Aplicación de intervenciones ergonómicas para la mejora de la productividad ante posturas forzadas en trabajadores de la industria del calzado, Ecuador, 2025.

TESIS DOCTORAL

que, para obtener el Grado de Ph.D.

DOCTOR EN DIRECCIÓN DE PROYECTOS

PRESENTA

Adriano Efraín Pérez Toapanta

ASESOR

Marco Antonio Zamora Antuñano, PhD.

México, 2026

La presente Tesis Doctoral debe ser citada como:

Pérez, Adriano. (2026). Aplicación de intervenciones ergonómicas para la mejora de la salud laboral ante posturas forzadas en trabajadores de la industria del calzado, Ecuador, 2025. [Tesis de Doctorado de la Universidad de Investigación e Innovación de México - UIIX]

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Sin Derivar 4.0 Internacional

Se permite la reproducción total o parcial y la comunicación pública de la obra con reconocimiento de la autoría y mención de la Universidad de Investigación e Innovación de México - UIIX.

No se permite el uso comercial ni la creación de obras derivadas.

Resumen.

Esta tesis doctoral abordó el problema de las posturas forzadas y sus efectos en la productividad de los trabajadores de la industria del calzado en Ecuador. El estudio se fundamentó en la hipótesis de que la aplicación de intervenciones ergonómicas específicas puede mejorar significativamente la productividad de estos trabajadores. La investigación se centró en la implementación y evaluación de medidas ergonómicas, como la reconfiguración de estaciones de trabajo, la provisión de herramientas manuales ergonómicas y la capacitación en técnicas de levantamiento y estiramiento. Los resultados mostraron una reducción significativa en la incidencia de dolores musculo esqueléticos y fatiga reportada por los trabajadores. Se observó una mejora en la postura durante las tareas repetitivas, respaldada por evaluaciones biomecánicas. Las conclusiones principales confirman que las intervenciones ergonómicas no solo mitigan los riesgos asociados a las posturas forzadas, sino que también contribuyen a un aumento de la productividad y a un ambiente de trabajo más seguro y saludable. Estos hallazgos demuestran la viabilidad y el impacto positivo de la ergonomía en la industria, validando la hipótesis de la investigación. El trabajo concluye que la implementación de estas medidas es crucial para la sostenibilidad y el bienestar de los trabajadores del sector**.**

Palabras claves: ergonomía, salud laboral, posturas forzadas, industria del calzado, intervenciones ergonómicas

Abstract.

This doctoral thesis addresses the problem of forced postures and their effects on the productivity of footwear industry workers in Ecuador. The study was based on the hypothesis that the application of specific ergonomic interventions can significantly improve the productivity of these workers. The research focused on the implementation and evaluation of ergonomic measures such as reconfiguring workstations, providing ergonomic hand tools, and training in lifting and stretching techniques. The results showed a significant reduction in the incidence of musculoskeletal pain and fatigue reported by the workers. An improvement in posture during repetitive tasks was observed, supported by biomechanical evaluations. The main conclusions confirm that ergonomic interventions not only mitigate the risks associated with forced postures but also contribute to increased productivity and a safer, healthier work environment. These findings demonstrate the feasibility and positive impact of ergonomics in the industry, validating the research hypothesis. The work concludes that the implementation of these measures is crucial for the sustainability and well being of workers in the sector.

Keywords: Ergonomics, occupational health, forced postures, footwear industry, ergonomic interventions

Agradecimientos.

En primer lugar, expreso mi más profundo agradecimiento a mi director de tesis, cuya inestimable guía, sabiduría y paciencia fueron fundamentales para la culminación de este proyecto. Su visión crítica, constante motivación y su profundo conocimiento me inspiraron a alcanzar los más altos estándares de rigor académico y profesional. Asimismo, extiendo mi gratitud a los miembros del comité de tesis, por su valiosa retroalimentación, por los enriquecedores debates y por sus constructivas sugerencias que, sin duda, fortalecieron la calidad y el alcance de esta investigación. Agradezco también a la Universidad UIIX, por proveerme de los recursos necesarios y un entorno académico excepcional que hizo posible este logro.

Este trabajo no habría sido posible sin el apoyo incondicional de mis seres queridos. A mis padres, por su amor infinito, sus sacrificios y por ser mi principal fuente de inspiración. A mi esposa e hijos, por su paciencia, comprensión y por recordarme la importancia de cada pequeño avance. A mis amigos y colegas, por su aliento y por los momentos de esparcimiento que me brindaron la energía necesaria para continuar. A todos ellos, les dedico este esfuerzo, reconociendo que este logro es tanto mío como de cada una de las personas que creyeron en mí y me acompañaron en este largo y desafiante camino.

Dedicatorias.

A mis hijos, Mateo y Salomé, la razón y la motivación de cada día. Que este trabajo les inspire a perseguir sus propios sueños con la misma pasión y dedicación, sabiendo que no hay límites para lo que pueden lograr.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN 8

CAPÍTULO 1. Proyección de la investigación. 10

1.1. Línea de investigación de la Universidad de Innovación e Investigación de México y su ámbito de estudio. 10

1.2. Planteamiento del problema. 11

1.3. Formulación del problema (Pregunta de investigación). 12

1.4. Justificación. 13

1.5. Objeto de estudio. 14

1.6. Campo de acción. 15

1.7. Objetivos. 15

1.8. Hipótesis. 16

1.9. Alcance temático. 16

1.10. Delimitación espacial y temporal. 17

CAPÍTULO 2. Fundamentos teóricos referenciales. 18

2.1. Estado del arte (Marco histórico y actual). 18

2.2. Marco teórico. 21

2.3. Marco conceptual. 27

2.4. Marco contextual. 31

2.5. Marco legal y normativo. 32

CAPÍTULO 3. Fundamentos metodológicos y resultados de investigación. 34

3.1. Cuadro operacionalización de variables. 36

3.2. Diseño metodológico. 38

3.3. Trabajo de campo 43

3.4. Aplicación de los instrumentos. 44

3.5. Procesamiento de la información. 54

3.6. Análisis de los resultados en los datos obtenidos. 67

3.7. Resultados y discusión. 70

CAPÍTULO IV: Propuesta de transformación 74

Plan de transformación ergonómica integral para el sector del calzado 74

4.1. Fundamentación de la propuesta de transformación. 75

4.2. Estructura de la propuesta de transformación. 77

4.3. Validación de la propuesta de transformación. 94

CONCLUSIONES 117

RECOMENDACIONES 119

BIBLIOGRAFÍA 121

INTRODUCCIÓN

El tema de tesis “Aplicación de intervenciones ergonómicas para la mejora de la productividad ante posturas forzadas en trabajadores de la industria del calzado, Ecuador 2025”, tiene un potencial significativo para transformar la realidad en distintos niveles, tanto a escala organizacional como social y humana. La identificación, análisis y mitigación de posturas forzadas contribuye directamente a reducir lesiones musculo esqueléticas, dolores crónicos y ausentismo laboral. Esto se traduce en una mejora sustancial en la calidad de vida, el bienestar físico y emocional de los trabajadores, promoviendo condiciones laborales más humanas y dignas.

La investigación impulsó una conciencia ergonómica dentro de las industrias, fomentando una cultura preventiva en lugar de reactiva. Esta transformación se da cuando las empresas incorporan el enfoque de salud ocupacional como parte central de su gestión, reconociendo que el capital humano es clave para la sostenibilidad del negocio. Al disminuir la fatiga física, las dolencias y los tiempos de recuperación por lesiones, se mejora el rendimiento de los trabajadores. Esto genera aumentos en la productividad, mayor continuidad operativa y reducción de costos por incapacidades o rotación de personal, impactando positivamente la competitividad de las industrias.

En sectores donde las condiciones laborales suelen ser precarias, como en industrias manuales o intensivas en mano de obra, el estudio ofrece herramientas para visibilizar problemáticas ignoradas y proponer soluciones que protejan especialmente a trabajadores vulnerables, muchas veces excluidos de políticas de salud laboral. Propuesta de políticas y normativa técnica: La investigación puede servir como base para el diseño de instrumentos normativos, protocolos ergonómicos o estándares sectoriales, que regulen adecuadamente la exposición a posturas forzadas. Esto favorece la toma de decisiones informadas por parte de entidades gubernamentales, sindicatos y empleadores

El trabajo de investigación se estructuró de la siguiente manera; Introducción viendo la contextualización del problema desde cinco ángulos: bienestar del trabajador, cultura preventiva, productividad, protección de vulnerables y aporte normativo.

Capítulo 1. Proyección de la investigación; Define el problema (posturas forzadas en calzado en Tungurahua), las 3 preguntas de investigación, la justificación en cuatro dimensiones, y la hipótesis central verificable.

Capítulo 2. Fundamentos teóricos y referenciales; Es el capítulo más robusto teóricamente. Revisa literatura 2019–2024, clasifica los tipos de ergonomía, detalla las metodologías REBA, RULA, OWAS, OCRA, y articula el marco legal ecuatoriano.

Capítulo 3. Fundamentos metodológicos y resultados de investigación; El capítulo central. Con 50 trabajadores censados, los resultados diagnósticos son contundentes: 100% de puestos con riesgo alto REBA, suplementos de hasta 33%, productividad entre 83–87%. La correlación de Pearson arroja $r = 0.80$ entre posturas forzadas y baja productividad.

Capítulo 4. Propuesta de transformación; Implementa 4 niveles de intervención: rediseño de puestos, pausas activas, gestión ambiental (luz, ventilación, ruido) y capacitación. Los resultados post intervención son significativos: riesgo reducido a bajo/medio, productividad hasta 94%, producción incrementada hasta 31.45%, y un ROI del 56% con recuperación en 1.78 años.

Conclusiones y Recomendaciones; Validan la hipótesis y proponen un plan de sostenibilidad con auditorías semestrales, inducción permanente y vigilancia epidemiológica anual.

CAPÍTULO 1. Proyección de la investigación.

1.1. Línea de investigación de la Universidad de Innovación e Investigación de México y su ámbito de estudio.

Líneas de investigación: Proyectos de salud

Ámbito de estudio: Planificación, gestión y evaluación de instrumentos de minimización de impactos en la salud laboral de trabajadores en diversos sectores industriales para disminuir los riesgos de accidentabilidad, siniestralidad o muerte.

Las posturas forzadas son una de las principales causas de trastornos musculo esqueléticos en trabajadores industriales, afectando significativamente su salud, bienestar y capacidad productiva. Estas posiciones corporales mantenidas durante largos periodos, especialmente en tareas repetitivas o físicamente demandantes, generan fatiga, lesiones crónicas y, en casos extremos, incapacidades laborales.

Dentro del ámbito de estudio propuesto, este tema cobró una especial relevancia, ya que:

- Permitió la planificación y evaluación de estrategias preventivas que reduzcan los impactos negativos en la salud laboral, alineándose con la necesidad de mitigar los factores de riesgo físico.
- Contribuyó a la gestión de la productividad desde una perspectiva ergonómica, donde el bienestar del trabajador es una variable clave para el rendimiento organizacional.
- Apuntó a disminuir indicadores críticos como la accidentabilidad, siniestralidad y mortalidad, al atender de forma directa una de sus causas subyacentes: las condiciones biomecánicas desfavorables de trabajo.
- Apoyó el diseño de instrumentos de intervención adaptados a diversos sectores industriales, considerando que la naturaleza de las posturas forzadas varía según el tipo de industria (manufactura, construcción, alimentaria, etc.).
- La elección de este tema responde a una necesidad real y observable en múltiples entornos laborales, donde la ergonomía aún no se implementa de forma integral. Por ello, esta

investigación pudo generar propuestas prácticas y evaluables, tanto desde el punto de vista técnico como organizacional, promoviendo entornos de trabajo más seguros y eficientes.

1.2. Planteamiento del problema.

En entornos industriales, especialmente aquellos relacionados con manufactura, ensamblaje y producción en línea, los trabajadores suelen verse expuestos a posturas forzadas o mantenidas por tiempos prolongados, lo cual genera una serie de consecuencias tanto a nivel físico como organizacional. Las posturas incómodas o mantenidas provocan lesiones en espalda, cuello, hombros y extremidades, lo cual aumenta el ausentismo laboral. El dolor físico y el malestar disminuyen la eficiencia del trabajador, aumentando los errores y disminuyendo la calidad del trabajo.

Tanto en ausencias médicas como en rotación de personal, las consecuencias de las malas posturas generan gastos considerables. Muchas empresas no han adoptado protocolos o intervenciones ergonómicas eficaces debido a desconocimiento o falta de inversión. Existen brechas entre industrias grandes y pequeñas en cuanto a condiciones de trabajo seguras.

El objeto de estudio de esta investigación fue analizar el impacto de las posturas forzadas en la productividad en el sector industrial y proponer intervenciones ergonómicas que mitiguen sus efectos negativos. El estudio se llevó a cabo en empresas de calzado del sector industrial ubicadas en la provincia de Tungurahua – Ecuador, el análisis abarcó datos recopilados durante el periodo de 2024 a 2025, incluyendo estudios previos recientes y observaciones actuales. El estudio fue de tipo descriptivo y propositivo, ya que no solo describió el problema y sus consecuencias, sino que además planteó propuestas de intervención aplicables y adaptadas al contexto empresarial. Este estudio se ubicó dentro del campo de la Salud Ocupacional y Ergonomía Laboral, con un enfoque interdisciplinario que abarcó también la Gestión de Recursos Humanos, la Psicología del Trabajo, y la Ingeniería Industrial.

La investigación buscó aportar soluciones prácticas y sostenibles mediante un diagnóstico ergonómico del puesto de trabajo: Identificar las tareas que implican posturas forzadas y evaluarlas mediante herramientas ergonómicas (como RULA, REBA, OWAS). Promover la educación de los trabajadores y supervisores sobre higiene postural, pausas activas y la importancia de reportar molestias físicas.

Rediseño de estaciones de trabajo: Introducir mobiliario y herramientas ergonómicas que permitan mayor movilidad, ajuste de altura, rotación de tareas, etc. Disminuir el tiempo de exposición a posturas nocivas mediante descansos planificados y cambios de actividad. Establecer indicadores de bienestar físico y productividad para evaluar el impacto de las medidas implementadas. Estas acciones no solo reducirán los problemas de salud derivados de las posturas forzadas, sino que también mejorarán la productividad, la motivación laboral y el ambiente organizacional, generando beneficios tanto para los trabajadores como para las empresas involucradas.

1.3. Formulación del problema (Pregunta de investigación).

¿De qué manera la aplicación de intervenciones ergonómicas mejora la salud laboral y la productividad ante posturas forzadas en los trabajadores de la industria del calzado en Ecuador, 2025?

¿Cuáles son las posturas forzadas más comunes en los trabajadores de la empresa de calzado y qué efectos tienen en su salud laboral?

¿Cómo afectan las posturas forzadas el desempeño y la eficiencia productiva de los trabajadores en la empresa de calzado?

¿Qué medidas ergonómicas pueden implementarse para reducir la incidencia de posturas forzadas y mejorar la salud laboral en la empresa de calzado?

1.4. Justificación.

Justificación teórica

El estudio de las posturas forzadas en entornos industriales se encuentra respaldado por diversas teorías dentro del campo de la ergonomía, la salud ocupacional y la psicología del trabajo. Investigaciones previas han demostrado una relación directa entre la exposición prolongada a posturas inadecuadas y el desarrollo de trastornos musculo esqueléticos (TME), los cuales impactan negativamente en la productividad laboral. Teorías como la carga postural (Karhu et al., 1977), así como los modelos de riesgo ergonómico y biomecánico, sustentan la necesidad de rediseñar los entornos laborales para proteger al trabajador. Este trabajo se propuso contribuir al cuerpo teórico con evidencia aplicada y propuestas contextualizadas que integren salud y eficiencia productiva.

Justificación metodológica

Metodológicamente, esta investigación es relevante porque aplicó un enfoque mixto, combinando técnicas cuantitativas (encuestas, análisis de productividad, evaluación postural mediante herramientas como RULA o REBA) con datos cualitativos (entrevistas, observación directa), lo cual permitió un diagnóstico integral de la situación. Además, se planteó utilizar un diseño descriptivo y propositivo, lo que favoreció no solo la comprensión del problema sino también la formulación de intervenciones viables y adaptadas a la realidad industrial. Esta metodología asegura validez en los hallazgos y aplicabilidad en entornos reales.

Justificación práctica

A nivel práctico, esta tesis programa ofrecer soluciones concretas a uno de los problemas más comunes y a la vez más ignorados en el entorno industrial: las consecuencias físicas y productivas de las malas posturas. Los resultados de la investigación permitieron:

- Diseñar estrategias ergonómicas aplicables.
- Mejorar la productividad mediante el confort del trabajador.
- Disminuir los costos derivados del ausentismo y lesiones.

- Sensibilizar a las empresas sobre la importancia de la salud ocupacional.

La aplicación de las propuestas puede contribuir a una mejor calidad de vida laboral, aumento del rendimiento y una cultura organizacional más saludable.

Justificación personal

Desde una perspectiva personal, la elección de este tema respondió al interés por integrar la salud humana con la eficiencia en los procesos industriales. Existe una preocupación genuina por las condiciones laborales a las que se enfrentan muchos trabajadores, especialmente en sectores donde la productividad se prioriza sobre el bienestar físico. Esta investigación representó una oportunidad para generar un cambio positivo, aportar conocimiento útil y reforzar una visión más humana y sostenible del trabajo. Además, permitió desarrollar habilidades en diagnóstico ergonómico, investigación aplicada y diseño de intervenciones, fundamentales para el desarrollo profesional en campos como la seguridad y salud en el trabajo, la ingeniería industrial o la gestión de talento humano.

1.5. Objeto de estudio.

El objeto de estudio de esta investigación fue las posturas forzadas adoptadas por trabajadores del sector industrial en las empresas de calzado durante el desempeño de sus funciones, así como su incidencia en los niveles de productividad laboral y la posibilidad de formular propuestas de intervención ergonómica que mitiguen sus efectos negativos.

La investigación se centró en identificar, describir y analizar cómo las condiciones posturales sostenidas o inadecuadas afectan tanto la salud física de los trabajadores como el rendimiento en sus tareas productivas. A partir de este análisis, se buscó diseñar estrategias de mejora que puedan ser aplicadas dentro del entorno laboral, contribuyendo a la prevención de lesiones musculo esqueléticas y al aumento del rendimiento operativo.

1.6. Campo de acción.

El campo de acción de esta investigación se situó dentro del área de la ergonomía ocupacional, con un enfoque específico en la industria manufacturera y productiva. Se abordó aspectos relacionados con la salud y seguridad en el trabajo, la gestión de la productividad laboral y el diseño ergonómico de los puestos de trabajo.

La investigación se desarrolló en escenarios reales de producción donde los trabajadores estén expuestos a posturas forzadas, permitiendo el análisis de riesgos ergonómicos y la formulación de estrategias de intervención que busquen mejorar tanto las condiciones laborales como el desempeño organizacional.

Este campo integró conocimientos de disciplinas como la ingeniería industrial, la salud ocupacional, la fisioterapia laboral y la gestión del talento humano, orientados a la prevención de trastornos musculo esqueléticos y la optimización del rendimiento productivo en contextos industriales.

1.7. Objetivos.

1.7.1. Objetivo General.

Diseñar estrategias de intervención ergonómicas para el mejoramiento de la productividad de los trabajadores expuestos a posturas forzadas en la industria del calzado en Ecuador durante el año 2025.

1.7.2. Objetivos específicos.

- Analizar las condiciones ergonómicas actuales y la prevalencia de posturas forzadas en los puestos de trabajo de la industria del calzado.
- Evaluar los efectos de las posturas forzadas sobre la productividad laboral de los trabajadores.
- Formular estrategias de intervención ergonómica orientadas a la reducción de riesgos laborales y a la mejora de la productividad en la industria del calzado

1.8. Hipótesis.

Las intervenciones ergonómicas aplicadas en la industria del calzado en Ecuador durante el año 2025 tienen un impacto positivo significativo en la mejora de la productividad de los trabajadores expuestos a posturas forzadas.

1.9. Alcance temático.

El presente estudio se centró en analizar la relación entre las posturas forzadas adoptadas por los trabajadores en entornos industriales y su impacto en la productividad, con el propósito de formular propuestas de intervención ergonómica que mejoren el desempeño y el bienestar físico de los empleados. El estudio se enmarcó dentro del campo de la ergonomía, la salud ocupacional y la gestión de la productividad. Se abordarán aspectos como los trastornos musculo esqueléticos relacionados con el trabajo (TME), las condiciones físicas del entorno laboral y las estrategias de mejora ergonómica.

El estudio se llevó a cabo en las empresas del sector industrial del calzado en la Provincia de Tungurahua, País Ecuador, que cuenten con procesos de producción manual o semi automatizada donde se evidencien posturas mantenidas o forzadas. La investigación consideró un período de análisis que comprende los años 2024 a 2025, incluyendo observación actual de condiciones laborales, análisis de registros históricos de productividad, y aplicación de diagnósticos ergonómicos durante el desarrollo de la tesis.

La investigación fue de tipo descriptivo y propositivo, con enfoque mixto. Se recopilarán datos cuantitativos (índices de productividad, frecuencias de lesiones, uso de herramientas como RULA/REBA) y cualitativos (entrevistas, observación directa y percepciones de los trabajadores). No se busca una generalización estadística, sino un análisis profundo y contextualizado que permita proponer intervenciones viables. La investigación no abordó otras causas de baja productividad no relacionadas con factores ergonómicos, ni se enfocó en sectores distintos al industrial. Tampoco se contempló intervenciones médicas, sino preventivas y organizacionales**.**

1.10. Delimitación Espacial y Temporal.

Este estudio se enfocó exclusivamente en el análisis de posturas forzadas adoptadas por trabajadores en el sector industrial durante la ejecución de sus labores, y en cómo estas influyen en la productividad laboral. La investigación abordó aspectos como: tipos de posturas forzadas, trastornos musculo esqueléticos relacionados con el trabajo (TME), impacto en la eficiencia y rendimiento laboral y propuestas de intervención ergonómica adaptadas al contexto industrial.

CAPÍTULO 2. Fundamentos Teóricos Referenciales.

En el contexto de la industria del calzado en Ecuador, las condiciones laborales han evidenciado una problemática persistente relacionada con las posturas forzadas adoptadas por los trabajadores durante extensas jornadas de producción. Estas posturas, mantenidas de forma repetitiva y prolongada, se asocian a un aumento en los trastornos musculo esqueléticos y otras afecciones que comprometen la salud y el bienestar del personal. Ante esta realidad, el presente capítulo de fundamentos teóricos referenciales aborda el concepto de ergonomía y su aplicación en entornos laborales, enfocándose específicamente en las intervenciones ergonómicas como estrategias clave para prevenir y mitigar los riesgos derivados de posturas inadecuadas. Se revisarán teorías, modelos y estudios previos que sustentan la importancia de adecuar los puestos de trabajo a las capacidades y necesidades del ser humano, proporcionando un marco conceptual que respalde la intervención ergonómica en la industria del calzado ecuatoriana en el año 2025.

2.1. Estado del arte (Marco Histórico y Actual).

El campo de la ergonomía es una disciplina científica que busca comprender las interacciones entre los humanos y otros elementos de un sistema, aplicando teoría y principios para optimizar el bienestar humano y el general (Padrón-Sardiña et al., 2024). Sus principios fundamentales guían desde la adaptación del trabajo a las capacidades humanas hasta la optimización de la eficiencia y seguridad en el lugar de trabajo (Padrón-Sardiña et al., 2024). Es crucial que los trabajadores gocen de buena salud y condiciones que les permitan desempeñar su labor con la seguridad y comodidad necesarias, evitando perjuicios a su salud o capacidades (Padrón-Sardiña et al., 2024). Dependiendo de las condiciones físicas, ambientales, organizacionales y cognitivas, la actividad laboral puede causar efectos indeseables en la seguridad y salud (Padrón-Sardiña et al., 2024). Los riesgos disergonómicos surgen cuando la tarea o el puesto de trabajo no se adaptan adecuadamente al trabajador (Rojas Garcia et al., 2024). La falta de medidas preventivas como pausas activas o posturas inadecuadas puede generar enfermedades laborales que afectan la productividad (Rojas Garcia et al., 2024). Específicamente, mantener una postura forzada o no neutra puede causar dolor y fatiga, reduciendo la capacidad de trabajo y, por lo tanto, la productividad (Revelo Ojeda, 2023).

Una de las consecuencias más comunes de los riesgos ergonómicos, incluyendo las posturas forzadas, son los trastornos musculo esqueléticos (TME) (Hacay Chang et al., 2024). Estos son una de las condiciones de salud más frecuentes y enfermedades más recurrentes a nivel mundial, especialmente entre los trabajadores que realizan operaciones manuales (Hacay Chang et al., 2024). Los TME son lesiones que afectan músculos, nervios, tendones, articulaciones u otros, causados por movimientos repetitivos, prolongados y posiciones inusuales que requieren demasiada fuerza (Malla et al., 2022). Presentan una alta correlación con el ausentismo por enfermedad y la jubilación por discapacidad (Hacay Chang et al., 2024). En 2019, los TME representaron el 32% de todas las lesiones y enfermedades laborales (Malla et al., 2022). Los riesgos ergonómicos pueden afectar no solo la salud física, sino también la salud mental, asociados al estrés, la fatiga y la incomodidad, lo que puede derivar en ansiedad y afectar la concentración (Revelo Ojeda, 2023).

La problemática de las posturas forzadas y los TME es altamente relevante en sectores de trabajo manual y manufactura (Padrón-Sardiña et al., 2024). En el contexto de Ecuador, se ha investigado la ergonomía, detectando riesgo ergonómico muy alto (puntuaciones ROSA de 6-8) en puestos de trabajo de oficina en un instituto tecnológico, relacionado con mobiliario inadecuado y uso no ergonómico del ratón que contribuyen a posturas forzadas (Revelo Ojeda, 2023). En este mismo estudio, se documentó un caso de tendinitis de Quervain, una enfermedad ocupacional posiblemente asociada a movimientos repetitivos (Revelo Ojeda, 2023). Aunque existen normativas ecuatorianas para la salud y seguridad laboral (Revelo Ojeda, 2023), un estudio en el sector transporte señala la falta de normativas específicas y suficientes, lo que indica que los trabajadores pueden seguir expuestos a riesgos (Rojas Garcia et al., 2024), sugiriendo que siempre hay margen de mejora (Rojas Garcia et al., 2024). Existen diversas metodologías para evaluar riesgos disergonómicos y posturas, como ROSA (Revelo Ojeda, 2023), REBA y RULA (Rojas Garcia et al., 2024), entre otras herramientas como cuestionarios, análisis biomecánicos y estudios de tiempo y movimiento (Rojas Garcia et al., 2024).

Las intervenciones ergonómicas buscan mitigar estos riesgos y mejorar la salud y el desempeño laboral (Malla et al., 2022). Estas implican crear espacios de trabajo más seguros y mejores, lo que mejora el rendimiento y la satisfacción del empleado (Malla et al., 2022). La implementación de estaciones de trabajo ajustables, sillas ergonómicas y capacitación en métodos ergonómicos puede

disminuir sustancialmente la incidencia de TME (Malla et al., 2022). Los programas ergonómicos que incluyen educación sobre postura adecuada y técnicas, así como la promoción de pausas y estiramientos, impactan positivamente la productividad y el bienestar (Malla et al., 2022). Un entorno de trabajo saludable y cómodo reduce el estrés, la fatiga y la incomodidad, lo que lleva a empleados más felices, motivados y productivos (Malla et al., 2022). Diversas estrategias como la adaptación del puesto de trabajo (Anema et al., 2004), y la adaptación de las tareas laborales o las horas de trabajo (Anema et al., 2004) han demostrado ser efectivas en el retorno al trabajo, incluso tras bajas prolongadas por dolor lumbar (Anema et al., 2004). Estas intervenciones también reducen el ausentismo y la rotación, generando ahorros (Malla et al., 2022).

La aplicación de la ergonomía mejora el rendimiento y la calidad del producto(Padrón-Sardiña et al., 2024). Las intervenciones deben diseñarse considerando los requisitos individuales (Malla et al., 2022), y se sugiere un enfoque integral que abarque la evaluación de riesgos, la intervención en el puesto y la atención a los trabajadores expuestos (Hacay Chang et al., 2024). Las tendencias emergentes en ergonomía revelan un interés creciente en incorporar la automatización, la inteligencia artificial y las nuevas tecnologías (Padrón-Sardiña et al., 2024). En la Ergonomía Física, que es la dimensión más estudiada (Padrón-Sardiña et al., 2024), las tendencias incluyen el uso de tecnología para la mejora o evaluación física (mapeo 3D, dispositivos de asistencia, análisis de antropometría, evaluación de postura, análisis de TME, exoesqueletos) (Padrón-Sardiña et al., 2024). Un análisis bibliométrico reciente (2019-mediados de 2024) confirma que la ergonomía física es el principal interés de investigadores (Padrón-Sardiña et al., 2024). Se predice que para el año 2025, seguirá habiendo un gran número de estudios en Ergonomía Física, posiblemente con crecimiento en Ergonomía Cognitiva (Padrón-Sardiña et al., 2024). Existe una llamada a profundizar en las medidas de intervención dentro del alcance de la exposición a riesgos, el tratamiento y la rehabilitación (Hacay Chang et al., 2024).

Las posturas forzadas son un riesgo disergonómico significativo que contribuye a la alta prevalencia de TME en trabajadores, afectando su salud y desempeño laboral (Rojas Garcia et al., 2024). Existe una línea de investigación consolidada en Ergonomía Física y una tendencia creciente a integrar tecnología para abordar estos problemas (Padrón-Sardiña et al., 2024). Las intervenciones ergonómicas han probado ser efectivas para mejorar la salud, el bienestar, el retorno al trabajo y la productividad (Malla et al., 2022). El contexto ecuatoriano presenta riesgos ergonómicos altos relacionados con el diseño del puesto y casos documentados de TME (Revelo Ojeda, 2023), validando la relevancia de estudiar esta problemática a nivel local (Revelo Ojeda, 2023), los hallazgos sobre trabajo manual, posturas y TME son aplicables. La investigación proyectada para 2025 se orienta hacia intervenciones más integrales y tecnológicas, y abordar la necesidad de profundizar en medidas de intervención (Hacay Chang et al., 2024). Su investigación doctoral se alinea con estas tendencias y necesidades, buscando analizar la influencia de las posturas forzadas, identificar sus efectos y proponer estrategias ergonómicas para el mejoramiento del desempeño en un sector industrial específico (calzado) y un contexto geográfico (Ecuador) que demanda estudios aplicados y posiblemente una mejora en las normativas y su aplicación (Rojas Garcia et al., 2024).

