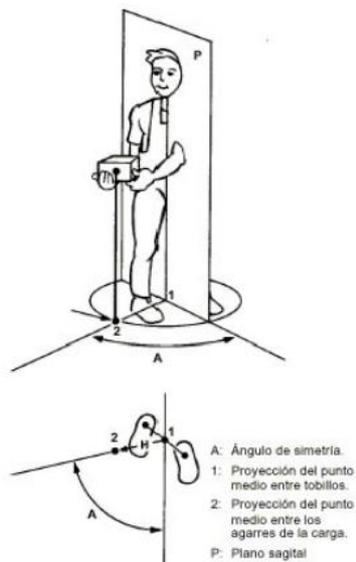
Si la distancia de desplazamiento (D) es  $<25$  cm, el coeficiente DM toma un valor de 1, el cual disminuirá progresivamente a medida que dicha distancia aumente, considerando 175 cm como el límite superior aceptable. (Diego-Mas, 2015)

#### 1.2.4.7 Factor de asimetría, AM

Un movimiento se considera asimétrico cuando se inicia o finaliza fuera del plano medio-sagital, como se ilustra en la figura 2. Este tipo de desplazamiento debe evitarse en la medida de lo posible. El ángulo de rotación (A) debe evaluarse al comienzo del movimiento y, en caso de que la tarea exija un posicionamiento preciso de la carga en su destino, también debe medirse dicho ángulo al finalizar el levantamiento. (Diego-Mas, 2015)

#### Ilustración 2.

*Representación gráfica del ángulo de asimetría del levantamiento (A)*



**Fuente.** Obtenido de las NTP (guías de buenas prácticas)

Se establece:

$$AM = 1 - (0.0032A)$$

El comité escogió un 30% de disminución para levantamientos que impliquen giros del tronco de 90°. Si el ángulo de giro es superior a 135°, tomaremos AM=0.

Nos podremos encontrar con levantamientos asimétricos en distintas circunstancias de trabajo:

- Cuando entre el origen y el destino del levantamiento existe un ángulo.
- Cuando se utiliza el cuerpo como vía del levantamiento, como ocurre al levantar sacos o cajas.
- En espacios reducidos o suelos inestables.
- Cuando por motivos de productividad se fuerza una reducción del tiempo de levantamiento.

#### **1.2.4.8 Factor de frecuencia, FM**

Este factor, conocido como factor de frecuencia, se determina considerando tres elementos clave: el número de levantamientos que se realizan por minuto, la duración total de la tarea de levantamiento, y la altura a la que se efectúan estos levantamientos.

La tabla de frecuencias fue desarrollada a partir de dos conjuntos de datos. Para los levantamientos que superan las 4 repeticiones por minuto, se aplicó un enfoque psicofísico, mientras que para frecuencias menores se utilizaron fórmulas basadas en el cálculo del gasto energético (ver tabla 2). El promedio de levantamientos por minuto debe determinarse considerando un intervalo de 15 minutos. En trabajos donde la frecuencia varía entre distintas tareas o sesiones, cada situación deberá analizarse por separado. (Diego-Mas, 2015)

**Tabla 2.**  
*Cálculo del factor de frecuencia (FM)*

FRECUENCIA elev/min	DURACIÓN DEL TRABAJO					
	≤1 hora		>1- 2 horas		>2 - 8 horas	
	V<75	V≥75	V<75	V≥75	V<75	V≥75
≤0,2	1,00	1,00	0,95	0,95	0,85	0,85
0,5	0,97	0,97	0,92	0,92	0,81	0,81
1	0,94	0,94	0,88	0,88	0,75	0,75
2	0,91	0,91	0,84	0,84	0,65	0,65
3	0,88	0,88	0,79	0,79	0,55	0,55
4	0,84	0,84	0,72	0,72	0,45	0,45
5	0,80	0,80	0,60	0,60	0,35	0,35
6	0,75	0,75	0,50	0,50	0,27	0,27
7	0,70	0,70	0,42	0,42	0,22	0,22
8	0,60	0,60	0,35	0,35	0,18	0,18
9	0,52	0,52	0,30	0,30	0,00	0,15
10	0,45	0,45	0,26	0,26	0,00	0,13
11	0,41	0,41	0,00	0,23	0,00	0,00
12	0,37	0,37	0,00	0,21	0,00	0,00
13	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00
>15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Los valores de V están en cm. Para frecuencias inferiores a 5 minutos, utilizar F = 0,2 elevaciones por minuto.

**Fuente.** Obtenido de las NTP (guías de buenas prácticas)

La duración de una tarea se clasifica como corta si no supera una hora y va acompañada de un período de recuperación equivalente al 120% del tiempo trabajado. Se considera de duración media cuando se extiende entre una y dos horas, con una pausa de recuperación del 30% respecto al tiempo de labor. Finalmente, se considera de larga duración si excede las dos horas. Por ejemplo, si una actividad dura 45 minutos, debe ir seguida de al menos 54 minutos de descanso ( $45 \times 1,2$ ); de no cumplirse esta condición, se clasificará como de duración media. De igual manera, una tarea de 90 minutos requeriría una pausa de 27 minutos ( $90 \times 0,3$ ); si esta no se respeta, la tarea será considerada de larga duración.

#### 1.2.4.9 Factor de Agarre, CM

Este factor se determina en función de la calidad del agarre y la altura a la que se manipula la carga. Investigaciones psicofísicas han evidenciado que un agarre deficiente reduce la capacidad para levantar peso, lo cual implica una disminución del peso recomendado entre un 7% y un 11%. (Ver tablas 3 y 4).

**Tabla 3.**  
*Clasificación del agarre de una carga*

BUENO	REGULAR	MALO
1 Recipientes de diseño óptimo en los que las asas o asideros perforados en el recipiente hayan sido diseñados optimizando el agarre (ver definiciones 1, 2 y 3).	1 Recipientes de diseño óptimo con asas o asideros perforados en el recipiente de diseño subóptimo (ver definiciones 1, 2, 3 y 4).	1 Recipientes de diseño subóptimo, objetos irregulares o piezas sueltas que sean voluminosas, difíciles de asir o con bordes afilados (ver definición 5).
2 Objetos irregulares o piezas sueltas cuando se puedan agarrar confortablemente; es decir, cuando la mano pueda envolver fácilmente el objeto (ver definición 6).	2 Recipientes de diseño óptimo sin asas ni asideros perforados en el recipiente, objetos irregulares o piezas sueltas donde el agarre permita una flexión de 90° en la palma de la mano (ver definición 4)	2 Recipientes deformables.

**Fuente.** Obtenido de las NTP (guías de buenas prácticas)

**Tabla 4.**  
*Determinación del factor de agarre*

TIPO DE AGARRE	FACTOR DE AGARRE (CM)	
	v < 75	v ≥ 75
Bueno	1.00	1.00
Regular	0.95	1.00
Malo	0.90	0.90

**Fuente.** Obtenido de las NTP (guías de buenas prácticas)

Definiciones:

1. Asa con diseño adecuado: se caracteriza por tener una longitud superior a 11,5 cm, un diámetro de entre 2 y 4 cm, un espacio libre de al menos 5

cm para introducir la mano, forma cilíndrica y una superficie lisa pero no resbalosa.

2. Asidero perforado óptimo: cuenta con una longitud mayor a 11,5 cm, más de 4 cm de ancho, una holgura superior a 5 cm, un grosor mínimo de 0,6 cm en la zona de sujeción y una superficie suave que no cause fricción.
3. Recipiente bien diseñado: presenta una longitud frontal igual o inferior a 40 cm, no supera los 30 cm de altura y su superficie es lisa al tacto, sin llegar a ser resbaladiza.
4. Condiciones del agarre: debe permitir que la palma de la mano se flexione en un ángulo de 90°. En el caso de cajas, es necesario que los dedos puedan introducirse debajo para facilitar la sujeción.
5. Recipiente mal diseñado: presenta medidas fuera de los rangos ideales antes mencionados, puede tener superficies rugosas o deslizantes, un centro de gravedad desequilibrado, bordes filosos, requerir el uso de guantes o contener elementos inestables.
6. Pieza suelta de agarre sencillo: es aquella que puede ser sujeta fácilmente con la mano, sin requerir esfuerzo excesivo ni generar desviaciones en la posición natural de la muñeca.

#### **1.2.4.10 Identificación del riesgo a través del índice de levantamiento**

La ecuación NIOSH parte del principio de que el riesgo de padecer lumbalgia aumenta a medida que se incrementa la exigencia física de los levantamientos durante una tarea. Para evaluar este riesgo, se utiliza el índice de levantamiento, el cual se calcula dividiendo el peso real de la carga manipulada entre el peso máximo recomendado según dicha ecuación. Aunque no se ha establecido una función exacta que relacione el índice con el nivel de riesgo, es posible identificar tres rangos generales:

a. Riesgo bajo (Índice de levantamiento menor a 1): En este rango, la mayoría de los trabajadores no deberían experimentar problemas de salud.

b. Riesgo moderado (Índice entre 1 y 3): Existe una posibilidad de que algunos trabajadores sufran molestias o lesiones. Estas tareas deben ser rediseñadas o asignadas exclusivamente a personal previamente evaluado y bajo seguimiento.

c. Riesgo elevado (Índice mayor a 3): Este tipo de actividad se considera inaceptable desde el punto de vista ergonómico y requiere ser modificada obligatoriamente. (Diego-Mas, 2015)

#### **1.2.4.11 Principales limitaciones de la ecuación**

La ecuación NIOSH fue desarrollada para valorar el riesgo asociado al levantamiento de cargas bajo condiciones específicas, por lo que es importante señalar sus limitaciones para evitar interpretaciones o usos inadecuados:

- No contempla el riesgo derivado de los efectos acumulativos provocados por levantamientos repetitivos.  
No incluye situaciones imprevistas como resbalones, caídas o cargas que excedan el peso esperado.
- No está diseñada para evaluar actividades en las que se manipulen objetos con una sola mano, en posición sentada o arrodillada, ni cuando se trate de levantar personas, objetos a temperaturas extremas (muy fríos o calientes), sucios o en casos donde el movimiento sea brusco o acelerado.
- Asume una fricción adecuada entre el calzado y el suelo ( $\mu > 0,4$ ).
- Cuando las condiciones ambientales de temperatura o humedad se encuentran fuera de los rangos recomendados (19–26 °C y 35–50% de humedad relativa), se requiere complementar la evaluación con un análisis del metabolismo, debido a que estos factores afectan el gasto energético y la frecuencia cardíaca.

- Además, esta ecuación no es aplicable al levantamiento de cargas inestables, en las que el centro de gravedad cambia durante el movimiento, como ocurre con bidones con líquidos o sacos parcialmente llenos.

#### 1.2.4.12 Cálculo del índice compuesto para tareas múltiples

Cuando un trabajador realiza múltiples tareas que implican levantamiento de cargas, es necesario calcular un índice compuesto de levantamiento con el fin de estimar con mayor precisión el riesgo global de su actividad.

Calcular simplemente un promedio de los diferentes índices individuales podría conducir a una subestimación del riesgo real, ya que se compensarían entre sí los efectos de las distintas tareas.

