



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE MECÁNICA

**PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO**

TEMA:

**“PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL PUESTO DE TRABAJO DE
ENCALADO DE LA EMPRESA PRODEGEL S.A., DESDE UNA
PERSPECTIVA ERGONÓMICA”**

AUTOR: Jorge Andrés Valencia Reyes

TUTOR: Ing. Mg. Alejandra Marlene Lascano Moreta

AMBATO - ECUADOR

Febrero - 2024


APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutora del Proyecto Técnico, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, bajo el tema: "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL PUESTO DE TRABAJO DE ENCALADO DE LA EMPRESA PRODEGEL S.A., DESDE UNA PERSPECTIVA ERGONÓMICA", elaborado por el **Sr. Jorge Andrés Valencia Reyes**, portador de la cédula de ciudadanía C.I. 1805080494, estudiante de la Carrera de Mecánica de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente proyecto técnico es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos.
- Está concluido en su totalidad

Ambato, Febrero 2024



.....
Ing. Mg. Alejandra Marlene Lascano Moreta

TUTORA

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Jorge Andrés Valencia Reyes, cédula de identificación C.I.1805080494, declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente Proyecto Técnico, bajo el tema: "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL PUESTO DE TRABAJO DE ENCALADO DE LA EMPRESA PRODEGEL S.A., DESDE UNA PERSPECTIVA ERGONÓMICA", así como también tablas, gráficos, diseño, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del Proyecto Técnico, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el trabajo.

Ambato, febrero 2024



.....
Jorge Andrés Valencia Reyes

C.I. 1805080494

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de las institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto Técnico con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, febrero 2024



.....
Jorge Andrés Valencia Reyes

C.I. 1805080494

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Jorge Andrés Valencia Reyes, de la Carrera de Mecánica bajo el tema: "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL PUESTO DE TRABAJO DE ENCALADO DE LA EMPRESA PRODEGEL S.A., DESDE UNA PERSPECTIVA ERGONÓMICA".

Ambato, febrero 2024

Para constancia firman:



.....
Ing. Víctor Rodrigo Espín Guerrero, Mg.

MIEMBRO CALIFICADOR



.....
Ing. Thalía Daniella Antonio Serrano, PhD.

MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

Este trabajo de tesis se lo quiero dedicar en primer lugar a mis padres, quienes han sido los encargados de brindarme el apoyo incondicional durante la carrera y el proceso, así mismo a toda mi familia en especial a mi hermana quien desde pequeños me ha apoyado a cumplir mis objetivos y a subir un peldaño a la vez.

También se la dedico a Dios quien me ha dado la fortaleza de seguir adelante en cada obstáculo que se me ha presentado, también a mis amigos que en cada momento de la carrera han sabido brindarme paz y aconsejarme para poder seguir adelante. Y a todos quienes ha puesto un poco de su valioso tiempo para permitirme alcanzar un logro más en la vida y que el mismo me permita seguir rodeándome de gente con sabiduría como ha sido durante el proceso de la Carrera de Ingeniería Mecánica.

Jorge A. Valencia R.

AGRADECIMIENTO

El agradecimiento especial es para Dios y para la vida, que me han colocado en el camino a gente honesta que me permiten ser leal ante situaciones complicadas, y de manera infinita agradezco por brindarme la salud y las agallas durante el proceso para así poder seguir siendo una persona honesta y leal durante mi vida profesional.

También quiero agradecer a mis padres y a mi hogar, quienes han pasado cada día y cada noche a lado mío sin descansar hasta cumplir este importante objetivo de la vida, por confiar en mí y por aconsejarme sobre lo bueno y lo malo.

Agradezco a la empresa Prodegel S.A., quienes me abrieron las puertas y me recibieron de la manera más respetuosa para cumplir con el trabajo de titulación, y que en ningún momento dudaron en brindarme el apoyo moral y profesional que caracteriza al personal de trabajo de esta empresa.

Agradecer también a la Universidad Técnica de Ambato, en especial a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica y a los maestros de Ingeniería Mecánica, quienes me abrieron las puertas para brindarme los conocimientos y las destrezas para poder enfrentar de manera audaz el campo profesional.

Agradezco también a mi pequeño grupo de colegas con quienes he compartido grandes momentos en la universidad y en lo social, gracias por compartir conmigo la pasión por la Mecánica y también a por compartir conmigo la pasión de mejorar día a día en el templo.

Jorge A. Valencia R.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN EJECUTIVO	xiv
ABSTRACT.....	xv
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Antecedentes investigativos	1
1.2 Fundamentación teórica	5
1.2.1 Ergonomía y su importancia en el entorno laboral	5
1.2.2 Identificación y evaluación de riesgos ergonómicos	12
1.2.3 Decreto Ejecutivo 2393.....	17
1.2.4 Guía técnica del I.N.S.H.T	18
1.2.5 Diseño ergonómico y mejoramiento del puesto de trabajo.....	29
1.3 Objetivos	31
1.3.1 Objetivo general	31
1.3.2 Objetivo específicos	31
CAPÍTULO II	32
METODOLOGÍA	32
2.1 Materiales	32

2.2	Métodos	34
CAPÍTULO III.....		37
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		37
3.1	Puesto de trabajo de encalado en Prodegel S.A.	37
	Descripción del puesto de trabajo de encalado	37
3.1.1	Tareas y actividades realizadas en el puesto de encalado	38
3.2	Resultados y discusiones	38
3.2.1	Identificación de los factores de riesgo en el área de encalado.....	38
3.2.2	Método LEST.....	43
3.2.3	Resultados método REBA.....	83
	Diseño del material de la estructura del coche.....	143
	Diseño de base.....	144
	Selección de perfiles para columnas	149
CAPÍTULO IV.....		169
Conclusiones		169
Recomendaciones.....		170
Bibliografía		171
Anexos		176

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principios de la ergonomía	9
Tabla 2. Objetivos de la ergonomía	10
Tabla 3. Dimensiones y variables de método LEST.....	21
Tabla 4. Dimensiones de REBA grupo A	26
Tabla 5. Dimensiones de REBA grupo B	28
Tabla 6. Equipos de medición.....	32
Tabla 7. Detalle de la población de estudio.	35
Tabla 8. Matriz de estimación de riesgos mecánicos.....	39
Tabla 9. Matriz de estimación de riesgos químicos	40
Tabla 10. Matriz de estimación de riesgos ergonómicos	41
Tabla 11. Matriz de estimación de riesgos psicosociales.....	42
Tabla 12. Matriz de estimación de riesgos físicos	43
Tabla 13. Evaluación del método LEST y la valoración.	44
Tabla 14. Levantamiento de sosa cáustica y de canecas de peróxido.....	45
Tabla 15. Carga estática (levantamiento de cargas).....	46
Tabla 16. Carga dinámica (levantamiento de cargas).....	48
Tabla 17. Levantamiento de cargas (carga física).....	48
Tabla 18. Ambiente térmico (levantamiento de cargas).	49
Tabla 19. Ruido (levantamiento de cargas).....	50
Tabla 20. Ambiente luminoso (levantamiento de cargas).....	51
Tabla 21. Levantamiento de cargas (entorno físico).....	51
Tabla 22. Tiempos de trabajo (levantamiento de cargas).	53
Tabla 23. Levantamiento de cargas (tiempo de trabajo).....	54
Tabla 24. Transporte de químicos.....	56
Tabla 25. Carga estática (actividad transporte de cargas).....	58
Tabla 26. Carga dinámica (actividad transporte de cargas).	59
Tabla 27. Actividad del transporte de cargas (carga física).	59
Tabla 28. Ambiente térmico (actividad transporte de cargas).	60
Tabla 29. Ambiente luminoso (actividad transporte de cargas).....	61
Tabla 30. Actividad del transporte de cargas (Entorno físico).....	62
Tabla 31. Actividad del transporte de cargas (tiempo de trabajo).	63
Tabla 32. Aireación.....	65

Tabla 33. Carga estática (actividad aireación).	67
Tabla 34. Carga dinámica (actividad aireación).	68
Tabla 35. Actividad de aireación (carga física).	68
Tabla 36. Ruido – actividad aireación.....	69
Tabla 37. Actividad de aireación (entorno físico).....	71
Tabla 38. Actividad de aireación (tiempos de trabajo).	72
Tabla 39. Bajada de tanques.....	74
Tabla 40. Carga estática (actividad bajada de tanques).	75
Tabla 41. Actividad de bajada de tanques (carga física).....	77
Tabla 42. Entorno físico (bajada de tanques).....	78
Tabla 43. Actividad de bajada de tanques (entorno físico).....	78
Tabla 44. Actividad de bajada de tanques (tiempos de trabajo).	80
Tabla 45. Ponderación LEST	82
Tabla 46. Resultados de posturas incómodas con sosa cáustica carga 01	85
Tabla 47. Movimiento de flexión, la corrección	89
Tabla 48. Movimiento de flexión, la corrección	91
Tabla 49. Resultados de puntuación obtenidos para el grupo A.....	93
Tabla 50. Calidad el agarre de sujeción	94
Tabla 51. Resultados para el grupo B para el operario	95
Tabla 52. Tipo de la actividad del operario	96
Tabla 53. Actividad en carga y descarga de material sosa cáustica y peróxido.....	96
Tabla 54. Nivel de actuación.....	98
Tabla 55. Posturas incómodas con sosa cáustica carga 02 (lado derecho).	98
Tabla 56. Posturas incómodas con sosa carga 02 (lado izquierdo).....	100
Tabla 57. Posturas incómodas con sosa transporte 01(lado derecho).....	102
Tabla 58. Posturas incómodas con sosa transporte 01(lado izquierdo).	104
Tabla 59. Posturas incómodas con sosa transporte 02 (lado derecho).....	106
Tabla 60. Posturas incómodas con sosa transporte 02 (lado izquierdo).	108
Tabla 61. Posturas incómodas con sosa. Rampa (lado derecho).	110
Tabla 62. Posturas incómodas con sosa. Rampa (lado izquierdo).	112
Tabla 63. Posturas incómodas con sosa. Descarga (lado derecho).....	114
Tabla 64. Posturas incómodas con sosa. Descarga (lado izquierdo).....	116
Tabla 65. Apertura de la tapa roscada (lado derecho).....	118