2.2. Marco Teórico.

La ergonomía, definida como el estudio de la relación entre los trabajadores, las máquinas, los equipos y su entorno laboral, busca optimizar el bienestar humano y la eficiencia global del sistema (Flores Guillen, 2022). La exposición a peligros y riesgos ergonómicos puede originar trastornos musculo esqueléticos (TME) (Flores Guillen, 2022). Estos trastornos, que son un problema de salud a nivel mundial, pueden generar patologías laborales y costos adicionales para las empresas, así como afectar la calidad de vida de los trabajadores (Flores Guillen, 2022). En este contexto, la aplicación de la ergonomía es indispensable para garantizar la salud económica y física de los empleados, así como para mejorar la productividad (Cárdenas Vilcapoma et al., 2023).

La ergonomía es una disciplina científica que estudia la interacción entre los seres humanos y los demás elementos de un sistema, aplicando teorías, principios, datos y métodos de diseño para optimizar el bienestar humano y el desempeño general del sistema (Andrade, 2015). Es el estudio de la adaptación del trabajo a las características fisiológicas y psicológicas del ser humano (Andrade, 2015). Su objetivo principal es asegurar que los equipos y las tareas estén conectados con las personas, promoviendo la salud y el bienestar, reduciendo accidentes y mejorando la productividad de las empresas (Olvera-Morán & Samaniego-Zamora, 2020).

La ergonomía moderna busca aumentar la producción, disminuir los accidentes, incrementar la salud, perfeccionar la calidad y aminorar los costos (Olvera-Morán & Samaniego-Zamora, 2020). Se basa en un enfoque multidisciplinario, integrando conocimientos de antropometría, fisiología del trabajo, psicología cognitiva y del trabajo, ingeniería, biomecánica y toxicología (Olvera-Morán & Samaniego-Zamora, 2020).

Existen diversas clasificaciones de la ergonomía, que incluyen:

- **Ergonomía Física (o de la posición y del esfuerzo):** Estudia la configuración geométrica de los elementos de trabajo y su relación con las estructuras del cuerpo humano para diseñar puestos que permitan realizar actividades cómodamente, sin generar cansancio ni lesiones (Olvera-Morán & Samaniego-Zamora, 2020).
- **Ergonomía Ambiental:** Analiza factores del entorno físico como iluminación, ruido, vibraciones, temperatura, que afectan el desempeño del trabajador (Verdezoto, s. f.).
- **Ergonomía Cognitiva:** Se enfoca en procesos mentales como la percepción, memoria y razonamiento, así como en la interacción social (Olvera-Morán & Samaniego-Zamora, 2020).
- **Ergonomía Organizacional:** Aborda los factores organizativos, culturales y sociales que influyen en el desarrollo de actividades laborales (Olvera-Morán & Samaniego-Zamora, 2020).
- **Ergonomía Preventiva:** Se centra en el diseño y la concepción de puestos de trabajo para evitar riesgos (Andrade, 2015).
- **Ergonomía Correctiva:** Se basa en el análisis de errores y el rediseño para mejorar condiciones existentes (Andrade, 2015).

La importancia de la ergonomía radica en que un lugar de trabajo seguro y saludable reduce el costo de las lesiones laborales, incrementa la productividad, reduce la rotación laboral y los errores, y disminuye el ausentismo, lo que a su vez se traduce en un aumento de la productividad y la calidad (Cárdenas Vilcapoma et al., 2023). Los empleados saludables son más productivos, lo que mejora la calidad del producto y la rentabilidad (Cárdenas Vilcapoma et al., 2023).

Las posturas forzadas son posiciones del cuerpo fijas o restringidas que implican una desviación de una articulación de su posición neutral, generando una sobrecarga en el sistema osteomuscular (Verdezoto, s. f.). Trabajar con el cuerpo en posiciones no neutras o extrañas requiere un mayor esfuerzo muscular, lo que puede llevar a fatiga muscular y aumentar la tensión en tendones, ligamentos y nervios, incrementando el riesgo de lesiones (Ayovi, s. f.).

Los factores de riesgo que contribuyen a las posturas forzadas y a los TME incluyen:

- **Movimientos repetitivos:** Ciclos de trabajo cortos y repetitivos que obligan a movimientos rápidos y de alta frecuencia (Flores Guillen, 2022). En la industria del calzado, actividades como el proceso de montaje pueden implicar movimientos repetitivos y posturas inadecuadas (Cárdenas Vilcapoma et al., 2023).
- **Posturas estáticas o prolongadas:** Mantener una posición por periodos de tiempo prolongados, ya sea de pie o sentado, puede causar dolor y contracturas en la columna, síntomas abdominales y alteraciones vasculares/nerviosas, especialmente en las extremidades inferiores (Ayovi, s. f.).
- **Aplicación de fuerza excesiva:** Especialmente por pequeños paquetes musculares o tendinosos, o el uso de guantes con herramientas que restringen los movimientos (Ponce, s. f.).
- **Manejo manual de cargas:** Levantar objetos pesados, especialmente si la carga excede los 10 kg o se realiza con alta frecuencia, puede generar trastornos musculo esqueléticos (Verdezoto, s. f.).
- **Diseño inadecuado del puesto de trabajo:** Alturas de trabajo inapropiadas, mobiliario no ajustable o falta de soporte para el cuerpo (Verdezoto, s. f.). En el teletrabajo, por ejemplo, el uso de equipo portátil, mesas y sillas estáticas se ha relacionado con riesgos ergonómicos (Amendaño et al., s. f.).

- **Ausencia de periodos de recuperación:** La falta de pausas o descansos adecuados contribuye a la fatiga muscular y al desarrollo de TME (Ponce, s. f.)

Los trastornos musculo esqueléticos (TME)

Son alteraciones que afectan estructuras corporales como músculos, articulaciones, tendones, ligamentos, nervios, huesos y el sistema circulatorio, causadas o agravadas por el trabajo y el entorno laboral. Son el problema de salud más común relacionado con el trabajo en la Unión Europea. Los TME son multifactoriales, con la contribución de factores físicos (posturas forzadas, movimientos repetitivos), organizacionales, psicosociales, individuales y culturales (Cárdenas Vilcapoma et al., 2023).

Las partes del cuerpo más afectadas por TME incluyen:

- **Cuello:** Muy común, especialmente por posturas estáticas o dobladas (Verdezoto, s. f.).
- **Espalda (alta y baja):** Altamente prevalente, a menudo relacionado con levantamiento de cargas, posturas de torsión, inclinación o estáticas, y vibraciones de cuerpo entero (Verdezoto, s. f.).
- **Hombros:** Afectados por movimientos repetitivos y posturas forzadas (Cárdenas Vilcapoma et al., 2023).
- **Extremidades superiores (brazos, antebrazos, muñecas y manos):** Fuertemente asociados con movimientos repetitivos, posturas prolongadas/forzadas y aplicación de fuerza (Cárdenas Vilcapoma et al., 2023).
- **Extremidades inferiores (piernas, rodillas, tobillos/pies):** Pueden verse afectadas por posturas prolongadas, flexión extrema de rodilla y condiciones de apoyo inadecuadas (Cárdenas Vilcapoma et al., 2023).

Las consecuencias de los TME para los trabajadores y las empresas son significativas, incluyendo:

- **Dolor y fatiga:** Aparición lenta de síntomas que pueden cronificarse y causar daño permanente (Ponce, s. f.).
- **Incapacidad laboral:** Deterioro en la capacidad para realizar el trabajo habitual (Verdezoto, s. f.).

- **Ausentismo laboral:** Los TME son una causa principal de absentismo (Cárdenas Vilcapoma et al., 2023).
- **Costos adicionales:** Para las empresas, en términos de atención médica, rehabilitación e indemnización por discapacidad, así como pérdidas de productividad (Flores Guillen, 2022).

Metodologías de Evaluación de Riesgos Ergonómicos

La evaluación de riesgos ergonómicos es crucial para identificar condiciones de trabajo inadecuadas y cuantificar el nivel de riesgo, permitiendo la implementación de acciones correctivas (Flores Guillen, 2022). Se utilizan diversas metodologías para analizar posturas forzadas y movimientos repetitivos:

- **OWAS (Ovako Work Posture Analysis System):** Es un método postural ampliamente utilizado que clasifica y evalúa las posturas del cuerpo (espalda, brazos, piernas) y la carga manipulada, asignando niveles de riesgo (Flores Guillen, 2022). Sus categorías de riesgo van desde "normal" (sin necesidad de medidas) hasta "riesgo extremo" (medidas urgentes).
- **REBA (Rapid Entire Body Assessment):** Evalúa posturas concretas y es sensible a cambios inesperados de postura, considerando brazos, antebrazos, muñecas, tronco, cuello y piernas, además de la fuerza y el tipo de agarre. Proporciona un nivel de acción que indica la urgencia de la intervención (Olvera-Morán & Samaniego-Zamora, 2020).
- **OCRA (Occupational Repetitive Action):** Es el método de referencia en normas ISO para la evaluación y control del riesgo por movimientos repetitivos de las extremidades superiores. Permite prevenir problemas como tendinitis y síndrome del túnel carpiano, comunes en actividades repetitivas (Ponce, s. f.).
- **Otros métodos mencionados** incluyen el JSI (Job Strain Index) para tareas repetitivas, el NIOSH para levantamiento de cargas, LEST para evaluación global de condiciones de trabajo, QEC (Quick Exposure Checklist) para evaluar la exposición a riesgos musculoesqueléticos antes y después de una intervención, y ROSA (Rapid Office Strain Assessment) para el trabajo de oficina.

Intervenciones Ergonómicas y Medidas Preventivas

Las intervenciones ergonómicas buscan adaptar el trabajo a la persona para lograr condiciones óptimas de confort y eficiencia, así como prevenir el deterioro de la salud (Verdezoto, s. f.). Las acciones pueden clasificarse en:

- **Rediseño ergonómico de puestos de trabajo:** Modificar el mobiliario, equipos y herramientas para adaptarse a las dimensiones antropométricas del trabajador, asegurando posturas cómodas y reduciendo el esfuerzo (Cárdenas Vilcapoma et al., 2023). Esto incluye ajustar alturas de superficies de trabajo (Verdezoto, s. f.).
- **Acciones organizativas:** Implementar rotación de tareas para alternar actividades pesadas con ligeras, y establecer pausas activas o micro pausas frecuentes durante la jornada laboral para evitar tensiones y relajar la musculatura (Verdezoto, s. f.).
- **Capacitación y educación:** Informar a los trabajadores sobre los riesgos ergonómicos, las posturas correctas (de pie o sentado), y las técnicas seguras de manipulación de cargas. Esto es fundamental para fomentar una cultura preventiva y el bienestar (Verdezoto, s. f.).
- **Vigilancia de la salud:** Establecer programas de monitoreo de la salud de los trabajadores a través de exámenes médicos periódicos y cuestionarios de síntomas para detectar a tiempo lesiones musculo esqueléticas y controlar factores extra laborales (Cárdenas Vilcapoma et al., 2023).

La implementación de estas intervenciones, como se ha demostrado en diversos estudios, puede llevar a una disminución significativa de los niveles de riesgo ergonómico y de la sintomatología asociada a los TME (Cárdenas Vilcapoma et al., 2023).

2.3. Marco Conceptual.

Definición y Clasificación de la Ergonomía

La ergonomía se define como la disciplina científica que estudia la interacción entre los seres humanos y otros elementos de un sistema. Su objetivo es aplicar teorías, principios, datos y métodos al diseño para optimizar el bienestar humano y el rendimiento global del sistema (International Ergonomics Association [IEA], 2000, como se cita en Morales Carrera et al., 2021, p. 68; Olvera-Morán & Samaniego-Zamora, 2020, p. 91). También se describe como el estudio de la relación entre los trabajadores, las máquinas, los equipos y su entorno laboral (Flores Guillén & Viza, 2011, p. 330).

Los objetivos principales de la ergonomía incluyen: promover la salud y el bienestar, reducir los accidentes y mejorar la productividad de las empresas (Olvera-Morán & Samaniego-Zamora, 2020, p. 92). Busca adaptar el entorno de trabajo a las necesidades del trabajador para lograr condiciones óptimas de confort y eficiencia productiva, reduciendo la fatiga física y mental (Olvera-Morán & Samaniego-Zamora, 2020, p. 92).

La ergonomía se clasifica en varias áreas (Olvera-Morán & Samaniego-Zamora, 2020, p. 92; Pazmiño Andrade, 2015, p. 29):

- **Ergonomía Física:** Se ocupa de las características anatómicas, fisiológicas, biomecánicas y antropométricas humanas en relación con la actividad física (Pazmiño Andrade, 2015, p. 29). Estudia la configuración geométrica de los elementos y mandos de trabajo para diseñar puestos que permitan realizar actividades cómodamente sin generar cansancio ni lesiones (Verdezoto, 2015, p. 7). La ergonomía física analiza las posturas más apropiadas para llevar a cabo tareas tanto en entornos domésticos como laborales, y se ocupa de la manipulación manual de materiales, los movimientos repetitivos y la disposición del lugar de trabajo (Olvera Varas, 2023, p. 12).
- **Ergonomía Cognitiva:** Se enfoca en los procesos mentales, como la percepción, memoria, razonamiento y respuesta motora, y cómo afectan la interacción humana con otros elementos del sistema (Pazmiño Andrade, 2015, p. 29). Analiza factores psicosociales y la

forma en que el trabajador procesa la información para tomar decisiones (Verdezoto, 2015, p. 8).

- **Ergonomía Organizacional:** Se relaciona con la optimización de sistemas socio técnicos, incluyendo estructuras organizacionales, procesos, políticas y gestión de recursos (Pazmiño Andrade, 2015, p. 29). Analiza los criterios de adaptación del trabajo en relación con factores organizativos, culturales y sociales (Verdezoto, 2015, p. 8).
- **Ergonomía Ambiental:** Estudia los factores presentes en el ambiente de trabajo como iluminación, ruido, vibraciones, radiaciones y condiciones termo higrométricas que afectan el desempeño (Verdezoto, 2015, p. 7).
- **Ergonomía Temporal:** Analiza factores que influyen en el tiempo de trabajo, como horarios, turnos, ritmo y pausas (Verdezoto, 2015, p. 8).

Trastornos Musculo esqueléticos (TME) y Factores de Riesgo

Los Trastornos Musculo esqueléticos (TME) son problemas de salud global y una de las causas más importantes de absentismo laboral a nivel mundial (Morales Carrera et al., 2021, p. 67; Morales Campos & Campoverde Pesantez, 2021, p. 2). Se definen como alteraciones que sufren estructuras corporales como los músculos, tendones, articulaciones, nervios y el sistema vascular, predominantemente en la región lumbar, cuello y extremidades superiores (Morales Carrera et al., 2021, p. 68; Pazmiño Andrade, 2015, p. 30). Son la patología de mayor incidencia entre la población trabajadora y pueden afectar la calidad de vida (Verdezoto, 2015, p. 1).

Los TME son de origen multifactorial, incluyendo factores físicos, de organización del trabajo, psicosociales, individuales y culturales (Pazmiño Andrade, 2015, p. 51). Entre los factores de riesgo físicos más destacados se encuentran las posturas forzadas y los movimientos repetitivos (Pazmiño Andrade, 2015, p. 51, 54; Olvera-Morán & Samaniego-Zamora, 2020, p. 89). Otros factores incluyen el uso de fuerza excesiva, sobrecarga postural y ausencia de periodos de recuperación (Morales Carrera et al., 2021, p. 68).

Consecuencias de los TME: Afectan la calidad de vida, pueden generar costos adicionales a las empresas debido a patologías laborales (Flores Guillén & Viza, 2011, p. 330), absentismo laboral y una reducción de la productividad (Morales Campos & Campoverde Pesantez, 2021, p. 2; Artículo de revisión, 2023, p. 11).

Posturas Forzadas: Definición, Impacto y Evaluación

Una postura forzada se refiere a una posición del cuerpo fija o restringida con desviación de una articulación desde su posición neutral, lo que origina una sobrecarga del sistema osteomuscular (Verdezoto, 2015, p. 10; Morales Carrera et al., 2021, p. 67). También se consideran posturas forzadas aquellas que sobrecargan músculos y tendones, cargan articulaciones de manera asimétrica, o producen carga estática en la musculatura (Olvera-Morán & Samaniego-Zamora, 2020, p. 89).

Las posturas estáticas, mantenidas por más de 4 segundos, o que exceden los límites articulares, generan lesiones por sobrecarga, fatiga física y pueden afectar articulaciones y tejidos blandos (Hidalgo Ayovi, 2023, p. 18). El trabajo en posición sentada por periodos prolongados puede causar dolor y contracturas en la columna cervical y lumbar, además de problemas vasculares y del sistema nervioso en las extremidades inferiores (Verdezoto, 2015, p. 6).

Para evaluar los riesgos ergonómicos derivados de posturas forzadas y movimientos repetitivos, se utilizan diversas metodologías:

- **Método OWAS (Ovako Working Posture Analyzing System):** Desarrollado en Finlandia, es un método de carga postural que clasifica y observa sistemáticamente las posturas de trabajo. Codifica posturas en cuatro niveles: espalda, brazos, piernas y fuerza, agrupándolas en categorías de riesgo para determinar posibles efectos sobre el sistema musculo esquelético y acciones correctivas (Pazmiño Andrade, 2015, p. 49-50; Olvera-Morán & Samaniego-Zamora, 2020, p. 100; Olvera Varas, 2023, p. 23). Su aplicación permite identificar posturas y movimientos laborales de mayor riesgo y es ampliamente usado en entornos industriales (Olvera Varas, 2023, p. 24).
- **Método REBA (Rapid Entire Body Assessment):** Publicado en 2000, evalúa de forma conjunta las posiciones adoptadas por los miembros superiores (brazo, antebrazo, muñeca), el tronco, el cuello y las piernas, además de la carga, fuerza y tipo de actividad muscular (Olvera-Morán & Samaniego-Zamora, 2020, p. 100; Hidalgo Ayovi, 2023, p. 48). Es sensible a cambios inesperados de postura y manipulación de cargas inestables, indicando la urgencia de acciones correctivas (Pazmiño Andrade, 2015, p. 34; Verdezoto, 2015, p. 19).

- **Método RULA (Rapid Upper Limb Assessment):** Desarrollado en 1993, evalúa la exposición de trabajadores a factores de riesgo que pueden ocasionar trastornos en los miembros superiores (posturas, repetitividad de movimientos, fuerzas aplicadas, actividad estática) (Pazmiño Andrade, 2015, p. 48; Morales Carrera et al., 2021, p. 67; Orbe Ponce, 2011, p. 50).

Intervenciones Ergonómicas: Estrategias y Beneficios

La implementación de intervenciones ergonómicas es fundamental para mejorar la salud laboral. Estas se basan en la prevención y buscan adaptar el trabajo a la persona (Pazmiño Andrade, 2015, p. 76; Olvera-Morán & Samaniego-Zamora, 2020, p. 92).

Las estrategias de intervención incluyen:

- **Rediseño de puestos de trabajo:** Modificación de las condiciones físicas del puesto, equipos o herramientas para eliminar o reducir estresores como la mala postura, fuerza y repetición (Artículo de revisión, 2023, p. 14; Verdezoto, 2015, p. 191). Incluye adaptar la altura de la superficie de trabajo a las dimensiones del trabajador y mantener el plano de trabajo a una altura entre las caderas y los hombros (Flores Guillén & Viza, 2011, p. 333; Verdezoto, 2015, p. 6).
- **Implementación de acciones organizativas:** Como la rotación entre tareas pesadas y ligeras, o entre puestos con actividades distintas (Verdezoto, 2015, p. 68, 191).
- **Programas de pausas activas:** Para prevenir la fatiga muscular y mejorar la salud ergonómica, promoviendo el estiramiento y la movilidad (Olvera Varas, 2023, p. 55; Morales Campos & Campoverde Pesantez, 2021, p. 10; Morales Carrera et al., 2021, p. 73; Verdezoto, 2015, p. 190).
- **Capacitación y educación ergonómica:** Informar a los trabajadores sobre los riesgos, posturas correctas y técnicas de levantamiento adecuadas para evitar lesiones y fomentar una cultura preventiva (Hidalgo Ayovi, 2023, p. 105; Olvera Varas, 2023, p. 55; Morales Campos & Campoverde Pesantez, 2021, p. 10; Verdezoto, 2015, p. 191; Orbe Ponce, 2011, p. 100).

- **Vigilancia de la salud:** Establecer programas de monitoreo continuo para detectar a tiempo síntomas de lesiones musculo esqueléticas y controlar factores extra laborales (Olvera Varas, 2023, p. 55; Verdezoto, 2015, p. 70).

Los beneficios de las intervenciones ergonómicas son múltiples: un ambiente de trabajo saludable y seguro, mayor productividad, reducción de costos por errores, accidentes y desgaste, disminución del ausentismo laboral, y mejora de la calidad de vida y satisfacción del trabajador (Artículo de revisión, 2023, p. 14; Morales Campos & Campoverde Pesantez, 2021, p. 10; Orbe Ponce, 2011, p. 46; Verdezoto, 2015, p. 1).

Salud Laboral

La salud se considera no solo la ausencia de enfermedad, sino un estado de bienestar físico, mental y social completo (Pazmiño Andrade, 2015, p. 28). La salud y seguridad laborales buscan fomentar el bienestar integral de los trabajadores, prevenir consecuencias negativas de las condiciones de trabajo en la salud, protegerlos de riesgos y adaptar el entorno laboral a sus necesidades físicas y mentales (Orbe Ponce, 2011, p. 11). Implican la colaboración de empleadores y trabajadores en programas de salud y seguridad (Orbe Ponce, 2011, p. 11).

2.4. Marco Contextual.

La Industria del Calzado en Ecuador

La industria del calzado en Ecuador, aunque no ampliamente detallada en los artículos de acceso abierto proporcionados, es un sector donde la investigación de riesgos ergonómicos se considera necesaria para mejorar la productividad (Artículo de revisión, 2023, p. 15). Un estudio en artesanos del calzado mostró que las evaluaciones de las áreas de trabajo reportaron niveles de riesgo ergonómico medio a alto (Morales Campos & Campoverde Pesantez, 2021, p. 8). Esto indica la existencia de desafíos ergonómicos en esta industria.

Condiciones Ergonómicas y Prevalencia de Riesgos en el Contexto Laboral

A nivel mundial y en Ecuador, los TME son un problema de salud significativo. Se ha observado una creciente incidencia de trastornos musculo esqueléticos entre los trabajadores en diversas industrias (Olvera Varas, 2023, p. 3; Pazmiño Andrade, 2015, p. 55). Estudios en fisioterapeutas

en Ecuador revelaron que un alto porcentaje (96.77%) tuvo sintomatología osteomuscular en los últimos 12 meses, siendo el cuello, la espalda alta y la espalda baja las zonas más afectadas (Morales Carrera et al., 2021, p. 67).

La falta de estudios previos en Ecuador que correlacionen específicamente los factores físicos (movimientos repetitivos y posturas forzadas) con el dolor debido a TME en diferentes tipos de industria fue una justificación para investigaciones anteriores (Pazmiño Andrade, 2015, p. 57). Esto subraya la importancia de su tesis para generar evidencia local. En general, existe la necesidad de estudios sobre incidencia y prevalencia de TME, así como sobre estrategias de prevención y mejora de condiciones laborales en el país (Morales Carrera et al., 2021, p. 68).

La aplicación de la ergonomía en empresas peruanas (mencionado en un estudio de revisión que da contexto) es un requisito indispensable, y la Resolución Ministerial N° 375-2008-TR de Perú, aunque no ecuatoriana, sirve como referencia de criterios básicos de ergonomía y procedimientos de evaluación de riesgos ergonómicos (Artículo de revisión, 2023, p. 10, 14). Esta normativa busca adecuar las condiciones de trabajo a las características físicas y psíquicas de los empleados para garantizar su bienestar y eficiencia (Artículo de revisión, 2023, p. 14).

2.5. Marco Legal y Normativo.

En Ecuador, la legislación laboral y las normativas específicas en salud y seguridad ocupacional rigen la investigación y aplicación de la ergonomía en los puestos de trabajo (Olvera Varas, 2023, p. 14).

- La Constitución de la República del Ecuador establece en su Artículo 326 que toda persona tiene derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar (Pazmiño Andrade, 2015, p. 37; Olvera Varas, 2023, p. 15).
- El Código de Trabajo ecuatoriano establece la responsabilidad del empleador por los riesgos derivados del trabajo y la obligación de indemnizar al trabajador en caso de daño personal, si no es cubierto por el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) (Pazmiño Andrade, 2015, p. 39; Olvera Varas, 2023, p. 14). También obliga a los empleadores a adoptar medidas necesarias para la prevención de riesgos que puedan afectar la salud y

bienestar de los trabajadores, e instruir al personal sobre los riesgos de los puestos de trabajo y cómo prevenirlos (Pazmiño Andrade, 2015, p. 40; Orbe Ponce, 2011, p. 14).

- El Reglamento General del Seguro de Riesgos del Trabajo (Resolución 390) considera los factores ergonómicos como riesgos específicos que pueden causar enfermedades profesionales u ocupacionales (Pazmiño Andrade, 2015, p. 40). Además, exige a las empresas implementar un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (Pazmiño Andrade, 2015, p. 41; Orbe Ponce, 2011, p. 100).
- El Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017 incluye la política de garantizar el trabajo digno, lo que implica establecer mecanismos que aseguren entornos laborales accesibles, saludables y seguros, que prevengan y minimicen los riesgos del trabajo (Pazmiño Andrade, 2015, p. 41).
- El Acuerdo Ministerial Nro. MDT-2020-077 (2020) es relevante, ya que establece disposiciones sobre seguridad y salud ocupacional que deben cumplirse independientemente de la forma atípica de trabajo adoptada por las empresas, como el teletrabajo (Morales Campos & Campoverde Pesantez, 2021, p. 11).

CAPÍTULO 3. Fundamentos metodológicos y resultados de investigación.

Este capítulo tiene como propósito fundamental delinear la rigurosa metodología empleada en la investigación sobre la "Aplicación de intervenciones ergonómicas para la mejora de la productividad ante posturas forzadas en trabajadores de la industria del calzado, Ecuador 2025", y presentar los resultados obtenidos de dicha aplicación. La salud laboral, definida como un estado de completo bienestar físico, mental y social en el trabajo, es un pilar crucial que, cuando se ve comprometido por factores como las posturas forzadas y movimientos repetitivos, puede derivar en trastornos musculo esqueléticos (TME). Por ello, se hace imperativo no solo identificar y evaluar estos riesgos, sino también medir el impacto de las acciones preventivas, sentando las bases para una comprensión profunda y soluciones efectivas en este sector productivo.

Para abordar el objetivo general, el diseño metodológico adoptado es de carácter cuasiexperimental. Esta aproximación permite una observación y medición de los niveles de riesgo tanto inicial como final, después de la implementación de modificaciones. Se busca establecer no solo la descripción de las condiciones, sino también la correlación entre la exposición a riesgos ergonómicos y la salud de los trabajadores, lo que es esencial para demostrar la eficacia de las intervenciones propuestas.

En el desarrollo de los objetivos se abordó mediante la aplicación de metodologías estandarizadas y objetivas de evaluación del riesgo ergonómico. Se utilizarán el Método REBA (Rapid Entire Body Assessment) para la evaluación postural del cuerpo entero, el Método OWAS (Ovako Working Analysis System) para la clasificación de posturas de trabajo, y el OCRA Checklist (Occupational Repetitive Actions) para movimientos repetitivos de extremidades superiores. Estas herramientas, basadas en la observación directa y mediciones precisas, permitieron cuantificar el nivel de riesgo en tronco, cuello, brazos, antebrazos, muñecas y piernas, identificando los segmentos corporales más afectados y la magnitud de la carga postural y repetitiva.

Para el tercer objetivo específico se consideró las acciones propuestas en la literatura para abordar los riesgos ergonómicos. Esto incluye el rediseño de puestos de trabajo para corregir posturas inadecuadas, la implementación de controles administrativos como programas de rotación de actividades y pausas activas, y la vigilancia de la salud de los trabajadores. Además, se contempló

la provisión de capacitación y educación sobre higiene postural y prevención de lesiones, buscando que los trabajadores comprendan y eviten los riesgos potenciales.

Finalmente, este capítulo no solo se detalló las herramientas y procedimientos metodológicos, sino que también presentó los resultados cuantitativos y cualitativos que emerjan de la aplicación de estos instrumentos. La discusión de estos hallazgos permitió contrastar la situación inicial con el estado posterior a las intervenciones, analizando si se logró una disminución significativa en los niveles de riesgo ergonómico y una consecuente mejora en la salud laboral de los trabajadores. El análisis crítico de estos datos proporcionará evidencia sólida para futuras recomendaciones y contribuirá al desarrollo de entornos de trabajo más seguros y saludables en la industria del calzado en Ecuador.