Por otro lado, tomar únicamente el índice más alto no reflejaría el aumento del riesgo acumulado que representan las demás actividades. Por esta razón, el NIOSH recomienda utilizar el Índice de Levantamiento Compuesto (ILC), cuya fórmula es la siguiente:

$$\sum_{i=2}^n ILC = ILT_1 + \sum_{i=2}^n \delta ILT_i$$

$$\begin{aligned} \sum_{i=2}^n \delta ILT_i = & (ILT_2(F_1 + F_2) - ILT_2(F_1)) + (ILT_3(F_1 + F_2 + F_3) - ILT_3(F_1 \\ & + F_2)) + \dots + (ILT_n(F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n) - (ILT_n(F_1 + F_2 \\ & + F_3 + \dots + F_{(n-1)}))) \end{aligned}$$

Donde:

- $ILT_1$  es el mayor índice de levantamiento obtenido de entre todas las tareas simples.
- $ILT_i (F_j)$  es el índice de levantamiento de la tarea  $i$ , calculado a la frecuencia de la tarea  $j$ .

- $ILT_i (F_j + F_k)$  es el índice de levantamiento de la tarea  $i$ , calculado a la frecuencia de la tarea  $j$ , más la frecuencia de la tarea  $k$ .

El proceso de cálculo es el siguiente:

1. Cálculo de los índices de levantamiento de las tareas simples ( $ILT_i$ ).
2. Ordenación de mayor a menor de los índices simples ( $ILT_1, ILT_2, ILT_3, \dots, ILT_n$ ).
3. Cálculo del acumulado de incrementos de riesgo asociados a las diferentes tareas simples.

Este incremento es la diferencia entre el riesgo de la tarea simple a la frecuencia de todas las tareas simples consideradas hasta el momento incluida la actual, y el riesgo de la tarea simple a la frecuencia de todas las tareas consideradas hasta el momento, menos la actual ( $ILT_i (F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_i) - ILT_i (F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_{i-1})$ ). (Diego-Mas, 2015)

### 1.2.5 Implementación de Soluciones Ergonómicas

Una de las soluciones más efectivas para reducir las lesiones ergonómicas es la implementación de equipos de asistencia, como exoesqueletos, que ayudan a distribuir mejor la carga. Investigaciones recientes realizadas por (Fraunhofer, 2021) de Alemania demuestran que el uso de exoesqueletos en la construcción puede reducir hasta en un 40% el esfuerzo físico durante la manipulación de materiales pesados.

Además de los dispositivos de asistencia, la reestructuración del diseño del puesto de trabajo también juega un papel fundamental en la prevención de lesiones. El Centro de Investigación en Ergonomía de Finlandia (FIOH, 2021) recomienda reorganizar las áreas de trabajo para minimizar los movimientos innecesarios y reducir las distancias de transporte de materiales.

La automatización de ciertos procesos en la construcción es otra medida que ha demostrado ser eficaz. De acuerdo con la Fundación Europea para la

Mejora de las Condiciones de Vida y de Trabajo, la automatización de tareas repetitivas y pesadas puede no solo mejorar la productividad, sino también reducir los riesgos ergonómicos asociados con la manipulación manual de cargas. (Eurofound, 2021).

### **1.2.6 Lesiones Musculo-esqueléticas causadas por la manipulación de cargas y su Prevención**

Las lesiones musculo-esqueléticas en el sector de la construcción son comúnmente causadas por la manipulación repetitiva de cargas pesadas, posturas inadecuadas y movimientos forzados. Según (Mansfield N, 2010), los trabajadores expuestos a estas condiciones durante períodos prolongados tienen un mayor riesgo de desarrollar dolencias crónicas, como la lumbalgia. La falta de capacitación y equipamiento adecuado son factores determinantes que agravan esta problemática.

La prevención de estas lesiones se basa en la adopción de principios ergonómicos, como el uso de equipos de levantamiento asistido y la formación en técnicas adecuadas de manipulación. La (OSHA, 2021), sugiere que la educación y entrenamiento de los trabajadores en ergonomía son fundamentales para reducir el riesgo de lesiones. La implementación de estas medidas no solo mejora la salud de los empleados, sino que también disminuye los tiempos de inactividad por accidentes laborales.

La evaluación ergonómica permite identificar los riesgos específicos de cada puesto de trabajo, facilitando la implementación de soluciones personalizadas. Según la (OMS, 2020), los análisis ergonómicos contribuyen a crear ambientes de trabajo más seguros, lo que se traduce en una mayor satisfacción laboral y un aumento en la productividad. Las empresas que realizan evaluaciones ergonómicas de manera regular experimentan menos accidentes y una mejora en el bienestar general de sus empleados.

### **1.2.7 Recomendaciones y Buenas Prácticas**

Para implementar de manera efectiva las recomendaciones ergonómicas en el sector de la construcción, es crucial contar con una capacitación continua de los trabajadores. La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional de los Estados Unidos sugiere programas de formación periódicos que aborden tanto las técnicas de levantamiento seguro como el uso adecuado de los equipos de asistencia. (OSHA, Occupational Safety and Health Administration, 2020).

El desarrollo de una cultura organizacional que priorice la ergonomía es fundamental para lograr mejoras sostenibles. La Asociación Española de Ergonomía enfatiza que la ergonomía debe ser parte integral de las políticas de salud y seguridad laboral, involucrando tanto a los trabajadores como a los empleadores en la toma de decisiones sobre las condiciones de trabajo. (AEE, 2021).

Finalmente, el monitoreo constante de las condiciones laborales y la actualización de las evaluaciones ergonómicas son cruciales para mantener un entorno de trabajo seguro. De acuerdo con la Agencia de Salud y Seguridad Laboral de Australia, la revisión periódica de los riesgos ergonómicos y la adaptación de las soluciones a los cambios en el entorno de trabajo son esenciales para garantizar la salud de los trabajadores a largo plazo. (Australia, 2021).

## **1.3 Marco Conceptual**

### **Ergonomía**

Disciplina científica que busca la optimización del bienestar humano y el desempeño general de los sistemas, a través de la adecuación del entorno, las herramientas y las tareas a las capacidades y limitaciones del trabajador. (OIT, 2022).

## **Evaluación Ergonómica**

Proceso sistemático mediante el cual se identifican, analizan y valoran los factores de riesgo ergonómico presentes en un entorno de trabajo, con el fin de implementar mejoras que prevengan lesiones y enfermedades laborales. (NIOSH, 2020).

## **Carga Manual**

Toda actividad que implica levantar, transportar, empujar, tirar o mover manualmente objetos, lo cual puede generar sobrecarga física si no se ejecuta con técnicas adecuadas. Esta práctica es una de las principales fuentes de lesiones musculoesqueléticas. (ISO, 2014).

## **Lesiones Musculoesqueléticas**

Afecciones que involucran músculos, tendones, ligamentos, nervios y articulaciones, comúnmente producidas por esfuerzos físicos excesivos, posturas inadecuadas, movimientos repetitivos o exposición prolongada a tareas físicas. (OMS, 2020)

## **Postura Laboral**

Posición adoptada por el cuerpo durante la realización de una tarea. Las posturas incorrectas o sostenidas por tiempo prolongado pueden generar fatiga física y aumentar el riesgo de lesiones. (EU-OSHA, 2021)

## **Método NIOSH**

Herramienta desarrollada por el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) que permite evaluar cuantitativamente el riesgo asociado a las tareas de levantamiento manual. Se basa en la fórmula del índice de levantamiento (LI), que compara el peso real levantado con el límite de carga recomendado (RWL). (NIOSH, 2020)

## **Índice de Levantamiento**

Cociente entre el peso real de la carga y el peso máximo recomendado por NIOSH. Cuando el índice supera el valor de 1, se considera que existe un riesgo potencial de lesión y que deben tomarse medidas correctivas.

## **Factores de Riesgo Ergonómico**

Condiciones del entorno o características de la tarea que incrementan la probabilidad de que un trabajador sufra una lesión musculoesquelética. Entre ellos se incluyen: esfuerzo excesivo, repetitividad, postura forzada, frecuencia de la tarea, tipo de agarre y duración.

## **Carga Física de Trabajo**

Esfuerzo muscular requerido por una tarea, el cual depende del peso manipulado, el tiempo de ejecución, la postura y el ritmo de trabajo. Una carga física elevada sin pausas ni herramientas adecuadas puede derivar en fatiga o lesión.

### **Intervención Ergonómica**

Conjunto de acciones correctivas o preventivas implementadas en el entorno de trabajo para reducir o eliminar los factores de riesgo ergonómico. Puede incluir rediseño de procesos, capacitación, implementación de ayudas mecánicas o reorganización del trabajo. (AEE, 2021).

## **1.4 Marco Legal y Ambiental**

### **Constitución de la República del Ecuador (2008)**

**Artículo 326, numeral 5:** reconoce el derecho de los trabajadores a desarrollar sus actividades en condiciones que garanticen su salud, seguridad y bienestar.

**Artículo 66, numeral 27:** garantiza el derecho a la salud en sus dimensiones física, mental y ocupacional.

### **Código del Trabajo del Ecuador**

Artículo 43- Obligaciones del Empleador

*“Proporcionar a los trabajadores locales, instalaciones y condiciones adecuadas para la seguridad e higiene del trabajo, conforme a la ley, los reglamentos y las disposiciones de la autoridad competente”*

Esto implica que el empleador debe asegurarse de que el entorno laboral no represente riesgos para la integridad física o mental del trabajador y debe implementar las medidas necesarias para prevenir accidentes o enfermedades ocupacionales.

Artículo 415- Higiene y Seguridad

*“Los empleadores están obligados a adoptar las medidas necesarias para proteger eficazmente la vida, la salud y la integridad de los trabajadores en todos los aspectos relacionados con el trabajo”*

También indica que el incumplimiento de estas obligaciones puede derivar en sanciones administrativas y legales por parte del Ministerio del Trabajo.

### **Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo (Decreto Ejecutivo 255)**

Obligatoriedad de implementar sistemas de gestión en seguridad y salud ocupacional. Entre sus lineamientos, exige la identificación y control de riesgos ergonómicos y biomecánicos, especialmente en actividades que impliquen carga física. Esta ley tiene como finalidad:

*“Prevenir los riesgos laborales, proteger la integridad física y mental de los trabajadores y mejorar las condiciones del medio ambiente de trabajo”*

Establece principios, derechos y obligaciones tanto para empleadores como para trabajadores, y promueve un enfoque preventivo para evitar accidentes, enfermedades profesionales y condiciones peligrosas en el entorno laboral.

### **Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 11228-1:2018**

Aprobada y oficializada por el INEN en 2018 como adaptación de la norma internacional ISO 11228-1:2003 “Ergonomía – Manipulación manual de cargas – Parte 1: Levantamiento y transporte”: establece los criterios para evaluar tareas de levantamiento manual, recomendando límites de carga, frecuencia, postura y condiciones del entorno.

### **Reglamento del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS)**

Mediante el “*Reglamento para la prevención de Riesgos del Trabajo y la Calificación de Enfermedades Profesionales y Accidentes de Trabajo, publicado en el Registro Oficial N°220 del 12 de diciembre de 2013*” establece parámetros para el control y registro de enfermedades profesionales, incluyendo las relacionadas con trastornos musculoesqueléticos provocados por sobrecarga física.