Tabla 66. Apertura de la tapa roscada (lado izquierdo).	120
Tabla 67. Carga de la caneca (lado derecho).	122
Tabla 68. Carga de la caneca (lado izquierdo).	123
Tabla 69. Colocación del material en el coche (lado derecho).	125
Tabla 70. Colocación del material en el coche (lado izquierdo).	127
Tabla 71. Transporte del peróxido (lado derecho).	129
Tabla 72. Transporte del peróxido (lado izquierdo).	131
Tabla 73. Transporte por la rampa de los tanques (lado derecho).	133
Tabla 74. Transporte por la rampa de los tanques (lado izquierdo).	135
Tabla 75. Descargar el peróxido (lado derecho).	137
Tabla 76. Descargar el peróxido (lado izquierdo).	139
Tabla 77. Ponderación Posturas Incómodas Sosa Cáustica	141
Tabla 78. Ponderación del Peróxido	142
Tabla 79. Esfuerzos permisibles de columnas acero estructural.	150
Tabla 80. Diseño del resorte 1.1.	155
Tabla 81. Diseño del resorte 1.2.	156
Tabla 82. Diseño del resorte 1.3.	157
Tabla 83. Diseño del resorte 1.4.	158
Tabla 84. Diseño del resorte 1.5.	159
Tabla 85. Diseño del resorte 1.6.	160
Tabla 86. Diseño del resorte 1.7.	160
Tabla 87. Diseño del resorte 1.8.	161
Tabla 88. Diseño del resorte 1.9.	162
Tabla 89. Selección del resorte para el diseño	162
Tabla 90. Características del material de rueda	163
Tabla 91. Sistema de Freno	164

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Factores relacionados con el sistema de trabajo.	6
Figura 2. Área de encalado de la empresa Prodegel S.A.	37
Figura 3. Levantamiento de cargas de sosa caustica y peróxido.....	55
Figura 4. Resultado para el transporte de químicos (sosa caustica y peróxido)	64
Figura 5. Resultados para aireación.	73
Figura 6. Resultado para la actividad Baja de tanques.....	81
Figura 7. Ponderación LEST.....	83
Figura 8. Ponderación sosa cáustica.....	141
Figura 9. Ponderación de peróxido	142
Figura 10: Diagrama de cuerpo libre de la barra	145
Figura 11: Diagrama de fuerzas y momentos de las vigas.....	145
Figura 12: Datos aplicados en los diagramas de fuerzas y momentos en las vigas.	146
Figura 13: Dimensiones del ángulo.	147
Figura 14. Diagrama de comprobación del módulo seleccionado	149
Figura 15: Longitud efectiva (K)	150
Figura 16: Dimensiones del ubo circular	152
Figura 17. Calibres y diámetros para resortes	158
Figura 18. Tensiones por esfuerzo de corte de diseño para alambre de resortes que se utilizan en resortes de compresión y en resortes helicoidales de compresión	159

RESUMEN EJECUTIVO

La empresa Prodegel S.A., consciente de la importancia de la salud y bienestar de sus trabajadores, ha decidido emprender una propuesta de mejoramiento enfocado en el puesto de trabajo de encalado. Esta propuesta tiene una sólida base ergonómica, reconociendo que un diseño adecuado del entorno laboral puede reducir significativamente los riesgos asociados al trabajo y potenciar la eficiencia y satisfacción de los empleados.

En este proyecto se rediseñó el área de encalado tomando en cuenta principios ergonómicos. Para alcanzar esta meta, se estableció un plan de acción dividido en tres etapas. La primera es la identificación de factores de riesgo mediante una matriz de estimación, lo que permite un diagnóstico preliminar de los problemas actuales. Posteriormente, se aplicó método LEST para una evaluación exhaustiva de los riesgos ergonómicos detectados. Los INSIGHTS se destaca por su capacidad de ofrecer perspectivas detallados sobre las áreas de mejora.

Finalmente, con toda la información recabada, se procedió a elaborar y aplicar una propuesta de diseño que controle y reduzca los riesgos identificados. Esta propuesta no solo busca la mitigación de amenazas a la salud, sino también optimizar el rendimiento y confort de los trabajadores. Con estos esfuerzos, Prodegel S.A. reafirma su compromiso con la excelencia y el bienestar laboral

Palabras clave: Ergonomía, Método LEST, Riesgos ergonómicos, Diseño ergonómico, Matriz de estimación.

ABSTRACT

The company Prodegel S.A., aware of importance of the health and well-being of its workers, has decided to develop an improvement proposal focused on the whitewashing workplace. This proposal has a solid ergonomic basis, recognizing that an adequate design of the work environment can reduce the risks associated with work and enhance employee efficiency and satisfaction.

In this project the whitewashing area was redesigned having the basis of ergonomics. To achieve this goal, an action plan divide into three stages was established. The first is the identification of risk factors using an estimation matrix, which allows a preliminary diagnosis of current problems. Subsequently, method LEST was applied for a preliminary evaluation of the ergonomic risks. The INSIGHTS method stands out for its ability to offer detailed insights areas of improvement.

Finally, with all the information collected, a design proposal was developed and applied that controls and mitigates the identified risks. This proposal not only seeks to eliminate health threats, but also optimize the performance and comfort of workers. Prodegel S.A. reaffirms its commitment to excellence and an wellbeing workplace.

Keywords: Ergonomics, method LEST, ergonomics risk, design ergonomic, estimation matrix.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes investigativos

Con el fin de orientar el desarrollo de este trabajo de titulación, se lleva a cabo una investigación exhaustiva en diversas fuentes de información para recopilar información de trabajos similares, que sirven como referentes. Los resultados obtenidos en esta búsqueda sirven como guía para la ejecución en el proyecto, a continuación, se describen los aportes de los más relevantes.

En su trabajo titulado "Propuesta de mejora de las condiciones de trabajo desde una perspectiva ergonómica", Jibaja Castillo, se propuso identificar y proponer mejoras ergonómicas en los puestos y actividades de trabajo de los empleados de la empresa Mareadvisor, específicamente aquellos que utilizan pantallas de visualización y estaciones de trabajo [1]. La población objetivo consistió en setenta y seis colaboradores de la organización. La metodología empleada involucró la aplicación de una encuesta inicial con preguntas cerradas, seguida de la implementación del método ergonómico para puestos de trabajo que demandan la necesidad del uso de computador: el método Rapid Office Strain Assessment (ROSA). Los resultados revelaron que la mayoría de los colaboradores utilizaban computadoras portátiles, lo cual generaba dificultades para adaptar sus puestos de trabajo y aumentaba el riesgo ergonómico, con posibles lesiones a futuro. Así mismo, se identificó que los colaboradores estaban expuestos a un alto número de horas de uso del computador, lo cual constituía un punto crítico de posible lesión. Elementos como el mouse, el teclado, el escritorio, el monitor y la silla también presentaban dificultades en términos de adaptación y generaban molestias osteomusculares [1]. El estudio definió dos aspectos clave en los puestos de trabajo de los colaboradores con un riesgo ergonómico elevado: la silla con cinco puntos de apoyo en el suelo y el apoyo completo de la espalda al respaldo de la silla. Con base en estos hallazgos, se propuso una intervención desde el departamento de Talento Humano, que consistió en la implementación de un programa de concientización sobre los riesgos ergonómicos en los puestos de trabajo. Este programa buscaba establecer una serie de actividades

coordinadas y a largo plazo, con el objetivo de fomentar una cultura de cuidado de la salud y seguridad de los colaboradores en el futuro [1].

En muchos puestos de trabajo a nivel nacional se utiliza la metodología de tipo observacional, descriptiva y explicativa para de acuerdo con ello iniciar una evaluación exhaustiva. En el trabajo titulado “Propuesta de mejora de las condiciones ergonómicas de los puestos de trabajo de la empresa de call center Globaline Services S.A en la ciudad de Guayaquil.” se enfocó en abordar y mejorar las condiciones ergonómicas en los puestos de trabajo mencionados. La metodología utilizada fue de tipo observacional, descriptiva y explicativa. Se emplearon métodos de investigación cualitativos y cuantitativos, junto con el uso del método REBA. Los resultados revelaron que los trabajadores estaban adoptando posturas inadecuadas, lo cual estaba afectando su salud y generando molestias musculoesqueléticas [2].

García Bocanegra en la investigación con el tema “Propuesta de mejora para los puestos de trabajo del proceso de clasificación de alstroemeria en la empresa Jardines de los Andes S.A.S.” se propuso diseñar una mejora para el puesto de trabajo de los procesos de clasificación de alstroemeria para permitir que los trabajadores llevaran a cabo el proceso de una manera ágil y sencilla, teniendo a consideración los factores ergonómicos básicos. La metodología se dividió en tres fases. En la primera fase, se recopiló información y se realizó un análisis ergonómico del puesto de trabajo. En la segunda fase, se elaboraron y seleccionaron propuestas de mejora. Finalmente, en la tercera fase, se desarrolló y evaluó la propuesta de mejora seleccionada.

El resultado obtenido fue la creación de varias propuestas de mejora para abordar dos problemáticas principales identificadas por la dirección de la empresa. La primera problemática se relacionaba con la baja productividad de algunos trabajadores, mientras que la segunda se refería al impacto que el proceso de clasificación tenía en los trabajadores a lo largo del tiempo. Las propuestas desarrolladas buscaban mitigar el impacto de los puntos críticos del proceso y cumplir con los requisitos establecidos por la dirección de la empresa [3].

Hernández Medina y Vásquez Ríos tuvieron como objetivo principal evaluar el riesgo ergonómico en la empresa Cerámica San Pablo SAC – Yurimaguas”, tuvieron como objetivo principal evaluar el riesgo ergonómico en dicha empresa, y proponer medidas para mejorar los puestos de trabajo. La investigación se basó en una observación a detalle de las diversas posturas adoptadas por los trabajadores en diferentes áreas de la empresa, como el acopio de materia prima, maduración, mezclado, moldeado, corte, secado natural, cocción y almacenamiento. Se identificaron los factores de riesgo ergonómico y se realizaron evaluaciones utilizando los métodos de evaluación ergonómica R.U.L.A. y O.W.A.S. En cuanto a las características de la población estudiada, se encontró que el 100% de los trabajadores eran hombres, el 46% tenía entre 20 y 29 años, el 31% eran operarios de carretilla, el 69% tenía entre 1 y 5 años de experiencia laboral y el 100% no había recibido capacitación en salud y seguridad ocupacional. Al evaluar los puestos de trabajo utilizando el método RULA, se determinó que todos los puestos presentaban un riesgo alto, lo cual requería cambios urgentes en las tareas realizadas. En consecuencia, se recomendó tomar medidas correctivas de manera inmediata, se propusieron una serie de acciones correctivas para mejorar los puestos de trabajo en la empresa Cerámica San Pablo SAC - Yurimaguas, basadas en la evaluación de los riesgos ergonómicos. Estas medidas eran necesarias para reducir el riesgo y proteger la salud de los trabajadores [4].

Infantes y Yampi, en su trabajo “Estudio ergonómico y propuesta de mejora de la productividad en el cambio de liners de una empresa especializada en mantenimiento de maquinaria y equipo, aplicando el software E – Lest.” [5] , tuvieron como objetivo principal mejorar la calidad de vida laboral de los trabajadores encargados del cambio de liners, con el fin de aumentar su productividad. Para lograrlo, utilizaron el método E-Lest y el método Niosh, adaptando el entorno laboral a las necesidades, limitaciones y características físicas y psicológicas de los trabajadores. El diseño de investigación fue experimental y se recopiló información cualitativa y cuantitativa. Se identificó que el origen del problema en el proyecto de investigación estaba relacionado con la calidad de vida laboral de los trabajadores y el factor de carga física era el que estaba afectando negativamente a los trabajadores, especialmente a los mecánicos y ayudantes mecánicos, debido al peso que debían manejar.