3.1. Cuadro Operacionalización de variables.

Operacionalización de Variables						
Tema: Aplicación de intervenciones ergonómicas para la mejora de la salud laboral ante posturas forzadas en trabajadores de la industria del calzado, Ecuador, 2025.						
Pregunta general de la investigación	**Objetivo general**	**Objetivos específicos**	**Hipótesis**	**Variables estudiadas**	**Dimensiones**	**Indicadores**
¿De qué manera la aplicación de intervenciones ergonómicas mejora la salud laboral y la productividad ante posturas forzadas en los trabajadores de la industria del calzado en Ecuador, 2025?	Diseñar estrategias de intervención ergonómicas para el mejoramiento de la productividad de los trabajadores expuestos a posturas forzadas en la industria del calzado en Ecuador	Analizar las condiciones ergonómicas actuales y la prevalencia de posturas forzadas en los puestos de trabajo de la industria del calzado.	Las intervenciones ergonómicas aplicadas en la industria del calzado en Ecuador durante el año 2025 tienen un impacto positivo significativo en la mejora de la salud laboral de los trabajadores expuestos a posturas forzadas.	**Variable independiente:** Posturas Forzadas	Características posturales específicas del cuerpo	Posiciones del: • Tronco • Cuello y cabeza • Brazos y antebrazos • Muñecas y manos • Piernas
					Exposición al riesgo natural	• Nivel de riesgo global por posturas forzadas • Frecuencia y duración de las posturas forzadas • Carga o fuerza aplicada
				Variable dependiente: Productividad	Productividad de los trabajadores	• Desempeño y suplementos • Estudio de tiempos • Productividad de los trabajadores

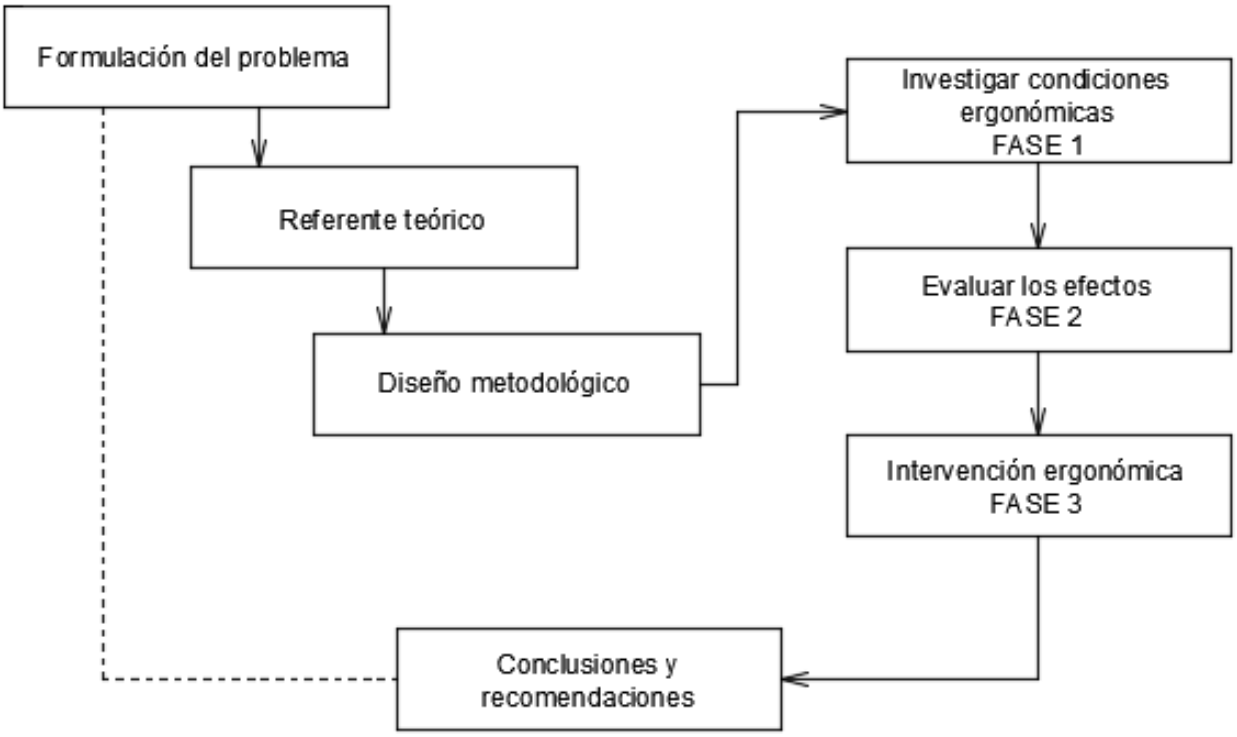
	durante el año 2025.	Evaluar los efectos de las posturas forzadas sobre la salud física y el desempeño laboral de los trabajadores				
		Formular estrategias de intervención ergonómica orientadas a la reducción de riesgos laborales y a la mejora de la productividad en la industria del calzado			Impacto en el desempeño organizacional	• Correlación entre productividad y posturas forzadas • Aumento de la productividad • Disminución de riesgos por posturas forzadas

Elaboración propia

3.2. Diseño metodológico.

El presente estudio se fundamentó en un enfoque mixto, el cual permitió una comprensión integral del fenómeno al combinar el análisis de datos cuantitativos y cualitativos. De acuerdo con la naturaleza de los objetivos, el diseño de investigación es mixto secuencial exploratorio (DEXPLOS). Este diseño se caracteriza por una fase inicial de recolección y análisis de datos cualitativos, seguida de una fase cuantitativa donde se evalúa el impacto de la intervención. La investigación es de tipo longitudinal, al realizar análisis en dos momentos (inicial y final), y prospectiva, ya que los datos se recopilan a medida que ocurren los hechos. Asimismo, posee un alcance inicial descriptivo y exploratorio para identificar los riesgos ergonómicos, evolucionando hacia un alcance explicativo al establecer la relación causal entre las intervenciones y la salud laboral La figura a continuación ilustra la secuencia del proceso de investigación, tal como se estableció en los objetivos del trabajo.

Figura 1. Proceso investigativo



Fuente: Elaboración propia

El trabajo se estructuró en tres fases de desarrollo que se ejecutaron de manera secuencial. Estas fases se fundamentaron en el referente teórico y el diseño metodológico, y su implementación fue crucial para generar las conclusiones y recomendaciones que abordaron la pregunta de investigación.

3.2.1. Definición del enfoque, diseño y tipo de investigación de la tesis.

Enfoque

El enfoque de investigación más adecuado para esta tesis doctoral fue el mixto. Este enfoque es idóneo porque buscó obtener una comprensión más profunda y completa del problema de estudio que los métodos individuales (cuantitativo o cualitativo) por sí solos no podrían ofrecer. Las investigaciones mixtas se han consolidado como una aproximación investigativa robusta que permite integrar la recolección, el análisis y la incorporación de datos cualitativos y cuantitativos para generar inferencias y meta inferencias.

La complejidad inherente a los fenómenos de productividad y las intervenciones ergonómicas, que involucran tanto aspectos medibles (como la prevalencia de posturas, efectos en la salud física y desempeño laboral) como las experiencias y percepciones de los trabajadores sobre sus condiciones y las intervenciones, hacen que el enfoque mixto sea el más completo. Este enfoque permite no solo cuantificar el impacto de las intervenciones, sino también comprender en profundidad las condiciones actuales y las percepciones de los trabajadores, lo que es crucial para diseñar intervenciones efectivas y entender el "porqué" detrás de los resultados.

Diseño de Investigación

El proceso se estructuró en dos fases secuenciales que garantizan la coherencia metodológica:

- Fase Cualitativa (Exploratoria/Descriptiva): Se centró en la exploración de las condiciones ergonómicas actuales y la prevalencia de posturas forzadas desde la perspectiva del trabajador. En esta etapa se utilizan técnicas como la observación participante y entrevistas para identificar conceptos y categorías clave.
- Fase Cuantitativa (Explicativa/Cuasi-experimental): Los hallazgos de la fase previa informan el diseño de las intervenciones ergonómicas. En esta etapa se emplea un diseño cuasi-experimental, idóneo para entornos industriales reales donde la asignación aleatoria no es factible. Este diseño permitió estimar efectos causales comparando variables de salud y desempeño antes y después de la intervención

Tipo de Investigación

- **Alcance Descriptivo y Exploratorio:** Dirigido a especificar las propiedades de los grupos analizados y conocer las variables en el contexto específico del sector calzado en Ecuador.

- Alcance Explicativo: Es el alcance predominante del estudio, ya que busca responder por las causas de los fenómenos físicos y sociales, comprobando cómo la intervención ergonómica (causa) afecta directamente la productividad laboral (efecto).

3.2.2. Definición de métodos, técnicas e instrumentos de obtención de datos.

Métodos

La investigación empleó un método mixto, combinando enfoques cuantitativos y cualitativos para obtener una comprensión completa del problema.

- **Método Cuantitativo:** Se utilizó para medir la prevalencia de posturas forzadas, la incidencia de problemas de productividad relacionados y el impacto de las intervenciones. Esto permitió obtener datos numéricos y estadísticamente significativos.
- **Método Cualitativo:** Se aplicó para comprender las percepciones, experiencias y actitudes de los trabajadores respecto a las condiciones de trabajo, las posturas forzadas y las intervenciones. Esto proporcionará una perspectiva más profunda y contextualizada.

Técnicas de Obtención de Datos

Se utilizó una variedad de técnicas para recolectar la información necesaria y abordar cada objetivo específico de manera integral.

- **Observación directa:** Se observarán los puestos de trabajo para identificar y registrar las posturas que adoptan los trabajadores durante sus actividades. Esto permitió una evaluación en tiempo real de las condiciones ergonómicas.
- **Análisis de puestos de trabajo:** Se utilizaron el Método REBA (Rapid Entire Body Assessment) para la evaluación postural del cuerpo entero, el Método OWAS (Ovako Working Analysis System) para la clasificación de posturas de trabajo, y el OCRA Checklist (Occupational Repetitive Actions) para movimientos repetitivos de extremidades superiores

- **Encuestas:** Se aplicaron cuestionarios a los trabajadores para conocer sus percepciones sobre las condiciones de trabajo, la frecuencia de las posturas forzadas y la comodidad de sus puestos.
- **Entrevistas semi estructuradas:** Se realizaron entrevistas individuales o grupales a los trabajadores para profundizar en sus experiencias de salud, el impacto de las posturas en su vida diaria y su desempeño laboral.
- **Análisis de registros médicos:** Se revisaron los registros de la empresa (con la debida autorización y confidencialidad) para identificar la incidencia de lesiones musculo esqueléticas y días de baja por enfermedad.
- **Observación y medición post intervención:** Se repitió la observación directa y la aplicación de los métodos de evaluación ergonómica, para medir el cambio en las posturas de los trabajadores después de la implementación de las intervenciones.
- **Seguimiento a través de encuestas:** Se aplicó encuestas de seguimiento a los trabajadores para evaluar la percepción de la mejora en su salud y el impacto de las intervenciones en su bienestar.

Instrumentos de Obtención de Datos

Los instrumentos son las herramientas físicas o digitales que se utilizaron para llevar a cabo las técnicas.

- **Cuestionarios y escalas:** Se utilizaron cuestionarios impresos o digitales, con escalas tipo Likert para medir percepciones y frecuencias. Se incluyó el Cuestionario Nórdico de Síntomas Musculo esqueléticos.
- **Guías de observación:** Se desarrolló guías estructuradas con criterios específicos para la observación de las posturas y los puestos de trabajo.
- **Formatos de evaluación ergonómica:** Se utilizó los formatos estandarizados de los métodos REBA y RULA para registrar y calificar el riesgo postural.
- **Grabadoras de voz:** Se empleó grabadoras digitales para registrar las entrevistas y los grupos focales, previa autorización de los participantes, para su posterior transcripción y análisis.

3.2.3. Desarrollo de los instrumentos de obtención de datos.

Los instrumentos de obtención de datos, en el contexto de la investigación, son cruciales para recopilar información de manera precisa y sistemática. Estos instrumentos utilizados en la

presente investigación doctoral permitieron un análisis objetivo y detallado de las posturas adoptadas por los trabajadores durante sus actividades diarias. El método RULA y REBA, en particular, facilitó la identificación y cuantificación de los riesgos ergonómicos asociados a movimientos repetitivos y posturas forzadas en el tronco, cuello y extremidades superiores, proporcionando una base sólida para la delimitación científica del estudio en el ámbito de la salud ocupacional.

Estos instrumentos están diseñados para obtener datos subjetivos sobre la percepción de los trabajadores acerca de su bienestar físico y el impacto de las posturas forzadas en su rendimiento, dicha información ofrecerá una perspectiva más profunda sobre la prevalencia de trastornos en diferentes áreas del cuerpo, como la espalda baja, el cuello y las muñecas, lo cual es de gran relevancia para la investigación en la industria del calzado en el contexto ecuatoriano.

El propósito fundamental del diseño e implementación de estos instrumentos es obtener una comprensión integral y multifacética del problema de las posturas forzadas. La combinación de métodos de observación, evaluación objetiva y recolección de datos subjetivos garantizará la validez y confiabilidad de los hallazgos. Al aplicar estos instrumentos en los trabajadores de la industria del calzado en Ecuador durante el año 2025, se busca establecer una línea base de las condiciones actuales, cuantificar los riesgos ergonómicos y documentar los efectos sobre la salud y el desempeño. Este enfoque permitirá justificar la necesidad de intervenciones ergonómicas y servirá como punto de referencia para evaluar su efectividad, contribuyendo así al desarrollo de la tesis doctoral.

3.2.4. Determinación de la muestra y su criterio de selección.

Criterios de selección de la muestra

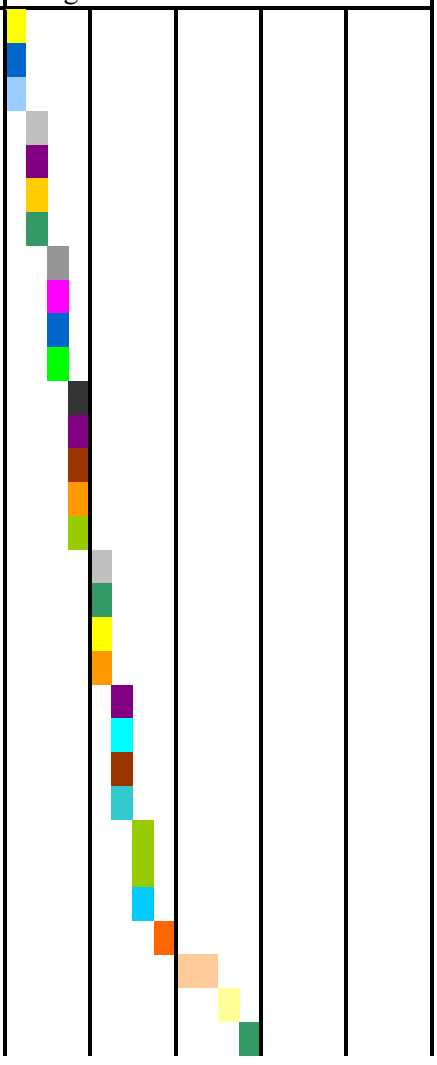
La selección de la muestra se basó en criterios específicos de inclusión y exclusión para garantizar la homogeneidad y la pertinencia de los datos recolectados. Los criterios de inclusión fueron: 1) ser un trabajador activo en una de las tres empresas del sector del calzado seleccionadas, 2) desempeñar sus funciones en un puesto de trabajo que involucre tareas con riesgo de posturas forzadas, y 3) contar con una antigüedad mínima de seis meses en el puesto para asegurar la exposición a las condiciones laborales objeto de estudio. Estos criterios son fundamentales para la validez del estudio, ya que garantizan que los participantes estén directamente relacionados con las problemáticas que se pretenden analizar (Ascona & Mencia, 2023)

Justificación de la Selección de Muestra

La elección de trabajar con la totalidad de la población de 50 trabajadores es una estrategia metodológica sólida que fortalece la investigación. Al incluir a todos los sujetos disponibles que cumplen con los criterios, se elimina el riesgo de sesgos de selección y se optimiza la representatividad. Esto es especialmente relevante en el contexto de la salud laboral, donde cada caso individual puede aportar información valiosa sobre la prevalencia y los efectos de las posturas forzadas. La naturaleza censal de la muestra permite que las conclusiones y recomendaciones derivadas de este estudio sean directamente aplicables a la población investigada, sirviendo como una base sólida para futuras intervenciones ergonómicas en la industria del calzado en el Ecuador. (Ascona & Mencia, 2023)

3.3. Trabajo de campo

Cronograma de Tesis Doctoral (en meses)

Actividades	Diagrama de Gantt
Selección del tema y planteamiento del problema	
Revisión de literatura inicial	
Formulación del problema de investigación	
Desarrollo del marco teórico y revisión de literatura	
Investigación bibliográfica profunda	
Redacción del marco teórico	
Revisión por asesor y correcciones	
Formulación de hipótesis y objetivos	
Definición de objetivos generales y específicos	
Formulación de hipótesis	
Revisión por asesor y ajustes necesarios	
Diseño metodológico	
Definición del enfoque, tipo de investigación y diseño metodológico	
Elaboración de instrumentos de recolección de datos	
Aprobación del proyecto y protocolo por comité académico	
Presentación del protocolo ante comité	
Corrección según sugerencias del comité	
Trabajo de campo (recolección de datos)	
Aplicación de encuestas, entrevistas y análisis documental	
Organización preliminar de datos	
Procesamiento y análisis de datos	
Organización de datos en software	
Análisis estadístico y pruebas	
Redacción de análisis y discusión de resultados	
Redacción de los capítulos de resultados y discusión	
Revisión por asesor	
Redacción de las conclusiones y recomendaciones	
Revisión y corrección	
Redacción del documento final	
Revisión completa del documento por el asesor	
Correcciones finales y ajustes	

Preparación de presentación para la defensa					
Ensayos y práctica de la defensa					
Defensa de la tesis doctoral					
Presentación ante el jurado					
Correcciones finales post defensa					
Implementación de sugerencias del jurado					
Depósito final y publicación					
Depósito del documento final					
Publicación de la tesis en la plataforma universitaria					
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5

Tabla No. 1: Cronograma de tesis doctoral
Fuente: Área de armado empresas involucradas

3.4. Aplicación de los instrumentos.

La siguiente actividad tuvo como objetivo determinar si existe malestar por parte de los trabajadores por la adopción de posturas forzadas, las etapas para realizar la encuesta se realizaron de la siguiente manera;

- Se identificó el objetivo de la encuesta: Conocer las condiciones de trabajo por posturas forzadas.
- Se creó una lista de preguntas que permitan recolectar los datos para el desarrollo de la investigación.
- Muestra de estudio: Se encuestó a los 50 trabajadores del área de armado.
- Aplicar la encuesta: La encuesta se realizó en horarios de trabajo.

La encuesta realizada se presenta a continuación;

¿El área en su puesto de trabajo le permite realizar sus labores cómodamente?

Actividad	Si	No
Armado de punta y talón	20	
Desbaste		10
Colocar pega	10	
Pegado de planta y capellada	10	
TOTAL	**40**	**10**

Tabla No. 2: Comodidad de labores en el área de trabajo
Fuente: Área de armado empresas involucradas

Se ha determinado que los empleados que realizan actividades de armado de punta y talón y pegado de planta y capellada consideran que sus espacios de trabajo son cómodos. En contraste,

se ha documentado que el área de desbaste carece de las comodidades necesarias para el desempeño adecuado de las labores.

¿La altura de la superficie de trabajo es correcta según las labores que desempeña o su contextura física?

Actividad	**Si**	**No**
Armado de punta y talón		20
Desbaste		10
Colocar pega		10
Pegado de planta y capellada		10
TOTAL		**50**

Tabla No. 3: Altura correcta de superficie de trabajo
Fuente: Área de armado empresas involucradas

Se puede destacar como información importante que todas las actividades de armado de punta y talón, desbaste, colocar pega y pegado de planta y capellada, pertenecientes al área de armado, no se manejan a la altura correcta de la superficie de trabajo. Por lo tanto, es crucial implementar ajustes ergonómicos en las mesas y estaciones de trabajo para garantizar el bienestar y la productividad de los empleados.

¿Cree usted que, al realizar sus labores de armado, emplea posturas forzadas debido al diseño de su puesto de trabajo?

Actividad	**Si**	**No**
Armado de punta y talón	20	
Desbaste	10	
Colocar pega	10	
Pegado de planta y capellada	10	
TOTAL	**50**	

Tabla No.4: Postura forzada debido al puesto de trabajo
Fuente: Área de armado empresas involucradas

Se puede destacar como información importante que todas las actividades de armado de punta y talón, desbaste, colocar pega y pegado de planta y capellada, pertenecientes al área de armado, se desarrollan por medio de posturas forzadas. Esta situación incrementa significativamente el riesgo de lesiones musculo esqueléticas, fatiga y problemas de salud a largo plazo en el personal.

¿Tiene asignado un lugar adecuado de descanso cercano a su puesto de trabajo?

Actividad	**Si**	**No**
Armado de punta y talón		20
Desbaste		10
Colocar pega		10
Pegado de planta y capellada		10
TOTAL		**50**

Tabla No. 5: Asignación de lugar de descanso
Fuente: Área de armado empresas involucradas

Se puede destacar como información importante que todas las actividades de armado de punta y talón, desbaste, colocar pega y pegado de planta y capellada, pertenecientes al área de armado, no cuentan con la asignación de un lugar de descanso. Para mejorar las condiciones de trabajo, es crucial designar un espacio tranquilo y cómodo donde los trabajadores puedan tomar sus pausas. Un área de descanso adecuada contribuiría a reducir el estrés y mejorar la moral del equipo.

¿Tiene asignado pausas o descansos luego de hacer tareas donde empleo posturas forzadas?

Actividad	**Si**	**No**
Armado de punta y talón		20
Desbaste		10
Colocar pega		10
Pegado de planta y capellada		10
TOTAL		**50**

Tabla No. 6: Pausas programadas de descanso
Fuente: Área de armado empresas involucradas

Se puede destacar como información importante que todas las actividades de armado de punta y talón, desbaste, colocar pega y pegado de planta y capellada, pertenecientes al área de armado, no cuentan con la asignación de pausas programadas de descanso. Esta ausencia de tiempos de pausa agudiza la fatiga física y mental en los trabajadores, lo que puede resultar en una disminución de la concentración, un aumento de errores y una mayor incidencia de lesiones por esfuerzo repetitivo a largo plazo. Por lo tanto, es esencial implementar pausas de descanso regulares para proteger la salud del personal y mantener la calidad de la producción.

¿Adopta de forma prolongada o esporádicamente las posturas forzadas?

Actividad	Prolongada	Esporádica
Armado de punta y talón	20	
Desbaste	10	
Colocar pega	10	
Pegado de planta y capellada	10	
TOTAL	**50**	

Tabla No. 7: Tiempo de adopción de las posturas forzadas
Fuente: Área de armado empresas involucradas

Se puede destacar como información importante que todas las actividades de armado de punta y talón, desbaste, colocar pega y pegado de planta y capellada, pertenecientes al área de armado, adoptan de forma prolongada las posturas forzadas. Esto incrementa significativamente el riesgo de trastornos musculo esqueléticos en el personal, como lumbalgia o tendinitis. La exposición continua a estas posturas inadecuadas puede generar dolor crónico y reducir la capacidad de los trabajadores para realizar sus labores de manera eficiente y segura.

¿Después de cumplir con su jornada laboral siente dolor o molestia en alguna parte de su cuerpo?

Actividad	Si	No	Agotamiento	Dolor de manos	Dolor lumbar	Dolor muscular
Armado de punta y talón	20		20	20	20	
Desbaste	10		10	10	10	
Colocar pega	10		10		10	
Pegado de planta y capellada	10		10	10	10	
TOTAL	**50**		**50**	**40**	**50**	

Tabla No. 8: Molestias al cumplir la jornada laboral
Fuente: Área de armado empresas involucradas

Mediante la información de la encuesta, se determinó que los trabajadores de las áreas de armado de punta y talón, desbaste, colocación de pega y pegado de planta y capellada experimentan agotamiento, dolor lumbar y dolor en las manos. Esta sintomatología, si no se corrige a tiempo, podría derivar en enfermedades profesionales como los Trastornos Musculo Esqueléticos (TME). La regularidad de estos síntomas en el personal es una señal de alerta sobre las condiciones ergonómicas inadecuadas en estas áreas de trabajo, lo que requiere una intervención inmediata para proteger la salud a largo plazo de los empleados.

¿Se ha ausentado de su puesto de trabajo por causa de alguna dolencia relacionado a posturas forzadas?

Actividad	**Si**	**No**
Armado de punta y talón	2	
Desbaste	1	
Colocar pega	1	
Pegado de planta y capellada	1	
TOTAL	5	

Tabla No. 9: Abandono de puestos de trabajo por posturas forzadas
Fuente: Área de armado empresas involucradas

Se destaca como información importante que todas las actividades de armado de punta y talón, desbaste, colocar pega y pegado de planta y capellada, pertenecientes al área de armado, han llevado a los trabajadores a abandonar sus puestos de trabajo en alguna ocasión. Este abandono, motivado por los inconvenientes de las posturas forzadas, resalta la gravedad del problema ergonómico. Es una clara señal de que las condiciones actuales no son sostenibles y están afectando directamente la continuidad y el bienestar laboral, además de ser un indicador de los riesgos potenciales para la salud a largo plazo.

Identificación de peligros y evaluación de riesgos

Después de confirmar el malestar de los trabajadores debido a las posturas forzadas, se realizó una identificación inicial de riesgos. Para ello, se aplicó la norma NTP 330, un sistema simplificado que nos permitió determinar el nivel de riesgo y establecer prioridades para su eliminación, disminución y control. Es importante señalar que en esta investigación nos enfocamos únicamente en el factor de riesgo de posturas forzadas. A continuación, se detallan los hallazgos para los puestos de trabajo del área de armado.

Tarea	Detalle de actividad	Desc. del riesgo	Actividad rutinaria / No rutinaria	Deficiencia	Exposición	Nivel de exposición	Nivel de probabilidad	NC	Nivel de riesgo y de intervención	Nivel de interpretación
Armado	Colocar en la mesa de trabajo las hormas correspondientes a las capelladas aparadas	Flexión del tronco, cuello y piernas, de pie con soporte bilateral simétrico, flexión de brazos y antebrazos, flexión y extensión de muñecas	Si	2	2	B-4	Baja	10	III	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad
	Montar la capellada y la plantilla en la horma	Flexión del tronco, cuello y piernas, sentado con soporte bilateral simétrico, flexión de brazos y antebrazos, flexión y extensión de muñecas	Si	6	2	A-12	Alta	25	II	Corregir y adoptar medidas de control
	Formar la puntera	Flexión del tronco, cuello y piernas, de pie con soporte bilateral simétrico, flexión de brazos y antebrazos, flexión y extensión de muñecas	Si	6	2	A-12	Alta	25	II	Corregir y adoptar medidas de control
	Formar la talonera	Flexión del tronco, cuello y piernas, de pie con soporte bilateral simétrico, flexión de brazos y antebrazos, flexión y extensión de muñecas	Si	6	2	A-12	Alta	25	II	Corregir y adoptar medidas de control
	Colocar la primera mano de pegas	Flexión del tronco, cuello y piernas, de pie con soporte bilateral simétrico, flexión de brazos y antebrazos, flexión y extensión de muñecas	Si	6	2	A-12	Alta	25	II	Corregir y adoptar medidas de control
	Dejar reposar hasta cumplir el lote que cubra la mesa de trabajo	Flexión del tronco, cuello y piernas, sentado con soporte bilateral simétrico, flexión de brazos y antebrazos, flexión y extensión de muñecas	Si	2	2	B-4	Baja	10	III	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad

Tabla No. 10: Matriz IPER – Armado de punta y talón
Desarrollado por: Investigador

A partir de los datos de la Tabla No. 10, la matriz IPER para el armado de punta y talón, se pueden sacar las siguientes conclusiones: De las ocho actividades evaluadas, la mitad, es decir, cuatro actividades (50%), requieren una intervención inmediata y la aplicación de medidas de control. La otra mitad, las cuatro actividades restantes (50%), también necesitan mejoras; en estos casos, es recomendable analizar la viabilidad y rentabilidad de la intervención. Por suerte, no se encontraron actividades en un nivel de riesgo crítico (Nivel I) que exijan una corrección urgente, ni actividades con un riesgo tan bajo (Nivel IV) que no necesiten intervención.

Tarea	Detalle de actividad	Desc. del riesgo	Actividad rutinaria / No rutinaria	Deficiencia	Exposición	Nivel de exposición	Nivel de probabilidad	NC	Nivel de riesgo y de intervención	Nivel de interpretación
Armado	Lijar las partes inferiores de la capellada y la planta	Flexión del tronco, cuello y piernas, sentado con soporte bilateral simétrico, flexión de brazos y antebrazos, flexión y extensión de muñecas	Si	6	2	A-12	Alta	25	II	Corregir y adoptar medidas de control
	Utilizar el limpiador de grasas en las partes inferiores de la capellada	Flexión del tronco, cuello y piernas, sentado con soporte bilateral simétrico, flexión de brazos y antebrazos, flexión y extensión de muñecas	Si	6	2	A-12	Alta	25	II	Corregir y adoptar medidas de control
	Dejar reposar por 25 minutos la capellada y planta	Flexión del tronco, cuello y piernas, sentado con soporte bilateral simétrico, flexión de brazos y antebrazos, flexión y extensión de muñecas	Si	2	2	B-4	Baja	10	III	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad
	Entregar la capellada armada y la planta lijada a el area de pegado	Flexión del tronco, cuello y piernas, de pie con soporte bilateral simétrico, flexión de brazos y antebrazos, flexión y extensión de muñecas	Si	2	2	B-4	Baja	10	III	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad

	Limpiar la mesa de trabajo	Flexión del tronco, cuello y piernas, de pie con soporte bilateral simétrico, flexión de brazos y antebrazos, flexión y extensión de muñecas	Si	2	2	B-4	Baja	10	III	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad

Tabla No. 11: Matriz IPER - Desbaste
Desarrollado por: Investigador

A partir de la Tabla No. 11, la matriz IPER para el área de Desbaste, se puede concluir lo siguiente: De las cinco actividades evaluadas, el 40% (dos actividades) se encuentran en un nivel de riesgo que requiere corrección y la implementación de medidas de control. El 60% restante (tres actividades) necesita ser mejorado si es posible, y se recomienda evaluar la viabilidad y rentabilidad de estas intervenciones. Al igual que en el caso anterior, no se identificaron actividades con un nivel de riesgo crítico que exijan una corrección urgente (Nivel I), ni actividades que no necesiten intervención (Nivel IV).