### **Resolución No. C.D. 513 del IEES**

Esta resolución, publicada en el Registro Oficial N°562 el 20 de agosto de 2015, regula el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST) para empleadores públicos y privados, y tiene como objetivo prevenir accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, protegiendo la vida y salud de los trabajadores afiliados al IEES

Incluye las enfermedades profesionales reconocidas por el IEES, entre ellas, los trastornos osteomusculares relacionados con tareas de manipulación manual de cargas.

### **Normas Internacionales NIOSH (USA)**

Aunque no son de cumplimiento obligatorio en Ecuador, las guías de NIOSH son ampliamente reconocidas y utilizadas como referencia técnica para la evaluación de riesgos ergonómicos asociados al levantamiento de cargas.

## **1.5 Marco Metodológico**

Sección fundamental de un proyecto de investigación que describe detalladamente el enfoque, los métodos, las técnicas y los procedimientos que se emplearán para recopilar, analizar y procesar la información necesaria para resolver el problema de investigación o responder a las preguntas planteadas.

Los datos se recopilaron a través de una revisión exhaustiva de fuentes bibliográficas, documentales y estudios previos sobre ergonomía aplicada en el manejo de cargas, con un enfoque específico en la metodología NIOSH. Además, se realizaron observaciones de campo en la empresa MetalHierro S.A., donde se registraron condiciones reales de carga y descarga de material de construcción. Estos registros incluyeron mediciones cuantitativas de peso, frecuencia de levantamiento, y posturas, así como otras variables clave en el análisis ergonómico. La metodología documental permitió obtener un marco teórico y normativo, mientras que el trabajo de campo generó datos cuantitativos necesarios para una evaluación precisa de las condiciones de riesgo.

Para el análisis de los datos, se aplicó el modelo de evaluación ergonómica NIOSH, el cual utiliza fórmulas y factores específicos para evaluar el riesgo asociado con el levantamiento de cargas manuales. Los datos cuantitativos obtenidos fueron procesados y organizados en función de los criterios de esta metodología, permitiendo identificar niveles de riesgo y su relación con factores como la frecuencia de levantamiento, la distancia horizontal y vertical de carga, y el ángulo de desplazamiento. De este modo, el análisis ofreció una interpretación precisa de las condiciones ergonómicas, permitiendo concluir sobre el nivel de adecuación y posibles ajustes necesarios en las prácticas de carga y descarga en la empresa estudiada.

### **1.5.1 Modalidad Básica de la Investigación**

De acuerdo con (OECD, 2018), la investigación básica consiste en trabajos experimentales o teóricos que se llevan a cabo fundamentalmente para obtener nuevos conocimientos sobre los fundamentos de fenómenos y hechos observables, sin intención de otorgarles ninguna aplicación o uso determinado.

Considerando también la posición del Congreso de la República del Estado Peruano (Perú, 2012), nos dice que la investigación está dirigida a cierto conocimiento mucho más completo por medio “de la comprensión de aspectos fundamentales de los fenómenos, de los hechos observables o de las relaciones que establecen los entes”

La investigación de modalidad bibliográfica o documental se basa en la recolección, análisis y síntesis de información obtenida a partir de fuentes previamente existentes, como libros, artículos científicos, informes técnicos y normativas, con el objetivo de construir un marco teórico y contextual que permita fundamentar un estudio. En este tipo de investigación, no se producen datos primarios mediante experimentación directa, sino que se recupera y organiza información relevante que otros investigadores han documentado. Esto es especialmente útil para conocer el estado actual del conocimiento en el tema, en este caso, la ergonomía aplicada a la carga y descarga de materiales en el ámbito laboral.

Por su parte, la modalidad de campo complementa esta revisión documental con la recolección de datos en el entorno natural donde ocurre el fenómeno de estudio. En el caso del presente proyecto, se realizaron observaciones directas en la empresa, donde se registraron las condiciones específicas en las que se llevan a cabo las tareas de carga y descarga. Este enfoque de campo permite obtener datos contextuales precisos y actualizados que reflejan las prácticas y condiciones reales, enriqueciendo así los análisis y proporcionando una perspectiva concreta sobre los riesgos ergonómicos que se presentan en el lugar de trabajo.

La modalidad de investigación no experimental también es relevante en este proyecto, ya que implica el estudio de variables sin manipulación directa de estas. En otras palabras, se observan y analizan las condiciones laborales tal y como se presentan en la realidad, sin alterar los procedimientos o el entorno en el que se desarrollan. Esta metodología es adecuada para un análisis descriptivo, ya que permite evaluar los factores de riesgo ergonómico presentes en las actividades de carga y descarga de forma objetiva, sin modificar los elementos que intervienen en el proceso laboral.

El enfoque no experimental y de campo, combinado con la revisión bibliográfica, ofrece una visión integral y fundamentada del problema. La recopilación de datos en el entorno de trabajo permite contrastar y validar la información obtenida en la revisión documental, mientras que el análisis teórico brinda los criterios y parámetros necesarios para interpretar los datos de campo. En el presente proyecto, este enfoque metodológico permite identificar tanto los principios ergonómicos recomendados en la literatura como las prácticas específicas en la empresa, facilitando la detección de áreas de mejora en la ergonomía laboral.

Finalmente, la investigación bibliográfica/documental y de campo, en un marco no experimental, permite establecer un diagnóstico descriptivo detallado que fundamenta las recomendaciones ergonómicas para la empresa. A través de esta metodología, se logra no solo conocer el impacto teórico y práctico de la ergonomía en la seguridad laboral, sino también aplicar un análisis de riesgo específico y contextualizado. Estas modalidades de investigación, al actuar en conjunto, dotan al proyecto de solidez teórica y aplicabilidad práctica, aspectos esenciales para implementar mejoras ergonómicas en el área de carga y descarga en MetalHierro S.A.

### **1.5.2 Enfoque**

Según (Hernández, 2014), tradicionalmente, existen dos enfoques de investigación, el enfoque cualitativo y el cuantitativo. Cada uno de ellos está

basado en sus propios paradigmas, ciertamente relacionados con la realidad y el conocimiento. Certeramente, el enfoque mixto ya es la consideración del enfoque cualitativo y cuantitativo.

El enfoque de investigación mixto, que combina técnicas cualitativas y cuantitativas, fue clave en este proyecto para responder a la pregunta de investigación planteada: ¿Cuáles son las condiciones y prácticas actuales que los trabajadores emplean durante las actividades de carga y descarga, y cómo estas pueden estar contribuyendo a la aparición de lesiones musculoesqueléticas y afectando la productividad, lo que resalta la necesidad de identificar riesgos ergonómicos y proponer medidas correctivas que mejoren la seguridad y el bienestar laboral? Este enfoque permite abarcar tanto los aspectos medibles del riesgo ergonómico como las percepciones y experiencias de los trabajadores, generando una visión completa y multidimensional del problema.

Por un lado, el componente cuantitativo de la investigación se centró en la medición de variables ergonómicas clave, como el peso y la frecuencia de levantamiento, las posturas corporales, las distancias de carga y la duración de las actividades. A través de estas mediciones, se pudo identificar y cuantificar el nivel de esfuerzo físico requerido en las actividades de carga y descarga en la empresa. Los datos obtenidos se analizaron bajo la metodología NIOSH, proporcionando una base objetiva y estadísticamente válida para evaluar los riesgos ergonómicos y determinar su relación con la aparición de lesiones musculoesqueléticas en los trabajadores.

Simultáneamente, el enfoque cualitativo permitió explorar las experiencias y percepciones de los empleados en relación con las tareas de carga y descarga. Mediante entrevistas y observaciones directas, se pudo obtener información sobre las condiciones laborales, las prácticas habituales y las dificultades enfrentadas en el día a día. Esta perspectiva subjetiva fue fundamental para comprender cómo los trabajadores perciben el esfuerzo físico y las posibles incomodidades o riesgos asociados a sus actividades, lo cual no siempre puede captarse a través de datos puramente cuantitativos.

Al integrar estos dos enfoques, el estudio no solo logró documentar las condiciones físicas objetivas, sino también identificar patrones de conducta, actitudes y posibles factores psicológicos que pueden influir en la aparición de lesiones y el nivel de productividad. Este análisis holístico facilitó una interpretación más rica de los datos y permitió plantear recomendaciones que consideraran tanto los ajustes físicos en las tareas como las necesidades y percepciones de los trabajadores, generando soluciones ergonómicas más efectivas y sostenibles.

El enfoque de investigación mixto proporcionó una comprensión integral de las condiciones ergonómicas en MetalHierro S.A., abordando tanto el "qué" de las prácticas actuales y sus efectos en la salud, como el "por qué" detrás de estas prácticas. Esto permitió no solo identificar y cuantificar los riesgos ergonómicos, sino también proponer medidas correctivas que respondan tanto a las necesidades físicas como a las expectativas y bienestar de los empleados, mejorando así la seguridad y la eficiencia laboral en la empresa.

### **1.5.3 Nivel de investigación**

El nivel de investigación descriptivo permite analizar y detallar las condiciones actuales en las que se realizan las actividades de carga y descarga en la empresa, enfocándose en identificar y caracterizar los factores ergonómicos que pueden estar generando riesgos para la salud de los trabajadores. La investigación no pretende modificar las condiciones del entorno, sino observar y documentar las prácticas y condiciones existentes, logrando así una comprensión detallada de las tareas realizadas. Este nivel descriptivo permite un análisis exhaustivo de las posturas, movimientos y métodos empleados en el manejo de materiales, proporcionando una base sólida para identificar áreas de mejora sin intervenir directamente en los procesos.

A través de un enfoque descriptivo, la investigación profundiza en los detalles específicos de cada actividad, desde la forma en que se levantan las cargas hasta la frecuencia y duración de las mismas. Esta descripción detallada

permite identificar patrones de conducta y condiciones físicas que puedan estar contribuyendo a la aparición de lesiones musculoesqueléticas en los trabajadores. Con el nivel descriptivo, se busca conocer no solo los elementos objetivos, como el peso y tipo de materiales manipulados, sino también cómo estos elementos se relacionan con las condiciones ergonómicas del entorno laboral, proporcionando así un diagnóstico situacional preciso.

El estudio descriptivo permite además explorar la relación entre las condiciones de trabajo y sus efectos sobre la productividad y el bienestar de los empleados, aportando información clave para futuras investigaciones o para el diseño de intervenciones. Aunque la investigación no llega a la experimentación ni a la manipulación de variables, ofrece una base empírica detallada y observacional que es crucial para realizar propuestas de mejora fundamentadas. La profundidad de esta investigación descriptiva radica en su capacidad de identificar los riesgos específicos asociados a cada tarea y en ofrecer una comprensión amplia de las prácticas laborales, sin pretender descubrir relaciones causales.

Finalmente, al limitarse a describir y analizar el estado actual de las prácticas ergonómicas en MetalHierro S.A., la investigación descriptiva también permite plantear recomendaciones basadas en datos observacionales y respaldadas por la literatura científica. Estos hallazgos descriptivos son el primer paso para entender el contexto laboral y los factores de riesgo, y proporcionan los elementos necesarios para desarrollar intervenciones ergonómicas adecuadas y efectivas. En resumen, el nivel descriptivo de esta investigación alcanza una profundidad suficiente para proporcionar un diagnóstico detallado de las condiciones y prácticas ergonómicas, permitiendo a la empresa tomar decisiones informadas que mejoren la seguridad y el bienestar laboral sin alterar directamente el entorno de trabajo en el momento del estudio.