Para solucionar este problema, se propuso la implementación de una mesa elevadora que ayudara a manejar el peso de manera más segura [5].

Por su parte Rojas Paredes en la investigación con el tema “Evaluación ergonómica y propuestas de mejoras en los puestos de trabajo con índice de riesgo en una empresa de rehabilitación y mejoramiento de vías urbanas, Arequipa, 2020” tuvo como objetivo principal proponer mejoras basadas en la evaluación ergonómica de los puestos de trabajo con índice de riesgo en una empresa de rehabilitación y mejoramiento de vías urbanas en Arequipa. La metodología empleada constó de cinco etapas y se basó en un diseño de investigación no experimental y transversal, en el cual los datos de la muestra fueron recolectados en un solo momento.

La muestra consistió en cuatro colaboradores de la tarea de corte de adoquines en el puesto de operarios, la cual fue seleccionada como la actividad más riesgosa. Para evaluar esta tarea, se utilizaron varios métodos, incluyendo CoPsoQ istas21, OCRA multitareas, REBA, UNE fuerzas y MMC Múltiple.

El resultado de la evaluación ergonómica fue la identificación del puesto de operarios y, dentro de las actividades de dicho puesto, se determinó que la actividad de "corte para ajustes de instalación" presentaba un alto nivel de riesgo y requería una intervención ergonómica urgente. Esta actividad fue evaluada en los cuatro operarios que la realizaban.

En términos de posturas y repetitividad, se identificó un alto riesgo, mientras que en las condiciones ambientales se destacó el ruido y el polvo. En cuanto a la manipulación manual de cargas y fuerzas, se observó un nivel moderado de riesgo [6].

En base a los referentes mencionados, la investigación propuesta se consolida como una oportunidad, pues varios autores han abordado el tema de mejorar el puesto de trabajo de los trabajadores desde el enfoque ergonómico, sin embargo, se desarrollan en áreas diferentes a la planteado.

1.2 Fundamentación teórica

1.2.1 Ergonomía y su importancia en el entorno laboral

3.2.1.1 Definición de ergonomía

La ergonomía es un campo multidisciplinario que se preocupa por adaptar el trabajo humano [7]. Según la Administración de seguridad y salud ocupacional (OSHA) del Departamento de Trabajo de los Estados Unidos, la ergonomía la definen como la adaptación del trabajo y elementos del puesto hacia las capacidades y necesidades de las personas. Se reconoce que la aplicación de principios ergonómicos disminuye la fatiga muscular, aumenta la productividad y reduce tanto la cantidad como la gravedad de los trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo [8].

La ergonomía consiste en adaptar el trabajo a las personas. Idealmente, esta práctica busca mejorar la eficiencia laboral y garantizar un entorno de trabajo cómodo, sin comprometer la salud y la seguridad de los trabajadores [9].

A pesar de que existen diversas definiciones de ergonomía, su enfoque central radica en la preocupación por el bienestar de la persona. Es indiscutible que cuanto más cómodo se sienta un individuo al desempeñar su trabajo, mayor será su seguridad, salud y productividad [9].

En los últimos años, se ha observado un creciente enfoque en la "personalización total", ya que las personas han buscado constantemente adaptar sus actividades y entornos. Este fenómeno se encuentra dentro del ámbito de estudio de la ergonomía, que se refiere a la adaptación del trabajo a las habilidades del trabajador. El término "ergonomía" proviene de las palabras griegas "Ergom", que significa trabajo, y "nomos", que hace referencia a las leyes de la naturaleza [9].

Durante la revolución industrial en el siglo XVIII, se registraron diversos incidentes laborales y enfermedades debido a la falta de consideración hacia las personas que utilizaban las máquinas. En ese entonces, las máquinas eran construidas por el ser humano

sin tener en cuenta su investigación, ni las habilidades y capacidades de los usuarios. Además, las condiciones de trabajo para los empleados eran inadecuadas [9].

La ergonomía es una disciplina que compete al estudio de cómo optimizar el sistema, el equipo y el entorno de producción para que se ajusten de manera adecuada a las capacidades psicofisiológicas de los empleados. Su objetivo es promover la salud, la satisfacción y el bienestar de los trabajadores, buscando que el trabajo sea eficiente y beneficioso para ellos [9].

En el contexto de la ergonomía laboral, se comprende como la capacidad de ajustar el trabajo a las necesidades y características individuales de las personas.

Implica el diseño de productos y tareas de manera que sean estos los que se adapten a las capacidades y preferencias de los trabajadores, en lugar de exigir a las personas que se adapten a condiciones laborales poco adecuadas [10].

La ergonomía aborda aspectos vinculados al sistema laboral, estos se incluyen a continuación en la figura 1:

La persona	La máquina	El ambiente	La información	La organización
<ul style="list-style-type: none"> •Características físicas, fisiológicas, psicológicas y sociales del trabajador; influencia del sexo, edad, entrenamiento, formación, motivación, entre otros. 	<ul style="list-style-type: none"> •Se entiende por máquina a todas las ayudas materiales que la persona emplea en el trabajo, incluyendo equipo, herramientas, mobiliario, instalaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> •Características del ambiente físico del trabajo, tales como la temperatura, ruido, vibración, iluminación, entre otros. 	<ul style="list-style-type: none"> •Se refiere a la comunicación entre otros componentes de un sistema, la transmisión y el procesamiento de información y la toma de decisiones. 	<ul style="list-style-type: none"> •Conjugación de los elementos del sistema productivo, englobando aspectos como horarios, turnos de trabajo, formación de equipos.

Figura 1. Factores relacionados con el sistema de trabajo [11].

3.2.1.2 Clasificación de ergonomía

Ergonomía física

Se trata del tipo más comúnmente asociado con la ergonomía en general, ya que se centra en la adaptación física del entorno y los productos. El objetivo de este enfoque es evaluar el material de trabajo, la postura adoptada durante la jornada laboral y los aspectos espaciales relacionados con el confort en las tareas. Un entorno y diseño adecuados reducen los problemas físicos y mejoran, agilizan y facilitan el rendimiento laboral. En resumen, este tipo de ergonomía considera el factor fisiológico y mecánico en el ámbito laboral [12].

Se pueden encontrar ejemplos claros de este tipo de ergonomía en la adaptación de las sillas y mesas de trabajo, cuyo diseño óptimo permite que el trabajador mantenga una postura adecuada. Estos ejemplos ilustran cómo la ergonomía se aplica para garantizar condiciones de trabajo más cómodas y saludables, optimizando el rendimiento y reduciendo posibles riesgos para la salud [13].

Ergonomía cognitiva

Este enfoque se centra en los aspectos individuales del trabajador, analizando las implicaciones y adaptaciones necesarias en el puesto de trabajo en relación con las capacidades y requisitos psicológicos del individuo. Se consideran aspectos como las habilidades cognitivas, emocionales y psicológicas del trabajador, así como sus necesidades y demandas específicas para desempeñar eficientemente las tareas laborales.

Este tipo de ergonomía busca promover un entorno de trabajo que se ajuste de manera óptima a las características y capacidades de cada individuo, favoreciendo su bienestar y rendimiento laboral [12].

Para Castellero Mimenza, la ergonomía cognitiva aborda diversos aspectos relacionados con la gestión del estrés laboral, el impacto de los dispositivos o servicios tecnológicos en su reducción, la gestión de las emociones asociadas a determinados puestos de trabajo, así

como la interacción entre los materiales, equipos y las capacidades individuales del trabajador [12].

En síntesis, la ergonomía cognitiva se enfoca en adaptar el entorno laboral a las capacidades y requisitos psicológicos de los individuos. Además, se busca mejorar las herramientas de trabajo de acuerdo con las habilidades y capacidades individuales de cada trabajador [13].

Ergonomía organizacional

La ergonomía organizacional se enfoca en reconocer la relación entre el individuo y la institución, involucrando un análisis de las actividades desempeñadas por ambas partes, la comisión de los recursos humanos y la comunicación propia dentro de las empresas [12].

La ergonomía organizacional se distingue por su enfoque en la relación entre el individuo y la institución, y no se limita únicamente al puesto de trabajo. Por lo tanto, resulta crucial analizar las actividades realizadas por cada persona, así como la cultura laboral, las políticas de comunicación y otros parámetros institucionales relevantes dentro de la empresa [13].

Ergonomía ambiental

El análisis y la asignación de espacios, así como la evaluación de elementos como el ruido, la iluminación y la temperatura, constituyen el objetivo principal de la ergonomía ambiental. Esta disciplina reconoce la importancia de los efectos que estos factores generan en el individuo y busca mejorar su bienestar en el entorno de trabajo [12].

La ergonomía ambiental se ocupa de todos los aspectos del entorno y cómo influyen en el lugar de trabajo y, por ende, en las actividades de los trabajadores. Este enfoque abarca diversos ámbitos de la vida y no se limita únicamente al entorno laboral, reconociendo la importancia de crear ambientes adecuados y saludables en diferentes contextos [13].

3.2.1.3 Principios y objetivos de la ergonomía en el trabajo

La Ergonomía, al igual que otras técnicas de Prevención de Riesgos Laborales, se rige por un conjunto de principios fundamentales. Estos principios contribuyen a promover un ambiente laboral seguro, saludable y productivo, donde se considera el bienestar y las capacidades de los trabajadores en conjunto de toda la empresa, los principios ayudan a tener y considerar ideas de un ambiente laboral óptimo y adecuado para cumplir con las actividades laborales, mismos que se enumeran en la tabla 1, a continuación:

Tabla 1. Principios de la ergonomía [14].

Número	Actividad
1	Seleccionar la tecnología más adecuada en función del personal disponible.
2	Controlar el entorno del puesto de trabajo para garantizar condiciones seguras y saludables.
3	Detectar los riesgos asociados a la fatiga física y mental, y tomar medidas preventivas.
4	Realizar un análisis de los puestos de trabajo para establecer objetivos de formación adecuados.
5	Optimizar la interacción entre el personal y la tecnología utilizada en el trabajo.
6	Fomentar el interés de los trabajadores tanto por la tarea en sí como por el entorno laboral.

El estudio ergonómico debe centrarse en la adaptación de una herramienta al operario para que pueda funcionar de una manera mucho más versátil y adecuada.

Por otro lado, los objetivos de la ergonomía están detallados en la tabla 2 y son:

Tabla 2. Objetivos de la ergonomía [7].

Número	Actividad
1	Mejorar la seguridad y la eficacia en el desarrollo de las actividades humanas en todos sus aspectos.
2	Mejorar la relación entre el individuo y el puesto de trabajo, asegurando una adecuación óptima.
3	Adecuar el trabajo a las capacidades y potencialidades humanas, contribuyendo así a mejorar la calidad de vida.
4	Mejorar el entorno del puesto de trabajo identificando y ajustando las variables relevantes del sistema.
5	Establecer los límites de actuación de las personas y detectar y corregir los riesgos de fatiga, tanto física como psicológica.