Tarea	Detalle de actividad	Desc. del riesgo	Actividad rutinaria / No rutinaria	Deficiencia	Exposicion	Nivel de exposición	Nivel de probabilidad	NC	Nivel de riesgo y de intervención	Nivel de interpretación
Pegado	Colocar una segunda mano de pega en la capellada	Flexión del tronco, cuello y piernas, sentado con soporte bilateral simétrico, flexión de brazos y antebrazos, flexión y extensión de muñecas	Si	6	2	A-12	Alta	25	II	Corregir y adoptar medidas de control
	Colocar una primera mano de pega en la planta	Flexión del tronco, cuello y piernas, sentado con soporte bilateral simétrico, flexión de brazos y antebrazos, flexión y extensión de muñecas	Si	6	2	A-12	Alta	25	II	Corregir y adoptar medidas de control

Pegado	Introducir la capellada desbastada y la planta al reactivador de pegas	Flexión del tronco, cuello y piernas, de pie con soporte bilateral simétrico, flexión de brazos y antebrazos, flexión y extensión de muñecas	Si	6	2	A-12	Alta	25	II	Corregir y adoptar medidas de control
	Revisar que la capellada desbastada y la planta cumplan con los parámetros requeridos	Flexión del tronco, cuello y piernas, de pie con soporte bilateral simétrico, flexión de brazos y antebrazos, flexión y extensión de muñecas	Si	2	2	B-4	Baja	10	III	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad

Tabla No. 12: Matriz IPER – Colocar pega
Desarrollado por: Investigador

Según la Matriz IPER (Tabla No. 12), que evalúa la tarea "Colocar Pega", se identificaron 4 actividades. No hay actividades de riesgo crítico (Nivel I) que requieran corrección inmediata. Sin embargo, el 75% de las actividades (3 de 4) se clasificaron en el Nivel II, lo que significa que es indispensable corregir y aplicar medidas de control. El 25% restante (1 actividad) está en el Nivel III, lo cual sugiere que, aunque no es urgente, sería conveniente evaluar posibles mejoras y su rentabilidad. No se encontró ninguna actividad que no necesite intervención (Nivel IV). En conclusión, la mayoría de las actividades de esta tarea requieren mejoras y control para reducir los riesgos.

Tarea	Detalle de actividad	Desc. del riesgo	Actividad rutinaria / No rutinaria	Deficiencia	Exposición	Nivel de exposición	Nivel de probabilidad	NE	Nivel de riesgo y de intervención	Nivel de interpretación
Pegado	Recoger la capellada desbastada y la planta del reactivador de pegas	Flexión del tronco, cuello y piernas, de pie con soporte bilateral simétrico, flexión de brazos y antebrazos, flexión y extensión de muñecas	Si	6	2	A -12	Alta	25	II	Corregir y adoptar medidas de control
	Unir capellada y planta de forma manual	Flexión del tronco, cuello y piernas, de pie con soporte bilateral simétrico, flexión de brazos y antebrazos, flexión y extensión de muñecas	Si	6	2	A -12	Alta	25	II	Corregir y adoptar medidas de control
	Introducir la capellada y planta unida a la máquina de presión	Flexión del tronco, cuello y piernas, de pie con soporte bilateral simétrico, flexión de brazos y antebrazos, flexión y extensión de muñecas	Si	2	2	B-4	Baja	10	III	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad
	Sacar el zapato formado de la máquina de presión	Flexión del tronco, cuello y piernas, de pie con soporte bilateral simétrico, flexión de brazos y antebrazos, flexión y extensión de muñecas	Si	6	2	A -12	Alta	25	II	Corregir y adoptar medidas de control
	Trasladar hacia la mesa de terminados y dejar enfriar de forma manual	Flexión del tronco, cuello y piernas, de pie con soporte bilateral simétrico, flexión de brazos y antebrazos, flexión y extensión de muñecas	Si	2	2	B-4	Baja	10	III	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad
	Limpiar el puesto de trabajo	Flexión del tronco, cuello y piernas, de pie con soporte bilateral simétrico, flexión de brazos y antebrazos, flexión y extensión de muñecas	Si	2	2	B-4	Baja	10	III	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad

Tabla No. 13: Matriz IPER – Pegado de planta y capellada
Desarrollado por: Investigador

Basándonos en los datos de la Matriz IPER (Tabla No. 13) sobre la tarea de "Pegado de planta y capellada", podemos resumir los hallazgos de la siguiente manera. La tarea incluye un total de 6 actividades. De estas, ninguna se encuentra en el Nivel I, lo que significa que no existen riesgos críticos que exijan una corrección inmediata. Sin embargo, la mitad de las actividades (3, que

representan el 50%) están en el Nivel II, lo que indica que es fundamental corregir y aplicar medidas de control para mitigar los riesgos. La otra mitad de las actividades (3, también el 50%) se clasificaron en el Nivel III, sugiriendo que sería beneficioso evaluar si es posible y rentable implementar mejoras. No se identificó ninguna actividad en el Nivel IV, lo que significa que todas las actividades de esta tarea presentan algún grado de riesgo que debe ser atendido.

3.5. Procesamiento de la información.

Una vez que se identificó los diferentes niveles de intervención es decir; Situación crítica o de corrección urgente (nivel de intervención I), necesita corregir y adoptar medidas de control (intervención II) requieren mejorar si es posible, sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad (nivel de intervención III) no necesita intervenir, salvo que un análisis más preciso los justifique (nivel de intervención IV), el siguiente punto será el de realizar la medición con base a los acotamientos expuestos a continuación;

RULA (Rapid Upper Limb Assessment)

- Análisis exhaustivo con detalle postura a postura
- Número limitado de posturas inadecuadas (5 o menos)
- Carga postural afecta fundamentalmente a las extremidades superiores

REBA (Rapid Entire Body Assessment)

- Análisis exhaustivo con detalle postura a postura
- Número limitado de posturas inadecuadas (5 o menos)
- Carga postural afecta al cuerpo entero

OWAS (Ovako Working Analysis System)

- Análisis exhaustivo con detalle postura a postura
- Número de posturas inadecuadas diferentes es elevado (más de 5)
- Carga postural afecta al cuerpo entero
- Carga postural afecta fundamentalmente a las extremidades superiores

EVALUACIÓN POSTURAS FORZADAS			
Puesto seleccionado:	**Armado de punta y talonera**	Fecha:	**22/5/2025**
Método seleccionado:	**REBA**	Puntuación Final	**9**

Evaluación del **Grupo A**	**Puntuación**	**Modificación**	**TOTAL**
Tronco	**2**	**+1**	**3**
	Extensión de 15°	Tronco con inclinación lateral	
Cuello	**2**	**+1**	**3**
	Flexión de 26°	Cabeza con inclinación lateral	
Piernas	**1**	**+2**	**3**
	Sentado con soporte bilateral simétrico	Flexión de ambas rodillas 114°	
		Puntuación Grupo A	**7**

Evaluación del **Grupo B**	**Puntuación**	**Modificación**	**TOTAL**
Brazo	**1**	**+1**	**2**
	Flexión de 15°	Hombro elevado	
Antebrazo	**1**	**-**	**1**
	Flexión de 90°	-	
Muñeca	**2**	**+1**	**3**
	Extensión de 33°	Desviación radial y cubital	
		Puntuación Grupo B	**3**

Puntuación A \ Puntuación B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

8

INCREMENTOS		
A	Fuerza menor de 5 kg	+0
	No existen fuerzas aplicadas bruscas	+0
	TOTAL	**7**
B	El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio	+1
	TOTAL	**4**
A y B	Se producen movimientos repetitivos	**+1**

Nivel 3	**Riesgo medio - Es necesario la actuación cuanto antes**



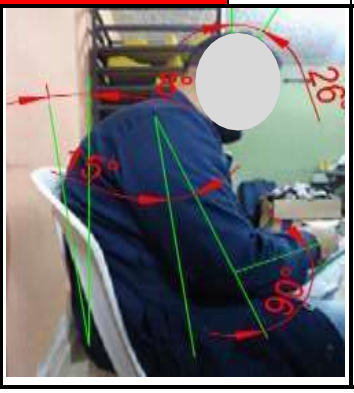




Tabla No. 14: Análisis REBA Armado punta y talón (trabajador 1)
Desarrollado por: Investigador

EVALUACIÓN POSTURAS FORZADAS			
Puesto seleccionado:	**Armado de punta y talonera**	Fecha:	**22/5/2025**
Método seleccionado:	**REBA**	Puntuación Final	**10**

Evaluación del **Grupo A**	**Puntuación**	**Modificación**	**TOTAL**
Tronco	**2**	**+1**	**3**
	Flexión de 10°	Tronco con inclinación lateral	
Cuello	**2**	**+1**	**3**
	Flexión de 27°	Cabeza con inclinación lateral	
Piernas	**1**	**+2**	**3**
	Sentado con soporte bilateral simétrico	Flexión de ambas rodillas 101°	
		Puntuación Grupo A	**7**

Evaluación del **Grupo B**	**Puntuación**	**Modificación**	**TOTAL**
Brazo	**2**	**+1**	**3**
	Flexión de 34°	Hombro elevado	
Antebrazo	**1**	**-**	**1**
	Flexión de 64°	-	
Muñeca	**2**	**+1**	**3**
	Extensión de 31°	Desviación radial y cubital	
		Puntuación Grupo B	**5**

Puntuación A \ Puntuación B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

9

INCREMENTOS		
A	Fuerza menor de 5 kg	+0
	No existen fuerzas aplicadas bruscas	+0
	TOTAL	**7**
B	El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio	+0
	TOTAL	**5**
A y B	Se producen movimientos repetitivos	**+1**

Nivel 3	**Riesgo medio - Es necesario la actuación cuanto antes**







Tabla No. 15: Análisis REBA Armado punta y talón (trabajador 2)
Desarrollado por: Investigador

EVALUACIÓN POSTURAS FORZADAS			
Puesto seleccionado:	**Desbaste**	Fecha:	**22/5/2025**
Método seleccionado:	**REBA**	Puntuación Final	**10**

Evaluación del **Grupo A**	**Puntuación**	**Modificación**	**TOTAL**
Tronco	**2**	**+1**	**3**
	Flexión de 2°	Tronco con inclinación lateral	
Cuello	**2**	**+1**	**3**
	Flexión de 52°	Cabeza con inclinación lateral	
Piernas	**1**	**+2**	**3**
	Sentado con soporte bilateral simétrico	Flexión de ambas rodillas de 84°	
		Puntuación Grupo A	**7**

Evaluación del **Grupo B**	**Puntuación**	**Modificación**	**TOTAL**
Brazo	**2**	**+1**	**3**
	Flexión de 21°	Brazo rotado	
Antebrazo	**2**	**-**	**2**
	Flexión de 103°	-	
Muñeca	**2**	**+1**	**3**
	Flexión de 23°	Desviación radial y cubital	
		Puntuación Grupo B	**5**

Puntuación A \ Puntuación B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

9

INCREMENTOS		
A	Fuerza menor de 5 kg	+0
	No existen fuerzas aplicadas bruscas	+0
	TOTAL	**7**
B	El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio	+0
	TOTAL	**5**
A y B	Se producen movimientos repetitivos	**+1**

Nivel 3	**Riesgo alto - Es necesario la actuación cuanto antes**







Tabla No. 16: Análisis REBA Desbaste de la capellada
Desarrollado por: Investigador

EVALUACIÓN POSTURAS FORZADAS			
Puesto seleccionado:	**Colocar pega**	Fecha:	**22/5/2025**
Método seleccionado:	**REBA**	Puntuación Final	**10**

Evaluación del **Grupo A**	**Puntuación**	**Modificación**	**TOTAL**
Tronco	**2**	**+1**	**3**
	Flexión de 4°	Tronco con inclinación lateral	
Cuello	**2**	**+1**	**3**
	Flexión de 28°	Cabeza con inclinación lateral	
Piernas	**1**	**+2**	**3**
	De pie con soporte bilateral simétrico	Flexión de ambas rodillas de 60°	
		Puntuación Grupo A	**7**

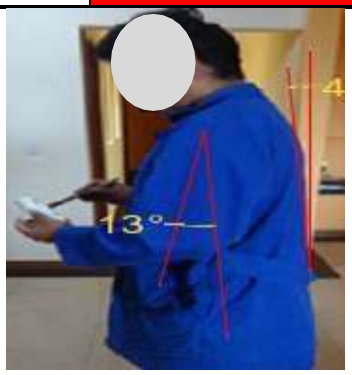
Evaluación del **Grupo B**	**Puntuación**	**Modificación**	**TOTAL**
Brazo	**1**	**+1**	**2**
	Flexión de 13°	Brazo rotado	
Antebrazo	**2**	**-**	**2**
	Flexión de 71°	-	
Muñeca	**2**	**+1**	**3**
	Extensión de 47°	Desviación radial y cubital	
		Puntuación Grupo B	**4**

Puntuación A	Puntuación B 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

9

INCREMENTOS		
A	Fuerza menor de 5 kg	+0
	No existen fuerzas aplicadas bruscas	+0
	TOTAL	**7**
B	El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio	+0
	TOTAL	**4**

Nivel 3	**Riesgo medio - Es necesario la actuación cuanto antes**	**A y B**	Se producen movimientos repetitivos	**+1**





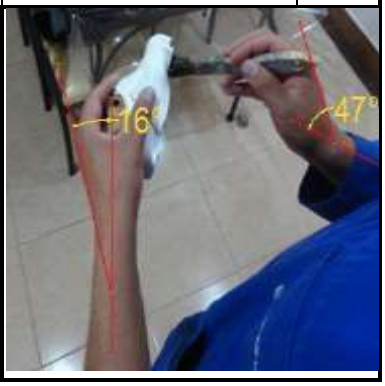


Tabla No. 17: Análisis REBA Colocar una segunda mano de pega
Desarrollado por: Investigador

EVALUACIÓN POSTURAS FORZADAS			
Puesto seleccionado:	**Pegado planta y capellada**	Fecha:	**22/5/2025**
Método seleccionado:	**REBA**	Puntuación Final	**10**

Evaluación del **Grupo A**	**Puntuación**	**Modificación**	**TOTAL**
Tronco	**2**	**+1**	**3**
	Extensión de 6°	Tronco con inclinación lateral	
Cuello	**2**	**+1**	**3**
	Flexión de 20°	Cabeza con inclinación lateral	
Piernas	**1**	**+2**	**3**
	Sentado con soporte bilateral simétrico	Flexión de ambas rodillas	
		Puntuación Grupo A	**7**

Evaluación del **Grupo B**	**Puntuación**	**Modificación**	**TOTAL**
Brazo	**2**	**+1**	**3**
	Flexión de 27°	Brazo rotado	
Antebrazo	**1**	**-**	**1**
	Flexión de 67°	-	
Muñeca	**2**	**+1**	**3**
	Flexión de 18°	Desviación radial y cubital	
		Puntuación Grupo B	**5**

Puntuación A \ Puntuación B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

9

INCREMENTOS		
A	Fuerza menor de 5 kg	+0
	No existen fuerzas aplicadas bruscas	+0
	TOTAL	**7**
B	El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio	+0
	TOTAL	**5**

Nivel 3	**Riesgo medio - Es necesario la actuación cuanto antes**	**A y B**	Se producen movimientos repetitivos	**+1**

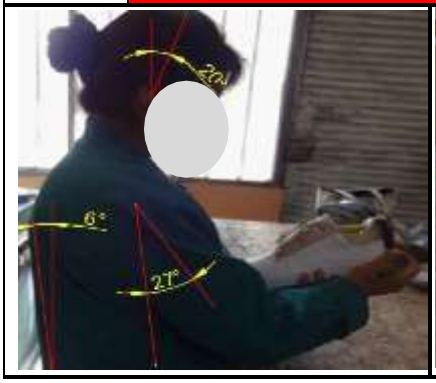






Tabla No. 18: Análisis REBA Colocar capellada y planta
Desarrollado por: Investigador

Valoración de desempeño y suplementos

Siguiendo las pautas de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), se realizó una valoración del desempeño y se definieron los suplementos. La cantidad de tiempo extra se calculó utilizando la fórmula que se detalla a continuación:

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

En donde:

n = Tamaño de la muestra

n'= Número de observaciones del estudio preliminar

x = Valor de las observaciones

Valoración de desempeño y suplementos - Armado de punta y talón - Trabajador 1 Hombre			
	Categoría	**Descripción**	**Valoración**
Desempeño	Activo		1
Suplementos	**Constantes**		
	Necesidades personales		5
	Básico por fatiga		4
	Variables		
	Por trabajar de pie		0
	Por postura anormal	Muy incomoda	7
	Levantamiento de pesos y uso de fuerza en kg	-	0
	Intensidad de luz	Bastante por debajo	2
	Calidad del aire	Mala ventilación	5
	Tensión visual	Trabajos de precisión	2
	Tensión auditiva	Intermitente y fuerte	2
	Tensión mental	Proceso bastante complejo	1
	Monotonía mental	Trabajo bastante monótono	1
	Monotonía física	Trabajo aburrido	2
TOTAL			**31%**

Tabla No. 19: Valoración de desempeño y suplementos - Armado de punta y talón – Trabajador Hombre
Desarrollado por: Investigador

Valoración de desempeño y suplementos - Armado de punta y talón - Trabajador 2 Mujer			
	Categoría	**Descripción**	**Valoración**
Desempeño	Activo		1
Suplementos	**Constantes**		
	Necesidades personales		7
	Básico por fatiga		4
	Variables		
	Por trabajar de pie		0
	Por postura anormal	Muy incomoda	7
	Levantamiento de pesos y uso de fuerza en kg	-	0
	Intensidad de luz	Bastante por debajo	2
	Calidad del aire	Mala ventilación	5
	Tensión visual	Trabajos de precisión	2
	Tensión auditiva	Intermitente y fuerte	2
	Tensión mental	Proceso bastante complejo	1
	Monotonía mental	Trabajo bastante monótono	1
	Monotonía física	Trabajo aburrido	2
TOTAL			**33%**

Tabla No. 20: Valoración de desempeño y suplementos - Armado de punta y talón – trabajador mujer
Desarrollado por: Investigador

Valoración de desempeño y suplementos - Desbaste - Trabajador Hombre			
	Categoría	**Descripción**	**Valoración**
Desempeño	Activo		1
Suplementos	**Constantes**		
	Necesidades personales		5
	Básico por fatiga		4
	Variables		
	Por trabajar de pie		0
	Por postura anormal	Muy incomoda	7
	Levantamiento de pesos y uso de fuerza en kg		0
	Intensidad de luz	Bastante por debajo	2
	Calidad del aire	Mala ventilación	5
	Tensión visual	Trabajos de cierta precisión	0
	Tensión auditiva	Intermitente y fuerte	2
	Tensión mental	Proceso bastante complejo	1
	Monotonía mental	Trabajo algo monótono	0
	Monotonía física	Trabajo aburrido	2
TOTAL			**28%**

Tabla No. 21: Valoración de desempeño y suplementos - Desbaste
Desarrollado por: Investigador

Valoración de desempeño y suplementos - Colocar pega - Trabajador Hombre			
	Categoría	**Descripción**	**Valoración**
Desempeño	Activo		1
Suplementos	**Constantes**		
	Necesidades personales		5
	Básico por fatiga		4
	Variables		
	Por trabajar de pie		2
	Por postura anormal	Incomoda	2
	Levantamiento de pesos y uso de fuerza en kg		0
	Intensidad de luz	Bastante por debajo	2
	Calidad del aire	Mala ventilación	5
	Tensión visual	Trabajos de cierta precisión	0
	Tensión auditiva	Intermitente y fuerte	2
	Tensión mental	Proceso bastante complejo	1
	Monotonía mental	Trabajo bastante monótono	1
	Monotonía física	Trabajo aburrido	2
TOTAL			**26%**

Tabla No. 22: Valoración de desempeño y suplementos – Colocar pega
Desarrollado por: Investigador

Valoración de desempeño y suplementos - Pegado de planta y capellada - Trabajador Mujer			
	Categoría	**Descripción**	**Valoración**
Desempeño	Activo		1
Suplementos	**Constantes**		
	Necesidades personales		7
	Básico por fatiga		4
	Variables		
	Por trabajar de pie		4
	Por postura anormal	Incomoda	3
	Levantamiento de pesos y uso de fuerza en kg		0
	Intensidad de luz	Bastante por debajo	2
	Calidad del aire	Mala ventilación	5
	Tensión visual	Trabajos de precisión	2
	Tensión auditiva	Intermitente y fuerte	2
	Tensión mental	Proceso bastante complejo	1
	Monotonía mental	Trabajo bastante monótono	1
	Monotonía física	Trabajo aburrido	2
TOTAL			**33%**

Tabla No. 23: Valoración de desempeño y suplementos – Pegado de planta y capellada
Desarrollado por: Investigador

La medición, evaluación de los factores ergonómicos por posturas forzadas y la productividad del trabajador se realizó en las actividades con los siguientes criterios; mayor duración, las más representativas del puesto de trabajo y las que necesitan corregir y adoptar medidas de control.

Método seleccionado:																		
		Cronometraje vuelto a cero											Realizado por:			**Ing. Adriano Pérez**		
Puesto de trabajo	**Actividad**	**Toma de tiempos (min)**					**F**	**n**	**Tiempos adicionales n(min)**					**Tiempo observado (min)**	**V**	**Tiempo Básico (min)**	**Supl.**	**Tiempo Estándar (min)**
		1	2	3	4	5			1	2	3	4	5					
Formar punta y talón (trab 1)	Formar punta y talón	2,15	1,98	2,08	2,12	1,97	1	2	2,04	2,07				2,06	1	2,06	1,31%	2,70
Formar punta y talón (trab 2)	Formar punta y talón	2,2	2,19	2,14	2,18	2,01	1	2	2,17	2,15				2,15	1	2,15	1,33%	2,86
Desbaste	Lijar las partes inferiores de la capellada y planta	1,12	1,02	1,15	1,07	1,06	1	3	1,08	1,10	1,12			1,09	1	1,09	1,28%	1,40
Colocar pega	Colocar pegas en la planta y capellada	0,48	0,55	0,52	0,54	0,57	1	5	0,53	0,52	0,51	0,49	0,53	0,52	1	0,52	1,26%	0,66
Pegado de planta y capellada	Unir capellada y planta de forma manual	1,07	1,18	1,09	1,03	1,12	1	3	1,06	1,12	1,08			1,09	1	1,09	1,33%	1,45
																		9,06

Tabla No. 24: Tiempos Estándar de los puestos de trabajo
Desarrollado por: Investigador

En el proceso de armado, se determinó que cada zapato infantil requiere un tiempo de producción total de 9.06 minutos. Las actividades que más tiempo consumen son el armado de punta y talón, que representan el 31.5% del tiempo para el trabajador 2 (con 2.86 minutos) y el 29.8% para el trabajador 1 (con 2.70 minutos). Otras actividades relevantes son el pegado de planta y capellada, que toma 1.45 minutos y equivale al 16% del tiempo total, y el desbaste, que representa el 15.4% (1.40 minutos). Finalmente, la tarea de colocar la pega es la de menor duración, con 0.66 minutos (7.3%). Estos tiempos estándar han sido fundamentales para medir la productividad en cada puesto de trabajo del área. La información obtenida será crucial para proponer y analizar futuros controles que permitan evaluar la eficiencia y eficacia del proceso.

Productividad actual en el área de armado

La productividad parcial por trabajador se midió tomando como base una jornada laboral de 8 horas, descontando la hora destinada al almuerzo. La recopilación de datos se llevó a cabo durante un periodo de 15 días hábiles, aprovechando un lote de producción significativo en el que todas las estaciones de trabajo se encontraban en pleno funcionamiento

PRODUCTIVIDAD DE ARMADO DE PUNTA Y TALÓN - TRABAJADOR 1						
Día	Puesto de trabajo	Tiempo Estándar **(min)**	Jornada de trabajo **(min)**	Capacidad de producción **(unidades)**	Unidades **(producidas)**	Productividad **(%)**
1	Formar punta y talón	2,70	420	156	135	87%
2		2,70	420	156	130	84%
3		2,70	420	156	129	83%
4		2,70	420	156	125	80%
5		2,70	420	156	130	84%
6		2,70	420	156	122	78%
7		2,70	420	156	140	90%
8		2,70	420	156	123	79%
9		2,70	420	156	128	82%
10		2,70	420	156	132	85%
11		2,70	420	156	129	83%
12		2,70	420	156	130	84%
13		2,70	420	156	127	82%
14		2,70	420	156	126	81%
15		2,70	420	156	128	82%
PROMEDIO						**83%**

Tabla No. 25: Productividad de armado de punta y talón – trabajador 1
Desarrollado por: Investigador

PRODUCTIVIDAD DE ARMADO DE PUNTA Y TALÓN - TRABAJADOR 2						
Día	Puesto de trabajo	Tiempo Estándar **(min)**	Jornada de trabajo **(min)**	Capacidad de producción **(unidades)**	Unidades **(producidas)**	Productividad **(%)**
1	Formar punta y talón	2,86	420	147	132	90%
2		2,86	420	147	128	87%
3		2,86	420	147	127	86%
4		2,86	420	147	123	84%
5		2,86	420	147	128	87%
6		2,86	420	147	120	82%
7		2,86	420	147	136	93%
8		2,86	420	147	119	81%
9		2,86	420	147	125	85%
10		2,86	420	147	127	86%
11		2,86	420	147	124	84%
12		2,86	420	147	126	86%
13		2,86	420	147	121	82%
14		2,86	420	147	119	81%
15		2,86	420	147	121	82%
PROMEDIO						**85%**

Tabla No. 26: Productividad de armado de punta y talón – trabajador 2
Desarrollado por: Investigador

PRODUCTIVIDAD DE DESBASTE						
Día	Puesto de trabajo	Tiempo Estándar **(min)**	Jornada de trabajo **(min)**	Capacidad de producción **(unidades)**	Unidades **(producidas)**	Productividad **(%)**
1	Lijar las partes inferiores de la planta y planta	1,40	420	300	268	89%
2		1,40	420	300	267	89%
3		1,40	420	300	265	88%
4		1,40	420	300	260	87%
5		1,40	420	300	265	88%
6		1,40	420	300	260	87%
7		1,40	420	300	259	86%
8		1,40	420	300	258	86%
9		1,40	420	300	265	88%
10		1,40	420	300	262	87%
11		1,40	420	300	260	87%
12		1,40	420	300	259	86%
13		1,40	420	300	265	88%
14		1,40	420	300	260	87%
15		1,40	420	300	261	87%
PROMEDIO						**87%**

Tabla No. 27: Productividad de desbaste
Desarrollado por: Investigador

PRODUCTIVIDAD DE COLOCAR PEGA						
Día	Puesto de trabajo	Tiempo Estándar **(min)**	Jornada de trabajo **(min)**	Capacidad de producción **(unidades)**	Unidades **(producidas)**	Productividad **(%)**
1	Colocar pegas en la planta y capellada	0,66	420	636	540	85%
2		0,66	420	636	535	84%
3		0,66	420	636	555	87%
4		0,66	420	636	550	86%
5		0,66	420	636	540	85%
6		0,66	420	636	560	88%
7		0,66	420	636	556	87%
8		0,66	420	636	557	88%
9		0,66	420	636	551	87%
10		0,66	420	636	552	87%
11		0,66	420	636	556	87%
12		0,66	420	636	558	88%
13		0,66	420	636	559	88%
14		0,66	420	636	560	88%
15		0,66	420	636	559	88%
PROMEDIO						**87%**

Tabla No. 28: Productividad de colocar pega
Desarrollado por: Investigador

PRODUCTIVIDAD DE PEGADO DE PLANTA Y CAPELLADA						
Día	Actividad	Tiempo Estándar **(min)**	Jornada de trabajo **(min)**	Capacidad de producción **(unidades)**	Unidades **(producidas)**	Productividad **(%)**
1	Unir capellada y planta de forma manual	1,45	420	290	240	83%
2		1,45	420	290	242	84%
3		1,45	420	290	246	85%
4		1,45	420	290	239	83%
5		1,45	420	290	237	82%
6		1,45	420	290	240	83%
7		1,45	420	290	241	83%
8		1,45	420	290	244	84%
9		1,45	420	290	246	85%
10		1,45	420	290	250	86%
11		1,45	420	290	255	88%
12		1,45	420	290	249	86%
13		1,45	420	290	255	88%
14		1,45	420	290	259	89%
15		1,45	420	290	252	87%
PROMEDIO						**85%**

Tabla No. 29: Productividad de pegado de planta y capellada
Desarrollado por: Investigador

3.6. Análisis de los resultados en los datos obtenidos.

Ponderación de resultados					
Puesto de trabajo	Cantidad de personas expuestas	No intervenir, salvo que un análisis más preciso los justifique **(Leve) IV**	Mejorar si es posible, sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad **(Grave) III**	Corregir y adoptar medidas de control **(Muy Grave) II**	Situación crítica. Corrección urgente **(Mortal) I**
Armado de punta y talón	2	0	4	4	0
Desbaste	1	0	3	2	0
Colocar pega	1	0	1	3	0
Pegado de planta y capellada	1	0	3	3	0
TOTAL	5	0	11	12	0
Actividades expuestas	23	**0%**	**48%**	**52%**	**0%**

Tabla No. 30: Resumen de identificación de peligros y evaluación de riesgos
Desarrollado por: Investigador

En un resumen de la Matriz IPER (Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos) para todos los puestos de trabajo, se concluye que el proceso de armado de zapatos comprende 23 actividades. De estas, 11 (48%) se clasifican en el nivel de intervención II, lo que indica la necesidad de corrección y la implementación de medidas de control. Por otro lado, 12 actividades (52%) corresponden al nivel de intervención III, sugiriendo la posibilidad de mejoras. En este caso, sería recomendable justificar la intervención y su rentabilidad. No se encontraron actividades en el nivel de intervención I (corrección urgente) ni en el nivel de intervención IV (sin necesidad de intervención).

Para el análisis de la ergonomía, se evaluaron las posturas forzadas y la productividad del trabajador en actividades específicas. La selección se basó en los siguientes criterios: las actividades de mayor duración y las más representativas del puesto de trabajo, así como aquellas que requieren una corrección inmediata y la implementación de medidas de control. A continuación, se detallan las actividades consideradas como muy graves, de acuerdo con los hallazgos de esta evaluación.

Puesto de trabajo	Actividad	Medida a realizar
Armado de punta y talón	Formar punta y talón	Corregir y adoptar medidas de control
Desbaste	Lijar las partes inferiores de la capellada y la planta	Corregir y adoptar medidas de control
Colocar pega	Colocar pegas en la planta y capellada	Corregir y adoptar medidas de control
Pegado de planta y capellada	Unir capellada y planta de forma manual	Corregir y adoptar medidas de control

Tabla No. 31: Actividades seleccionadas para medición y evaluación de los factores de riesgos por posturas forzadas y productividad
Desarrollado por: Investigador

La medición y evaluación de todos los puestos de trabajo se realizó utilizando el método REBA. Este método se eligió debido a que las condiciones de los puestos cumplían con sus criterios, lo que permitió un análisis exhaustivo y detallado. El estudio se centró en las posturas inadecuadas (un máximo de 5) y en la carga postural que afecta al cuerpo completo, obteniendo los siguientes resultados.