#### **1.5.4 Población de estudio**

La población de estudio de este proyecto está constituida por los trabajadores de la empresa MetalHierro S.A. que participan en las actividades

de carga y descarga de materiales de construcción. Este grupo incluye a operarios y personal logístico que manejan distintos tipos de materiales y equipos de manera cotidiana, exponiéndose a factores de riesgo ergonómico que pueden afectar su salud física, específicamente en el sistema musculoesquelético. Debido a que las actividades de carga y descarga requieren de esfuerzo físico significativo y una serie de posturas repetitivas, esta población es clave para comprender las condiciones laborales actuales y evaluar los posibles efectos que estas tienen sobre su bienestar y productividad.

Al centrarse en esta población específica, la investigación busca identificar las características y patrones de trabajo propios de quienes realizan estas tareas, como la frecuencia y peso de las cargas manipuladas, las posturas adoptadas y las condiciones ambientales. Este grupo de trabajadores proporciona datos representativos sobre el manejo de cargas en la empresa, permitiendo evaluar los riesgos ergonómicos y formular recomendaciones orientadas a minimizar los factores de riesgo presentes en el lugar de trabajo. La selección de esta población también facilita la aplicación de la metodología NIOSH para la evaluación ergonómica, garantizando que las medidas y propuestas de mejora sean directamente aplicables a los trabajadores que enfrentan las mayores demandas físicas en sus labores diarias.

#### **1.5.5 Tamaño de la muestra**

En investigaciones donde la población es pequeña, el uso de muestreo probabilístico o no probabilístico puede resultar innecesario e incluso contraproducente, ya que excluir a ciertos individuos del análisis podría limitar la representatividad de los datos y afectar la calidad de las conclusiones.

El tamaño de la muestra en este proyecto fue seleccionado de manera que representara adecuadamente a los trabajadores de MetalHierro S.A. que realizan actividades de carga y descarga de materiales, permitiendo obtener una visión precisa y detallada de las condiciones ergonómicas en este grupo. Para determinar el tamaño adecuado, se consideró la cantidad total de empleados

involucrados en estas tareas, así como la frecuencia con que realizan levantamientos y movimientos de cargas. Esto aseguró que la muestra seleccionada capturara las variaciones en las prácticas y condiciones de trabajo, incluyendo diferencias en cuanto a la duración de las tareas, el tipo de materiales manejados y el esfuerzo físico requerido.

El enfoque en una muestra representativa permite generalizar los hallazgos del estudio a toda la población de trabajadores en tareas de carga y descarga dentro de la empresa, sin necesidad de evaluar a cada empleado de manera individual. De esta manera, el tamaño de la muestra contribuye a una evaluación ergonómica eficiente y práctica, en la que los datos obtenidos reflejan de forma confiable las condiciones de trabajo. Esto resulta fundamental para realizar un diagnóstico preciso de los riesgos ergonómicos y diseñar propuestas de mejora que sean aplicables y efectivas para el grupo completo, aumentando la seguridad y reduciendo el riesgo de lesiones musculoesqueléticas en el personal.

### **1.5.1 Técnicas de recolección de datos**

En esta investigación se utilizaron técnicas de recolección de datos orientadas a evaluar las condiciones ergonómicas en las tareas de carga y descarga, aplicando específicamente la metodología NIOSH para el análisis de riesgos. Dado que se trata de un estudio de tipo descriptivo y no experimental, se diseñó una observación sistemática en el entorno laboral real de la empresa, sin intervenir en las condiciones o modificar las variables de trabajo. La observación permitió recoger datos sobre el peso de las cargas, la frecuencia de levantamiento, las distancias verticales y horizontales involucradas y las posturas adoptadas durante el manejo de materiales. Estos datos fueron esenciales para aplicar las ecuaciones de carga límite recomendadas por la metodología NIOSH y determinar el nivel de riesgo presente en cada actividad evaluada.

Para la recolección de los datos, se emplearon técnicas como la observación directa, la cual permitió registrar de forma sistemática las posturas, movimientos repetitivos, métodos de levantamiento, los tipos de carga manipulada y condiciones del entorno de trabajo.

Se emplearon obviamente las respectivas mediciones físicas y ergonómicas, instrumentos de evaluación como cintas métricas, cronómetros para obtener los datos precisos sobre distancias, pesos de las cargas y frecuencias de levantamiento y duración de tareas. Estas mediciones se utilizaron como insumo para aplicar la metodología y así calcular el Índice de Levantamiento.

### 1.5.2 Plan de recolección de datos

<b>N°</b>	<b>Preguntas frecuentes</b>	<b>Explicación</b>
1	¿Para qué?	Para identificar y evaluar los factores de riesgo ergonómico en las actividades.
2	¿De qué personas?	Trabajadores de la empresa metalúrgica MetalHierro S.A.
3	¿Sobre qué aspectos?	Actividades de carga y descarga de materiales de construcción.
4	¿Quién investiga?	Investigadora Alejandra Álava.
5	¿Cuándo?	Diciembre 2024.
6	¿Dónde?	Empresa metalúrgica MetalHierro S.A.
7	¿Cuántas veces?	Una vez.
8	¿Qué técnicas de recolección?	Técnicas de Observación directa y medición estructurada. (NIOSH).
9	¿Con qué?	Software.
10	¿En qué situación?	Situación de trabajo real, en condiciones normales de operación.

### 1.5.3 Procesamiento de la Información

El procesamiento de la información se realizó mediante un enfoque cuantitativo, utilizando los datos recolectados de las observaciones y mediciones en el campo. Para ello, se organizaron los datos en tablas y gráficos que facilitaron su análisis y permitieron una interpretación estructurada. Los valores obtenidos de las mediciones de peso, frecuencia, postura, y distancia de carga se registraron y consolidaron para cada tarea evaluada. Estos datos se clasificaron por tipo de actividad y condición, permitiendo un análisis detallado de cada una de las tareas involucradas en el proceso de carga y descarga.

El método NIOSH, fue clave en el análisis, se aplicó a estos datos mediante la fórmula del Índice de Levantamiento (LI), la cual permite determinar el riesgo asociado con cada tarea de manipulación de carga. En esta etapa, los datos cuantitativos como la frecuencia de levantamiento, peso de la carga, altura inicial y final, y distancia de desplazamiento fueron integrados en la fórmula para calcular el índice de riesgo ergonómico. Este cálculo se realizó para cada situación específica documentada, siguiendo los criterios establecidos en la metodología NIOSH y proporcionando un análisis objetivo del nivel de riesgo en función de los parámetros cuantitativos obtenidos en el campo.

Para garantizar la precisión en el procesamiento de los datos, se utilizaron herramientas de software estadístico que permitieron realizar cálculos y generar gráficos representativos. Las herramientas ayudaron a identificar patrones y tendencias, facilitando la comparación entre los niveles de riesgo de distintas tareas de carga y descarga. La organización de los datos en gráficos y tablas proporcionó una visualización clara de los resultados del análisis cuantitativo, simplificando la identificación de las tareas con mayores riesgos ergonómicos y permitiendo una interpretación organizada y comprensible.

Finalmente, una vez que los índices de riesgo fueron calculados para cada tarea, se realizó un análisis comparativo que permitió evaluar las actividades en relación con los valores de referencia recomendados por la metodología NIOSH.

Este análisis fue fundamental para identificar de manera precisa las condiciones laborales que superan los niveles de carga ergonómica aceptable. Sin entrar en los resultados específicos, el procesamiento cuantitativo mediante la metodología NIOSH permitió consolidar una base objetiva y analítica que sustenta la posterior formulación de propuestas para mejorar la ergonomía laboral en MetalHierro S.A.

## **1.6 Conclusiones preliminares del capítulo**

El primer capítulo permitió establecer una base conceptual, normativa y técnica sólida para el análisis ergonómico en actividades de manipulación manual de carga. A través de la revisión de literatura especializada y normas internacionales como la metodología NIOSH, se identificaron los principales factores de riesgo ergonómico que inciden en la salud ocupacional en el sector de la construcción. Se determinó que variables como la postura, la frecuencia de levantamiento, el peso de la carga, la altura de trabajo y la distancia horizontal son determinantes en la generación de trastornos musculoesqueléticos. La integración de esta base teórica con un enfoque metodológico mixto y no experimental proporcionó los lineamientos necesarios para el diagnóstico en campo, garantizando validez técnica en la recolección, análisis e interpretación de los datos.

## **Capítulo 2**

### **2 Diagnóstico o Estudio de Campo**

#### **2.1 Diagnóstico situacional de la empresa**

### 2.1.1 Información General

Fundada en abril de 1997 con el nombre natural de PEDRO CEDEÑO MERA, contando con sus inicios con un empleado y con el pasar de los años hasta la conformación de la sociedad con un total de 39 empleados y con el pasar de los años hasta la conformación de la sociedad con un total de 39 empleados estableciéndose como METALHIERRO S.A., desde febrero del 2009.

MetalHierro S.A. es una empresa dedicada al comercio y distribución de materiales de construcción, ubicada en la ciudad de Manta, provincia de Manabí. Entre sus actividades más frecuentes se encuentran la carga y descarga manual de productos como cemento, varillas, bloques y otros insumos de alto peso, los cuales son manipulados diariamente por los operarios de bodega y transporte.

Comercializa, productos en acero (Hierro), para el sector Artesanal, Naval, Industrial y de la Construcción, además una gama de materiales que complementan los trabajos en metalmecánica.

Además, ofrece servicios de transporte, servicio de doblez a los clientes que buscan nuestros productos.

La sociedad tiene 4 accionistas: Ing Pedro Pablo Cedeño Mera, Ing. Silvia Paola Cedeño Santos, Ing Pedro Luis Cedeño Santos y Sra. María Paulina Cedeño Santos.

Estan supervisados por la Superintendencia de Compañías, además de cumplir con los requerimientos del SRI, MDT y del IESS.

Durante la fase inicial del proyecto se observó que los trabajadores realizan estas tareas sin una estandarización ergonómica adecuada, exponiéndose a posturas forzadas, levantamientos excesivos y movimientos repetitivos. No se identificaron capacitaciones recientes en ergonomía ni equipos de asistencia mecánica para la manipulación de cargas, lo que evidencia una alta exposición a riesgos musculoesqueléticos, especialmente en columna lumbar, hombros y extremidades superiores.

### **2.1.2 Misión Empresarial**

Somos una empresa de comercialización de productos de acero y servicios en el área de metalmecánica, naval, industrial y de la construcción: confiable, eficiente; orientada a satisfacer a nuestros clientes, innovando nuestras líneas, con un gran equipo de experiencia, para establecer relaciones a largo plazo.