3.2.1.4 Beneficios de aplicar la ergonomía en los puestos de trabajo

La mejora de las condiciones laborales contribuye a reducir los problemas físicos asociados al trabajo, minimizando así las lesiones o molestias relacionadas con ciertos movimientos y posturas. Además, la ergonomía puede tener un impacto positivo en la productividad, al promover un entorno de trabajo seguro y generar un ambiente laboral favorable. Esto se traduce en un mayor nivel de eficiencia y rendimiento por parte de los trabajadores en sus respectivas tareas [15]. La ergonomía no solo busca proteger la salud de los empleados, sino que también puede ser un factor clave para impulsar la productividad y mejorar el desempeño laboral. A continuación, se describen sus beneficios más importantes:

Trabajadores más productivos y eficientes

La ergonomía ofrece numerosos beneficios, entre los cuales destaca su capacidad para impulsar la productividad de los empleados, es decir, que en un ambiente de trabajo en donde el personal operativo del área de producción se siente motivado el beneficio será de carácter empresarial y no solo personal.

Al promover un entorno laboral seguro y favorable, fomentar el trabajo en equipo, proporcionar pausas adecuadas y crear un ambiente laboral positivo, la ergonomía contribuye a que cada miembro del equipo sea más productivo y eficiente en sus tareas. Estas mejoras en la productividad se deben a que la ergonomía optimiza las condiciones de trabajo y promueve prácticas que maximizan el rendimiento de los empleados [16].

Prevención de riesgos laborales

La ergonomía tiene como objetivo principal crear entornos laborales cómodos y seguros que no tengan impactos negativos en los trabajadores. Su enfoque se centra en garantizar la salud física y mental de los empleados al prevenir riesgos laborales relacionados con movimientos inadecuados, posturas incorrectas, estrés y otros factores similares. Mediante el diseño adecuado de los puestos de trabajo y la implementación de medidas preventivas, la ergonomía busca evitar cualquier efecto perjudicial para los trabajadores y promover su bienestar general en el entorno laboral [16].

Introducir nuevas tecnologías

La ergonomía facilita la gradual incorporación de nuevas tecnologías con el propósito de mejorar la eficiencia laboral. Un ejemplo de ello es la automatización de tareas que permite una mejor optimización del tiempo de trabajo [16]. Es importante introducir gradualmente nuevas tecnologías en el entorno laboral para evitar que los trabajadores se sientan desplazados o desactualizados. Muchos empleados pueden enfrentar dificultades al adaptarse al uso de diferentes tecnologías, por lo que una implementación progresiva es esencial para facilitar su transición [16].

Reducción del absentismo laboral

La ergonomía dentro del entorno laboral tiene la capacidad de disminuir el ausentismo laboral. Muchas de las molestias óseas y musculares se originan debido a las posturas de los trabajadores durante largas jornadas laborales sin descansos, lo cual puede resultar en bajas médicas perjudiciales para la empresa. La ergonomía se enfoca en evitar esta situación estudiando las mejores posiciones y entornos para preservar la salud de los trabajadores y reducir el ausentismo laboral [16].

Promover la salud y comodidad

El objetivo primordial de la ergonomía es fomentar la salud y la comodidad de los empleados. Se busca alcanzar un entorno laboral que brinde comodidad, seguridad e higiene, promoviendo de esta manera la salud de los trabajadores y aumentando significativamente su satisfacción laboral. Para lograrlo, resulta crucial diseñar un ambiente físico de trabajo adecuado y confortable para llevar a cabo las tareas [16].

Aumentar la motivación

La creación de un entorno de trabajo óptimo tiene un impacto directo en la motivación de los empleados. Cuando los trabajadores se sienten motivados, su nivel de compromiso aumenta significativamente. Este beneficio brindado por la ergonomía es de gran importancia, ya que una empresa opera de manera eficiente y efectiva cuando cuenta con empleados motivados e involucrados en su labor [16].

1.2.2 Identificación y evaluación de riesgos ergonómicos

3.2.1.5 Definición de Riesgo ergonómico

El concepto de riesgo advierte sobre la posibilidad de sufrir daños o afectaciones de diversa índole, y cuando está asociado al trabajo que se realiza, se considera un riesgo laboral. Existen enfermedades ocupacionales que se derivan de la exposición continua a riesgos presentes en el entorno laboral [17].

El riesgo ergonómico se define como una expresión matemática que representa la probabilidad de experimentar un evento adverso o no deseado, como accidentes o enfermedades, en el entorno laboral. Este riesgo está condicionado por ciertos factores disergonómicos, también conocidos como factores de riesgo ergonómico [18]. Estos riesgos se refieren a aquellos que surgen cuando el empleado interactúa con su lugar de trabajo, y cuando las tareas laborales implican movimientos, posturas o acciones que pueden resultar perjudiciales para su salud [19].

3.2.1.6 Factores de riesgos ergonómicos

Se define como un factor de riesgo en el entorno laboral a las condiciones de trabajo que aumentan la posibilidad de ocurrencia de daños relacionados con el trabajo [20]. De manera similar, un factor de riesgo ergonómico se refiere a las condiciones laborales que influyen en las demandas físicas y mentales impuestas al trabajador, aumentando la posibilidad de ocurrencia de daños [20]. En el entorno laboral, muchas de las tareas requieren adoptar posturas incómodas, realizar movimientos repetitivos, manipular cargas manualmente, y estar expuesto a vibraciones mecánicas, entre otros. Estas actividades conllevan un alto riesgo de provocar Trastornos Musculoesqueléticos (TME) [20].

Factores de riesgo biomecánicos o físicos

Maniobra manual de cargas

Este tipo de tareas ocasionan situaciones negativas cuando se trata de manejar peso excesivo, de ahí se genera los factores de riesgos ergonómicos.

- Cuando una carga supera los 3 kg, puede considerarse un riesgo potencial para la región lumbar, lo cual no es tolerable desde el punto de vista ergonómico.
- Las cargas que exceden los 25 kg son muy probablemente un riesgo en sí mismas, incluso si no existen otras condiciones ergonómicas desfavorables.
- La manipulación manual de objetos que pesan menos de 3 kg también puede generar riesgo musculoesqueléticos en los miembros superiores debido a esfuerzos repetitivos, aunque no se consideran cargas en sentido estricto [20].

Movimientos repetitivos.

Se refieren a una serie de movimientos que se realizan de forma continua y prolongada durante una actividad específica. Estos movimientos involucran el uso repetitivo de las mismas áreas del cuerpo y el mismo conjunto de músculos y huesos, lo que puede resultar en fatiga muscular, sobrecarga, dolor y, en última instancia, lesiones en dichas áreas corporales [20].

Se distinguen por la repetición constante de ciclos de trabajo similares, donde cada ciclo consiste en una secuencia de acciones que se repiten de manera consistente. Estos movimientos repetitivos afectan principalmente a los miembros superiores, que incluyen las manos, dedos, muñecas, antebrazos, codos y brazos [20].

Posturas forzadas (dinámicas o estáticas)

Son aquellas posiciones de trabajo en las que una o varias partes del cuerpo se encuentran en una posición incómoda o forzada, alejada de su postura natural o de confort. Estas posturas inadecuadas pueden implicar hiperextensiones, hiperflexiones o hiperrotaciones, lo que puede provocar lesiones por sobrecarga en el área afectada [20].

Las posturas forzadas se refieren a aquellas posiciones de trabajo en las que no se realiza manipulación de cargas superiores a 3 kg. Estas posturas pueden ser estáticas, en las que se mantiene una posición durante un período prolongado, o dinámicas, en las que se repiten movimientos específicos. Las posturas forzadas pueden afectar a una zona corporal específica o al cuerpo en su conjunto, lo que determina si el trabajo realizado es considerado estático o dinámico [20].

Presión por contacto e impactos repetidos

Las presiones mecánicas localizadas se refieren a la situación en la que los tejidos blandos del cuerpo entran en contacto con objetos duros o afilados, o cuando una parte específica del cuerpo se utiliza como una herramienta que causa impactos repetidos. En estas situaciones, se ejerce una presión concentrada sobre áreas específicas del cuerpo, lo que puede provocar molestias, daños o lesiones en los tejidos afectados.

Se pueden experimentar efectos adversos cuando se utiliza la mano humana como una herramienta de golpe o al emplear utensilios con superficies estrechas y duras que ejercen una compresión significativa sobre los tendones y nervios de la palma de la mano o los dedos. Estas situaciones pueden provocar consecuencias negativas en la salud, como lesiones, molestias o trastornos en la zona afectada [20].

Vibraciones mecánicas.

Se pueden experimentar efectos adversos cuando se utiliza la mano como una herramienta para golpear o al emplear utensilios con superficies estrechas y duras que ejercen una compresión significativa sobre los tendones, vasos sanguíneos y nervios de la palma de la mano o los dedos.

Estas situaciones pueden provocar consecuencias negativas en la salud, como lesiones, molestias o trastornos en la zona afectada [20].

- *Vibraciones cuerpo entero:* se generan a través de vehículos o plataformas y se transmiten al cuerpo en su totalidad, incluso a través de los pies. Estas vibraciones pueden resultar en lesiones en la espalda, como lumbalgias y lesiones en la columna vertebral [20].
- *Vibraciones mano-brazo:* son provocadas por equipos de trabajo y herramientas, y se transmiten a través de la mano. Estas vibraciones pueden ocasionar problemas vasculares, como la reducción del flujo sanguíneo, así como afectar los huesos, las articulaciones, los nervios y los músculos [20].

Factores de riesgo ambientales

Factores de riesgo ambientales I: Condiciones termo higrométricas

Se hace referencia a las condiciones ambientales en las que la temperatura del entorno no es adecuada durante la realización de las labores. Si la temperatura es demasiado alta, el trabajador puede experimentar fatiga de manera más rápida. Además, si las manos transpiran, puede resultar en un agarre menos firme de la carga. Por otro lado, si la temperatura es demasiado baja, los músculos, especialmente los de los brazos y las manos,

pueden entumecerse, lo que aumenta el riesgo de lesiones debido a la falta de sensibilidad. Además, la destreza manual se ve afectada y los movimientos se vuelven más difíciles de realizar. Es importante mantener una temperatura adecuada en el entorno laboral para garantizar la seguridad y el bienestar de los trabajadores [20].

Factores de riesgo ambientales II

- *Ráfagas de viento:* representan corrientes de aire frío que pueden provocar un enfriamiento rápido y entumecimiento del cuerpo. Es importante considerar esta posibilidad, especialmente en trabajos al aire libre, donde pueden presentarse vientos fuertes, especialmente en forma de ráfagas. [20].
- *Iluminación deficiente:* puede generar riesgos de tropezones o accidentes, ya que dificulta la adecuada percepción de la posición y la distancia. Esto puede deberse a una iluminación deficiente o a posibles deslumbramientos, lo cual compromete la visibilidad y aumenta la probabilidad de percances [20].