Puesto de trabajo	Actividad	Cantidad de personas expuestas	Puntuación final	Nivel	Riesgo	Actuación
Armado de punta y talón	Formar punta y talón	Trabajador 1	9	3	Alto	Es necesario la actuación cuanto antes
		Trabajador 2	10	3	Alto	Es necesario la actuación cuanto antes
Desbaste	Lijar las partes inferiores de la capellada y la planta	Trabajador 1	10	3	Alto	Es necesario la actuación cuanto antes
Colocar pega	Colocar pegas en la planta y capellada	Trabajador 1	10	3	Alto	Es necesario la actuación cuanto antes
Pegado de planta y capellada	Unir capellada y planta de forma manual	Trabajador 1	10	3	Alto	Es necesario la actuación cuanto antes

Tabla No. 32: Resumen Análisis REBA de todos los puestos de trabajo
Desarrollado por: Investigador

A partir del análisis, se concluye que el 100% de las actividades evaluadas presentan un alto nivel de riesgo, lo que exige una acción inmediata del departamento de gestión de riesgos de la empresa. Las condiciones actuales de trabajo en los puestos de armado de punta y talón, desbaste, colocación de pega y pegado de planta y capellada podrían causar enfermedades profesionales debido a posturas forzadas. No se encontraron otros niveles de riesgo, lo que fortalece la necesidad de proponer una solución. La falta de intervención podría significar un incumplimiento por parte del empleador del Artículo 38 del Código de Trabajo de Ecuador, el cual establece la obligación del empleador de indemnizar al trabajador por daños derivados de riesgos laborales si la seguridad social no lo cubre.

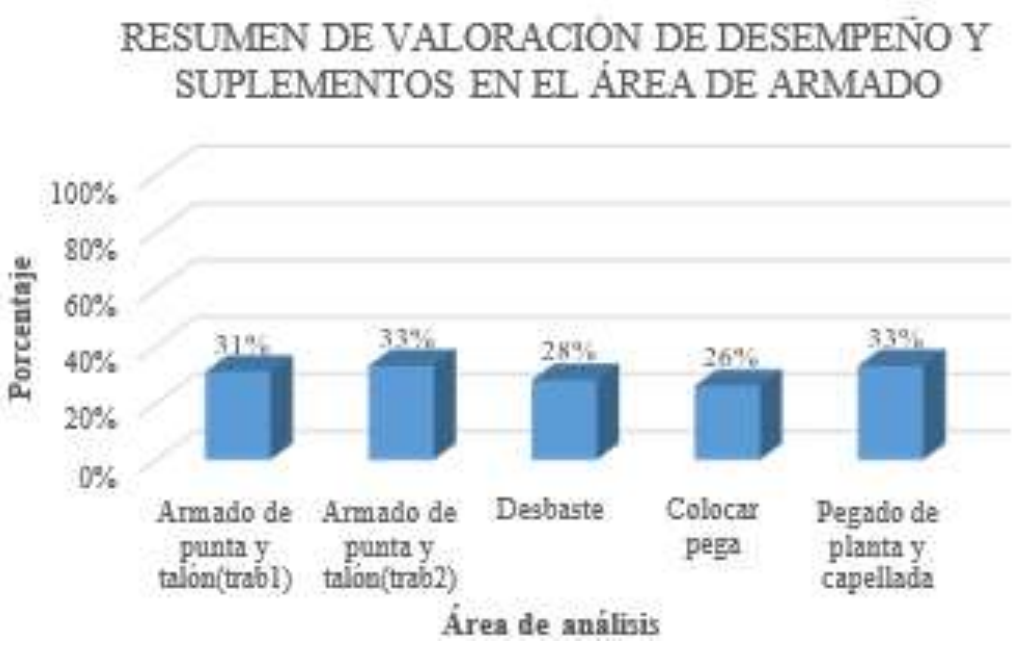


Tabla No. 33: Resumen de valoración de desempeño y suplementos
Desarrollado por: Investigador

Según la gráfica proyectada, se observa un porcentaje muy elevado de suplementos, lo que indica que la productividad continuará decreciendo si no se implementan controles para su reducción. Esta situación podría generar pérdidas económicas para el empleador y, a su vez, enfermedades profesionales para los trabajadores



Tabla No. 34: Productividad de los trabajadores
Desarrollado por: Investigador

Los resultados de productividad de los trabajadores son los siguientes: para el armado de talón y punta, el trabajador 1 alcanzó un 83% y el trabajador 2 un 85%; mientras que en las actividades de desbaste y colocar pega se obtuvo un 87%, y en el pegado de planta y capellada un 85%. Es crucial que la productividad se aproxime al 100% debido a que las capelladas son provistas por aparadores externos, por lo que es conveniente que se fabriquen en su totalidad. Por otra parte, estos resultados son esenciales para los cálculos de la hipótesis, ya que permitirán validar si existe una relación entre las variables de estudio.

3.7. Resultados y discusión.

Esta investigación tuvo como objetivo principal determinar la relación entre las posturas forzadas y la productividad de los trabajadores para, a partir de ello, proponer soluciones viables. Debido al tamaño reducido de las muestras y la relación entre las varianzas, se utilizó la metodología estadística de comprobación de hipótesis “T” de Student. Para su verificación, se establecieron las siguientes alternativas:

Tipo de prueba

Determinación de correlación; Para el cálculo del coeficiente de correlación lineal de Pearson se utilizaron las siguientes ecuaciones, tomando en consideración que la variable independiente señala a las posturas forzadas(x), mientras tanto que los porcentajes de la productividad (y), es decir la variable dependiente

$$r = \frac{Sxy}{SxSy}$$

$$Covarianza\ Sxy = \frac{\sum(x-\bar{x})\,(y-\bar{y})}{N}$$

$$Desviación\ Estándar\ Sx = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^{2}}{N}}$$

$$Desviación\ Estándar\ Sy = \sqrt{\frac{\sum(y-\bar{y})^{2}}{N}}$$

En donde:

r = Coeficiente de correlación de Pearson

x = Valores correspondientes a la variable independiente

y = Valores correspondientes a la variable dependiente

N = Cantidad de actividades

Se puede obtener como resultado principal que se tiene una correlación muy alto en relación de las dos variables de estudio.

Índice de Correlación de Pearson														
N°	Puesto de trabajo	Actividad	Variable Independiente **x**	Variable Dependiente **y**	$(x-\bar{x})$	$(y-\bar{y})$	$(x-\bar{x})^2$	$(y-\bar{y})^2$	$(x-\bar{x})(y-\bar{y})$	Sxy	Sx	Sxy	r	r^2
1	Armado de punta y talón trab. 1	Formar punta y talón	9,000	0,830	-0,800	-0,024	0,640	0,001	0,019					
2	Armado de punta y talón trab. 2	Formar punta y talón	10,000	0,850	0,200	-0,004	0,040	0,000	-0,001					
3	Desbaste	Lijar las partes inferiores de la planta y planta	10,000	0,870	0,200	0,016	0,040	0,000	0,003				0,80	0,64
4	Colocar pega	Colocar pegas en la planta y capellada	10,000	0,870	0,200	0,016	0,040	0,000	0,003	0,00	0,40	0,01		
5	Pegado de planta y capellada	Unir capellada y planta de forma manual	10,000	0,850	0,200	-0,004	0,040	0,000	-0,001				**Correlación considerable**	**64%**
		Promedio	**9,8**	**0,85**	**Suma**		**0,80**	**0,0011**	**0,02**					

Tabla No. 35: Índice de correlación de Pearson
Desarrollado por: Investigador

La investigación ha establecido una correlación muy alta entre las posturas forzadas y la productividad de los trabajadores en el proceso de armado de calzado. Utilizando las metodologías de la matriz IPER y el método REBA, se pudo determinar que una serie de actividades críticas dentro de este proceso presentan serios problemas. Este enfoque permitió no solo identificar los riesgos laborales, sino también vincularlos directamente con el rendimiento operativo del personal.

El análisis de riesgos reveló que el 100% de las actividades evaluadas en los puestos de armado de punta y talón, desbaste, colocación de pega y pegado de planta y capellada presentan un alto nivel de riesgo, lo que exige una intervención inmediata. Las condiciones de trabajo en estos puestos, caracterizadas por posturas forzadas, exponen a los trabajadores a un riesgo considerable de desarrollar enfermedades profesionales. De no tomarse medidas, la empresa podría incurrir en un incumplimiento del Artículo 38 del Código de Trabajo de Ecuador, el cual responsabiliza al empleador por los daños derivados de riesgos laborales.

A nivel de productividad, los resultados muestran un rendimiento deficiente, con porcentajes que oscilan entre el 83% y el 87%, lejos del 100% deseado. Esta baja productividad está estrechamente vinculada a un alto porcentaje de suplementos (entre 26% y 33%), los cuales ralentizan el proceso de producción. Esta situación se traduce en pérdidas económicas para el empleador y refuerza la necesidad de una corrección urgente para optimizar el desempeño.

La implementación de medidas ergonómicas no es solo una cuestión de salud y seguridad laboral, sino un factor crítico para la eficiencia y sostenibilidad de la empresa. La intervención propuesta busca no solo mitigar los riesgos inherentes a las posturas forzadas y proteger a los trabajadores de posibles enfermedades, sino también impulsar la productividad a niveles óptimos. De esta manera, se logra un beneficio mutuo: un ambiente de trabajo más seguro y saludable para los empleados, y una operación más rentable y conforme a la ley para el empleador, bajo este antecedente se comienza a desarrollar el Capítulo IV “Implementar estrategias de intervención ergonómica orientadas a la reducción de riesgos laborales y a la mejora de la salud ocupacional en la industria del calzado.”

CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE TRANSFORMACIÓN

Plan de transformación ergonómica integral para el sector del calzado

En el sector del calzado en Ecuador, la relación entre las condiciones laborales y la productividad ha emergido como una problemática crítica que requiere atención. Las evaluaciones iniciales, realizadas a través de metodologías como la Matriz IPER y el método REBA, han revelado que las posturas forzadas en actividades clave del proceso de armado son un factor predominante. Estos análisis concluyen que el 100% de las tareas más representativas, como el armado de punta y talón, desbaste y pegado de planta, se encuentran en un alto nivel de riesgo. Esta situación no solo compromete la salud y seguridad de los trabajadores, sino que también se correlaciona con bajos niveles de productividad, lo que genera un ciclo de ineficiencia y riesgo laboral.

La problemática trasciende el ámbito de la seguridad, impactando directamente la viabilidad económica de la empresa. Los resultados han demostrado que los bajos índices de productividad, que oscilan entre el 83% y el 87%, están estrechamente ligados a un elevado porcentaje de suplementos. Este escenario se traduce en pérdidas económicas significativas para el empleador y, a su vez, expone a los trabajadores a un mayor riesgo de desarrollar enfermedades profesionales. Además, la persistencia de estas condiciones inadecuadas podría interpretarse como un incumplimiento del Artículo 38 del Código de Trabajo de Ecuador, lo que subraya la urgencia y la necesidad de una intervención integral.

En respuesta a esta compleja situación, la presente propuesta de tesis doctoral busca desarrollar un plan de transformación ergonómica integral. El objetivo principal es mitigar los riesgos asociados a las posturas forzadas, mejorar el bienestar de los trabajadores y, como consecuencia directa, incrementar la productividad y la eficiencia del proceso productivo. Se postula que la implementación de medidas ergonómicas específicas no solo protegerá la salud del personal, sino que también impulsará la sostenibilidad de la empresa. La investigación, por tanto, se centrará en el diseño, implementación y validación de esta propuesta, con el fin de demostrar que una inversión en ergonomía es una estrategia rentable y fundamental para el futuro del sector.

4.1. Fundamentación de la propuesta de transformación.

4.1.1 Fundamentación teórica conceptual de la propuesta

La presente propuesta de intervención ergonómica para la industria del calzado en Ecuador se fundamenta en la necesidad de abordar una problemática crítica y científicamente relevante: la relación entre las posturas forzadas y la baja productividad, con un enfoque en la salud ocupacional. Si bien la literatura ergonómica, sustentada en modelos como el de la carga postural y las metodologías de evaluación de riesgos (IPER, REBA), ha establecido que las posturas inadecuadas generan riesgos musculo esqueléticos, la contribución teórica de esta investigación radica en la demostración empírica de una alta correlación directa y cuantificable entre estas variables en el contexto específico de la industria ecuatoriana. Esta relación, evidenciada por los hallazgos que muestran un riesgo alto en el 100% de las actividades críticas y una productividad que no supera el 87%, subraya la insuficiencia de los modelos teóricos existentes para explicar la dinámica de esta problemática en un entorno laboral particular.

La justificación de esta propuesta se basa en la necesidad de trascender la mera identificación del riesgo para enfocarse en una solución integral que transforme la realidad del sector. La fundamentación teórica se apoya en el marco de la ergonomía participativa, la cual postula que la inclusión activa de los trabajadores en el diseño de las soluciones es crucial para su éxito y sostenibilidad. No obstante, esta investigación va más allá al integrar esta teoría con el enfoque de la productividad total, donde la mejora de las condiciones laborales es un catalizador directo del rendimiento económico. De esta manera, se modifica el marco tradicional que a menudo separa la salud del desempeño, estableciendo una nueva representación en la que la intervención ergonómica es un motor de transformación holística, que beneficia tanto al trabajador como a la empresa.

La contribución teórica del investigador se centra en la propuesta de un modelo que sustituye el enfoque reactivo de la corrección de riesgos por una estrategia de transformación proactiva y productiva. A diferencia de los modelos convencionales que se limitan a la evaluación y corrección puntual, esta investigación propone un nuevo marco conceptual que establece que la intervención ergonómica debe ser entendida como un proceso de optimización sistémica. Este modelo se sustenta en la nueva relación identificada entre el riesgo ergonómico, la baja productividad por suplementos elevados y el incumplimiento normativo. El investigador propone que la solución no reside únicamente en la mitigación del riesgo físico, sino en la

creación de un ciclo virtuoso donde la mejora de la ergonomía se traduce en mayor eficiencia, bienestar laboral y, en última instancia, en una mayor rentabilidad.

La propuesta se fundamenta en la relación crítica entre las posturas forzadas y la baja productividad. Se apoya en dos marcos principales:

- **Ergonomía participativa:** Postula que la inclusión activa de los trabajadores en el diseño de soluciones es crucial para el éxito y la sostenibilidad.
- **Enfoque de productividad total:** Integra la mejora de las condiciones laborales como un catalizador directo del rendimiento económico, creando un "ciclo virtuoso" donde el bienestar genera rentabilidad.
- **Modelo proactivo:** Sustituye la corrección reactiva de riesgos por una optimización sistémica del proceso productivo

Esquema lógico del desarrollo de la propuesta

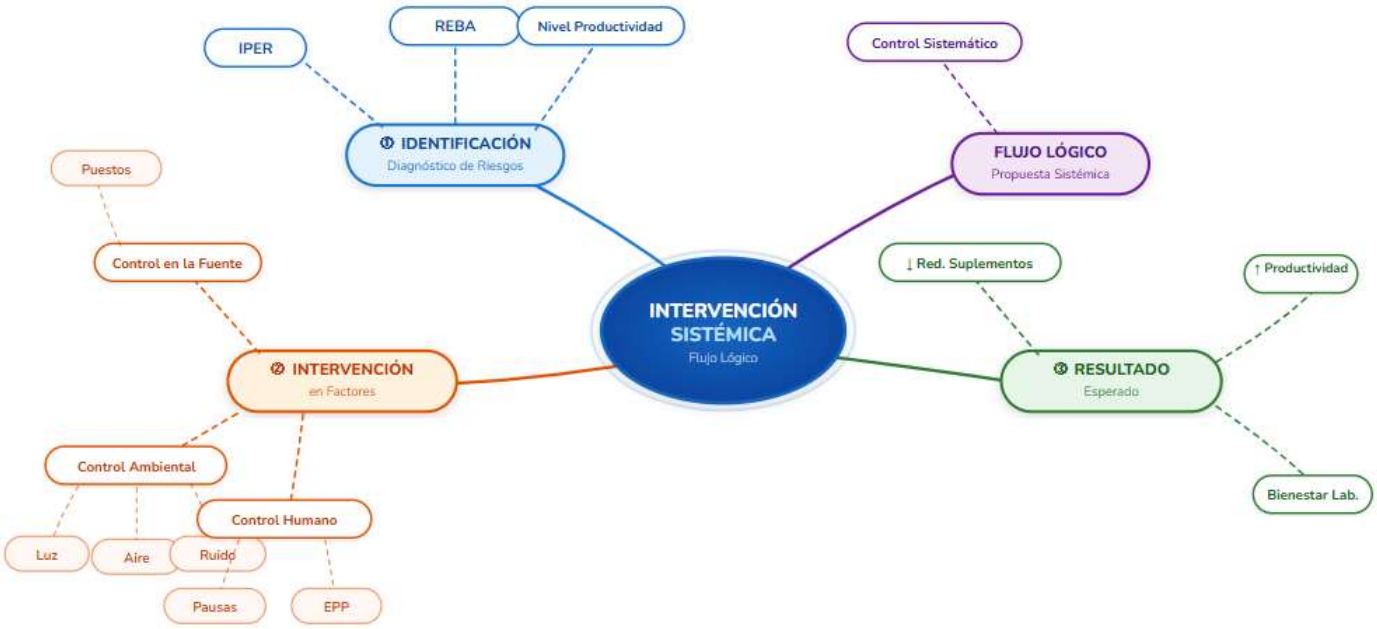


Tabla No. 36: Esquema lógico del desarrollo de la propuesta
Desarrollado por: Investigador

4.2. Estructura de la propuesta de transformación.

4.2.1 Objetivo general de la propuesta

Desarrollar un plan de transformación ergonómica integral para la mitigación de riesgos por posturas forzadas y el fortalecimiento del bienestar laboral y la eficiencia productiva en el sector del calzado

4.2.2 Objetivos específicos de la propuesta

- Implementar medidas de control ergonómico en la fuente, el medio y el trabajador para la reducción de los niveles de riesgo en las tareas críticas de armado, desbaste y pegado
- Establecer un programa de pausas activas orientado a la disminución de la tensión musculoesquelética y el ausentismo laboral
- Establecer un programa de pausas activas orientado a la disminución de la tensión musculoesquelética y el ausentismo laboral
- Capacitar al personal en procedimientos de trabajo seguro y rotación de puestos para el fortalecimiento de la cultura de prevención
- Evaluar el impacto de la transformación ergonómica mediante indicadores de gestión que permitan la reducción de la morbilidad osteomuscular y el incremento de la eficiencia productiva tras la ejecución del plan.

4.2.3 Fases de la propuesta

La implementación de las actividades de la propuesta se detalla a continuación tomando en cuenta las dos variables presentadas en el estudio de investigación, siendo; las posturas forzadas y la productividad, las fases se desarrollaron de la siguiente manera;

- **Fase de diseño e intervención técnica:** Reconfiguración de puestos de trabajo y adecuación de infraestructura.
- **Fase de implementación operativa:** Aplicación de pausas activas y entrega de equipos de protección.
- **Fase de educación y capacitación:** Formación técnica en posturas y seguridad.

- **Fase de validación y seguimiento:** Reevaluación de riesgos y medición de la nueva productividad.

4.2.4 Despliegue operativo de las etapas de planificación

Medidas de control en la fuente, medio de transmisión y trabajador en el área de armado

Los controles propuestos obedecen a un orden jerárquico siendo su implementación en la fuente, medio de trasmisión y el receptor con el fin de eliminar o reducir sus niveles de riesgos.

Los controles de fuente significaron cambios en el origen e intervención en el proceso en donde está presente el riesgo por posturas forzadas. Los resultados fueron de mucho éxito, de tal forma que las Altas Gerencias están comprometidas a seguir con las mejoras continuas en todos los puestos de trabajo. Los diseños de los puestos de trabajo se detallan en el Anexo 1, Anexo 2, Anexo 3 y Anexo 4. Los diseños propuestos anteriormente se implementaron como muestra en las figuras;



Control en la fuente para armado de talón y punta



Control en la fuente para desbaste



Control en la fuente para colocar pega



Control en la fuente para pegado de planta y capellada

Pausas activas para los trabajadores del área de armado

Estas actividades se desarrollaron para controlar la tensión asociada a posturas incómodas, se orientó a controlar la tensión músculo esquelética en extremidades superiores e inferiores, cintura, cuello, región torácica y espalda, sus objetivos principales son: disminuir el dolor corporal e incapacidades médicas en trabajadores debidas a desórdenes osteo musculares, mejorar la satisfacción y el nivel de desempeño de los trabajadores del área de armado al realizar sus actividades e incrementar la productividad y a la par disminuir el índice de ausentismo laboral debido a molestias y enfermedades músculo esqueléticas

- Las pausas activas se llevaron a cabo de lunes a viernes a las 10:00 a.m. con una duración de 5 a 7 minutos.
- Se siguió las indicaciones de quién lidero las actividades.
- Los trabajadores no presentaron patologías músculo esqueléticas previas.
- Se realizó en el propio lugar de trabajo, con espacios adecuados y durante la jornada diaria.

Parte del cuerpo	Objetivo	Ejercicios	Evidencia
Espalda	Estiramiento de espalda	Colocar los brazos sobre la cabeza, con los dedos cruzados, girar las palmas hacia arriba y extender los brazos hasta sentir una ligera tensión; mantener durante 5 segundos y bajar, hacer 5 repeticiones.	
Espalda	Flexión del tronco	Colocar los brazos sobre la cabeza, con las manos cruzadas en cada codo, flexionar el tronco hacia la derecha, centro e izquierda manteniendo la espalda recta. Hacer 5 repeticiones.	
	Rotación del tronco	Con la espalda recta y las piernas ligeramente abiertas, rotar el tronco de un lado al otro siempre llegando al centro y no de manera brusca, dos repeticiones a cada lado.	

Parte del cuerpo	Objetivo	Ejercicios	Evidencia
Cuello	Estiramiento del cuello, flexión y extensión	Extender hacia atrás el cuello lentamente, elevando la barbilla, por un lapso de 5 segundos y regresar lentamente al centro, 5 repeticiones	
	Rotación del cuello	Girar la cabeza de manera lateral, volver al centro y girar hacia el otro lado, los movimientos son lentos. Repetir 5 veces.	
Cuello	Estiramiento del cuello	Colocar la mano encima de la cabeza, tratando de tocar el oído del lado contrario, llevar la cabeza hacia el mismo lado de la mano que ejerce la fuerza tratando de tocar el hombro con el oído, 2 segundos y cambiar de lado.	
	Flexión del cuello	Acercar la oreja al hombro del lado correspondiente, 5 segundos en cada lado.	

Parte del cuerpo	Objetivo	Ejercicios	Evidencia
Hombros	Estiramiento de los hombros	Con la espalda recta, piernas separadas y cabeza alineada, elevar y descender los hombros. Realizarlo con lentitud, y acompañar el movimiento con una respiración adecuada.	
Pies y piernas	Flexión de piernas	Buscar una superficie de apoyo, flexionar la pierna 90º, realizar movimiento con la pierna de abajo a arriba, ejerciendo tensión. El muslo debe estar en posición vertical.	
Pies y piernas	Estiramiento de piernas	Flexionar la rodilla derecha (aproximadamente 90º) y extender pierna izquierda hacia atrás, manteniéndola recta, apoyando el peso sobre pierna flexionada, mantener. Sostener por 10 segundos y cambiar de pierna.	
Pies y piernas	Estiramiento de piernas y pies	Con la espalda recta, los brazos estirados al frente y las piernas ligeramente separadas, flexionar las rodillas, bajar y subir lentamente sin separar los pies del suelo.	

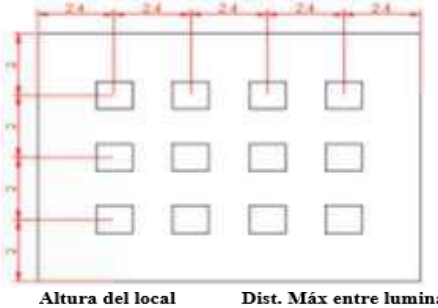
Parte del cuerpo	Objetivo	Ejercicios	Evidencia
Pies y piernas	Movimientos de pies y piernas	Con la espalda recta, pararse en puntas de pies, mantener esa posición durante 5 segundos y bajar, hacer 5 repeticiones.	
Brazos	Estiramiento de brazos	Con los brazos extendidos hacia los lados, a la altura de los hombros, realizar giros hacia adelante hacer 5 repeticiones y girar hacia atrás	
Brazos	Estiramiento de brazos	Intentar tocarse los dedos por la espalda, con un brazo por encima del hombro y otro por debajo. Mantener esta posición 5 segundos.	
Muñeca y antebrazo	Extensión de muñeca y antebrazo	Extensión de muñeca y estiramiento del antebrazo, ambas palmas, una contra otra, movimientos hacia debajo de estiramiento de la muñeca.	

Parte del cuerpo	Objetivo	Ejercicios	Evidencia
Muñeca y antebrazo	Flexión para muñecas	Flexionar la muñeca alongando el antebrazo, repetir con la otra mano durante 10 segundos.	
Dedos	Extensión de los dedos	Estirar los brazos hacia adelante, a la altura de los hombros, separar y unir los dedos. Estirar los brazos hacia adelante, a la altura de los hombros, empuñar y abrir las manos.	

Gestión para disminuir los suplementos

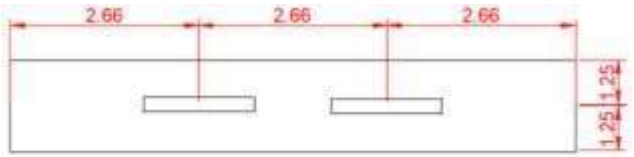
Reducir los suplementos en los tiempos de producción es fundamental para mejorar la eficiencia operativa y la rentabilidad de una empresa. Los suplementos, que incluyen tiempos muertos, esperas por materiales, reprocesos o fallos en el equipo, son un indicador directo de las ineficiencias en los procesos de fabricación. Al minimizarlos, se optimiza el flujo de trabajo, lo que permite que la mano de obra y la maquinaria se utilicen de manera continua y efectiva. Esto no solo aumenta la capacidad de producción, sino que también reduce los costos operativos al disminuir el desperdicio de recursos y energía. Una gestión efectiva de los suplementos garantiza que los tiempos de ciclo sean más predecibles y cortos, lo cual es crucial para cumplir con las fechas de entrega y mantener la competitividad en el mercado.

Además, la disminución de los suplementos tiene un impacto directo en la calidad y el bienestar de los trabajadores. Los tiempos de espera y la interrupción constante del flujo de trabajo generan frustración y fatiga en el personal, lo que puede llevar a una menor moral y a un aumento de los errores. Un proceso de producción más fluido y sin interrupciones permite a los empleados concentrarse en sus tareas principales, mejorando la calidad del producto final y reduciendo la necesidad de retrabajos.