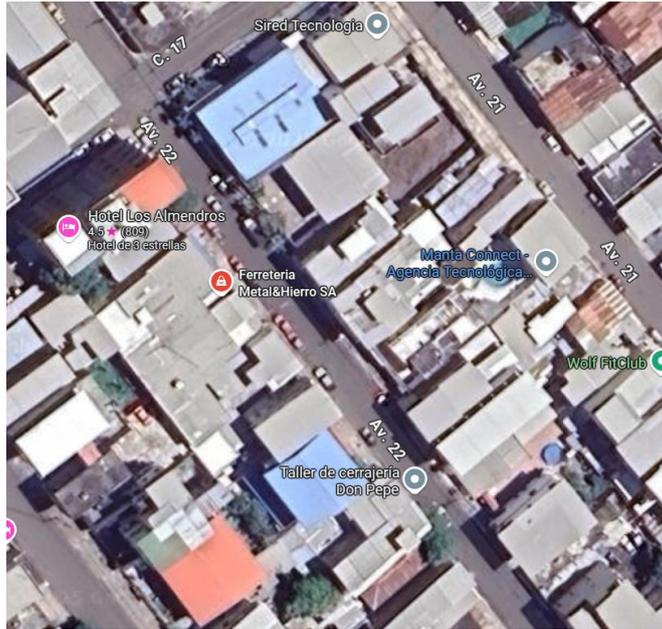
### **2.1.3 Visión Empresarial**

Ser una empresa consolidada y líder en la comercialización de productos de acero y servicios en el sector artesanal, industrial, naval y de la construcción, en el mercado nacional. Reconocida por la calidad de nuestros productos y el nivel de servicios y en constante crecimiento. Para el bienestar de nuestras familias y de la sociedad en general.

### **2.1.4 Ubicación y Duración**

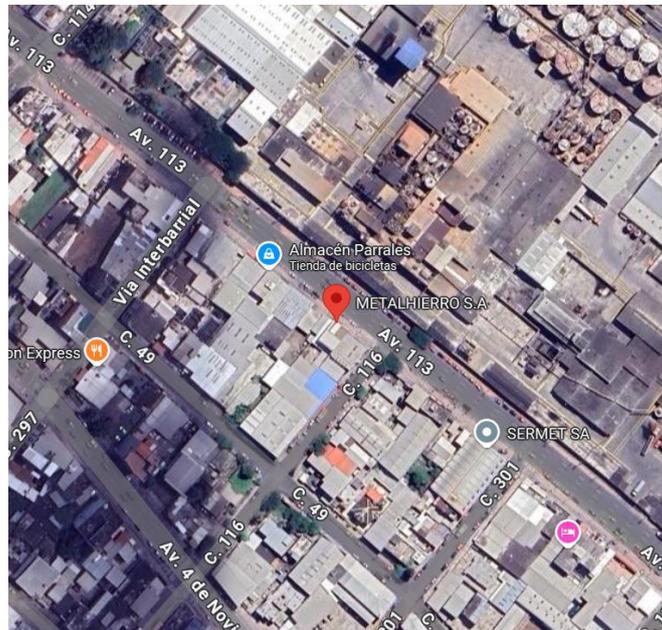
Actualmente tiene 3 establecimientos: Matriz-Manta (Av. 22 y calle 17), la Sucursal Tarqui (Av.113 y calle 116), y la Sucursal frente a Manta Beach, cada establecimiento con sus respectivas bodegas. Tiene un sinnúmero de artículos que pueden llegarse a contabilizar hasta en 5.000 ítems, clasificados en varias familias (duramil, duratecho, platinas galvanizadas, hierro corrugado, entre otros).

**Ilustración 3.**  
*Matriz Manta (Av.22 y calle 17)*



Fuente. Google Maps

**Ilustración 4.**  
*Sucursal Tarqui (Av 113 y calle 116)*



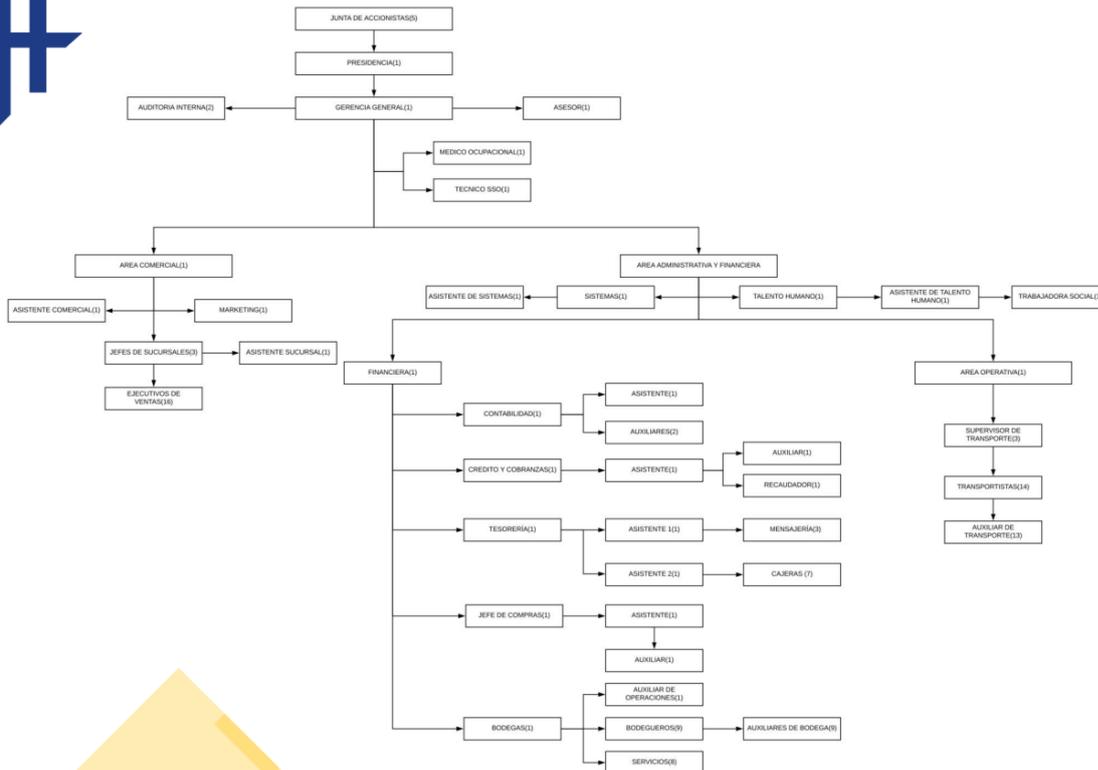
Fuente. Google Maps

**Ilustración 5.**  
*Sucursal frente a Manta Beach*



Fuente. Google Maps

### 2.1.5 Estructura Organizacional



## **2.2 Estudio de Campo**

Durante la fase inicial del proyecto se observó que los trabajadores realizan estas tareas sin una estandarización ergonómica adecuada, exponiéndose a posturas forzadas, levantamientos excesivos y movimientos repetitivos. No se identificaron capacitaciones recientes en ergonomía ni equipos de asistencia mecánica para la manipulación de cargas, lo que evidencia una alta exposición a riesgos musculoesqueléticos, especialmente en columna lumbar, hombros y extremidades superiores.

Para obtener un diagnóstico preciso, se aplicó una metodología de campo que combinó observación directa y mediciones ergonómicas cuantitativas bajo los lineamientos del método NIOSH. El objetivo fue identificar los factores de riesgo presentes en la rutina laboral de los operarios.

### **2.2.1 Aplicación de la metodología NIOSH**

#### **2.2.1.1 Tarea 1**

Un trabajador realiza la tarea de levantar sacos de cemento desde el suelo (distancia vertical inicial) y colocarlos sobre un pallet a 100 cm de altura, utilizando ambas manos efectuando una rotación del torso de 45°. La frecuencia es de 1 levantamiento por minuto durante 45 minutos continuos. La calidad del agarre se clasifica como regular debido a la forma del saco.

Datos registrados mediante observación directa:

- Peso del saco: 50kg
- Frecuencia del levantamiento: 1 sacos por minuto
- Duración: 45 minutos continuos
- Giros del torso: 45° al colocar el saco

- Uso de ambas manos: si
- Distancia horizontal del cuerpo al centro del saco: 35cm
- Distancia vertical inicial: 0cm (desde el suelo)
- Distancia vertical final: 100cm
- Distancia horizontal recorrida: 80cm
- Calidad del agarre: Regular (por la forma del saco)

Primero, calcular el peso recomendado (PR):

$$PR = LC * HM * VM * DM * AM * FM * CM$$

Sustituimos los valores.

H (distancia horizontal): 35cm

$$HM = 25/35 = 0.714$$

V (altura inicial): 0cm

$$VM = 1 - 0.003 * |0 - 75| = 1 - 0.225 = 0.775$$

D (distancia vertical): 80cm

$$DM = 0.82 + (4.5/100) = 0.82 + 0.045 = 0.865$$

A (ángulo de giro): 45°

$$AM = 1 - (0.0032 * 45) = 1 - 0.144 = 0.856$$

F (frecuencia): 1 levantamiento/minuto durante 45 minutos

$$FM = 0.95$$

Acoplamiento (saco de cemento): Regular agarre a baja cintura

$$CM = 0.95$$

Cálculo del PR (peso recomendado)

$$PR = 23 * 0.714 * 0.775 * 0.865 * 0.856 * 0.95 * 0.95$$

$$PR = 8.41kg$$

## Cálculo del Índice de Levantamiento (IL)

$$IL = \frac{\text{Peso Real del Saco}}{\text{Peso Recomendado}} = \frac{50}{8.51} = 5.88$$

**Ilustración 6.**  
*Levantamiento del saco de 50kg*



**Fuente.** Instalaciones de la empresa

## Evaluación del Riesgo:

El valor del índice de levantamiento obtenido es 5.88, lo cual supera considerablemente el límite establecido mayor de 3.0, a pesar de la frecuencia a 1 saco por minuto, la combinación de carga pesada, levantamiento desde el

suelo, torsión del tronco y agarre no óptimo continúa representando una sobrecarga física considerable para el sistema musculoesquelético.

$\leq 1$	<b>Riesgo limitado (índice de Levantamiento &lt;1).</b> La tarea puede ser realizada por la mayor parte de los trabajadores sin acacionar ningun problema psicofísico
$>1 < 3$	<b>Incremento moderado del riesgo (1 &lt; Índice de Levantamiento &lt; 3).</b> La tarea puede ocasionar problemas a algunos de los trabajadores
$\geq 3$	<b>Incremento acusado del riesgo (Índice de Levantamiento &gt;3).</b> La tarea puede ser realizada por la mayor parte de los trabajadores sin acacionar ningun problema psicofísico

### 2.2.1.2 Tarea 2

La tarea consiste en el levantamiento manual de tachos de pintura con asa incorporada, desde una altura inicial de 60cm hasta una plataforma situada a 100 cm. El trabajador ejecuta esta acción utilizando ambas manos, sin realizar rotación del tronco. Se manipulan dos tachos por minuto durante un período continuo de 30 minutos.