Factores de riesgo del entorno laboral

Se hace referencia al empleo de maquinaria o equipos peligrosos, el riesgo de contactos eléctricos, la exposición a energía radiante, la presencia de superficies resbaladizas, la falta de espacio, el uso de equipos de protección individual incómodos, la falta de orden, entre otros. Estos factores agravan las condiciones ergonómicas del puesto de trabajo [20].

- *Falta de espacio:* La falta de espacio adecuado puede incrementar el riesgo de lesiones al dificultar los movimientos de giros e inclinaciones del tronco.
- *Suelo resbaladizo o desigual:* Un suelo con irregularidades o propenso al deslizamiento puede aumentar las posibilidades de tropiezos y resbalones, dificultando los movimientos suaves y seguros en general.
- *Desniveles:* Si es necesario subir escalones o cuestas mientras se cargan objetos, el riesgo de lesiones se incrementa, ya que se añade complejidad a los movimientos y se generan grandes fuerzas estáticas en los músculos y articulaciones de la espalda [20].

Factores de riesgo psicosociales

Incluyen todas las condiciones vinculadas a la organización laboral, el contenido del trabajo y la ejecución de las tareas. Algunos de los factores psicosociales que contribuyen significativamente al aumento del riesgo de sufrir un trastorno musculoesquelético (TME) son:

- La diversidad de tareas, tanto en exceso como en insuficiencia (trabajo monótono y repetitivo).
- La falta de control sobre las propias tareas.
- El ritmo de trabajo acelerado.
- La prolongación de la jornada laboral.
- La escasez de períodos de descanso y recuperación [21].

1.2.3 Decreto Ejecutivo 2393

Dentro de un estudio ergonómico es importante regirse en ciertos reglamentos o bases de seguridad y salud profesional que sean de interés sociales, esto permite llevar un estudio más global que se adapte y se rija bajo normas nacional e incluso de manera extensa a normas internacionales.

Este decreto ejecutivo de carácter nacional permite al estudio comparar los resultados obtenidos con los datos establecidos en el decreto, siendo este importante por los medios necesarios que arroja o establece para poder promover de manera eficaz los espacios y áreas de trabajo para los trabajadores a nivel general [22].

El decreto ejecutivo dicta de manera indirecta los riesgos profesionales en muchos campos labores, por ejemplo, en el tema del ruido establece que, si se trabaja con máquinas o con ruidos extremos, estos no pasen ciertos límites durante cierto tiempo en las horas laborales ya que esto indicaría un aumento en el riesgo sea del tipo que sea, y además se estaría incumpliendo con las bases legales del decreto ejecutivo, es por ellos que para este estudio se ha regido ciertas bases para que se pueda cumplir con la ergonomía.

1.2.4 Guía técnica del I.N.S.H.T

Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo, es una entidad que promueve el uso de ciertas guías técnicas que aportan información importante y que a pesar de ser más global permite adaptar el trabajo técnico a un estudio más detallado y certero de cumplir con ciertas normas al momento de realizar las actividades.

Este instituto arroja información acerca de ciertos campos de la seguridad industrial que permitan mejorar el ambiente laboral y a su vez reducir o mitigar los riesgos, para este caso de estudio y como ejemplo fundamental se hace referencia a las manipulación de cargas que es algo esencial en este trabajo, por la tanto da una guía acerca de los pesos máximos que puede cargar o transportar el personal tanto masculino, como femenino y de la misma manera una población mixta [23].

3.2.1.7 Metodologías de identificación y evaluación de riesgos ergonómicos

Matriz de estimación 5x5

La matriz de estimación de 5x5 es una matriz la cual trabaja por medio de probabilidad, y se la puede ejecutar a través de la observación directa sin ningún problema, es decir, que se mide la probabilidad de que suceda ese tipo de riesgo del área de encalado mediante niveles de riesgo como son 5, que se detalla a continuación en forma descendente de probabilidad:

- 5 casi seguro (suceda o se produzca riesgo)
- 4 probable (suceda o se produzca riesgo)
- 3 moderado (suceda o se produzca riesgo)
- 2 poco probable (suceda o se produzca riesgo)
- 1 raro (suceda o se produzca riesgo)

Con estas opciones el evaluador del área puede considerar de manera prudente el nivel del riesgo que se presenta en el área a ser evaluada.

La siguiente parte de la cual se compone esta matriz de estimación es la manera en la cual el evaluador consideraría el nivel de impacto que puede tener el riesgo, al mencionar nivel

de impacto, hacer referencia al nivel en el cual el operario puede sufrir lesiones músculo esqueléticas y por lo mismo llegar a presentar cuadros de enfermedades ocupacionales en un lapso prolongado.

El nivel de impacto se basa en 5 terminologías las cuales se indican a continuación de manera ascendente de acuerdo con el nivel de impacto que se puede generar:

- 1 insignificante (suceda o se produzca riesgo)
- 2 menor (suceda o se produzca riesgo)
- 3 significativo (suceda o se produzca riesgo)
- 4 mayor (suceda o se produzca riesgo)
- 5 severo (suceda o se produzca riesgo)

Los riesgos por considerar son para este trabajo técnico que se va a determinar cuál es el que mayor incidencia tiene dentro del área de enalado son los siguientes: riesgos mecánicos, riesgos químicos, riesgos ergonómicos, riesgos psicosociales y los riesgos físicos.

Riesgos mecánicos

A los riesgos mecánicos se les denomina como todos aquellos factores físicos que conllevan a una futura lesión debido a la acción mecánica, ya sea de máquinas, herramientas o de útiles de trabajo [24].

Riesgos Químicos

El transporte de químicos dentro de un punto A hacia un punto B, en toda situación siempre ha generado una incertidumbre dentro del personal de trabajo que se ven expuestos a manipular este tipo de cargas y que normalmente tienen el conocimiento por experiencia de hacerlo, ya que el peligro de que se produzcan quemaduras o cualquier tipo de lesión es algo que se debería manejar a través mediante hojas de seguridad, que indiquen el nivel de peligro y la forma de manipular el producto [25].

Riesgos ergonómicos

Se conoce como riesgo ergonómico a toda inadecuada maniobra o proceso de trabajo que pueda provocar lesiones musculo esqueléticas. Durante las jornadas laborales los operarios están realizando movimientos repetitivos que conllevan a aumentar el riesgo ergonómico, también se conoce que la fuerza realizada debido a cargas excesivas perjudica la salud del personal de trabajo, todos estos factores son los que aumentan el nivel de riesgo ergonómico en el área de enalado [26]. En este caso se considera a los riesgos ergonómicos como la ausencia de una correcta ergonomía laboral que pertenece al departamento de seguridad industrial, y que se denominan la probabilidad de desarrollar un trastorno musculo esquelético por la intensidad de la fuerzas física en el área de trabajo y por los movimientos repetitivos [27].

Riesgos psicosociales

Factores tales como la carga excesiva de trabajo, la comunicación ineficaz o las dificultades al momento del compromiso laboral, son factores importantes de los riesgos psicosociales ya que estos pueden afectar en la salud mental y esto en el desempeño del trabajador [28].

Riesgos físicos

Los riesgos físicos en un puesto de trabajo abarca muchos factores en los cuales si el operario está expuesto a la mayoría de ellos, entonces el riesgo se considerará inminente, se menciona a los riesgos físicos como la exposición del trabajador o persona a distintos factores ambientales que se relacionan con las propiedades físicas del entorno, es decir que si el operario se expone al ruido, la vibración, cambios de temperatura, entre otros, entonces se considera como riesgo físico [29].

Método LEST para la identificación de riesgos ergonómicos

El método LEST fue desarrollado por F. Guélaud, M.N. Beauchesne, J. Gautrat y G. Roustang, quienes son miembros del Laboratoire d'Economie et Sociologie du Travail (LEST) [30].

Su objetivo es evaluar las condiciones de trabajo de manera objetiva y global, brindando un diagnóstico satisfactorio. El método toma en cuenta 14 variables agrupadas en 5 aspectos o dimensiones: entorno físico, carga física, carga mental, aspectos psicosociales y tiempo de trabajo. La evaluación se basa en las puntuaciones obtenidas para cada una de las 14 variables consideradas [30]. En la Tabla 3 se describen estas dimensiones.

Tabla 3. Dimensiones y variables de método LEST [30].

Dimensión	Variable	Requisitos
Carga Física	Carga Estática	<ul style="list-style-type: none"> – Las posturas más frecuentemente adoptadas por el trabajador, así como su duración en minutos por hora de trabajo.
	Carga Dinámica	<ul style="list-style-type: none"> – El peso en Kg. de la carga que provoca el esfuerzo. – Si esfuerzo realizado en el puesto de trabajo es Continuo o Breve pero repetido. – Si el esfuerzo es continuo se indicará la duración total del esfuerzo en minutos por hora. – Si los esfuerzos son breves pero repetidos se indicará las veces por hora que se realiza el esfuerzo. – Al aprovisionarse de materiales, la distancia recorrida con el peso en metros, la frecuencia por hora del transporte y el peso transportado en Kg.
Entorno Físico	Ambiente Térmico	<ul style="list-style-type: none"> – Velocidad del aire en el puesto de trabajo. – Temperatura del aire seca y húmeda. – Duración de la exposición diaria a estas condiciones. – Veces que el trabajador sufre variaciones de temperatura en la jornada.

Tabla 3. Dimensiones y variables de método LEST [30]. (Continuación)

	Ruido	<ul style="list-style-type: none"> – El nivel de atención requerido por la tarea. – El número de ruidos impulsivos a los que está sometido el trabajador.
	Ambiente Luminoso	<ul style="list-style-type: none"> – El nivel de iluminación en el puesto de trabajo. – El nivel medio de iluminación general del taller. – El nivel de contraste en el puesto de trabajo. – El nivel de percepción requerido en la tarea. – Si se trabaja con luz artificial. – Si existen deslumbramientos
	Vibraciones	<ul style="list-style-type: none"> – La duración diaria de exposición a las vibraciones. – El carácter de las vibraciones.
Carga Mental	Presión De Tiempos	<ul style="list-style-type: none"> – Tiempo en alcanzar el ritmo normal de trabajo. – Modo de remuneración del trabajador. – Si el trabajador puede realizar pausas. – Si el trabajo es en cadena. – Si deben recuperarse los retrasos. – Si en caso de incidente puede el trabajador parar la máquina o la cadena. – Si el trabajador tiene posibilidad de ausentarse momentáneamente de su puesto de trabajo fuera de las pausas previstas. – Si tiene necesidad de hacerse reemplazar por otro trabajador. – Las consecuencias de las ausencias del trabajador.
	Atención	<ul style="list-style-type: none"> – El nivel de atención requerido por la tarea. – El tiempo que debe mantenerse el nivel de atención. – La importancia de los riesgos que puede acarrear

Tabla 3. Dimensiones y variables de método LEST [30]. (Continuación)

		<p>la falta de atención.</p> <ul style="list-style-type: none"> – La frecuencia con que el trabajador sufre riesgos por falta de atención. – La posibilidad técnica de hablar en el puesto. – El tiempo que puede el trabajador apartar la vista del trabajo por cada hora dado el nivel de atención. – Intervenciones diferentes que el trabajador debe realizar. <p>Duración total del conjunto de las intervenciones por hora.</p>
	Complejidad	<ul style="list-style-type: none"> – Duración media de cada operación repetida. – Duración media de cada ciclo.
Aspectos Psicosociales	Iniciativa	<ul style="list-style-type: none"> – Si el trabajador puede modificar el orden de las operaciones que realiza. – Si el trabajador puede controlar el ritmo de las operaciones que realiza. – Si puede adelantarse. – Si el trabajador controla las piezas que realiza. – Si el trabajador realiza retoques eventuales. – La norma de calidad del producto fabricado. – Si existe influencia positiva del trabajador en la calidad del producto. – La posibilidad de cometer errores. – En caso de producirse un incidente quién debe intervenir. – Quién realiza la regulación de la máquina.