<table>
<tr><th colspan="9">Gestión para suplementos - Iluminación en el área de armado</th></tr>
<tr><th colspan="9">Información de la infraestructura</th></tr>
<tr><td>Ancho(a)</td><td>8</td><td>metros</td><td>Techo</td><td>Blanco</td><td colspan="4">0,70-0,85</td></tr>
<tr><td>Largo(b)</td><td>12</td><td>metros</td><td>Paredes</td><td>Techo acústico Blanco</td><td colspan="4">0,50-0,65</td></tr>
<tr><td>Altura(H)</td><td>6</td><td>metros</td><td>Piso</td><td>Hormigón oscuro</td><td colspan="4">0,15-0,25</td></tr>
<tr><td>Cant. Lamparas implementadas (n)</td><td>1</td><td>unidades</td><td>Flujo luminoso implementado (ØL)</td><td>7700</td><td colspan="4">lúmenes</td></tr>
<tr><td>Suspensión de luminarias</td><td>1,2</td><td>metros</td><td colspan="3" rowspan="2">Coeficiente de reflexión</td><td>1,5</td><td>0,39</td></tr>
<tr><td>Altura de trabajo(h')</td><td>1</td><td>metros</td><td>2</td><td>0,45</td></tr>
<tr><td>Conservación de las lámparas(cm)</td><td>0,8</td><td>limpias</td><td>Luxes req. (Em)</td><td>300</td><td colspan="4">Trabajos de montaje</td></tr>
<tr><td>Puestos analizados</td><td colspan="8">- Armado de talón y punta</td></tr>
<tr><th colspan="9">DESARROLLO</th></tr>
<tr><td>Índice del local(k)</td><td colspan="3">$k = \frac{3\,.a\,.b}{2\,(H)(a+b)}$</td><td>1,20</td><td>Cu</td><td colspan="3">0,3948</td></tr>
<tr><td>Flujo luminoso</td><td colspan="3">$ØT = \frac{Em.S}{Cu.Cm}$</td><td>91185,41</td><td colspan="4">lúmenes</td></tr>
<tr><td>Número de luminarias</td><td colspan="3">$NL = \frac{ØT}{n\,.ØL}$</td><td rowspan="2">11,84</td><td>≈</td><td colspan="3">12</td></tr>
<tr><td colspan="6">unidades</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Emplazamiento de las luminarias</td><td colspan="3">Ancho</td><td colspan="5">Largo</td></tr>
<tr><td rowspan="4">$\sqrt{\frac{N.total\,.a}{b}}$</td><td>2,81</td><td rowspan="4">$\frac{ancho\,.b}{a}$</td><td colspan="4">4,21</td></tr>
<tr><td>≈</td><td colspan="4">≈</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="4">4</td></tr>
<tr><td>unidades</td><td colspan="4">unidades</td></tr>
<tr><td colspan="4">Distribución de luminarias
 
Altura del local — Dist. Máx entre luminarias
>10m — e ≤ 1.2h
6m – 10m — e ≤ 1.5h
4m – 6m — e ≤ 1.5h
≤ 4m — e ≤ 1.6h</td><td colspan="5">Luminarias implementadas
P532P LED77S
 
<u>"Se considera aceptable"</u></td></tr>
<tr><td colspan="4">$Em = \frac{NL\,.n\,.ØL\,.Cu\,.Cm}{S} \geq E\ tablas\ legal$</td><td>Em</td><td>≥</td><td colspan="3">E tablas legal</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td><td>303,99</td><td>≥</td><td colspan="3">300</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td><td colspan="5">"CUMPLE LA PARTE LEGAL"</td></tr>
</table>

Gestión para suplementos - Iluminación en el área de armado						
Información de la infraestructura						
Ancho(a)	8	metros	**Techo**	Blanco	0,70-0,85	
Largo(b)	2,5	metros	**Paredes**	Techo acústico Blanco	0,50-0,65	
Altura(H)	4	metros	**Piso**	Hormigón oscuro	0,15-0,25	
Cant. Lamparas implementadas (n)	2	unidades	**Flujo luminoso implementado ($ØL$)**	5000	lúmenes	
Suspensión de luminarias	0,5	metros	**Coeficiente de reflexión**		1,5	0,39
Altura de trabajo(h')	1,04	metros			2	0,45
Conservación de las lámparas(cm)	0,8	limpias	**Luxes req. (Em)**	300	Trabajos de montaje	
Puestos analizados	- Desbaste					
DESARROLLO						
Índice del local(k)	$k = \frac{3 \,.a\,.b}{2\,(H)(a+b)}$		**0,71**	**Cu**	**0,3948**	
Flujo luminoso	$ØT = \frac{Em.S}{Cu.Cm}$		**18996,96**	**lúmenes**		
Número de luminarias	$NL = \frac{ØT}{n\,.ØL}$		**1,90**	**≈**	**2**	
				unidades		
Emplazamiento de las luminarias	Ancho		Largo			
	$\sqrt{\frac{N.total\,.a}{b}}$	2,47	$\frac{ancho\,.b}{a}$	0,77		
		≈		≈		
		2		**1**		
		unidades		unidades		

Distribución de luminarias



Altura del local	Dist. Máx entre luminarias
>10m	e ≤ 1.2h
6m – 10m	e ≤ 1.5h
4m – 6m	e ≤ 1.5h
≤ 4m	e ≤ 1.6h

Luminarias implementadas
SP530P LED50S



"Se considera aceptable"

$$Em = \frac{NL\,.n\,.ØL\,.Cu\,.Cm}{S} \geq E\ tablas\ legal$$

Em	≥	E tablas legal
315,84	≥	**300**

"CUMPLE LA PARTE LEGAL"

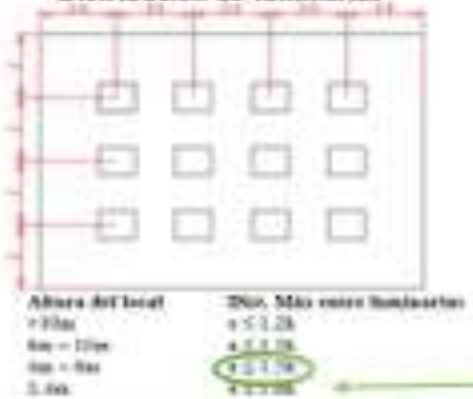
Gestión para suplementos - Iluminación en el área de armado						
Información de la infraestructura						
Ancho(a)	8	metros	**Techo**	Blanco	0,70-0,85	
Largo(b)	12	metros	**Paredes**	Techo acústico Blanco	0,50-0,65	
Altura(H)	6	metros	**Piso**	Hormigón oscuro	0,15-0,25	
Cant. Lamparas implementadas (n)	1	unidades	**Flujo luminoso implementado (ØØ**	7700	lúmenes	
Suspensión de luminarias	1,2	metros	**Coeficiente de reflexión**		1,5	0,39
Altura de trabajo(h')	0,76	metros			2	0,45
Conservación de las lámparas(cm)	0,8	limpias	**Luxes req. (Em)**	300	Trabajos de montaje	
Puestos analizados	- Colocar pega - Pegado de planta y capellada					

DESARROLLO

Índice del local(k)	$k = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2\,(H)(a+b)}$	**1,20**	**Cu**	**0,5948**
Flujo luminoso	$\emptyset T = \frac{Em \cdot S}{Cu \cdot Cm}$	**91185,41**	**lúmenes**	
Número de luminarias	$NL = \frac{\emptyset T}{n \cdot \emptyset L}$	**11,84**	**≈**	**12**
			unidades	

Emplazamiento de las luminarias	Ancho		Largo	
	$\sqrt{\frac{N.total \cdot a}{b}}$	2,81	$\frac{ancho \cdot b}{a}$	4,21
		m		m
		3		**4**
		unidades		unidades

Distribución de luminarias



Luminarias implementadas
PS31P LED77S



"Se considera aceptable"

$$Em = \frac{NL \cdot n \cdot \emptyset L \cdot Cu \cdot Cm}{S} \geq E\ tablas\ legal$$

Em	≥	E tablas legal
303,99	≥	**300**

"CUMPLE LA PARTE LEGAL"

Gestión para suplementos - Ventilación Extracción en el área de armado					
Información de la infraestructura					
Ancho(A)	8	metros	**Tiempo de funcionamiento(t)**	480	minutos
Largo(L)	12	metros	**Densidad(ρ)**	1,2	kg/m3
Altura(H)	6	metros	**Calor específico del aire (cp)**	1012	J/kg*°K
Puestos analizados	- Armado de punta y talón - Colocar pega - Pegado de planta y capellada		**Temperatura absoluta(ΔT)**	298,15	°K
Desarrollo					
Volumen(V)	$V = A * H * L$		**576,00**	m^3	
Caudal de flujo(Q)	$Q = \frac{V}{t}$		**1,20**	$\frac{m^3}{min}$	
Flujo másico(m)	$m = Q * \rho$		**1,44**	$\frac{kg}{min}$	
Calor absorbido	$q = m * cp * \Delta T$		**434488,03**	$\frac{J}{min}$	
CFM requerido	$CFM_{req} = \frac{q}{0.9 * \rho * cp - \Delta T}$		**546,66**	$\frac{m^3}{min}$	
			19302,44	$\frac{pie^3}{min}$	

Ventilador Extractor Implementado		
Marca	Nakomsa	
Modelo	NK-EXT-GAL	
Tipo de Ventilador	Centrífugo	
Diámetro de entrada	16"	
Alabes	24	
Caudal máximo	10000 pie3/min	
Cantidad	2und	
Peso	9 kg	**EVIDENCIA**

Gestión para suplementos - Ventilación Extracción en el área de armado					
Información de la infraestructura					
Ancho(A)	8	metros	**Tiempo de funcionamiento(t)**	480	minutos
Largo(L)	2,5	metros	**Densidad(ρ)**	1,2	kg/m3
Altura(H)	6	metros	**Calor específico del aire (cp)**	1012	J/kg*°K
Puestos analizados	- Desbaste		**Temperatura absoluta(ΔT)**	298,15	°K

Desarrollo			
Volumen(V)	$V = A * H * L$	**120,00**	m^3
Caudal de flujo(Q)	$Q = \frac{V}{t}$	**0,25**	$\frac{m^3}{min}$
Flujo másico(m)	$m = Q * \rho$	**0,30**	$\frac{kg}{min}$
Calor absorbido	$q = m * cp * \Delta T$	**90518,34**	$\frac{J}{min}$
CFM requerido	$CFM_{req} = \frac{q}{0.9 * \rho * cp - \Delta T}$	**113,89**	$\frac{m^3}{min}$
		4021,34	$\frac{pie^3}{min}$

Ventilador Extractor Implementado	
Marca	Dayton
Modelo	2c863
Tipo de Ventilador	Centrífugo
Diámetro de entrada	8"
Salida del caudal	27,5x17cm
Diámetro del rodete	22,86cm
Alabes	6
Caudal máximo	4000 pie3/min
Cantidad	1und
Motor	2 HP
Revoluciones	1730/1710 RPM
Frecuencia	60 Hz
Peso	15,1 kg



EVIDENCIA

Gestión para suplementos - Tensión auditiva en el área de armado					
Puesto de trabajo	Medida tomada dB(A)	NRR Equipo dB(A)	Nivel de ruido efectivo dB(A)	Atenuación efectiva dB(A)	Nivel de presión efectivo (L'A) con corrección dB(A)
Armado de punta y talón	92,4	25	74,4	18	83,4
Desbaste	92,6	25	74,6	18	83,6
Colocar pega	85,9	25	67,9	18	76,9
Pegado de capellada y planta	88,6	25	70,6	18	79,6
Nivel de Presión Sonora Efectivo (L'A)				**Calificación de la Atenuación Sonora**	
L'A > 85dB(A)				Insuficiente	
60 dB(A) < L'A < 85 dB(A)				Adecuada	
L'A < 60dB(A)				Excesiva	
EVIDENCIA				**MODELO**	
				 **HOWARD LEIGTH L1**	
 				 **1292**	

Procedimientos de trabajo seguro en el área de armado

El siguiente procedimiento se elaboró, revisó y aprobó en la empresa, y de igual manera se capacitó y entrenó al personal del área de armado de la misma.

1. *Objetivo:*

Establecer medidas preventivas para los trabajadores de las tareas de armado de las empresas involucradas con el fin de precautelar la salud de los mismos frente a las afecciones músculos esqueléticos provocados por posturas forzadas.

2. *Alcance:*

Este documento contiene las medias preventivas que permitirán prevenir trastornos músculos esqueléticos por posturas forzadas. Su aplicación tiene como alcance a los trabajadores del área de armado de las empresas involucradas.

3. *Referencias:*

El presente procedimiento se basará en una estructura legal observada en:

- La Constitución Política del Estado 2008, Artículo 326.
- Código del Trabajo, Título I, CAPÍTULO III, Artículo 38.
- Decisión 584, Literal k, Artículo 11.
- Resolución 957, Literales g y k respectivamente, Artículo.5;
- Decreto Ejecutivo 2393, Artículo 11; Obligaciones de los empleadores.
- Resolución 513, Artículo 51.
- Reglamento de Seguridad y Salud para la construcción y obras públicas N°174

4. *Definiciones:*

Ergonomía: Es el conjunto de ciencias y técnicas cuyo objetivo es la adecuación entre el puesto de trabajo y la persona.

Incidente: Es un evento que da lugar a un accidente o tiene el potencial de conducir a un accidente.

Higiene industrial: Es el conjunto de procedimientos destinados a controlar los factores ambientales que pueden afectar la salud en el ámbito de trabajo.

Posturas forzadas: Son aquellas en las que las articulaciones adoptan ángulos que están fuera de lo que se consideran rangos seguros. Se habla de posturas forzadas cuando se mantienen durante más del 10% del ciclo de trabajo.

Riesgo: Es la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas, los factores que lo componen son la amenaza y la vulnerabilidad.

5. *Responsabilidades:*

Para prevenir daños derivados de posturas forzadas, se deben tener las siguientes consideraciones:

- Evitar mantener la misma postura durante toda la jornada laboral, si no se tiene la posibilidad de realizar cambios de postura, realizar micro pausas de descanso.
- Asistir a las sesiones de formación que realice la empresa para conocer las pautas de trabajo seguro que puedan evitar sufrir lesiones por posturas forzadas.
- Durante los descansos, efectuar movimientos suaves de estiramiento de los músculos.

Para trabajos en posición estática o fija si la postura es de pie

- Alternar la posición de pie con la de sentado para reducir la fatiga que se produce al mantener una posición fija prolongada, siempre que la tarea lo permita. Si no cambiar el apoyo del peso del cuerpo entre el pie izquierdo y derecho a intervalos regulares o manteniendo una pierna sobre un apoyo, para mantener la espalda más descansada.
- Utilizar calzado cómodo que sujete firmemente el talón y se amolde a la curvatura natural de los pies.
- Para evitar tener que doblar la espalda o estar agachado evitar en lo posible trabajar con los brazos a la altura de la cintura.
- Realizar desplazamientos con todo el cuerpo, dando pasos cortos, intentando no hacer giros de espalda.

Para trabajos en posición estática o fija si la postura es sentada

- Comprobar que se puede alcanzar los elementos más frecuentes de uso en el trabajo, como controles de equipos, herramientas, instrumentos, materiales, etc. sin estirar demasiado el cuerpo ni los brazos, manteniendo una postura natural.
- Mantener el tronco derecho, apoyado en el respaldo de la silla y frente a la tarea a realizar. Evitar torsiones del tronco. Girar todo el cuerpo al mismo tiempo.
- Mantener apoyados los antebrazos sobre la mesa o superficie de trabajo, cuando la tarea lo permita, de forma que el codo forme un ángulo recto.
- En el caso de trabajos de precisión, la mesa o superficie de trabajo se puede tener ligeramente más alta que los codos.

Para trabajos en posición estática o fija con herramientas de trabajo

- Evitar colocar a la hora de trabajar por encima de los hombros. Situarlas de frente a la tarea que se va a realizar y al alcance de los brazos para no inclinar el tronco.
- Si se realiza un esfuerzo con los brazos, es conveniente que el antebrazo, la muñeca y la mano formen una línea recta.
- Utilizar la herramienta específica a la tarea a realizar, ya que el agarre y el esfuerzo a realizar facilita mantener la muñeca recta.
- Evitar esfuerzos prolongados y aplicar una fuerza manual excesiva, ya que se puede sufrir lesiones en brazos y muñecas.

Programas de educación laboral para los trabajadores para evitar posturas forzadas

Se capacitó a los trabajadores del área de armado, bajo el siguiente cronograma;

Actividad	Responsable	Fecha	Estado
Medidas preventivas para tronco con inclinación lateral o rotación	Ing. Adriano Pérez	13/4/2025	Cumplido
Medidas preventivas para cabeza rotada o con inclinación lateral	Ing. Adriano Pérez	13/4/2025	Cumplido
Medidas preventivas para flexión de las rodillas	Ing. Adriano Pérez	20/4/2025	Cumplido
Medidas preventivas para brazo abducido o brazo rotado	Ing. Adriano Pérez	20/4/2025	Cumplido
Medidas preventivas para hombro elevado	Ing. Adriano Pérez	27/4/2025	Cumplido
Medidas preventivas para punto de apoyo o la postura a favor de la gravedad	Ing. Adriano Pérez	27/4/2025	Cumplido
Torsión o Desviación radial o cubital de la muñeca	Ing. Adriano Pérez	27/4/2025	Cumplido
Difusión de pausas activas	Ing. Adriano Pérez	3/4/2025	Cumplido
Difusión de procedimiento de trabajo seguro para posturas forzadas	Ing. Adriano Pérez	10/4/2025	Cumplido

4.3. Validación de la propuesta de transformación.

Instrumentos de verificación de la aplicación de la propuesta

Después de implementar los controles propuestos, se realizará una evaluación de las posturas forzadas para verificar su efectividad.

EVALUACIÓN POSTURAS FORZADAS

Puesto seleccionado:	**Armado de punta y talón**	Fecha:	**3/8/2025**
Método seleccionado:	**REBA**	Puntuación Final	**3**

Evaluación del **Grupo A**	**Puntuación**	**Modificación**	**TOTAL**
Tronco	**2**	**-**	**2**
	Flexión de 5°		
Cuello	**1**	**-**	**1**
	Flexión de 15°		
Piernas	**1**	**-**	**1**
	De pie con soporte bilateral simétrico		
		Puntuación Grupo A	**2**

Evaluación del **Grupo B**	**Puntuación**	**Modificación**	**TOTAL**
Brazo	**3**	**-**	**2**
	Flexión de 49°		
Antebrazo	**2**	**-**	**2**
	Flexión de 54°		
Muñeca	**2**	**-**	**2**
	Extensión de 45°		
		Puntuación Grupo B	**3**

Puntuación A	Puntuación B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

2

INCREMENTOS		
A	Fuerza menor de 5 kg	+0
	No existen fuerzas aplicadas bruscas	+0
	TOTAL	**2**
B	El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio	+0
	TOTAL	**3**
A y B	Se producen movimientos repetitivos	**+1**

Nivel 1	**Riesgo bajo - Puede ser necesaria la actuación**







EVALUACIÓN POSTURAS FORZADAS

Puesto seleccionado:	**Desbaste**	Fecha:	**3/8/2025**
Método seleccionado:	**REBA**	Puntuación Final	**4**

Evaluación del **Grupo A**	**Puntuación**	**Modificación**	**TOTAL**
Tronco	**2**	-	**2**
	Extensión de 8°		
Cuello	**2**	-	**2**
	Flexión de 27°		
Piernas	**1**	-	**1**
	De pie con soporte bilateral simétrico		
		Puntuación Grupo A	**3**

Evaluación del **Grupo B**	**Puntuación**	**Modificación**	**TOTAL**
Brazo	**1**	-	**1**
	Flexión de 15°		
Antebrazo	**2**	-	**2**
	Flexión de 105°		
Muñeca	**2**	-	**2**
	Extensión de 39°		
		Puntuación Grupo B	**2**

Puntuación A	Puntuación B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

3

INCREMENTOS		
A	Fuerza menor de 5 kg	+0
	No existe fuerzas aplicadas bruscas	+0
	TOTAL	**3**
B	El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio	+0
	TOTAL	**2**
A y B	Se producen movimientos repetitivos	**+1**

Nivel 2	**Riesgo bajo - Es necesaria la actuación**







EVALUACIÓN POSTURAS FORZADAS

Puesto seleccionado:	**Colocar pega**	Fecha:	**3/8/2025**
Método seleccionado:	**REBA**	Puntuación Final	**3**

Evaluación del **Grupo A**	**Puntuación**	**Modificación**	**TOTAL**
Tronco	**2**	-	**2**
	Extensión de 12°		
Cuello	**1**	-	**1**
	Flexión de 11°		
Piernas	**1**	-	**1**
	De pie con soporte bilateral simétrico		
		Puntuación Grupo A	**2**

Evaluación del **Grupo B**	**Puntuación**	**Modificación**	**TOTAL**
Brazo	**2**	-	**2**
	Flexión de 33°		
Antebrazo	**2**	-	**2**
	Flexión de 47°		
Muñeca	**2**	-	**2**
	Extensión de 37°		
		Puntuación Grupo B	**3**

Puntuación A \ Puntuación B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	3	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

2

INCREMENTOS		
A	Fuerza menor de 5 kg	+0
	No existen fuerzas aplicadas bruscas	+0
	TOTAL	**2**
B	El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio	+0
	TOTAL	**3**

Nivel 1	**Riesgo bajo - Puede ser necesaria la actuación**	**A y B**	Se producen movimientos repetitivos	**+1**







EVALUACIÓN POSTURAS FORZADAS

Puesto seleccionado:	**Pegado de planta y capellada**	Fecha:	**3/8/2025**
Método seleccionado:	**REBA**	Puntuación Final	**4**

Evaluación del **Grupo A**	**Puntuación**	**Modificación**	**TOTAL**
Tronco	**3**	**-**	**3**
	Flexión de 23°		
Cuello	**1**	**-**	**1**
	Flexión de 10°		
Piernas	**1**	**-**	**1**
	De pie con soporte bilateral simétrico		
		Puntuación Grupo A	**2**

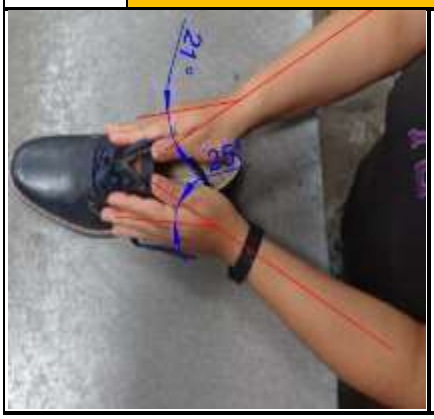
Evaluación del **Grupo B**	**Puntuación**	**Modificación**	**TOTAL**
Brazo	**2**	**-**	**2**
	Flexión de 26°		
Antebrazo	**2**	**-**	**2**
	Flexión de 48°		
Muñeca	**2**	**-**	**2**
	Extensión de 25°		
		Puntuación Grupo B	**3**

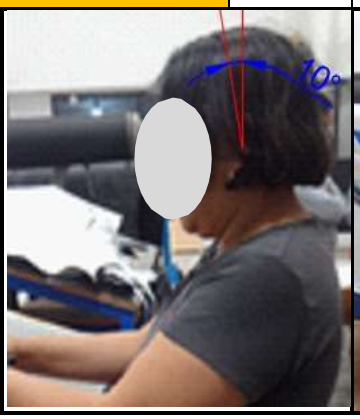
Puntuación A \ Puntuación B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

3

INCREMENTOS		
A	Fuerza menor de 5 kg	+0
	No existen fuerzas aplicadas bruscas	+0
	TOTAL	**2**
B	El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio	+0
	TOTAL	**3**

Nivel 2	**Riesgo bajo - Es necesaria la actuación**	**A y B**	Se producen movimientos repetitivos	**+1**







Se procedió a medir y evaluar los puestos de trabajo después de la implementación de los controles. Para ello, se empleó el método REBA, elegido por su idoneidad para un análisis detallado y exhaustivo de cada postura, así como de la carga postural que afecta al cuerpo en su totalidad. Los resultados de esta evaluación son los siguientes:

Puesto de trabajo	Actividad	Cantidad de personas expuestas	Puntuación final	Nivel	Riesgo	Actuación
Armado de punta y talón	Formar punta y talón	Trabajador 1	3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación
Desbaste	Lijar las partes inferiores de la capellada y la planta	Trabajador 1	4	2	Medio	Es necesaria la actuación
Colocar pega	Colocar pegas en la planta y capellada	Trabajador 1	3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación
Pegado de planta y capellada	Unir capellada y planta de forma manual	Trabajador 1	4	2	Medio	Es necesaria la actuación

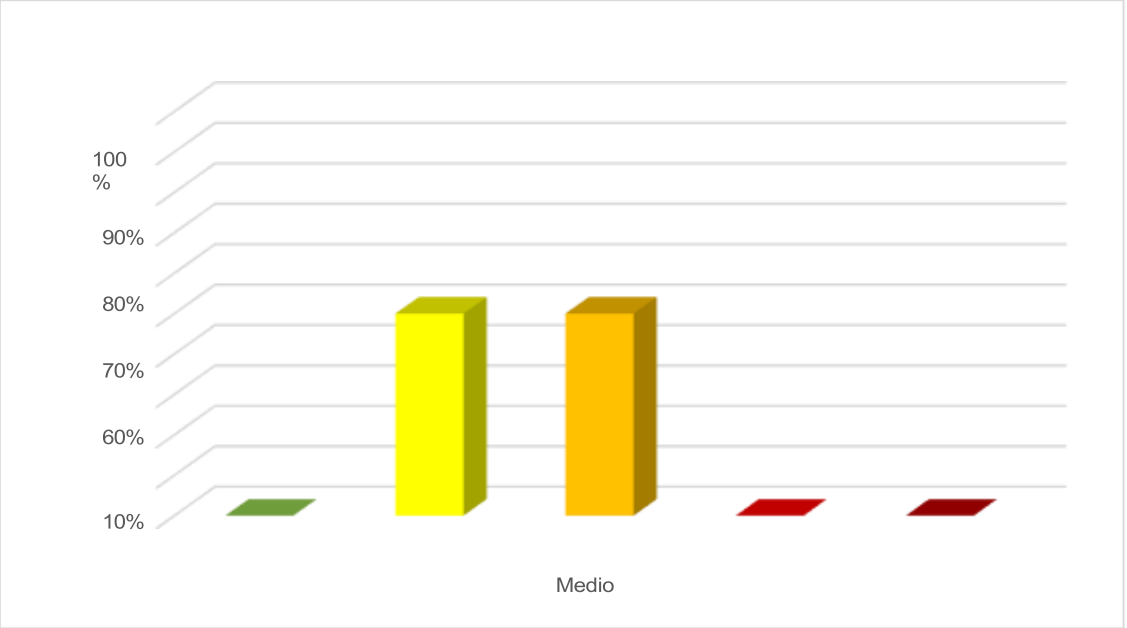


Tabla No. 36: Evaluación después de la implementación de los controles propuestos
Desarrollado por: Investigador

Gestión en el desempeño y suplementos de trabajo para la mejora de la productividad

Con el objetivo de obtener los tiempos estándar más bajos en los trabajadores del área de armado, se realizó gestión en el desempeño y suplementos con el objetivo de incrementar su productividad.

Gestión en el desempeño y suplementos por trabajar de pie

Para reducir los tiempos estándar de los trabajadores en el área de armado, se implementó una gestión de desempeño y suplementos con el fin de aumentar su productividad.



Armado de talón y punta



Desbaste



Colocar pega



Pegado de planta y capellada

Puesto de trabajo	Actividad	Suplemento	Valoración de supl.
Armado de punta y talón	Formar punta y talón	Por trabajar de pie	4
Desbaste	Lijar partes inferiores de la capellada y planta	Por trabajar de pie	2
Colocar pega	Colocar pega en la planta y capellada	Por trabajar de pie	2
Pegado de planta y capellada	Unir capellada y planta de forma manual	Por trabajar de pie	4

Tabla No. 37: Suplementos mejorados – Por trabajar de pie
Desarrollado por: Investigador

Gestión en el desempeño y suplementos por postura anormal

Tras la implementación de los controles propuestos, se puede notar una mejora significativa en los niveles de riesgo. Aunque inicialmente los riesgos eran altos y requerían una intervención urgente, ahora se encuentran en un nivel mejor o medio, lo que indica que las posturas forzadas están siendo controladas. Como resultado, los suplementos ahora son los siguientes:

Puesto de trabajo	Actividad	Suplemento	Valoración de supl.
Armado de punta y talón	Formar punta y talón	Ligeramente incómodo	1
Desbaste	Lijar partes inferiores de la capellada y planta	Ligeramente incómodo	0
Colocar pega	Colocar pega en la planta y capellada	Ligeramente incómodo	0
Pegado de planta y capellada	Unir capellada y planta de forma manual	Ligeramente incómodo	1

Tabla No. 38: Suplementos mejorados – Por postura anormal
Desarrollado por: Investigador

Gestión en el desempeño y suplementos por levantamiento de pesos y uso de fuerza

Dado que ninguna de las actividades en el área de armado requiere que los trabajadores levanten peso, los suplementos se ajustarán de la siguiente manera:

Puesto de trabajo	Actividad	Suplemento	Valoración de supl.
Armado de punta y talón	Formar punta y talón	No aplica	0
Desbaste	Lijar partes inferiores de la capellada y planta	No aplica	0
Colocar pega	Colocar pega en la planta y capellada	No aplica	0
Pegado de planta y capellada	Unir capellada y planta de forma manual	No aplica	0

Tabla No. 39: Suplementos mejorados – Por levantamiento de pesos y uso de fuerza
Desarrollado por: Investigador

Gestión en el desempeño y suplementos por intensidad de luz

Para reducir el suplemento, se implementaron luminarias adecuadas, lo que resultó en una mejora de la intensidad de la luz a los niveles recomendados. Al cumplir con la normativa legal y la correcta distribución de las luminarias, el valor del suplemento por este concepto se estableció en cero (0).

Puesto de trabajo	Actividad	Suplemento	Valoración de supl.
Armado de punta y talón	Formar punta y talón	No aplica	0
Desbaste	Lijar partes inferiores de la capellada y planta	No aplica	0
Colocar pega	Colocar pega en la planta y capellada	No aplica	0
Pegado de planta y capellada	Unir capellada y planta de forma manual	No aplica	0

Tabla No. 40: Suplementos mejorados – Por levantamiento de pesos y uso de fuerza
Desarrollado por: Investigador

Gestión en el desempeño y suplementos por calidad del aire

Se gestionó la instalación de sistemas de ventilación para los trabajadores del área de armado. La solución se dividió en dos áreas: la primera, para el armado de talón y punta, colocar pega y pegado de planta y capellada, no genera material particulado. La segunda área, dedicada exclusivamente al desbaste, sí lo produce. Gracias a este diseño, se logró una ventilación adecuada y el valor del suplemento por este concepto se estableció en cero (0).

Puesto de trabajo	Actividad	Suplemento	Valoración de supl.
Armado de punta y talón	Formar punta y talón	Buena ventilación o aire libre	0
Desbaste	Lijar partes inferiores de la capellada y planta	Buena ventilación o aire libre	0
Colocar pega	Colocar pega en la planta y capellada	Buena ventilación o aire libre	0
Pegado de planta y capellada	Unir capellada y planta de forma manual	Buena ventilación o aire libre	0

Tabla No. 41: Suplementos mejorados – Por calidad del aire
Desarrollado por: Investigador

Gestión en el desempeño y suplementos por tensión visual

Referente a los suplementos por tensión visual seguirá con la misma valoración debido a que las actividades formar punta y talón y pegado de planta y capellada requieren de cierta precisión, es decir no se puede realizar gestión para reducir su valoración.

Puesto de trabajo	Actividad	Suplemento	Valoración de supl.
Armado de punta y talón	Formar punta y talón	Trabajos de precisión	2
Desbaste	Lijar partes inferiores de la capellada y planta	Trabajos de cierta precisión	0
Colocar pega	Colocar pega en la planta y capellada	Trabajos de cierta precisión	0
Pegado de planta y capellada	Unir capellada y planta de forma manual	Trabajos de precisión	2

Tabla No. 42: Suplementos mejorados – Por tensión visual
Desarrollado por: Investigador

Gestión en el desempeño y suplementos por tensión auditiva

Para mitigar la exposición al ruido en el área de armado, el control auditivo se aplicó directamente en los trabajadores, a quienes se les proporcionaron orejeras o tapones con un nivel de atenuación significativo. Al considerar los valores de presión sonora ponderados (A) medidos en el área y la recomendación de seguridad del 50% de la NIOSH para estimaciones en campo, se logró una protección efectiva contra este factor.

Puesto de trabajo	Actividad	Suplemento	Valoración de supl.
Armado de punta y talón	Formar punta y talón	Control en el trabajador con equipos de protección personal	0
Desbaste	Lijar partes inferiores de la capellada y planta	Control en el trabajador con equipos de protección personal	0
Colocar pega	Colocar pega en la planta y capellada	Control en el trabajador con equipos de protección personal	0
Pegado de planta y capellada	Unir capellada y planta de forma manual	Control en el trabajador con equipos de protección personal	0

Tabla No. 43: Suplementos mejorados – Por tensión auditiva
Desarrollado por: Investigador

Gestión en el desempeño y suplementos por tensión mental

En este suplemento se conservará los mismos valores iniciales debidos a que no se trabajará en la complejidad de las tareas, pero si se continuará las capacitaciones y adiestramientos en los trabajadores para que puedan dominar el desarrollo de sus actividades.