- Peso del tacho (L): 20 kg
- Frecuencia (F): 2 levantamientos/minuto
- Duración: 30 minutos continuos
- Giro del torso: 0°
- Distancia horizontal (H): 30 cm
- Altura inicial (V): 60 cm
- Altura final: 100 cm
- Distancia vertical (D): 40 cm
- Altura promedio: 80 cm
- Calidad del agarre: Bueno (asa incorporada)

Primero, calcular el peso recomendado (PR):

$$PR = LC * HM * VM * DM * AM * FM * CM$$

Luego, calculamos los factores

LC (constante de carga): 23kg

Factores multiplicadores:

HM (distancia horizontal): 30cm

$$HM = 25/30 = 0.833$$

VM (altura inicial): 60cm

$$VM = 1 - 0.003 * |60 - 75| = 1 - 0.045 = 0.955$$

DM (distancia vertical): 80cm

$$DM = 0.82 + (4.5/40) = 0.82 + 0.1125 = 0.933$$

A (ángulo de giro): sin rotación

$$AM = 1.0$$

F (frecuencia): 3 levantamientos/minuto durante 45 minutos, altura promedio <75 cm

$$FM = 0.85$$

Acoplamiento (saco de cemento): Regular agarre a baja cintura

$$CM = 1.0$$

Cálculo del PR (peso recomendado)

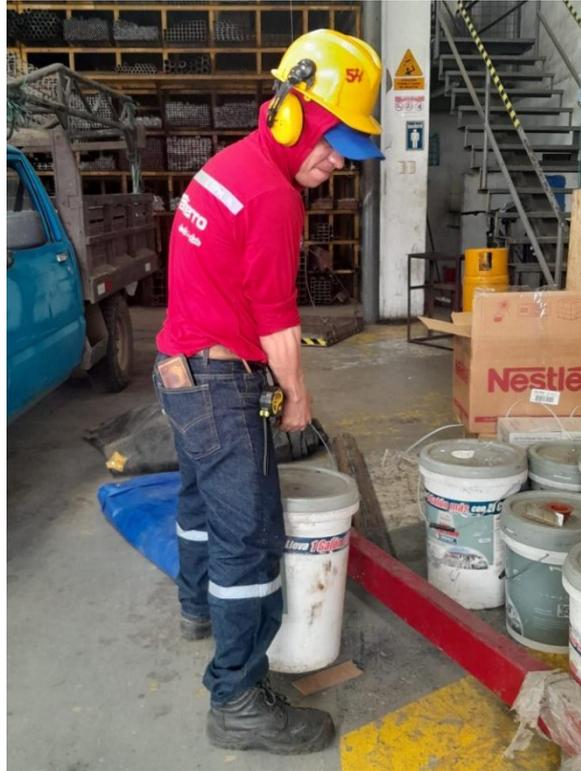
$$PR = 23 * 0.833 * 0.955 * 0.933 * 1.0 * 0.85 * 1.0$$

$$PR = 14.51kg$$

Cálculo del Índice de Levantamiento (IL)

$$IL = \frac{\text{Peso Real de la varilla}}{\text{Peso Recomendado}} = \frac{20}{14.51} = 1.38$$

## Ilustración 7. *Levantamiento del tacho*



Fuente. Instalaciones de la empresa

### Evaluación del Riesgo:

El índice de levantamiento es 1.38, lo que representa un nivel de riesgo moderado. A pesar de que el acoplamiento es adecuado y no se produce torsión del tronco, la combinación de peso de la carga y altura de colocación sigue representando una exigencia biomecánica significativa para el operario. La manipulación repetida, aunque de intensidad moderada, podría implicar riesgo acumulativo si no se gestionan adecuadamente los tiempos de descanso y la organización del trabajo.

$\leq 1$	<b>Riesgo limitado (índice de Levantamiento &lt;1).</b> La tarea puede ser realizada por la mayor parte de los trabajadores sin ocasionar ningún problema psicofísico
$>1 < 3$	<b>Incremento moderado del riesgo (1 &lt; Índice de Levantamiento &lt; 3).</b> La tarea puede ocasionar problemas a algunos de los trabajadores
$\geq 3$	<b>Incremento acusado del riesgo (Índice de Levantamiento &gt;3).</b> La tarea puede ser realizada por la mayor parte de los trabajadores sin ocasionar ningún problema psicofísico

### 2.2.1.3 Tarea 3

La actividad consiste en la descarga manual de varillas de acero corrugado, con una longitud de 6 metros y un peso aproximado de 18 kg cada una. El operario retira las varillas una por una desde la plataforma del camión (ubicada a 60 cm de altura) hasta el nivel del suelo, realizando una rotación del torso debido a la longitud del material. La tarea se ejecuta sin asistencia mecánica, con una frecuencia de 3 levantamientos por minuto durante 45 minutos continuos.

Datos registrados mediante observación directa:

- Peso de la varilla (L): 18 kg
- Frecuencia (F): 3 levantamientos/minuto
- Duración: 45 minutos continuos
- Giro del torso: 45°
- Distancia horizontal (H): 40 cm
- Altura inicial (V): 60 cm
- Altura final: 0 cm
- Distancia vertical (D): 60 cm
- Altura promedio: 30 cm
- Calidad del agarre: Regular

Sustituimos valores

LC (constante de carga): 23kg

Factores multiplicadores:

HM (distancia horizontal): 40cm

$$HM = 25/40 = 0.625$$

VM (altura inicial): 0cm

$$VM = 1 - 0.003 * 15 = 1 - 0.045 = 0.955$$

DM (distancia vertical): 80cm

$$DM = 0.82 + (4.5/60) = 0.82 + 0.075 = 0.895$$

A (ángulo de giro): 45°

$$AM = 1 - (0.0032 * 45) = 1 - 0.144 = 0.856$$

F (frecuencia): 3 levantamientos/minuto durante 45 minutos

$$FM = 0.85$$

Acoplamiento (saco de cemento): Regular agarre a baja cintura

$$CM = 0.95$$

Cálculo del PR (peso recomendado)

$$PR = 23 * 0.625 * 0.955 * 0.895 * 0.856 * 0.85 * 0.95$$

$$PR = 8.49kg$$

Cálculo del Índice de Levantamiento (IL)

$$IL = \frac{\text{Peso Real de la varilla}}{\text{Peso Recomendado}} = \frac{18}{8.49} = 2.12$$

**Ilustración 8.**  
*Ubicación de la varilla corrugada*



**Fuente.** Instalaciones de la empresa

### **Evaluación del Riesgo:**

El índice de levantamiento actualizado es de 2.12, lo que confirma un incremento moderado del riesgo según los criterios NIOSH. Aunque el peso individual es inferior al de la tarea anterior, la longitud de las varillas, la postura con rotación del torso y la manipulación sin asistencia técnica continúan representando una sobrecarga física considerable para el trabajador.

$\leq 1$	<b>Riesgo limitado (índice de Levantamiento &lt;1).</b> La tarea puede ser realizada por la mayor parte de los trabajadores sin ocasionar ningún problema psicofísico
$>1 < 3$	<b>Incremento moderado del riesgo (1 &lt; Índice de Levantamiento &lt; 3).</b> La tarea puede ocasionar problemas a algunos de los trabajadores
$\geq 3$	<b>Incremento acusado del riesgo (Índice de Levantamiento &gt;3).</b> La tarea puede ser realizada por la mayor parte de los trabajadores sin ocasionar ningún problema psicofísico

### 2.3 Conclusiones preliminares del capítulo

El segundo capítulo permitió aplicar en campo los criterios establecidos en el marco teórico, generando una caracterización precisa de las condiciones ergonómicas en las actividades de carga y descarga realizadas en la empresa MetalHierro S.A. El diagnóstico evidenció que las tareas ejecutadas por los trabajadores presentan múltiples desviaciones respecto a los parámetros recomendados por la metodología NIOSH, registrándose índices de levantamiento superiores al valor umbral de 1 en la mayoría de los casos. Las mediciones realizadas identificaron riesgos derivados del peso excesivo de los materiales, posturas forzadas, rotaciones del tronco y una elevada frecuencia de levantamientos. Estas condiciones implican una carga física elevada que, de mantenerse sin intervención, puede derivar en la aparición de lesiones osteomusculares, afectando directamente el bienestar y la productividad del personal.

## Capítulo 3

### 3 Propuesta de Mejora

Las actividades de carga y descarga de materiales en el sector de la construcción se caracterizan por su elevada exigencia física y la frecuente exposición de los trabajadores a factores de riesgo ergonómico. En la empresa MetalHierro S.A., los resultados obtenidos a través del análisis ergonómico, particularmente mediante la aplicación de la metodología NIOSH, evidencian condiciones laborales que superan los límites de seguridad establecidos, comprometiendo la salud musculoesquelética del personal operativo. El índice de levantamiento (LI) calculado en varias de las tareas evaluadas se encuentra por encima del umbral de aceptabilidad, lo que indica la necesidad urgente de intervención correctiva.

Frente a esta problemática, se plantea una propuesta de mejora ergonómica que integra acciones estructurales, técnicas y organizacionales, con el objetivo de optimizar las condiciones de trabajo durante la manipulación manual de materiales. Esta propuesta no solo responde al cumplimiento de los principios establecidos por la normativa nacional en seguridad y salud laboral, sino que también incorpora estándares internacionales reconocidos, como la norma INEN-ISO 11228-1:2018 y las directrices del Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH).

El desarrollo de la presente propuesta se fundamenta en el rediseño de los puestos de trabajo, la incorporación de ayudas mecánicas, la capacitación continua del personal, la organización de pausas activas y la implementación de un sistema de seguimiento ergonómico. Se busca, de esta manera, reducir la

incidencia de trastornos musculoesqueléticos, mejorar la eficiencia operativa y fortalecer la cultura preventiva en la organización.

Al ser una empresa con potencial de crecimiento sostenido, MetalHierro S.A. tiene la oportunidad de posicionarse como referente local en la aplicación de principios ergonómicos en sus procesos productivos. Esta propuesta representa una hoja de ruta técnica y viable para alcanzar ese objetivo, generando beneficios tanto para el bienestar del trabajador como para la sostenibilidad y competitividad de la empresa.

### **3.1 Objetivo de la propuesta**

Reducir los niveles de riesgo ergonómico asociados a la carga y descarga manual de materiales mediante la aplicación de mejoras estructurales, técnicas y organizacionales, orientadas a preservar la salud musculoesquelética de los trabajadores, aumentar la productividad y garantizar el cumplimiento normativo.

### **3.2 Componentes de la propuesta**

#### **3.2.1 Rediseño del puesto de trabajo**

El rediseño ergonómico del entorno operativo constituye una medida preventiva de primer orden para reducir la carga física innecesaria durante las tareas de carga y descarga. En este sentido, se propone una reconfiguración del área de trabajo que permita una alineación más eficiente entre el cuerpo del trabajador y los objetos manipulados. Las modificaciones estructurales incluyen la implementación de plataformas de carga ajustadas a una altura estándar de

75 cm desde el suelo, lo que corresponde a la localización ideal definida por NIOSH para minimizar el esfuerzo físico durante el levantamiento.

Además, se plantea la redistribución de los puntos de acopio y entrega de materiales, de modo que se reduzca la distancia horizontal (H) y se evite el desplazamiento innecesario de cargas. Esta reorganización espacial permitirá una alineación directa entre los materiales, los vehículos de transporte interno y los operarios, eliminando trayectorias oblicuas que generan posturas forzadas o asimétricas. También se integrarán señaléticas visuales en el área de trabajo para delimitar zonas de tránsito, puntos de carga y áreas de riesgo ergonómico, promoviendo así una mayor conciencia situacional y orden operativo.

### **3.2.2 Incorporación de ayudas mecánicas**

La manipulación manual de cargas superiores a los 23 kg, establecida como el límite recomendado en condiciones ideales por la metodología NIOSH, requiere el uso de mecanismos de asistencia para prevenir lesiones musculoesqueléticas. En este contexto, la propuesta incluye la adquisición e integración de equipos mecánicos de apoyo como carros industriales con rodadura reforzada, transpaletas hidráulicos de bajo mantenimiento y plataformas elevadoras que permitan el manejo seguro de materiales en altura o desde el nivel del suelo.