Tabla 3. Dimensiones y variables de método LEST [30]. (Continuación)

	Comunicación Con Los Demás Trabajadores	<ul style="list-style-type: none"> – El número de personas visibles por el trabajador en un radio de 6 metros. – Si el trabajador puede ausentarse de su trabajo. – La necesidad de hablar en el puesto. – Si existe expresión obrera organizada.
	Relación Con El Mando	<ul style="list-style-type: none"> – La frecuencia de las consignas recibidas del mando en la jornada. – La amplitud de encuadramiento en primera línea. – La intensidad del control jerárquico. – La dependencia de puestos de categoría superior no jerárquica.
	Status Social	<ul style="list-style-type: none"> – La duración del aprendizaje del trabajador para el puesto. – La formación general del trabajador requerida.
Tiempos De Trabajo	Cantidad Y Organización Del Tiempo De Trabajo	<ul style="list-style-type: none"> – Duración semanal en horas del tiempo de trabajo. – Tipo de horario del trabajador. – Norma respecto a horas extraordinarias. – Si son tolerados los retrasos horarios. – Si el trabajador puede fijar las pausas. – Si puede fijar el final de su jornada. – Los tiempos de descanso.

Para variables mencionadas en el método Lest, es necesario el adecuado uso de los instrumentos de medición mediante los cuales se obtendrán valores reales de la situación en campo.

Evaluación del método REBA

El método REBA se utiliza para evaluar posturas individuales en el trabajo. Sin embargo, es importante seleccionar cuidadosamente las posturas que serán evaluadas, teniendo en cuenta su duración, frecuencia y desviación con respecto a la posición neutral.

El primer paso para llevar a cabo esta evaluación es observar las tareas que realiza el trabajador. Se deben observar distintos ciclos de trabajo para determinar las posturas que serán evaluadas. En caso de que cierto ciclo sea muy largo o no existan ciclos, se pueden realizar evaluaciones en intervalos regulares. En este caso, también se debe considerar el tiempo que el trabajador pasa en cada postura.

Las mediciones de las posturas adoptadas por el trabajador se realizan principalmente en términos de ángulos. Estas mediciones pueden hacerse directamente en el trabajador utilizando transportadores de ángulos.

También es posible utilizar fotografías del trabajador adoptando las posturas estudiadas y midiendo los ángulos en las imágenes. Si se utilizan fotografías, es importante tomar suficientes imágenes desde diferentes puntos de vista (superior, lateral, en detalle) [31].

GRUPO A

El método REBA divide el cuerpo en dos grupos, A y B, para evaluar de forma individual las posturas. En el grupo A se toma en cuenta el tronco, cuello y piernas. En este grupo, se debe especificar si el trabajador tiene el tronco erguido. En caso contrario, se debe indicar el grado de flexión.

La puntuación del cuello se elige entre dos posiciones posibles. Si existe torsión lateral, se aumenta la puntuación. Por último, se analizan las piernas, y si hay una flexión de rodilla entre 30 y 60°, se aumenta la puntuación correspondiente [31]. Esto se encuentra detallado en la tabla 4, a continuación:

Tabla 4. Dimensiones de REBA grupo A [31].

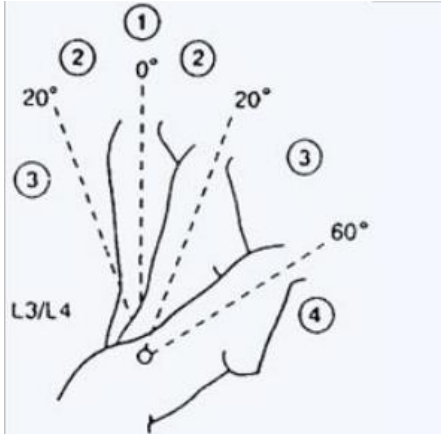
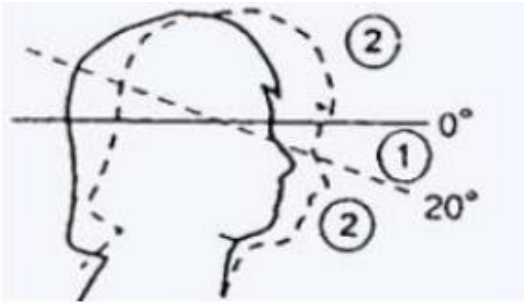
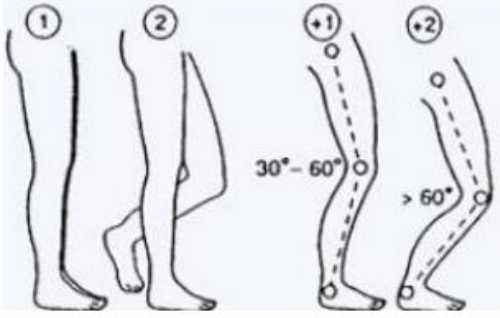
Grupo A		
TRONCO		
Movimiento	Puntuación	Corrección
Erguido	1	Añadir +1 si hay torsión o inclinación lateral.
0°-20° flexión 0°-20° extensión	2	
20°-60° flexión >20° extensión	3	
>60° flexión	4	
CUELLO		
Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-20° flexión	1	Añadir +1 si hay torsión o inclinación lateral.
20° flexión o extensión	2	
	3	

Tabla 4. Dimensiones de REBA grupo A [31]. (Continuación)

PIERNAS		
Movimiento	Puntuación	Corrección
Soporte bilateral, Andando o sentado	1	<ul style="list-style-type: none"> - Añadir +1 si hay flexión de rodillas entre 30 y 60° - +2 si las rodillas están flexionadas más de 60° (salvo postura sedente)
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	

El grupo A considera las 3 zonas principales en generan tensión al momento de realizar los trabajos o las actividades dentro del puesto laboral, en lo cual se ha especificado las correcciones necesarias a considerar.

GRUPO B

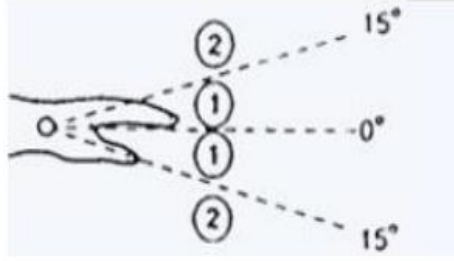
El proceso de evaluación continua con la última parte de evaluación, es decir, con la valoración del grupo B.

Este grupo por evaluar mediante ángulos también está enfocado en el brazo, antebrazo y muñeca. Es importante destacar que se analiza una parte específica del cuerpo, ya sea el lado derecho o izquierdo, por lo tanto, se asignará una puntuación única para cada brazo, antebrazo y muñeca según la postura adoptada [31]. En la tabla 5 se mencionan la dimensiones a considerar para el grupo B.

Tabla 5. Dimensiones de REBA grupo B [31].

Grupo B		
BRAZO		
Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-20° flexión 0°-20° extensión	1	<ul style="list-style-type: none"> - Añadir +1 si hay abducción o rotación. - +1 elevación del hombro -1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad.
>20° extensión 21°-45° flexión	2	
46°-90° flexión	3	
>90° flexión	4	
ANTEBRAZO		
Movimiento	Puntuación	
60°-100° flexión	1	
<60° flexión >100° flexión	2	

Tabla 5. Dimensiones de REBA grupo B [31]. (Continuación)

MUÑECA		
Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-15° flexión/ extensión	1	Añadir+1 si hay torsión o desviación lateral. 
>15° flexión/ extensión	2	

1.2.5 Diseño ergonómico y mejoramiento del puesto de trabajo

El diseño es una parte fundamental de la Ingeniería Mecánica, y mejor aún si se considera la parte ergonómica como parte del diseño, que compete también el rediseño como parte de una reingeniería que puede ayudar a generar un impacto positivo hacia distintos campos como pueden ser el de la salud y entre otros, además que permite y da paso al bienestar de los trabajadores y la productividad diaria de una empresa. La reingeniería como parte del proceso permite ajustar los entornos laborales a las capacidades que tienen los operarios y alcanzar objetivos planteados en un plan de trabajo que se desarrolle conforme a las herramientas ergonómicas, de tal manera que se mitigue las lesiones músculo esqueléticas y distintos síntomas de insatisfacción laboral.

Capacitación y entrenamiento de los trabajadores en prácticas ergonómicas

La ergonomía en el lugar de trabajo no solo se trata de ajustar sillas y escritorios; es un enfoque holístico para mejorar la salud y el bienestar de los trabajadores al adaptar el entorno laboral a las necesidades humanas. Uno de los pilares fundamentales para lograr un entorno de trabajo ergonómico efectivo es la capacitación y la concientización de los empleados.

¿Por qué es importante la capacitación ergonómica?

La NOM-036-1-STPS-2018, que aborda los factores de riesgo ergonómico en el trabajo, enfatiza la importancia de proporcionar a los trabajadores la capacitación necesaria para comprender y aplicar los principios ergonómicos. Aquí hay algunas razones clave por las que la capacitación ergonómica es esencial:

- **Prevención de Lesiones:** La capacitación en ergonomía ayuda a los empleados a reconocer y evitar situaciones que puedan conducir a lesiones relacionadas con la ergonomía, como trastornos musculoesqueléticos (TME) y lesiones por esfuerzo repetitivo (LER).
- **Mejora del Desempeño:** Los trabajadores capacitados son más conscientes de cómo realizar sus tareas de manera eficiente y segura, lo que puede aumentar la productividad y la calidad del trabajo.
- **Promoción de la Salud:** La ergonomía no solo trata de prevenir lesiones, sino también de promover la salud general. Los trabajadores que comprenden la importancia de la ergonomía tienden a cuidar mejor de sí mismos en el trabajo y en casa.
- **Reducción de Costos:** Menos lesiones laborales significan menos costos médicos y de compensación laboral para las empresas, lo que puede traducirse en ahorros significativos a largo plazo [32].

La ergonomía postural es uno de esos riesgos "silenciosos" que pueden causar graves daños a largo plazo.

Formación en ergonomía entretenida y práctica con realidad virtual

La realidad virtual (RV) es una tecnología emergente que ya forma parte del presente y futuro de los programas de formación en prevención de riesgos laborales, incluyendo la ergonomía. Esta tecnología es una herramienta poderosa para los instructores, ya que les permite incorporar un enfoque práctico y lúdico en sus entrenamientos de seguridad laboral [33].