Puesto de trabajo	Actividad	Suplemento	Valoración de supl.
Armado de punta y talón	Formar punta y talón	Proceso bastante complejo	1
Desbaste	Lijar partes inferiores de la capellada y planta	Proceso bastante complejo	1
Colocar pega	Colocar pega en la planta y capellada	Proceso bastante complejo	1
Pegado de planta y capellada	Unir capellada y planta de forma manual	Proceso bastante complejo	1

Tabla No. 44: Suplementos mejorados – Por tensión mental
Desarrollado por: Investigador

Gestión en el desempeño y suplementos por monotonía mental

Para abordar la monotonía, se mantuvo la gestión de las pausas activas. Estas continuarán realizándose de lunes a viernes a las 10:00 a.m., con una duración de entre 5 y 7 minutos.

Puesto de trabajo	Actividad	Suplemento	Valoración de supl.
Armado de punta y talón	Formar punta y talón	Trabajo algo monótono	0
Desbaste	Lijar partes inferiores de la capellada y planta	Trabajo algo monótono	0
Colocar pega	Colocar pega en la planta y capellada	Trabajo algo monótono	0
Pegado de planta y capellada	Unir capellada y planta de forma manual	Trabajo algo monótono	0

Tabla No. 45: Suplementos mejorados – Por monotonía mental
Desarrollado por: Investigador

Gestión en el desempeño y suplementos por monotonía física

Para contrarrestar la monotonía en las tareas, se capacitó y entrenó a los trabajadores para que pudieran desempeñar diferentes puestos. Esto los preparó para una posible rotación laboral, lo cual se complementó con la práctica de pausas activas.

Puesto de trabajo	Actividad	Suplemento	Valoración de supl.
Armado de punta y talón	Formar punta y talón	Trabajo algo aburrido	0
Desbaste	Lijar partes inferiores de la capellada y planta	Trabajo algo aburrido	0
Colocar pega	Colocar pega en la planta y capellada	Trabajo algo aburrido	0
Pegado de planta y capellada	Unir capellada y planta de forma manual	Trabajo algo aburrido	0

Tabla No. 46: Suplementos mejorados – Por monotonía física
Desarrollado por: Investigador

Resumen de valoración de desempeño y suplementos corregidos

A partir de la gráfica, se observa una disminución notable en los porcentajes de suplementos en el área de armado. Los resultados muestran que las actividades de armado de punta y talón y pegado de planta y capellada se redujeron a un 19%, mientras que desbaste y colocar pega se situaron en un 14%. Este decrecimiento evidencia que los controles propuestos para mejorar la gestión del tiempo y la eficiencia resultaron ser eficientes y eficaces.

Productividad en el área de armado con factores corregidos

ESTUDIO DE TIEMPOS CORREGIDOS																		
Método seleccionado:					Cronometraje vuelto a cero				Realizado por:							Ing. Adriano Pérez		
Puesto de trabajo	**Actividad**	**Toma de tiempos (min)**					**F**	**n**	**Tiempos adicionales n(min)**					**Tiempo observado (min)**	**V**	**Tiempo Básico (min)**	**Supl.**	**Tiempo Estándar (min)**
		1	2	3	4	5			1	2	3	4	5					
Formar punta y talón	Formar punta y talón	1,85	1,97	1,9	2,05	2,01	1	2	2,01	2,04				1,98	1	1,98	1,19%	2,35
Desbaste	Lijar las partes inferiores de la capellada y planta	1,05	1,02	1,05	1,01	1,07	1	1	1,1					1,05	1	1,05	1,14%	1,20
Colocar pega	Colocar pegas en la planta y capellada	0,4	0,45	0,47	0,45	0,44	1	4	0,42	0,50	0,51	0,48		0,46	1	0,46	1,14%	0,52
Pegado de planta y capellada	Unir capellada y planta de forma manual	1,02	1,04	1,1	1,12	1,08	1	2	1,1	1,12				1,08	1	1,08	1,19%	1,29
																		5,36

Tabla No. 47: Estudio de tiempos corregidos en el área de armado
Desarrollado por: Investigador

Las mediciones se llevaron a cabo durante una jornada laboral de 8 horas. Se consideró que los empleados disponen de una hora para el almuerzo y diez minutos para pausas activas. La recolección de datos abarcó un periodo de 15 días laborales, durante los cuales la empresa fabricó un lote importante con todos los puestos operativos

PRODUCTIVIDAD CORREGIDA DE ARMADO DE PUNTA Y TALÓN						
Día	Puesto de trabajo	Tiempo Estándar **(min)**	Jornada de trabajo **(min)**	Capacidad de producción **(unidades)**	Unidades **(producidas)**	Productividad **(%)**
1	Formar punta y talón	2,35	410	174	160	92%
2		2,35	410	174	160	92%
3		2,35	410	174	168	96%
4		2,35	410	174	165	95%
5		2,35	410	174	162	93%
6		2,35	410	174	164	94%
7		2,35	410	174	163	93%
8		2,35	410	174	162	93%
9		2,35	410	174	161	92%
10		2,35	410	174	160	92%
11		2,35	410	174	170	97%
12		2,35	410	174	171	98%
13		2,35	410	174	172	99%
14		2,35	410	174	165	95%
15		2,35	410	174	163	93%
PROMEDIO						**94%**

Tabla No. 48: Productividad corregida de armado de punta y talón
Desarrollado por: Investigador

PRODUCTIVIDAD CORREGIDA DE DESBASTE						
Día	Puesto de trabajo	Tiempo Estándar **(min)**	Jornada de trabajo **(min)**	Capacidad de producción **(unidades)**	Unidades **(producidas)**	Productividad **(%)**
1	Lijar las partes inferiores de la planta y planta	1,20	410	342	317	93%
2		1,20	410	342	314	92%
3		1,20	410	342	315	92%
4		1,20	410	342	310	91%
5		1,20	410	342	312	91%
6		1,20	410	342	314	92%
7		1,20	410	342	311	91%
8		1,20	410	342	314	92%
9		1,20	410	342	310	91%
10		1,20	410	342	312	91%
11		1,20	410	342	315	92%
12		1,20	410	342	312	91%
13		1,20	410	342	313	92%
14		1,20	410	342	321	94%
15		1,20	410	342	322	94%
PROMEDIO						**92%**

Tabla No. 49: Productividad corregida de desbaste
Desarrollado por: Investigador

PRODUCTIVIDAD CORREGIDA DE COLOCAR PEGA						
Día	Puesto de trabajo	Tiempo Estándar **(min)**	Jornada de trabajo **(min)**	Capacidad de producción **(unidades)**	Unidades **(producidas)**	Productividad **(%)**
1	Colocar pegas en la planta y capellada	0,52	410	788	721	91%
2		0,52	410	788	725	92%
3		0,52	410	788	715	91%
4		0,52	410	788	728	92%
5		0,52	410	788	731	93%
6		0,52	410	788	724	92%
7		0,52	410	788	740	94%
8		0,52	410	788	719	91%
9		0,52	410	788	718	91%
10		0,52	410	788	715	91%
11		0,52	410	788	724	92%
12		0,52	410	788	717	91%
13		0,52	410	788	721	91%
14		0,52	410	788	722	92%
15		0,52	410	788	724	92%
PROMEDIO						**92%**

Tabla No. 50: Productividad corregida de colocar pega
Desarrollado por: Investigador

PRODUCTIVIDAD CORREGIDA DE PEGADO DE PLANTA Y CAPELLADA						
Día	Actividad	Tiempo Estándar **(min)**	Jornada de trabajo **(min)**	Capacidad de producción **(unidades)**	Unidades **(producidas)**	Productividad **(%)**
1	Unir capellada y planta de forma manual	1,29	410	318	282	89%
2		1,29	410	318	280	88%
3		1,29	410	318	286	90%
4		1,29	410	318	284	89%
5		1,29	410	318	284	89%
6		1,29	410	318	280	88%
7		1,29	410	318	286	90%
8		1,29	410	318	282	89%
9		1,29	410	318	290	91%
10		1,29	410	318	282	89%
11		1,29	410	318	284	89%
12		1,29	410	318	290	91%
13		1,29	410	318	286	90%
14		1,29	410	318	288	91%
15		1,29	410	318	290	91%
PROMEDIO						**90%**

Tabla No. 51: Productividad corregida de pegado de planta y capellada
Desarrollado por: Investigador

Los resultados de productividad de los trabajadores, una vez corregidos, muestran un incremento notable en el área de armado. Se obtuvo un 94% en el armado de talón y punta, un 92% en desbaste y colocar pega, y un 90% en el pegado de planta y capellada. Por lo tanto, se concluye que la productividad en esta área ha mejorado significativamente.

Evaluación del funcionamiento del programa de mejoras ocupacionales en el área de armado

Los resultados obtenidos tras implementar las mejoras ocupacionales se analizaron en este apartado, enfocándose en las dos variables de estudio: posturas forzadas y productividad de los trabajadores del área de armado. Es importante mencionar que se redujo la cantidad de trabajadores en el puesto de armado de punta y talón a solo uno, gracias a la incorporación de una máquina adecuada para dicho proceso.

Análisis del nivel de riesgo por posturas forzadas

Análisis del nivel de riesgo por posturas forzadas				
	Puntuación final	**Nivel de riesgo antes de la Gestión**	**Puntuación final**	**Nivel de riesgo después de la Gestión**
Armado de punta y talón	10	Alto	3	Bajo
Desbaste	10	Alto	4	Medio
Colocar pega	10	Alto	3	Bajo
Pegado de planta y capellada	10	Alto	4	Medio

Tabla No. 52: Análisis de la gestión de mejoras ocupacionales en posturas forzadas
Desarrollado por: Investigador

Una vez implementadas las mejoras ocupacionales, se ha logrado reducir los niveles de riesgo por posturas forzadas en todos los puestos de trabajo. El riesgo, que antes era alto, ahora se ha clasificado como bajo para el armado de punta y talón y colocar pega, y medio para desbaste y pegado de planta y capellada. Estos cambios permiten que los trabajadores desempeñen sus labores de manera más segura, reduciendo significativamente la posibilidad de desarrollar enfermedades profesionales.

Análisis de los suplementos

Análisis del nivel de desempeño y suplementos			
	Suplementos antes de la Gestión	**Suplementos después de la Gestión**	**Tendencia**
Armado de punta y talón	33%	19%	Bajar
Desbaste	28%	14%	Bajar
Colocar pega	26%	14%	Bajar
Pegado de planta y capellada	33%	19%	Bajar

Tabla No. 53: Análisis de la Gestión de mejoras ocupacionales en desempeño y suplementos
Desarrollado por: Investigador

Una vez implementada la gestión de mejoras ocupacionales, los porcentajes de suplementos se redujeron en todos los puestos de trabajo, lo que permitió acortar los tiempos estándar. Específicamente, en el armado de punta y talón, los suplementos pasaron del 33% al 19%; en desbaste, del 28% al 14%; en colocar pega, del 26% al 14%; y en pegado de planta y capellada, del 33% al 19%.

Análisis de los tiempos estándar

Análisis de los tiempos estándar				
	Tiempos Estándar antes de la Gestión	**Tiempos Estándar después de la Gestión**	**Tendencia**	**Porcentaje**
Armado de punta y talón	2,86	2,35	Bajar	17,83%
Desbaste	1,40	1,20	Bajar	14,29%
Colocar pega	0,66	0,52	Bajar	21,21%
Pegado de planta y capellada	1,45	1,29	Bajar	11,03%

Tabla No. 54: Análisis de la gestión de mejoras ocupacionales en los tiempos estándar
Desarrollado por: Investigador

La gestión de mejoras ocupacionales logró reducir los porcentajes de los tiempos estándar en todos los puestos de trabajo. El armado de punta y talón disminuyó a 17.83%, el desbaste a 14.29%, el colocar pega a 21.21% y el pegado de planta y capellada a 11.03%.

Análisis de las unidades producidas

Análisis de unidades producidas				
	Unidades producidas promedio antes de la Gestión	**Unidades producidas promedio después de la Gestión**	**Tendencia**	**Porcentaje**
Armado de punta y talón	125	164	Subir	31,45%
Desbaste	262	314	Subir	19,78%
Colocar pega	553	723	Subir	30,84%
Pegado de planta y capellada	246	285	Subir	15,67%

Tabla No. 55: Análisis de la gestión de mejoras ocupacionales en las unidades producidas
Desarrollado por: Investigador

Tras la implementación de las mejoras ocupacionales, la producción de unidades en todos los puestos de trabajo aumentó significativamente. A continuación, se detallan los porcentajes de incremento obtenidos: armado de punta y talón: 31.45%, desbaste: 19.78%, colocar pega: 30.84% y pegado de planta y capellada: 15.67%.

Análisis de la productividad

Análisis de la productividad				
	Productividad promedio antes de la Gestión	**Productividad promedio después de la Gestión**	**Tendencia**	**Porcentaje**
Armado de punta y talón	85%	94%	Subir	10,58%
Desbaste	87%	92%	Subir	5,74%
Colocar pega	87%	92%	Subir	5,74%
Pegado de planta y capellada	85%	90%	Subir	5,88%

Tabla No. 56: Análisis de la gestión de mejoras ocupacionales en la productividad
Desarrollado por: Investigador

Tras la implementación de la gestión de mejoras ocupacionales, se observó un aumento en los porcentajes de productividad en todos los puestos de trabajo. Específicamente, se obtuvieron los siguientes incrementos: 10.58% en el armado de punta y talón, 5.74% en desbaste, 5.74% en colocar pega, y 5.88% en el pegado de planta y capellada.

Análisis de costo beneficio

A partir del análisis de las matrices de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos (IPER), se determinó la necesidad de fundamentar las intervenciones preventivas desde una perspectiva de rentabilidad económica. En este sentido, la presente investigación doctoral logra convertir el incremento del 10.58% en la productividad en un argumento financiero robusto para la alta dirección. Mediante la estructuración de un análisis de Retorno de Inversión (ROI), se propone un modelo técnico diseñado para monetizar los beneficios derivados de las adecuaciones ergonómicas en el entorno laboral.

Indicador	Antes de la gestión	Después de la gestión	Impacto económico
Productividad (armado)85%	85%	94%	+10.58 % de eficiencia operativa
Tiempo estándar	2.86 min	2.35 min	Reducción del 17.83 % en costo de tiempo
Nivel de riesgo	Alto (100%)	Bajo/Medio	Menor probabilidad de multas e indemnizaciones

1. Monetización del incremento en la producción

Tras las mejoras, el aumento en la producción de unidades fue significativo, llegando hasta un 31.45% en el área de armado de punta y talón (pasando de un promedio de 125 a 164 unidades diarias). Se multiplica el incremento diario de unidades (39 zapatos adicionales por trabajador en esa área) por el margen de utilidad neta por par de zapatos.

2. Cuantificación del ahorro por reducción de ausentismo

- Se argumenta que el 10% de la muestra (5 de 50 trabajadores) se ha ausentado por dolencias relacionadas con posturas forzadas. Además, el 100% de los trabajadores presentaba riesgos altos antes de la gestión, lo que derivaba en agotamiento y dolor lumbar.
- Se calcula el costo de un día de subsidio por enfermedad o el costo de contratar un reemplazo temporal. Al reducir el riesgo de "Alto" a "Bajo/Medio", la probabilidad estadística de estas bajas disminuye drásticamente.
- Se toma en cuenta que evitar estas enfermedades profesionales previene indemnizaciones futuras según el Artículo 38 del Código de Trabajo de Ecuador, lo cual representa un ahorro por "evitación de riesgos legales".

3. Reducción de los costos ocultos o suplementos

Se ha logrado reducir los suplementos por fatiga y posturas incómodas de un 33% a un 19% en áreas críticas. Esos 14 puntos porcentuales de diferencia representan tiempo que el trabajador antes "perdía" recuperándose de la fatiga y que ahora dedica a la producción efectiva.

4. Estructura del ROI para la Dirección

Para presentar el ROI, se va a consolidar la inversión realizada en equipos, nueva maquinaria de armado, sistemas de ventilación, luminarias LED, capacitación, horas invertidas en pausas activas y educación ergonómica

$$ROI = \frac{(Utilidad\ por\ aumento\ de\ ventas + Ahorro\ en\ ausentismo + Ahorro\ en\ tiempos\ estándar) - Inversión\ total}{Inversión\ total}\ X\ 100\%$$

$$ROI = \frac{(70200+18000+1387.5)-57500}{57500}\ X\ 100\% = 56\%$$

$$Tiempo\ de\ recuperación = \frac{100}{ROI\ (\%)} = \frac{100}{56} = 1.78\ AÑOS$$

En términos sencillos, el análisis de costo-beneficio es como reparar una fuga de agua en una fábrica: el costo no es solo lo que pagas por la nueva tubería (la inversión en ergonomía), sino todo el dinero que dejas de perder por el agua que ya no se desperdicia (el tiempo y la salud recuperados) y el aumento en la presión que permite producir más rápido

La implementación del modelo ergonómico no representa un gasto, sino una inversión de alto rendimiento con un ROI del 56%. Esto significa que, por cada dólar invertido en mejoras ergonómicas, maquinaria y capacitación, la empresa recupera su inversión inicial y genera un excedente significativo, validando la ergonomía como una estrategia de competitividad financiera.

Plan de sostenibilidad y mantenimiento de las mejoras.

Este plan busca integrar la ergonomía en la cultura organizacional más allá del año 2025, garantizando que el bienestar y la productividad sigan siendo pilares del sistema.

1. Sistema de monitoreo y auditoría ergonómica continua

- Auditorías semestrales: Aplicar el Método REBA o RULA cada seis meses para verificar que los niveles de riesgo se mantengan en categorías de "Bajo" o "Medio".
- Indicadores de gestión (KPIs): Integrar la ergonomía en los reportes de productividad de la empresa. Si la productividad desciende del 90%, se debe realizar un análisis

inmediato para verificar si los trabajadores han abandonado las técnicas ergonómicas enseñadas.

2. Programa permanente de inducción y refuerzo

La ergonomía falla si el conocimiento se vuelve estático. Por ello, la capacitación debe ser un ciclo continuo.

- Capacitación para nuevos ingresos: Todo trabajador nuevo que se incorpore a las áreas de armado, desbaste o pegado debe pasar por el programa de capacitación en higiene postural antes de iniciar sus funciones.
- Talleres de refuerzo anual: Realizar sesiones prácticas de recordatorio sobre el uso correcto de las nuevas estaciones de trabajo rediseñadas y las técnicas de estiramiento.

3. Institucionalización de las pausas activas

Las pausas activas no deben ser vistas como una actividad opcional del investigador, sino como una norma interna de la empresa.

- Inclusión en el reglamento interno: Formalizar las pausas de 5 a 7 minutos a las 10:00 a.m. (y añadir una jornada vespertina) dentro de las políticas de seguridad y salud en el trabajo.
- Designación de "Líderes de Pausa": Capacitar a trabajadores destacados de cada área para que ellos mismos dirijan las rutinas de estiramiento, fomentando la ergonomía participativa.

4. Plan de mantenimiento preventivo de estaciones rediseñadas

El mobiliario y la maquinaria ergonómica (como la máquina de desbaste o las mesas ajustables) pierden eficacia si se deterioran.

- Mantenimiento técnico de equipos: Establecer un calendario de revisión para las estaciones de trabajo rediseñadas para asegurar que las alturas de trabajo sigan siendo las correctas para la contextura física de los operarios.
- Reposición de Equipos de Protección: Garantizar la entrega constante y oportuna de orejeras y tapones para mantener controlada la tensión auditiva a largo plazo.

5. Vigilancia epidemiológica y buzón de sugerencias

Mantener el enfoque de salud ocupacional de forma preventiva y no reactiva.

- Seguimiento médico periódico: Realizar el Cuestionario Nórdico de Síntomas Musculo esqueléticos cada año para detectar tempranamente cualquier síntoma de fatiga o dolor lumbar en los trabajadores.
- Ergonomía participativa: Crear un canal de comunicación donde los trabajadores puedan sugerir ajustes a sus puestos de trabajo según cambien los modelos de calzado o los procesos de producción.

Reducción de las dolencias físicas y el fortalecimiento del bienestar psicosocial del trabajador.

1. Vínculo entre la salud física y el bienestar mental

Los riesgos ergonómicos no se limitan al cuerpo; el dolor y la incomodidad física están asociados con niveles elevados de estrés, fatiga y ansiedad, factores que afectan directamente la concentración del personal. Al implementar intervenciones que mitigan el dolor musculo esquelético, se reduce la carga mental negativa, lo que genera trabajadores más felices, motivados y con un mejor equilibrio emocional.

2. Impacto en la satisfacción laboral

La mejora de las condiciones físicas en los puestos de trabajo como el rediseño de estaciones y la provisión de herramientas ergonómicas incrementa la satisfacción del empleado. Cuando el trabajador percibe que su entorno se adapta a sus necesidades fisiológicas y psicológicas, aumenta su motivación laboral. Un trabajador que no padece dolor crónico valora de forma más positiva su empleo, lo que se traduce en una mayor calidad de vida laboral y un compromiso superior con los objetivos de la organización.

3. Mejora del clima organizacional y la cultura preventiva

La reducción de las dolencias físicas tiene un efecto multiplicador en el ambiente organizacional, estas intervenciones fomentan una cultura preventiva en lugar de reactiva, lo que transforma la percepción del trabajador sobre la empresa:

- Moral del equipo: La creación de espacios adecuados y la asignación de pausas activas contribuyen a mejorar la moral y reducir el estrés del grupo.

- Sentido de valoración: Al priorizar el bienestar físico y emocional sobre la mera producción, la empresa proyecta una imagen de responsabilidad que fortalece el tejido social interno.
- Reducción del ausentismo: Un clima de bienestar disminuye no solo las bajas por enfermedad física, sino también aquellas derivadas del desgaste mental o la insatisfacción.

La reducción del dolor físico actúa como un catalizador del bienestar mental, ya que elimina estresores biológicos que suelen degradar el clima laboral, permitiendo que la organización transite hacia un modelo de sostenibilidad humana y competitividad.

CONCLUSIONES

El presente estudio doctoral cumplió con el diseño y validación de estrategias de intervenciones ergonómicas en la mejora de la productividad de los trabajadores expuestos a posturas forzadas en la industria del calzado en Ecuador durante el año 2025. Para lograrlo, se desarrolló una investigación que partió del diagnóstico de las condiciones ergonómicas, evaluó los efectos de las posturas forzadas y, finalmente, implementó estrategias de intervención para optimizar los procesos. A través de este procedimiento riguroso, se obtuvieron resultados contundentes que permiten validar la hipótesis principal y ofrecer una solución efectiva al problema planteado.

La investigación ha cumplido satisfactoriamente con todos sus objetivos, demostrando un alto grado de eficacia en cada una de sus etapas. El análisis inicial de las condiciones ergonómicas y la prevalencia de posturas forzadas sirvió como base para identificar los puntos críticos del proceso productivo. La posterior evaluación de los efectos sobre la productividad confirmó la relación negativa entre las posturas forzadas y la eficiencia laboral. Finalmente, la implementación de estrategias de intervención ergonómica validó la viabilidad de la solución, evidenciando mejoras significativas tanto en la salud laboral como en los indicadores de productividad.

El primer objetivo, relacionado con la investigación de las condiciones ergonómicas, permitió identificar que los trabajadores estaban expuestos a riesgos ergonómicos altos en todos los puestos de trabajo. Este hallazgo fue crucial para comprender la magnitud del problema. Las intervenciones ergonómicas aplicadas posteriormente lograron reducir estos riesgos a niveles bajos (armado de punta y talón, colocar pega) y medios (desbaste, pegado de planta y capellada), lo que constituye un aporte fundamental para la mejora de la seguridad y la salud en el trabajo.

En cuanto al segundo objetivo, la evaluación demostró que las posturas forzadas no solo afectaban la salud de los trabajadores, sino que también generaban un impacto negativo en los tiempos de producción, manifestado en altos porcentajes de suplementos (hasta un 33%) y tiempos estándar elevados. Este hallazgo confirmó la necesidad de intervención y sentó las bases para el siguiente paso.

El tercer objetivo, centrado en la operatividad de las estrategias diseñadas, represento la etapa más significativa. La aplicación de estas propuestas no solo logró reducir los suplementos a rangos del 14% al 19% y los tiempos estándar entre 11.03% y 21.21%, sino que también

generaron un aumento tangible de la productividad. Se observó un incremento de la producción de unidades de hasta un 31.45% y un aumento porcentual de la productividad de hasta un 10.58%. Estos resultados son la prueba irrefutable de que la optimización ergonómica es un motor de eficiencia.

Los hallazgos de la investigación, en su conjunto, confirman con una correlación muy alta que la hipótesis planteada es correcta. Las intervenciones ergonómicas aplicadas en la industria del calzado en Ecuador sí tienen un impacto positivo y significativo en la mejora de la productividad de los trabajadores expuestos a posturas forzadas. Este trabajo no solo aporta una solución práctica al problema en el contexto local, sino que también sienta un precedente para que otras industrias adopten la ergonomía como una estrategia clave para la competitividad, el bienestar laboral y la sostenibilidad.

En conclusión, el diseño de las estrategias de intervención ergonómicas desarrolladas en esta investigación ha demostrado ser la herramienta idónea para el mejoramiento de la productividad en la industria del calzado ecuatoriana, mitigando eficazmente los efectos de las posturas forzadas observadas durante el año 2025.

RECOMENDACIONES

La presente investigación doctoral ha demostrado, con base en evidencia empírica, que las intervenciones ergonómicas son un factor clave para la mejora de la productividad y la salud de los trabajadores en la industria del calzado ecuatoriana. Con el objetivo de extender el impacto positivo de estos hallazgos, se formulan las siguientes recomendaciones dirigidas a los actores clave involucrados.

Para la industria del calzado, se recomienda a las empresas del sector adoptar una gestión de la ergonomía ocupacional como parte integral de sus procesos productivos. Para ello, se sugiere:

- Implementar un sistema de evaluación de riesgos ergonómicos continuo: No basta con una única intervención. Es crucial monitorear los puestos de trabajo de manera periódica para identificar nuevas fuentes de riesgo y aplicar mejoras de forma proactiva.
- Capacitación y concientización: Invertir en programas de formación para los empleados sobre posturas correctas, uso adecuado de herramientas y la importancia de las pausas activas. Esto empodera a los trabajadores para ser agentes de su propia seguridad.
- Inversión en tecnología y mobiliario ergonómico: Considerar la adquisición de herramientas, mesas de trabajo y sillas ajustables que se adapten a las características físicas de cada trabajador, reduciendo la necesidad de posturas forzadas y, en consecuencia, la fatiga y el riesgo de lesiones.
- Promover una cultura de seguridad y bienestar: Fomentar un ambiente donde los trabajadores se sientan cómodos reportando molestias o sugerencias de mejora sin temor a represalias, lo cual genera un ciclo de mejora continua.

Para la Comunidad Académica, se invita a la academia a profundizar en la línea de investigación abierta por este estudio, dado el alto potencial de los resultados obtenidos. Se sugiere:

- Replicar el estudio en otros sectores productivos: Investigar si la alta correlación entre las intervenciones ergonómicas y la productividad se mantiene en industrias con diferentes tipos de posturas y tareas, como el sector textil o agrícola, para generalizar los hallazgos.

- Analizar el impacto a largo plazo: Realizar estudios longitudinales para evaluar el efecto de las intervenciones ergonómicas sobre indicadores como el ausentismo laboral, la tasa de rotación y la calidad de vida de los trabajadores a lo largo de varios años.
- Desarrollar herramientas de evaluación ergonómica contextualizadas: Crear instrumentos de medición y análisis que se ajusten a la realidad socioeconómica y cultural del Ecuador, facilitando su aplicación en pequeñas y medianas empresas.

Para los Organismos de Control y Políticas Públicas, se exhorta a las entidades gubernamentales encargadas de la salud y seguridad laboral a utilizar los hallazgos de esta tesis como base para la toma de decisiones. Se recomienda:

- Actualizar la normativa vigente: Revisar los reglamentos actuales para incluir estándares más específicos y obligatorios sobre ergonomía en los entornos laborales, con énfasis en la prevención de riesgos por posturas forzadas.
- Crear programas de incentivos: Establecer beneficios fiscales o subsidios para las empresas que inviertan en la implementación de mejoras ergonómicas, promoviendo así la adopción de prácticas seguras y productivas.
- Difundir los beneficios de la ergonomía: Desarrollar campañas de concientización para empresas y trabajadores sobre la importancia de la ergonomía no solo para la salud, sino también para la competitividad y la eficiencia económica.

BIBLIOGRAFÍA

Amendaño, S. E. S., Cahueñas, H. C., & Villalta, Y. Y. C. (s. f.). *Prevalencia de trastornos musculoesqueléticos por posturas forzadas en trabajadores que realizan teletrabajo en instituciones financieras*. *5*.

Andrade, K. V. P. (2015). *Washington Herrera, Dr. Msc., Director de Trabajo de Titulación*.

Anema, J. R., Cuelenaere, B., Van Der Beek, A. J., Knol, D. L., De Vet, H. C. W., & Van Mechelen, W. (2004). The effectiveness of ergonomic interventions on return-to-work after low back pain; a prospective two year cohort study in six countries on low back pain patients sicklisted for 3–4 months. *Occupational and Environmental Medicine*, *61*(4), 289-294. https://doi.org/10.1136/oem.2002.006460

Ascona, J. I. B., & Mencia, A. L. (2023). Análisis y fundamentación de los diseños de investigación: Explorando los enfoques cuantitativos, cualitativos y mixtos basados en Creswell & Creswell (2018). *Revista UNIDA Científica*, *7*(2), 110-117.

Ayovi, J. M. H. (s. f.). *Posturas ergonómicas y trastornos musculoesqueléticos en los artesanos gráficos, Quito-Ecuador diciembre 2022-marzo2023*.

Cárdenas Vilcapoma, J., Zumaeta Noa, L. Y., Malpartida Gutiérrez, J. N., Espinoza Santos, M. G., & Ramírez Carranza, Y. M. (2023). Implementación de un programa ergonómico para incrementar la productividad en el área de producción de una empresa peruana de calzado. *Llamkasun*, *4*(1), 09-15. https://doi.org/10.47797/llamkasun.v4i1.114

Flores Guillen, R. D. (2022). *Cambio del nivel de riesgo ergonómico en posturas forzadas y movimiento repetitivo por rediseño de máquina sopladora de botellas de plástico* [Universidad Científica del Sur]. https://doi.org/10.21142/tm.2022.2478

Hacay Chang, A., Bolaños, F., Sanchís-Almenara, M., & Gómez-García, A. (2024). Ergonomics, musculoskeletal disorders, treatment and return to work: A conceptual

framework for intervention programs. *Archivos de Prevención de Riesgos Laborales*, *27*(2), 190-196. https://doi.org/10.12961/aprl.2024.27.02.06

Malla, A., Purohit, S., & Soni, S. L. (2022). The Impact of Ergonomic Interventions on Employee Productivity and Wellbeing. *Health Leadership and Quality of Life*, *1*, 123. https://doi.org/10.56294/hl2022123

Olvera-Morán, B. M., & Samaniego-Zamora, M. I. (2020). *Ergonomic development through forced postures in routine work*. *5*(09).