Estos dispositivos permitirán disminuir significativamente la exigencia física directa sobre los trabajadores y reducirán el índice de levantamiento (LI) al trasladar parte del esfuerzo a medios mecánicos. De manera complementaria, se plantea realizar una evaluación piloto sobre la factibilidad del uso de exoesqueletos pasivos en trabajadores que realizan levantamientos frecuentes, a fin de mitigar la presión lumbar sin interferir con la movilidad funcional.

La incorporación de estas herramientas será acompañada por procesos de inducción y formación en su correcto uso, garantizando tanto la seguridad operativa como la prolongación de la vida útil del equipo.

### **3.2.3 Capacitación y formación continua**

La efectividad de cualquier intervención ergonómica depende en gran medida del grado de apropiación por parte del personal operativo. Por ello, se considera indispensable el desarrollo de un programa permanente de capacitación en ergonomía aplicada, dirigido a todos los trabajadores involucrados en las tareas de carga y descarga. Este programa comprenderá sesiones prácticas en técnicas de levantamiento seguro, alineación postural, biomecánica básica del movimiento y uso adecuado de herramientas de apoyo.

Asimismo, se contempla la elaboración de manuales visuales y guías didácticas adaptadas al entorno específico de la empresa, que podrán ser distribuidas en puntos estratégicos del área operativa. Las capacitaciones se desarrollarán trimestralmente y estarán a cargo de profesionales especializados en salud ocupacional y ergonomía, permitiendo reforzar el aprendizaje mediante retroalimentación directa y simulaciones de escenarios reales.

La formación continua fomentará una cultura preventiva entre los trabajadores, reduciendo la incidencia de errores operativos y elevando los niveles de cumplimiento de los procedimientos seguros de trabajo.

### **3.2.4 Establecimiento de pausas activas y rotación de tareas**

Dado que la fatiga muscular acumulada es uno de los factores que incrementan la probabilidad de lesiones, se propone la implementación estructurada de pausas activas breves, programadas dentro de la jornada laboral. Estas pausas, de entre 5 y 7 minutos por cada 60 minutos de actividad

continua, estarán orientadas a realizar estiramientos y ejercicios de movilidad articular que favorezcan la recuperación fisiológica y reduzcan la fatiga localizada.

En paralelo, se sugiere establecer un sistema de rotación de tareas planificado, especialmente en turnos prolongados o con alta densidad de levantamientos. Este sistema permitirá alternar actividades con diferentes demandas físicas, evitando la sobreexposición a cargas repetitivas y posturas mantenidas. La rotación será diseñada en coordinación con el área de talento humano y supervisión operativa, tomando en cuenta la experiencia, la condición física y la versatilidad funcional del personal.

Ambas estrategias —pausas activas y rotación— constituyen mecanismos preventivos de bajo costo y alta eficacia, reconocidos por organismos como la OSHA y la OIT, y permiten mejorar tanto el rendimiento físico como el estado anímico de los trabajadores.

### **3.2.5 Sistema de evaluación continua**

Para garantizar la sostenibilidad de las mejoras ergonómicas, es necesario implementar un sistema de evaluación y seguimiento continuo que permita monitorear los avances, detectar desviaciones y tomar decisiones correctivas oportunas. Se propone la creación de un comité ergonómico interno conformado por representantes del área operativa, técnicos en seguridad industrial y personal del área administrativa, con funciones específicas de supervisión, evaluación y promoción de prácticas seguras.

Este comité coordinará la aplicación periódica de herramientas de evaluación ergonómica como la ecuación NIOSH, listas de verificación ergonómica y entrevistas al personal. La información recolectada será sistematizada en informes bimestrales que incluirán indicadores clave como el índice de levantamiento promedio, número de incidentes reportados, nivel de cumplimiento de las pausas activas y grado de satisfacción de los trabajadores.

Con base en estos datos, se tomarán decisiones informadas sobre ajustes en la estrategia ergonómica, adquisición de nuevos equipos o modificación de procedimientos. El sistema de evaluación continua permitirá así cerrar el ciclo de mejora, favoreciendo la innovación organizacional y el fortalecimiento de una cultura ergonómica institucionalizada.

### 3.3 Recursos requeridos

La implementación de la presente propuesta de mejora ergonómica requiere la asignación de recursos materiales, humanos y financieros que permitan ejecutar de manera eficiente las acciones planteadas. Los recursos considerados incluyen la adquisición de equipos de asistencia mecánica, materiales didácticos para capacitación, contratación de profesionales externos para procesos de formación técnica, y elementos tecnológicos para el seguimiento y evaluación de los riesgos ergonómicos. A continuación, se detalla el listado estimado de recursos necesarios junto con sus respectivas cantidades y costos proyectados:

**Tabla 5.**  
*Recursos requeridos*

<b>Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
Transpaletas manuales	Unidad	5
Plataformas hidráulicas	Unidad	2
Metal gráfico y didáctico	Lote	1
Honorarios de capacitadores externos	Jornada	4
Exoesqueletos pasivos (piloto)	Unidad	2

**Fuente.** Tabla desarrollada por el autor

### 3.4 Cronograma de implementación (12 semanas)

La planificación temporal de las actividades contempladas en la propuesta de mejora ergonómica es fundamental para asegurar su implementación ordenada y eficiente. El cronograma establece la secuencia lógica de acciones a desarrollar, considerando la disponibilidad operativa de la empresa y los tiempos requeridos para la adquisición de recursos, capacitación del personal, ejecución de mejoras físicas y evaluación de resultados. Las actividades han sido organizadas en fases, distribuidas en un periodo de doce semanas, permitiendo un seguimiento progresivo de los avances y una adecuada coordinación entre las áreas involucradas. A continuación, se presenta el cronograma de ejecución propuesto:

**Tabla 6.**  
*Cronograma de implementación*

ACTIVIDAD	SEMANA 1-2	SEMANA 3-4	SEMANA 5-6	SEMANA 7-8	SEMANA 9-10	SEMANA 11-12
Evaluación inicial y rediseño del puesto						
Adquisición de equipos y herramientas						
Implementación de pausas activas y rotación						
Capacitación al personal						
Aplicación del nuevo sistema y monitoreo						
Evaluación final y retroalimentación						

Fuente. Tabla desarrollada por el autor

### 3.5 Indicadores de evaluación de la propuesta

Para verificar la eficacia de la propuesta de mejora ergonómica en las actividades de carga y descarga en la empresa MetalHierro S.A., se establecen indicadores de evaluación que permitirán monitorear el impacto de las acciones implementadas. Estos indicadores han sido definidos en función de los objetivos

propuestos y abarcan variables cuantitativas y cualitativas asociadas a la reducción del riesgo ergonómico, la mejora de la salud ocupacional, el cumplimiento de las actividades planificadas y la percepción del personal.

Cada indicador contará con una unidad de medida específica, una periodicidad definida para su revisión y una meta objetivo que refleje el nivel de desempeño esperado. La evaluación de estos parámetros será realizada por el comité ergonómico institucional, a través de registros operativos, encuestas al personal y análisis técnico de los datos obtenidos en campo. A continuación, se presentan los indicadores propuestos para la fase de seguimiento:

**Tabla 7.**  
*Indicadores de evaluación*

INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	FRECUENCIA	META ESPERADA
Índice de levantamiento (LI) promedio	Valor calculado (NIOSH)	Bimestral	$\leq 1$
Reducción de lesiones musculoesqueléticas	Número de casos	Trimestral	50% - en 6 meses
Satisfacción del trabajador	Encuesta (% favorable)	Semestral	$\geq 85\%$ satisfacción
Cumplimiento de pausas activas	% de cumplimiento	Mensual	$\geq 90\%$ de turnos

**Fuente.** Tabla desarrollada por el autor

### 3.6 Conclusión técnica de la propuesta

La propuesta de mejora ergonómica diseñada para la empresa MetalHierro S.A. constituye una intervención técnica integral orientada a resolver una problemática crítica identificada en el proceso de carga y descarga de materiales de construcción: la exposición constante de los trabajadores a condiciones que superan los límites aceptables de carga física, tal como lo demuestra el índice de levantamiento (LI) calculado mediante la metodología NIOSH.

Los hallazgos obtenidos en el diagnóstico evidenciaron una combinación de factores de riesgo que afectan directamente la salud musculoesquelética de los operarios, como posturas forzadas, manipulación de cargas superiores al umbral

recomendado, ausencia de ayudas mecánicas y deficiencias en la organización del trabajo. Frente a este escenario, la propuesta plantea un conjunto de acciones interrelacionadas y sustentadas en fundamentos ergonómicos, normativos y técnicos, que permiten reducir significativamente los niveles de exigencia física, mejorar las condiciones operativas y promover una cultura preventiva en la organización.

El rediseño físico de los puestos de trabajo, la incorporación de tecnologías de asistencia, el fortalecimiento de la capacitación del personal, la implementación de pausas activas y la creación de un sistema de evaluación continua, constituyen componentes estratégicos que aseguran la sostenibilidad de los resultados en el mediano y largo plazo. Estas acciones permitirán no solo disminuir la incidencia de lesiones osteomusculares, sino también optimizar la productividad operativa y mejorar el clima laboral.

Desde una perspectiva de gestión organizacional, esta propuesta también representa una oportunidad para alinear los procesos internos con los principios de responsabilidad social empresarial y cumplimiento normativo en materia de seguridad y salud ocupacional. La aplicación progresiva de estas medidas posicionará a la empresa como un referente regional en el diseño de entornos laborales seguros, eficientes y humanamente sostenibles.

En síntesis, la implementación de esta propuesta no debe considerarse un gasto, sino una inversión estratégica orientada a proteger el recurso humano, incrementar el rendimiento productivo y garantizar la sostenibilidad técnica, legal y económica de las operaciones de MetalHierro S.A.

### **3.7 Conclusiones preliminares del capítulo**

En el tercer capítulo se formularon medidas correctivas orientadas a mitigar los riesgos identificados en el diagnóstico ergonómico. Las propuestas se estructuraron con base en cinco componentes clave: rediseño del puesto de trabajo, incorporación de ayudas mecánicas, capacitación del personal,

establecimiento de pausas activas y creación de un sistema de evaluación continua. Estas acciones fueron diseñadas para ser viables técnica y económicamente dentro del contexto operativo de MetalHierro S.A., priorizando la prevención de riesgos sin afectar la eficiencia productiva. La propuesta se fundamenta en evidencia técnica y busca transformar el entorno laboral en un espacio más seguro, saludable y funcional, contribuyendo a la sostenibilidad de las operaciones y al cumplimiento normativo en materia de salud ocupacional.

## Conclusiones

La aplicación de la ecuación revisada de NIOSH permitió identificar que las tareas manuales ejecutadas durante la carga y descarga de materiales de construcción en MetalHierro S.A. superan los límites recomendados de manipulación segura, evidenciando factores de riesgo ergonómico vinculados al peso, frecuencia, posturas y distancia de manipulación. Esta situación confirma que las condiciones actuales representan una amenaza para la integridad biomecánica de los trabajadores involucrados, afectando su desempeño físico y aumentando la probabilidad de trastornos musculoesqueléticos.