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Diseñar una propuesta de mejoramiento del puesto de trabajo de encalado de la empresa Prodegel S.A., desde una perspectiva ergonómica.

1.3.2 Objetivo específicos

Objetivo específico 1

- Identificar los factores de riesgos ergonómicos del puesto de trabajo de encalado mediante una matriz de estimación.

Comprende la observación de los factores de riesgo ergonómicos, de manera cualitativa mediante la observación y de manera cuantitativa con la matriz de estimación de riesgos.

Objetivo específico 2

- Evaluar los riesgos ergonómicos asociados al puesto de encalado de la empresa Prodegel S.A., a partir del método LEST.

Aporta valores cuantitativos, que determinan el nivel de riesgo ergonómico dentro del puesto de trabajo, en cual existen acciones repetitivas, de carga y de empuje, para lo cual se pretende utilizar el método mencionado aplicado a la zona de encalado y tomar acciones directas.

Objetivo específico 3

- Controlar los factores de riesgos ergonómicos a partir de la propuesta de mejoramiento de diseño ergonómico del puesto de trabajo de encalado de la empresa Prodegel S.A.

Proporciona el cumplimiento a la acción de mejorar el puesto de trabajo, aplicando el software de modelación y bajo los criterios ergonómicos para poder disminuir o mitigar los riesgos ergonómicos dentro del área de encalado.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Materiales

Para la evaluación pertinente del estudio fue necesario el uso de equipos de medición que permitan una evaluación más certera, es decir, equipos que muestren valores reales que sean tomados en el campo de trabajo, estos equipos están diseñados para tomar datos generalmente del tema del entorno ambiental, en este punto se evalúa el entorno físico en el cual los operarios laboran durante la jornada.




Los materiales utilizados en esta evaluación están detallados en la tabla 6 y son equipos de medición que cumplen con los estándares y tienen su calibración correspondiente, los equipos utilizados fueron:

- El anemómetro
- El termómetro
- El sonómetro
- El luxómetro

Tabla 6. Equipos de medición.

EQUIPOS DE MEDICIÓN	
Anemómetro	
<ul style="list-style-type: none">- Anemómetro Probe YK-200PAM- Velocidad mínima: 0.4 m/s- Velocidad máxima: 35 m/s- Flujo: de 0 a 63 000 CMM- Puerto termopar tipo K/J de -100°C a 1300 °C.- Registrador con tarjeta de 16 GB.	

Tabla 6. Equipos de medición. (Continuación)

<p style="text-align: center;">Termómetro</p> <ul style="list-style-type: none">- Bulbo seco- Carcasa de plástico- Medición de la temperatura ambiente- Mínimo -15°C- Máximo 100°C	
<p style="text-align: center;">Sonómetro</p> <ul style="list-style-type: none">- Sonómetro QUEST 2700- Mínimo 60 dB- Máximo 130 dB- Micrófono modelo QE7052- Micrófono extraíble de ½ pulgada- Voltaje sinusoidal de entrada de 10V RMS.	
<p style="text-align: center;">Luxómetro</p> <ul style="list-style-type: none">- Luxómetro SPER SCIENTIFIC- Modelo 850071- Unidad de medida en Lx- Rango mínimo 20 lx- Rango máximo 20000 lx- Carcasa de plástico negro	

Para ello en el anexo 6 se indican los certificados de calibración luxómetro y el sonómetro. Es importante mencionar que la misma unidad que controla al luxómetro es utilizada para medir los valores del anemómetro, por lo tanto, la calibración para el luxómetro es la misma para el anemómetro.

2.2 Métodos

Enfoque de la investigación

El enfoque se dará de manera cuantitativa y cualitativa. De tal manera que en el método cuantitativo todo aquello que sea medible se analice de una manera objetiva, observando el comportamiento que tiene el grupo de operarios o en sí la muestra con la que se trabaja. Y por otra parte el método cualitativo hace énfasis a observar el comportamiento y la situación que permite conocer el problema.

Modalidades de investigación

Bibliografía – documental

Esta parte es fundamental para el cumplimiento y desarrollo del trabajo de titulación, ya que en base a fuentes investigativas de diferentes autores el trabajo se nutre de información detallada que permite dar validez a la investigación y también se utilizará documentos propios empresariales.

De campo

Se utilizan métodos de investigación de campo, estos métodos implican que los investigadores interactúen directamente con la realidad del lugar de los hechos y recopilen información sobre los factores humanos y el entorno laboral específico.

De investigación aplicada

Busca controlar la actividad que se ejecuta en el puesto de trabajo de encalado, resolviendo el problema principal del riesgo ergonómico [34]; procurando satisfacer la necesidad del desempeño laboral y que permita a los operarios una sana ejecución dentro de la manipulación de la materia a transportarse.

Nivel o tipos de Investigación

El nivel o tipo de investigación se divide en dos categorías principales: exploratoria y descriptiva. La investigación exploratoria se utiliza para familiarizarse con la realidad estudiada y facilitar la identificación de parámetros de interés investigativo. Por otro lado, la investigación descriptiva permite clasificar actividades, tareas, elementos y estructuras de manera ordenada y sistemática.

Población y muestra

La población del estudio para este caso se considera de 19 operarios la cual corresponde a los trabajadores del área de encalado de la empresa Prodegel S.A., para el análisis se va a estimar una muestra de 12 trabajadores, es decir, que el 63% por ciento de los operarios son partícipes de la muestra, debido a turnos rotativos en la distintas áreas que cubren los operarios la muestra de 12 operarios es ideal para satisfacer el estudio. En la tabla 7 se indica a la población.

Tabla 7. Detalle de la población de estudio.

Género	Cantidad
Masculino	19
Femenino	0
Total	19

Técnicas e instrumentos

Encuesta

Hace referencia a la herramienta clara de formular preguntas o llenar un hoja en un campo detallado de preguntas de índole cerradas, las cuales al final brinden información necesaria acerca del déficit que experimentan los trabajadores en el proceso, ya sea con herramientas de trabajo o con las condiciones mismas de trabajo.

Observación Directa

En esta parte la persona encargada del estudio tendrá la potestad de realizar un examen o un análisis visual de la manera en la que se trabaja, como se cumplen los tiempos y tomar en cuenta distintos factores que puedan ser perceptibles para la toma de las decisiones durante el desarrollo del trabajo.

Método LEST

El método de LEST considera en primera instancia una opinión por parte del operario en el puesto de trabajo en que se va a realizar la investigación, para ello se ejecuta la encuesta que aportará información subjetiva en la investigación [35].

Este método es aplicado para la evaluación inicial del puesto de trabajo mediante el cual se determinará los factores de riesgo ergonómico que inciden directamente la salud del trabajador, el cual puede contraer enfermedades músculos esqueléticas o trastornos físicos debido a las acciones repetitivas y a esfuerzos inadecuados durante las actividades que realice en su puesto laboral.

Metodología para la evaluación de riesgos ergonómicos

Se consideran adecuados para poder ejecutarse los siguientes métodos, los mismos que pueden ser modificados o a su vez reemplazados en el desarrollo del trabajo posterior a la evaluación general de los riesgos de trabajo.

- Método Lest
- Método REBA

El método REBA considera para su estudio, la evaluación de ciertas partes del cuerpo humano, en la cuales mediante el uso de ángulos se pueda determinar el nivel de riesgo, es uso de ángulos permite conocer a través de los factores del método las inadecuadas posturas del operario al momento de ejecutar la actividad por lo tanto el estudio tiene una mejora continua.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Puesto de trabajo de encalado en Prodegel S.A.

El área de encalado es el segundo proceso de toda el área de producción dentro de la empresa Prodegel y es uno de los procesos más importantes debido a que en esta área se controla el pH de la materia prima antes de proceder a zona húmeda, en este proceso se establece estándares de calidad que permiten a la materia prima, sea la carnaza seca o fresca, dar como resultado una gelatina de distintos niveles de calidad, es decir, una gelatina más fina de acuerdo con el balance de pH en el cuero cortado que se almacena en las piscinas del área de encalado. El área de encalado se encuentra expuesta a distintos factores de riesgos que pueden ser perjudiciales para los operarios, se identificará cuáles son los de mayor riesgo que puedan comprometer la salud ocupacional del personal.

Descripción del puesto de trabajo de encalado

De manera general el área de encalado se describe como el segundo proceso de la producción en el cual los operarios se encargan de acondicionar la materia prima, cumpliendo los estándares establecidos para las etapas de ‘encalado-acidulado’, mismas que se realizan en un orden de producción diario hasta obtener carnaza acidulada para el proceso húmedo.



Figura 2. Área de encalado de la empresa Prodegel S.A.

3.1.1 Tareas y actividades realizadas en el puesto de encalado

Las actividades dentro del área de encalado son 4, estas actividades se reparten entre la población del área de encalado, dentro de las tareas dispuestas los operarios cumplen con turnos rotativos para abastecer los 4 procesos durante las jornadas laborales, los procesos son los siguientes:

- Carga y transporte de sosa cáustica y peróxido
- Distribución de los químicos en las piscinas
- Aeración
- Bajada de tanques

3.2 Resultados y discusiones

3.2.1 Identificación de los factores de riesgo en el área de encalado

Para la identificación de los factores de riesgo dentro del área de encalado, se cumple con la metodología mencionada, la cual mediante la observación directa en campo se puede aplicar la implementación de la matriz de estimación, la cual para este trabajo se utiliza la matriz 5x5. De esta forma se obtiene una identificación estandarizada para los distintos tipos de riesgos que puedan existir en el área de encalado y de esta manera priorizar.

Para la matriz de estimación y mediante la observación directa se contempla 5 tipos de riesgos que son los siguientes:

- Riesgos Mecánicos
- Riesgos Químicos
- Riesgos Ergonómicos
- Riesgos psicosociales
- Riesgos Físicos

A continuación, se indica la matriz de riesgos para cada uno y se determinará cuáles son los riesgos en los que los operarios del área de encalado tienen la probabilidad más alta de presentar lesiones musculo esqueléticas. Debido a que la matriz 5x5 presenta 5 niveles de impacto, se tomara una acción correctiva a partir de aquellos riesgos que presente niveles altos, muy altos o extremo.

3.2.1.1 Riesgos Mecánicos

Dentro del área de encalado los riesgos mecánicos de acuerdo con la observación directa, no existe una mayor afectación hacia el grupo de trabajadores, debido a que no es un área expuesta a peligro de máquinas o la exposición de la caída de objetos o herramientas, este riesgo se indica en la tabla 8, a continuación.