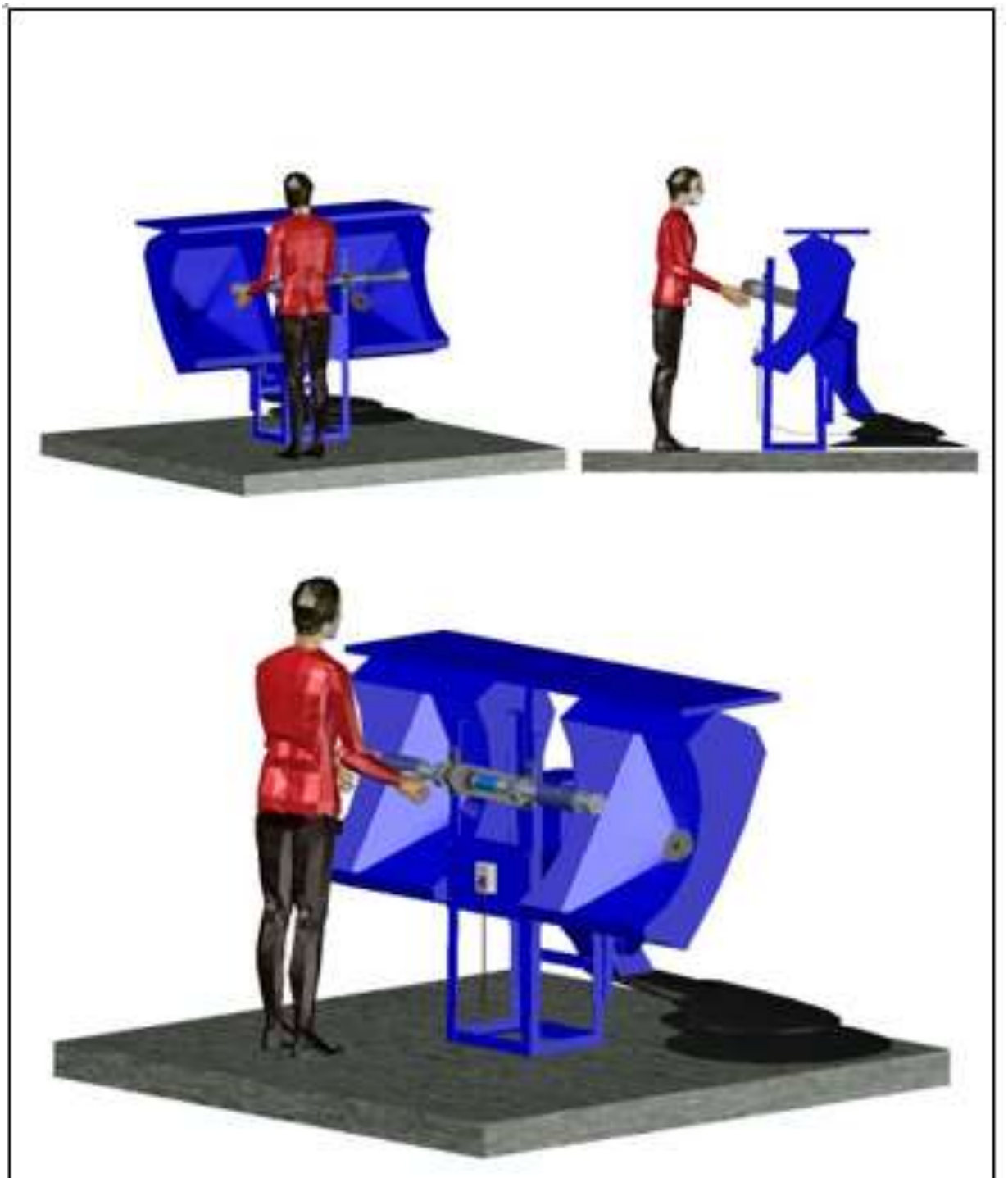
Padrón-Sardiña, J., Pancorbo-Camacho, I., Acosta-Prieto, J. L., & Cuello-Cuello, Y. (2024). Bibliometric analysis on current ergonomic trends in the international labor context. *DYNA*, *91*(234), 70-75. https://doi.org/10.15446/dyna.v91n234.116012

Ponce, E. C. O. (s. f.). *Informe Final del Trabajo de Grado Académico, previo la obtención del título de Psicóloga Industrial*.

Revelo Ojeda, D. R. (2023). Evaluation of teachers' ergonomic work conditions: An analysis from an Ecuadorian Technological Institute. *Sapienza: International Journal of Interdisciplinary Studies*, *4*(4), e23053. https://doi.org/10.51798/sijis.v4i4.710

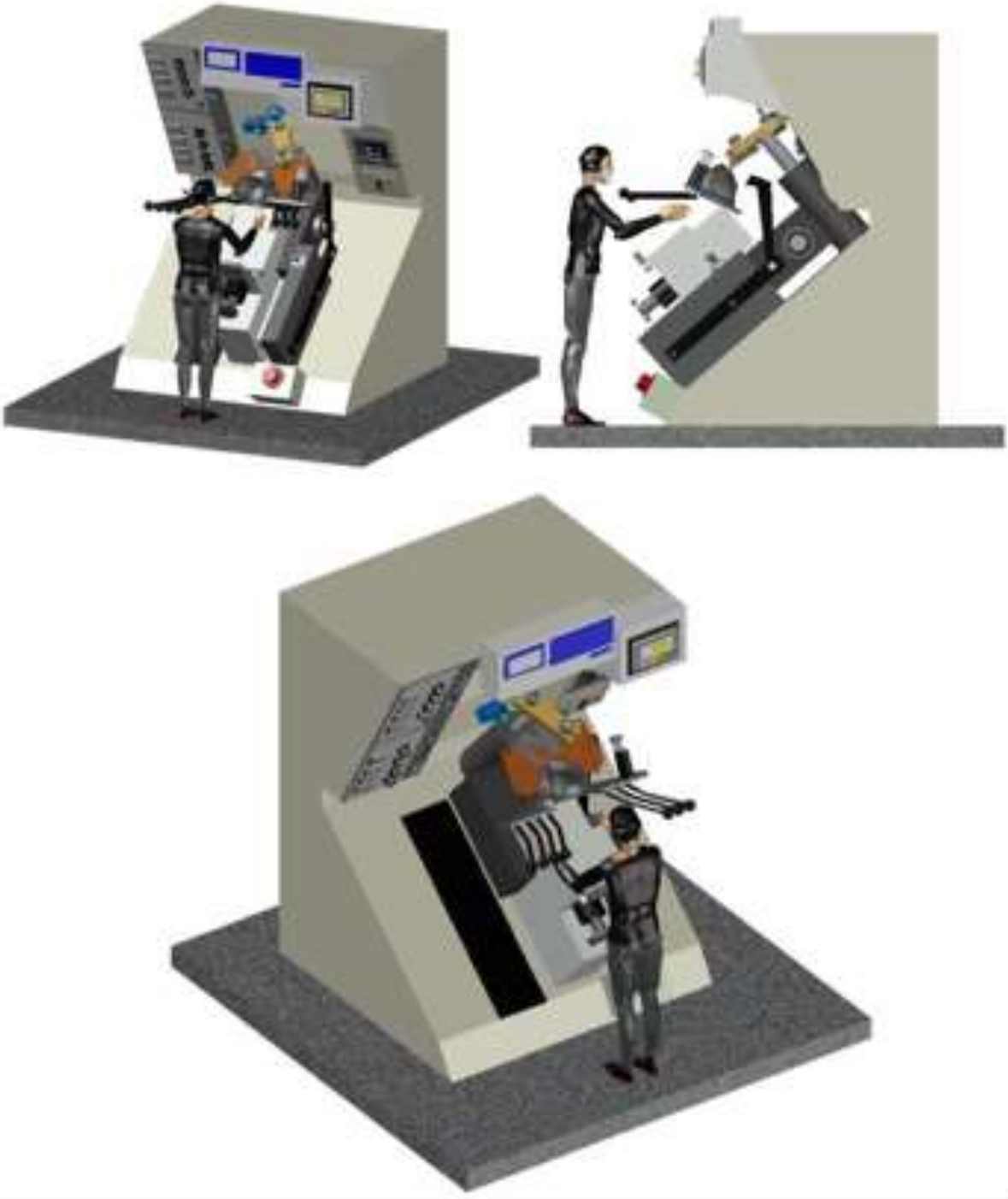
Rojas Garcia, J. X., Alburqueque Rueda, C. M., & Miñan Olivos, G. S. (2024). Ergonomía para reducir riesgos disergonómicos en el sector transporte: Una revisión sistemática. *Proceedings of the 4th LACCEI International Multiconference on Entrepreneurship, Innovation and Regional Development (LEIRD 2024): «Creating solutions for a sustainable future: technology-based entrepreneurship»*. 4th LACCEI International Multiconference on Entrepreneurship, Innovation and Regional Development (LEIRD 2024): «Creating solutions for a sustainable future: technology-based entrepreneurship». https://doi.org/10.18687/LEIRD2024.1.1.577

Anexo No. 1: Planos 3D - Control en la fuente máquina Desbaste



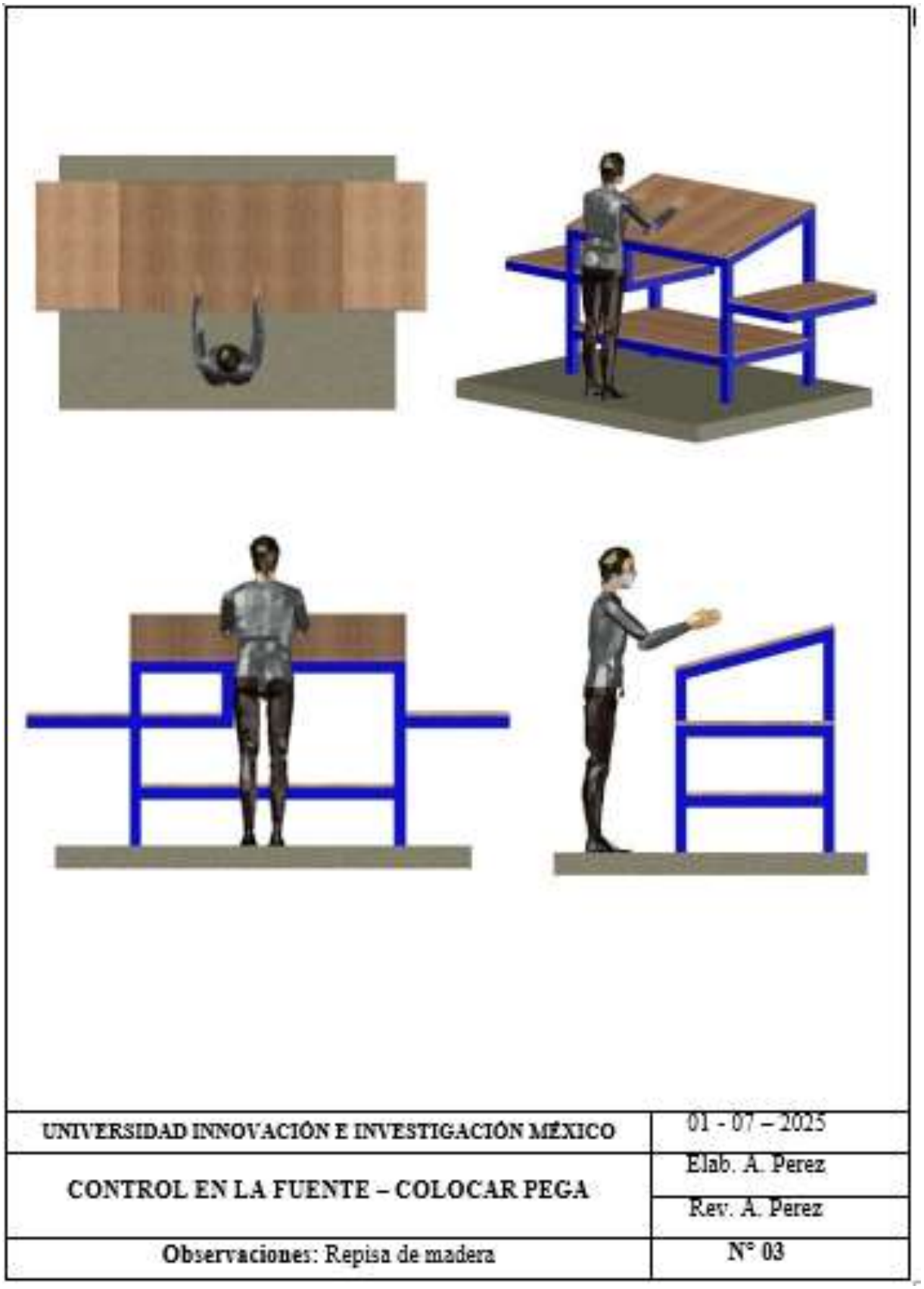
UNIVERSIDAD DE INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN MÉXICO	01 - 07 - 2025
CONTROL EN LA FUENTE - DESBASTE	Elab. A. Perez
	Rev. A. Perez
Observaciones: Máquina nueva	N° 01

Anexo No. 2: Planos 3D - Control en la fuente armado de punta y talón



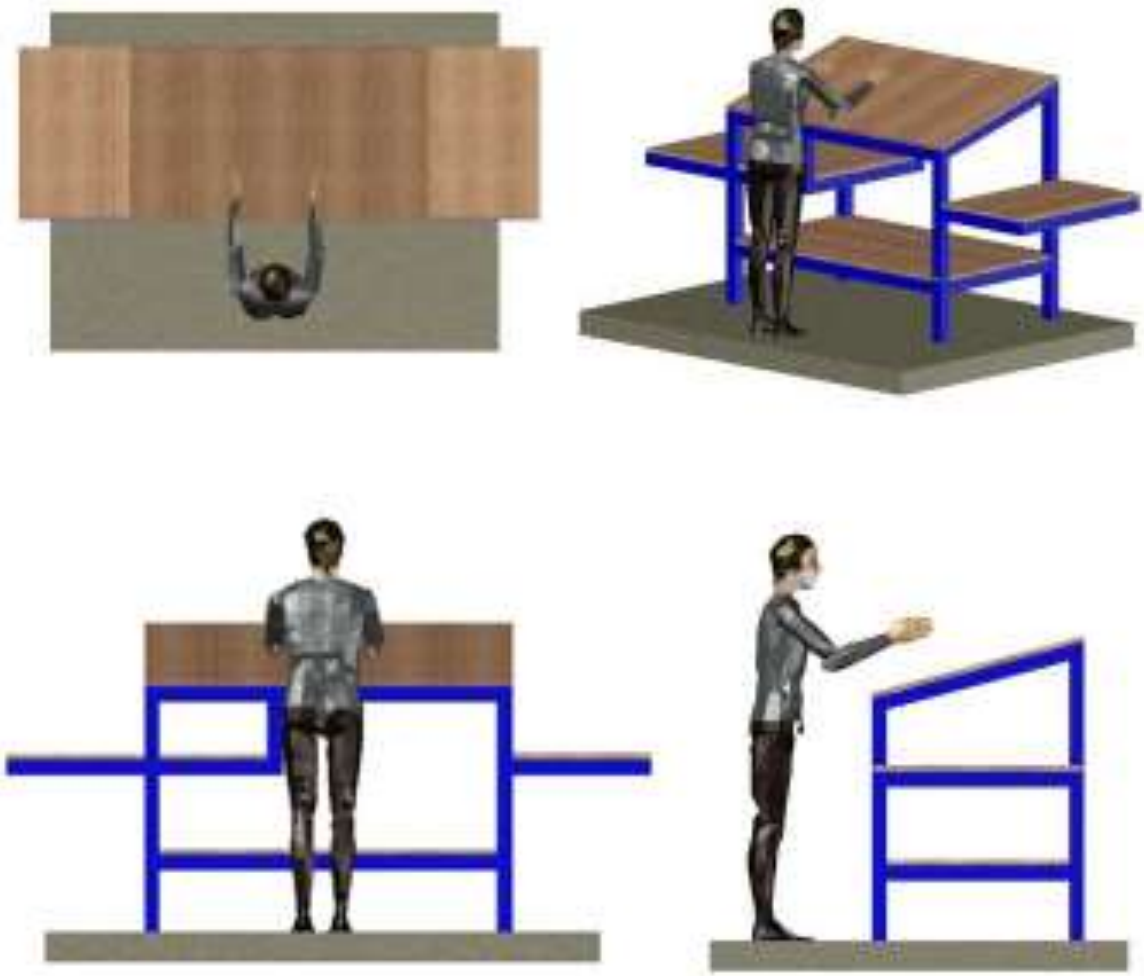
UNIVERSIDAD DE INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN MÉXICO	01 - 07 - 2025
CONTROL EN LA FUENTE – ARMADO DE PUNTA Y TALON	Elab. A. Perez Rev. A. Perez
Observaciones: Máquina nueva	N° 02

Anexo No. 3: Planos 3D - Control en la fuente colocar pega



UNIVERSIDAD INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN MÉXICO	01 - 07 – 2025
CONTROL EN LA FUENTE – COLOCAR PEGA	Elab. A. Perez
	Rev. A. Perez
Observaciones: Repisa de madera	N° 03

Anexo No. 4: Planos 3D - Control en la fuente pegado capellada y planta



UNIVERSIDAD DE INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN MÉXICO	01 - 07 - 2025
CONTROL EN LA FUENTE – COLOCAR PEGA	Elab. A. Perez
	Rev. A. Perez
Observaciones: Repisa de madera	N° 04

Anexo No. 5: Certificado de calibración del termohigrómetro



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No: CC-3166-001-18

ELICROM

Servicio de Acreditación Ecuatoriano
Acreditación N° OAE LC C 10-009
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

ilac-MRA

ACCREDITED

IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE

EMPRESA:	AMBIENLAB SERVICIOS AMBIENTALES Y LABORALES CIA LTDA.
DIRECCIÓN:	AVENIDA 10 DE AGOSTO N37-288 Y JOSÉ VILLALENGUA EN EL EDIFICIO INTECA, PISO 2 OFICINA 201
TELÉFONO:	22270144

IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO

EQUIPO:	TERMOHIGRÓMETRO	UNIDAD DE MEDIDA TEMPERATURA:	°C
MARCA:	ELC	RESOLUCIÓN TEMPERATURA:	0,1
MODELO/TIPO:	TH-5518	RANGO TEMPERATURA:	(0 a 50) °C
SERIE:	NO ESPECIFICA	UNIDAD DE MEDIDA HUMEDAD:	%HR
CÓDIGO ASIGNADO:	E-9283	RESOLUCIÓN HUMEDAD:	0,1
UBICACIÓN:	NO ESPECIFICA	RANGO HUMEDAD:	(20a 99,9) %HR

EQUIPOS UTILIZADOS

CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	FECHA CAL.	PRÓX. CAL
EL.PT.590	CAMARA DE ESTABILIDAD	KAMBIC	KN-109 CHLT	1T0[illegible]17	2017-12-06	2018-12-06
EL.PC.013	TERMOHIGRÓMETRO PATRON	VAISALA	MITOHMP70B	H41[illegible]0035	2017-03-15	2018-03-15
EL.PT.587	BARÓMETRO DIGITAL	CONTROL COMPANY	1081	[illegible]0060	2016-05-17	2018-05-17
EL.PT.395	TERMOHIGRÓMETRO	CENTER	342	[illegible]0[illegible]0	2016-04-02	2018-04-02

CALIBRACIÓN

MÉTODO:	COMPARACIÓN DIRECTA CON TERMOHIGRÓMETRO PATRÓN Y CAMARA DE ESTABILIDAD
PROCEDIMIENTO:	PEC EL 04
LUGAR DE CALIBRACIÓN	LABORATORIO DE TEMPERATURA Y HUMEDAD (ELICROM)
TEMPERATURA MEDIA (°C):	21,0
HUMEDAD RELATIVA MEDIA (%HR)	53
PRESIÓN ATMOSFÉRICA MEDIA (hPa)	760

Descripción	Unidad	Patrón	Equipo	Corrección	Incertidumbre
Temperatura interna 1	°C	28,05	28,3	-0,3	0,67
Humedad 1	%HR	25,06	27,6	-2,5	1,8
Humedad 2	%HR	45,06	46,4	-1,3	2,5
Humedad 3	%HR	75,06	74,7	0,4	2,9

OBSERVACIONES:

La calibración de la incertidumbre expandida se realizó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura **k=2,00**, que para una distribución t (de Student) con v_{eff} = (grados efectivos de libertad) corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95,45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom Calibración. El presente certificado se refiere exclusivamente al equipo arriba descrito al momento de la calibración.

CALIBRACIÓN REALIZADA POR:	Mayra Gonzalez
FECHA CALIBRACIÓN:	2018-09-06

AUTORIZADO POR:
Ing. Fabricio Rivera
GERENTE TÉCNICO

RECIBIDO POR:
RESPONSABLE - CLIENTE

PROPIEDAD DE AMBIENLAB CÍA. LTDA.

Anexo No. 6: Certificado de calibración del flexómetro

VERIPET
SERVICIOS & INGENIERÍA

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Página: Hoja 2 de 2
Número de Servicio: 053-CEL-2018
Fecha de Calibración: 2018-03-07
Número de Certificado: V-F-LC-2.5-003-2018
Formato: V-F-LC-2.5
Revisión: 04

1. Condiciones Ambientales del Laboratorio:

Temperatura (°C): 20,1 Humedad Relativa (% HR): 56,3

2. Método Utilizado:

V-I-L-2.5 "INSTRUCTIVO TÉCNICO: LONGITUD CALIBRACIÓN DE FLEXÓMETROS"

3. Descripción del Instrumento Patrón:

Cinta métrica; Marca: WESS; Clase: I; Modelo: CM181; Certificados Numero:V-F-LC-02-001L-2018; Fecha de Calibración: 2018-03-28

4. Descripción de la Incertidumbre de Medida:

La incertidumbre expandida de medida informada es obtenida multiplicando la incertidumbre estándar de medida por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95 %, se ha estimado de acuerdo al documento "Guide to the Expression of the Uncertainty in Measurement" de la ISO.

5. Inspección del Instrumento:

Inspección	Resultado
Presenta Golpes	NO
Presenta Desgaste	NO
Presenta Corrosión	NO
Presenta Dobleces	NO
Presenta Rasgaduras	NO
Novedades: NINGUNA	

6. Resultados Obtenidos de la Calibración: Flexómetro

Valor Nominal (m)	Valor Medido (m)	Error (mm)	e.m.p (Recomendación Internacional OIML R 35-1) CLASE I (± mm)	CLASE II (± mm)	CLASE III (± mm)
0,10000	0,09999	-0,01	0,40	1,00	2,00
0,20020	0,20034	0,14	0,40	1,00	2,00
0,30000	0,30000	0,00	0,40	1,00	2,00
0,40000	0,39995	-0,05	0,40	1,00	2,00
0,50000	0,50014	0,14	0,40	1,00	2,00
0,60000	0,60017	0,17	0,40	1,00	2,00
0,70000	0,69961	-0,39	0,40	1,00	2,00
0,80000	0,79974	-0,26	0,40	1,00	2,00
0,90000	0,89981	-0,19	0,40	1,00	2,00
1,00000	1,00019	0,19	0,40	1,00	2,00
2,00000	2,00019	0,19	0,60	1,40	2,80
3,00000	3,00027	0,27	0,80	1,80	3,60
4,00000	4,00029	0,29	1,00	2,20	4,40
5,00000	5,00031	0,31	1,20	2,60	5,20
6,00000	6,00037	0,37	1,40	3,00	6,00
7,00000	7,00025	0,25	1,60	3,40	6,80
8,00000	8,00028	0,28	1,80	3,80	7,60
9,00000	9,00102	1,02	2,00	4,20	8,40
10,00000	10,00082	0,83	2,20	4,60	9,20

7. Incertidumbre: Flexómetro

0,14 mm k=2

Calibración Realizada por:

Ing. Hilmo Tutillo
Técnico de Calibración Longitud

VERIPET CIA. LTDA. CALIBRACIÓN ECUADOR

PROPIEDAD DE AMBIENLAB CIA. LTDA.
ambienLAB
RUC: 1792833102001

Anexo No. 7: Certificado sonómetro

TES ELECTRICAL ELECTRONIC CORP.

CALIBRATION VERIFICATION REPORT

VI-23-2013

1.- CUSTOMER
NAME: CONVEX S.A.
ADDRESS: REINO DE QUITO N6-118,QUITO-ECUADOR

2.- INSTRUMENT IDENTIFICATION
DESCRIPTION: SOUND LEVEL METER
BRAND: TES
MODEL: 1358
S/N Nº: 120605682
DATE OF RECEIPT: 23-05-2013
RECEIVING STATE: ACORDING

La fotocopia que antecede ... es igual al documento que me exhibe. Doy Fe
Ambat 04 SET 2024
NOTARIO

3.- VERIFICATION DATE: 11-06-2013

4.- ENVIRONMENTAL CONDITIONS.
Place of measurement: Laboratory of Hearing Protection
Temperature: **22.9 ºC**
Relative Humedity: **34.2 %**
Temperature and humidity were controlled with Termohigrometro Comark, model N2013, Serie Nº 05070188 calibration certificate Nº SMD-38390

5.- IDENTIFICATION OF PATTERNS AND TRACEABILITY.

a) Sound level meter TES Electrical Electronic Corp, model TES-52 TYPE I(IEC 61672-1/2002). Series Nº 8LF050017, calibration certificate Nº 10675648LF050017: with microphone TES Type 4936 free-field, serie Nº2514113

b) Acoustic calibrator Electrical Electronic Corp, model QC-10 serie Nº QE4030129 IV-402-2012

c) Signal generator E-MU 1616, model EM 8970, serie Nº M1EM8971531000486L

d) Acoustic emission source Electrical Electronic Corp, model QC-10, serie [illegible]

DR. FRANKLIN VILLAGRA ESPINOZA NOTARIA OCTAVA AMBATO - ECUADOR

PROCEDURE: Procedure check for noise measurement equipment calibration

6.- RESULTS
6.1. Conformity of pure tone 1 kHz

TEL: 886-2-2799 3660 FAX : 886-2-2799 5099
ADD: 7F. Nº. 31, Lane 513 Rui Guang Road, Neihu Dist, Taipei, Taiwan, R.O.C.

Scanned with CamScanner

TES ELECTRICAL ELECTRONIC CORP.

Verification 1 kHz to 114 dB: meets
6.2. PURSUANT TO TEST SIGNAL (WHITE NOISE)

READING VERIFIER NPSeq dB(A)	READING VERIFIED NPSeq dB(A)	ALLOWABLE MAXIMUM DEVIATION dB(A)	MEASURED DEVIATION dB(A)
100,9	100,8	+- 2,5	0,1

COMPLIANCE: Compliance with procedure.
COMMENTS: NO comments

6.2. FRECUENCY ANALYZER (WHITE NOISE)

	LEVEL OF PRESSURE SONORA (b8)						
OCTAVE BAND OFREQUENCY	125	250	500	1000	2000	4000	8000
READING OF THE VERIFIER	81,5	86,0	89,5	95,7	97,1	88,6	78,3
READING VERIFIED	81,7	86,1	89,5	95,5	96,9	89,1	78,5
MEASURED DEFLECTION	-0,2	-0,1	0,0	0,2	0,2	-0,5	-0,2
MAXIMUN DEVIATION	+-1,5	+-1,5	+-1,5	+-1,5	+-2,0	+-3,0	+-5,0

COMPLIANCE: Compliance with procedure.
COMMENTS: No comments

La fotocopia que antecede en 1 fs. es igual al documento que me exhibe. Doy Fé
Ambato 04 SET 2024
EL NOTARIO

Pitt Zhang
Ing. Prevention and
INDUSTRIAL Hygiene

TEL: 886-2-2799 3660 FAX : 886-2-2799 5099
ADD: 7F. Nº. 31, Lane 513 Rui Guang Road, Neihu Dist, Taipei, Taiwan, R.O.C.

Anexo No. 8: Certificado de luxómetro

EXTECH INSTRUMENTS

EXCELLENCE IN TECHNOLOGY Since 1971

ISO 9001 Certified

Extech Instruments Corporation * 285 Bear Hill Road * Waltham, MA 02451-1064

Certificate of Calibration

Certificate Number : 55412
Document Number: 48541

Customer Details:
Customer Name: IMPORTADORA IAI LTDA

Instruments Details:

Manufacturer:	EXTECH INSTRUMENTS	**Calibration Date:**	Sept 04, 2012
Description:	LIGHT METERS	**Calibration Due:**	Sept 04, 2013
Model Number:	HD-450	**Cal. Interval:**	12 MONTHS
Serial Number:	12062898	**As Received:**	NEW
ID Number:	N/A		

Environmental Details:

Temperature:	21 Deg. +/- 5 C	**Relative Humidity:**	40% ± 15%

Procedures Used:
Calibration procedure: 407730-CM09

Certification

Extech Instruments certifies that the instrument listed above meets the specifications of the manufacturer at the completion of its calibration. Standars used are traceable to the National Institute of Standars and Technology (NIST), or have been derived from accepted values, natural physical constants, or through the use of the ratio method of self-calibration techniques. Methods used are in accordance with ISO10012-1 and ANSI/NCSL Z40-1-1994. This certificate is not to be reproduced other than in full, except with prior written approval of Extech Instruments Corporation. All the calibration standars used have an accuracy of 4:1 of better, unless otherwise stated.

Technician's Notes:

Technincian: RACHEL VENICHASA

Approved By: Rachel Venichasa

Page 1 of 2

Phone: 781.890.7440 ext 210 * Fax: 781.890.3957 * E-mail: repair@extech.com * www.extech.com

La fotocopia que antecede en ... es igual al documento que me exhibe. Doy Fe.

DR. FRANCISCO VALAIVA ESPINOZA

Generated by CamScanner