El estudio determinó que, de las tres actividades evaluadas, la manipulación de sacos de cemento con un peso de 50 kg presenta el índice de levantamiento más crítico, con un valor significativamente por debajo del umbral recomendado ( $LI > 3$ ). Esta tarea implica altos niveles de esfuerzo debido al peso excesivo, la escasa posibilidad de acoplamiento y la postura de levantamiento desde el nivel del suelo, condiciones que no se ajustan a las recomendaciones ergonómicas internacionales.

Respecto a la manipulación de varillas de acero y tachos de pintura, si bien los pesos son inferiores a los del cemento, el análisis reveló que los niveles de riesgo también son elevados, principalmente por la distancia horizontal de manipulación, la frecuencia de levantamiento y la ausencia de ayudas mecánicas. Las tareas requieren rotaciones de tronco, extensiones forzadas de los brazos y elevaciones por encima de la zona de confort biomecánico, lo que compromete la seguridad ocupacional.

La revisión de la normativa técnica y de seguridad en el ámbito ecuatoriano permitió constatar que, a pesar de la existencia de marcos legales orientados a la prevención de riesgos ergonómicos, en la práctica, su aplicación en la empresa es limitada. Esto demuestra una brecha entre la normativa y su implementación efectiva en el entorno laboral.

Finalmente, se propuso una intervención correctiva basada en rediseños ergonómicos de las tareas, incorporación de ayudas mecánicas simples, mejora en la formación de los operarios y adopción de controles administrativos. Estas medidas buscan reducir los niveles de riesgo, mejorar el bienestar de los trabajadores y optimizar la productividad mediante condiciones laborales más seguras y sostenibles.

## Recomendaciones

Basándonos en las conclusiones realizadas, se brindan las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda sustituir los actuales métodos de carga y descarga de sacos de cemento por sistemas asistidos mecánicamente, tales como elevadores hidráulicos, traspaletas manuales o plataformas deslizables, a fin de eliminar el levantamiento manual de cargas que superen los límites ergonómicos permitidos. Esta acción responde directamente al objetivo de evaluar el peso de las cargas y su implicancia en el riesgo físico, reduciendo el índice de levantamiento a niveles aceptables.
- Es necesario implementar un rediseño del proceso de manipulación de varillas de acero corrugado, incorporando dispositivos de rodamiento o carros de traslado que eviten la rotación forzada del tronco y disminuyan la distancia horizontal de agarre. Asimismo, se sugiere capacitar al personal en técnicas de manipulación segura y pausas activas, alineado con el objetivo de analizar las posturas y distancias críticas en la operación.
- Para los tachos de pintura y otros objetos medianamente pesados que se manipulan con frecuencia, se recomienda estandarizar el uso de contenedores con asas ergonómicas, mantener las alturas de levantamiento dentro del rango ideal (75-100 cm) y delimitar zonas de manipulación que minimicen desplazamientos innecesarios. Estas medidas buscan cumplir con el objetivo de establecer parámetros adecuados de frecuencia y postura de trabajo.
- Desde el punto de vista normativo, se sugiere fortalecer el cumplimiento del Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores del Ecuador, específicamente en lo concerniente al manejo manual de cargas. Para ello, se debe elaborar un plan de implementación gradual que contemple

inspecciones periódicas, fichas ergonómicas por tarea y monitoreo continuo del riesgo biomecánico.

- Finalmente, se insta a la empresa MetalHierro S.A. a adoptar la propuesta ergonómica presentada en este estudio como un eje estratégico de mejora continua. Su aplicación permitirá alinear la operación con estándares internacionales de ergonomía, promover un ambiente de trabajo más seguro y garantizar la sostenibilidad de sus procesos productivos mediante una gestión preventiva eficaz.

## Bibliografía

- AEE. (2021). *Asociación Española de Ergonomía*. Obtenido de <http://www.ergonomos.es/>
- Aguirre, C. (2018). *Ergonomía y Seguridad Laboral en el Sector Construcción: Caso de Estudio en Manta, Ecuador*. Editorial Técnica.
- Ahmed, N. (2020). University business incubators as a tool for accelerating entrepreneurship: theoretical perspective. *Review of Economics and Political Science.*, 1-20.
- Australia, S. W. (2021). Obtenido de <https://www.safeworkaustralia.gov.au>
- Barrero, D. E. (2022). *Universidad Técnica Israel*. Obtenido de [file:///C:/Users/Usuario/Desktop/ANTECEDENTES%20INVESTIGATIVO S/Gestión%20de%20riesgos%20ergonómicos%20para%20la%20disminución%20de%20lesiones%20osteomusculares%20en%20la%20operación%20de%20extracción%20de%20materiales%20de%20construcción%20e%20%20la%20con](file:///C:/Users/Usuario/Desktop/ANTECEDENTES%20INVESTIGATIVO%20S/Gestión%20de%20riesgos%20ergonómicos%20para%20la%20disminución%20de%20lesiones%20osteomusculares%20en%20la%20operación%20de%20extracción%20de%20materiales%20de%20construcción%20e%20%20la%20con)
- Corzo Melanie, F. L. (2021). *Universidad César Vallejo*. Obtenido de [file:///C:/Users/Usuario/Desktop/ANTECEDENTES%20INVESTIGATIVO S/IMPLEMENTACIÓN%20DE%20MÉTODOS%20ERGONÓMICOS%20PARA%20MEJORAR%20LA%20PRODUCTIVIDAD%20EN%20ELÁREA%20DE%20CARGA%20Y%20DESCARGA%20DE%20JEMSEM,%20CALLAO,%202021](file:///C:/Users/Usuario/Desktop/ANTECEDENTES%20INVESTIGATIVO%20S/IMPLEMENTACIÓN%20DE%20MÉTODOS%20ERGONÓMICOS%20PARA%20MEJORAR%20LA%20PRODUCTIVIDAD%20EN%20ELÁREA%20DE%20CARGA%20Y%20DESCARGA%20DE%20JEMSEM,%20CALLAO,%202021)
- Diego-Mas, J. A. (2015). *Ergonautas*. Obtenido de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/niosh/niosh-ayuda.php>
- EU-OSHA. (2021). *Agencia Europea para la seguridad y la salud en el trabajo*. Obtenido de <https://osha.europa.eu/es/themes/musculoskeletal-disorders>
- Eurofound. (2021). *Fundación Europea para la Mejora de las Condiciones de Vida y de Trabajo*. Obtenido de <https://www.eurofound.europa.eu/en/topics>

- Executive, H. a. (2022). *HSE*. Obtenido de <https://www.hse.gov.uk/msd/manualhandling.htm>
- FIOH. (2021). *Instituto Finlandés de Salud Ocupacional*. Obtenido de <https://www.ttl.fi/en/>
- Fraunhofer. (2021). *Instituto Fraunhofer*. Obtenido de <https://www.fraunhofer.de/en.html>
- González, M. P. (2014). *Ergonomía en el Trabajo: Enfoque en América Latina*. Editorial Médica Panamericana.
- Guamán, J. S. (Agosto de 2023). *Universidad Técnica de Ambato*. Obtenido de <file:///C:/Users/Usuario/Desktop/ANTECEDENTES%20INVESTIGATIVOS/EVALUACION%20DE%20POSTURAS%20ERGONOMICAS%20EN%20EL%20LEVANTAMIENTO%20Y%20TRASLADO%20DE%20CARGAS%20EN%20LA%20EMPRESA%20GAMO'S>
- Helander, M. (2006). *A Guide to Human Factors and Ergonomics*. Obtenido de <https://doi.org/10.1201/9780203014977>
- Hernández, R. F. (2014). *Universidad de Colima*. Obtenido de <https://recursos.ucol.mx/tesis/investigacion.php>
- HFES. (2020). *Human Factors and Ergonomics Society*. Obtenido de <https://www.hfes.org/Resources>
- INRS. (2022). *Institut National de Recherche et de Sécurité*. Obtenido de <https://www.inrs.fr/risques/ergonomie/ce-qu-il-faut-retenir.html>
- ISO. (2014). *International Organization for Standardization*. Obtenido de <https://www.iso.org/standard/53784.html>
- Konz S, y. J. (2007). *Workplace Ergonomics: A Practical Guide*. CRC Press.
- Mansfield N, J. (2010). *Human Factors in the Construction Industry*. Wiley.
- Muslim, S. (2021). The Role of Business Incubators in the Economic Development and Creativity in Jordanian Universities: Evidence from

Mutah University. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*, 10(1), 266-282.

NIOSH. (2020). Obtenido de <https://www.cdc.gov/niosh/docs/94-110/>

OECD. (2018). *Manual de Frascati*. Obtenido de <https://doi.org/10.1787/9789264310681-es>

OIT. (2022). *Organización Internacional del Trabajo*. Obtenido de <https://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/lang-es/index.htm>

OMS. (2020). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de <https://www.who.int/home>

OSHA. (2020). *Occupational Safety and Health Administration*. Obtenido de <https://www.osha.gov/ergonomics>

OSHA. (2021). Obtenido de <https://www.osha.gov/ergonomics>

Perú, C. d. (2012). Obtenido de <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/ley-del-sistema-nacional-de-ciencia-tecnologia-e-innovacion-ley-n-31250-1968664-1>

Pilco, H. L. (2023). *Universidad Tecnológica Israel*. Obtenido de [file:///C:/Users/Usuario/Desktop/ANTECEDENTES%20INVESTIGATIVO S/Diseño%20de%20un%20programa%20de%20control%20de%20riesgos%20ergonómicos%20para%20el%20personal%20de%20la%20empresa%20Ferritecho](file:///C:/Users/Usuario/Desktop/ANTECEDENTES%20INVESTIGATIVO%20S/Diseño%20de%20un%20programa%20de%20control%20de%20riesgos%20ergonómicos%20para%20el%20personal%20de%20la%20empresa%20Ferritecho)

Ríos, J. (2020). *Gestión de la Salud Ocupacional en la Industria: Un Enfoque Práctico para Ecuador*. Ediciones Abya-Yala.

Rogova, E. (2014). Incubadoras de empresas como elementos sistemas de transferencia de tecnología Universidades rusas. *Rusia Innovadora*, 53-58.

- Romero, M., León, R., & Castellano, G. (2020). Modelo de gestión de incubadora de empresa para la transferencia de resultados de I+D+i en universidades ecuatorianas. *Revista Espacios*, 73-88.
- Sena, J. A. (2022). *Universidad Fasta*. Obtenido de file:///C:/Users/Usuario/Desktop/ANTECEDENTES%20INVESTIGATIVOS/AUTOELEVADORISTAS\_CARGA%20Y%20DESCARGA%20DE%20MATERIALES%20Y%20PALLETS%20EN%20CAMIONES%20HOLCIM%20ARGENTINA
- Shalaby, N. M. (2020). The Role of Pre-Incubation in the Development of Entrepreneurial Ideas of Higher Education Students. *Arab Journal of STI Policies*, 8-19.
- Tormysheva, T. (2013). *Desarrollo de incubadoras de empresas en el contexto de la construcción de una economía innovadora rusa*. Biblioteca electrónica de disertaciones Dissercat.
- UNE. (11 de Diciembre de 2018). *Modelo de Incubación*. Obtenido de UNE Enrique Guzmán y Valle: <http://www.une.edu.pe/incubaune/modelo-de-incubacion.html>
- Zúñiga, L. (2015). *Salud y Ergonomía en la Construcción en Latinoamérica*. Editorial Universitaria.