Tabla 8. Matriz de estimación de riesgos mecánicos

		IMPACTO QUE SE GENERARÍA SI OCURRE EL RIESGO				
		Insignificante 1	Menor 2	Significativo 3	Mayor 4	Severo 5
PROBABILIDAD DE QUE OCURRA EL RIESGO DENTRO DEL ÁREA DE ENCALADO	5 Casi Seguro	Medio 5	Alto 10	Muy alto 15	Extremo 20	Extremo 25
	4 Probable	Medio 4	Medio 8	Alto 12	Muy alto 16	Extremo 20
	3 Moderado	Bajo 3	Medio 6	Medio 9	Alto 12	Muy alto 15
	2 Poco Probable	Muy bajo 2	Bajo 4	Medio 6	Medio 8	Alto 10
	1 Raro	Muy bajo 1	Muy bajo 2	Bajo 3	Medio 4	Medio 5

Los riesgos mecánicos han arrojado un valor medio, debido a que se utilizan mangueras de polímero como herramienta para cumplir con la actividades y mediante las cuales fluye aire comprimido a alta presión, a esta herramienta de trabajo se debe manipular con los EPP que otorga el departamento de seguridad industrial a cada operarios para cumplir con su labor, si no se manejan con el debido cuidado pueden provocar lesiones temporales pero relevantes.

3.2.1.2 Riesgos Químicos

Se consideran para el área de encalado los riesgos de tipo químico debido a la carga, descarga y transporte de material químico como es la sosa caustica y el peróxido, mismos que deben ser manipulados con guantes de cierto tipo de polímero (EPP) que eviten el contacto directo con la piel y están detallados en la tabla 9.

Tabla 9. Matriz de estimación de riesgos químicos

		IMPACTO QUE SE GENERARÍA SI OCURRE EL RIESGO				
		Insignificante 1	Menor 2	Significativo 3	Mayor 4	Severo 5
PROBABILIDAD DE QUE OCURRA EL RIESGO DENTRO DEL ÁREA DE ENCALADO	5 Casi Seguro	Medio 5	Alto 10	Muy alto 15	Extremo 20	Extremo 25
	4 Probable	Medio 4	Medio 8	Alto 12	Muy alto 16	Extremo 20
	3 Moderado	Bajo 3	Medio 6	Medio 9	Alto 12	Muy alto 15
	2 Poco Probable	Muy bajo 2	Bajo 4	Medio 6	Medio 8	Alto 10
	1 Raro	Muy bajo 1	Muy bajo 2	Bajo 3	Medio 4	Medio 5

En el estudio realizado el valor de este riesgo arroja una valoración media debido a la manipulación del peróxido (químico en estado líquido), almacenando en canecas para facilitar su transporte, primero se desprende la rosca de seguridad y después de se procede a transportarla.

El peróxido aumenta este nivel riesgo ya que se los manipula en forma de un líquido y al ser desechado en los tanques llenos de agua acidulada para el tratamiento de la carnaza recién cortada, es más probable el riesgo de que se produzca un contacto directo con partículas de peróxido hacia la piel del operario.

3.2.1.3 Riesgos Ergonómicos

La estimación de los riesgos ergonómicos se detalla en la tabla 10, a continuación.

Tabla 10. Matriz de estimación de riesgos ergonómicos

	IMPACTO QUE SE GENERARÍA SI OCURRE EL RIESGO					
PROBABILIDAD DE QUE OCURRA EL RIESGO DENTRO DEL ÁREA DE ENCALADO		Insignificante 1	Menor 2	Significativo 3	Mayor 4	Severo 5
	5 Casi Seguro	Medio 5	Alto 10	Muy alto 15	Extremo 20	Extremo 25
	4 Probable	Medio 4	Medio 8	Alto 12	Muy alto 16	Extremo 20
	3 Moderado	Bajo 3	Medio 6	Medio 9	Alto 12	Muy alto 15
	2 Poco Probable	Muy bajo 2	Bajo 4	Medio 6	Medio 8	Alto 10
	1 Raro	Muy bajo 1	Muy bajo 2	Bajo 3	Medio 4	Medio 5

Para este estudio se observa que el nivel de riesgo ergonómico es elevado, lo cual indica que se debe tomar una acción inmediata hacia la parte ergonómica, debido a que utilizan el mismo carrito de trabajo todos los operarios que constan dentro del área de encalado, lo cual no es conveniente al momento de transportar y es por ello por lo que el operario tiene más probabilidades de sufrir lesiones músculo esqueléticas que eviten el máximo rendimiento del operario y disminuya la producción.

3.2.1.4 Riesgos Psicosociales

Los riesgos detallados en la tabla 11, no generan mayor estrés laboral por lo que el nivel de probabilidad y de impacto resulta muy bajo denotando así que, si se llegara a aumentar este valor, sería debido a la actividad de aeración en la cual afecta en la parte física a la

zona auditiva del trabajador y esta puede influir en el comportamiento psicosocial del operario dentro de la jornada laboral.

Tabla 11. Matriz de estimación de riesgos psicosociales

		IMPACTO QUE SE GENERARÍA SI OCURRE EL RIESGO				
PROBABILIDAD DE QUE OCURRA EL RIESGO DENTRO DEL ÁREA DE ENCALADO		Insignificante 1	Menor 2	Significativo 3	Mayor 4	Severo 5
	5 Casi Seguro	Medio 5	Alto 10	Muy alto 15	Extremo 20	Extremo 25
	4 Probable	Medio 4	Medio 8	Alto 12	Muy alto 16	Extremo 20
	3 Moderado	Bajo 3	Medio 6	Medio 9	Alto 12	Muy alto 15
	2 Poco Probable	Muy bajo 2	Bajo 4	Medio 6	Medio 8	Alto 10
	1 Raro	Muy bajo 1	Muy bajo 2	Bajo 3	Medio 4	Medio 5

3.2.1.5 Riesgos Físicos

Mencionar los riesgos físicos dentro del área de encalado es muy importante para conocer a que situaciones están expuestos los operarios que cubren esta área. Esto ha llevado a determinar un valor ‘alto’ para riesgos físicos debido a lesiones de carácter nocivo para la salud tales como enfermedades catastróficas por la manipulación física de químicos y este riesgo aumentaría aún más si el operario no utilizará los EPP, a pesar de ello el riesgo sigue siendo ‘alto’ por la manipulación del coche de trabajo que no está fabricado de manera adecuada y puede llegar a fallar y causar accidentes hacia el personal y pérdidas en la producción y es importante considerarlo dentro de este estudio. En la tabla 12 se indica la matriz de riesgo para riesgos físicos.

Tabla 12. Matriz de estimación de riesgos físicos

	IMPACTO QUE SE GENERARÍA SI OCURRE EL RIESGO					
PROBABILIDAD DE QUE OCURRA EL RIESGO DENTRO DEL ÁREA DE ENCALADO		Insignificante 1	Menor 2	Significativo 3	Mayor 4	Severo 5
	5 Casi Seguro	Medio 5	Alto 10	Muy alto 15	Extremo 20	Extremo 25
	4 Probable	Medio 4	Medio 8	Alto 12	Muy alto 16	Extremo 20
	3 Moderado	Bajo 3	Medio 6	Medio 9	Alto 12	Muy alto 15
	2 Poco Probable	Muy bajo 2	Bajo 4	Medio 6	Medio 8	Alto 10
	1 Raro	Muy bajo 1	Muy bajo 2	Bajo 3	Medio 4	Medio 5

Esto indica que los riesgos en los cuales se debe actuar de manera inmediata son en los riesgos ergonómicos y en los riesgos físicos, debido al manejo de cargas con herramientas poco adecuadas para el trabajo, y también a las acciones repetitivas que se realizan en las actividades en base a ello se procede con el análisis Lest y posteriormente con el método Reba que también está considerado para el estudio.

3.2.2 Método LEST

El Método LEST es una herramienta de evaluación global del puesto de trabajo que pretende la evaluación de las condiciones de trabajo de la forma más objetiva y global posible, estableciendo un diagnóstico final que indique si cada una de las situaciones consideradas en el puesto es satisfactoria, molesta o nociva [36].

Se muestran los resultados del método Lest aplicados en el área de encalado que se va a dividir en sus diferentes actividades que competen a esta, como son las siguientes:

- Levantamiento de químicos (Sosa cáustica y de canecas de Peróxido)
- Transporte de químicos hacia los tanques
- Aireación de la carnaza cortada
- Bajada de tanques

Con base en la página de Ergonautas y en su hoja de campo, se detallará mediante tablas los resultados obtenidos en el área de encalado para el método Lest, este método fue aplicado el mismo día para las distintas áreas.

En la primera parte se muestran los datos de entornos físicos a los cuales están sometidos los trabajadores que como se menciona en la parte de población y muestra, son 19 trabajadores durante las 24 horas, para lo cual se tomó una muestra de 12 trabajadores que competan a las dos jornadas de trabajo principales, a continuación, los resultados.

Para la interpretación de resultados se utiliza la tabla 13 en donde da la puntuación para cada aspecto de evaluación del método Lest y la valoración.

Tabla 13. Evaluación del método LEST y la valoración [36].

Color / Puntuación	Valoración
0-1-2	Situación Satisfactoria
3-4-5	Débiles Molestias. Algunas mejoras podrían aportar más comodidad al trabajador
6-7	Molestias medias. Existe riesgo de fatiga
8-9	Molestias fuertes. Fatiga
10	Nocividad

Estas puntuaciones nos indican el nivel de riesgo y de acuerdo con ello el nivel de atención que se le debe dar a la actividad estudiada.

3.2.1.6 Levantamiento de químicos (Sosa cáustica y de canecas de Peróxido)



La primera actividad dentro del área de encalado se denomina el levantamiento de químicos, en los cuales se manejan cargas de 25kg y de 35kg, de sosa cáustica y de peróxido respectivamente. En la tabla 14 se indican los datos de la evaluación Lest para el área de encalado en la cual se manipulan las cargas ya mencionadas, además se detalla la descripción del puesto de trabajo.

Tabla 14. Levantamiento de sosa cáustica y de canecas de peróxido.

Datos de la evaluación	<ul style="list-style-type: none"> - Esta actividad compete al manejo (carga y descarga) de sacos de sosa caustica de 25kg de peso y de cencas de peróxido de 35kg de peso. - Condiciones normales de trabajo
Identificador del puesto	Jorge Andrés Valencia Reyes
Descripción del puesto	Acondicionar la materia prima, cumpliendo los estándares establecidos para las etapas de ‘encalado-acidulado’ hasta obtener carnaza acidulada para el proceso húmedo
Empresa	Prodegel S.A
Departamento	Producción
Sección	Encalado
Fecha de evaluación	12 de Junio de 2023

Tabla 14. Levantamiento de sosa cáustica y de canecas de peróxido. (Continuación)

Nombres de los trabajadores	- Operario 1 - Operario 2 - Operario 3
Edad de los trabajadores	Rango de 20 a 45 años
Sexo	Masculino
Antigüedad en el puesto	De 1 a 28 años
Duración de la jornada laboral	8 horas

Estos resultados se obtuvieron con los instrumentos de medición que permiten evaluar de manera precisa las condiciones en los distintos ítems que sugiere el método, como la carga y entorno físico y el tiempo de exposición a la actividad, siendo la carga física en la cual los operarios presentarían molestias fuertes.

Esto se lo puede apreciar de mejor manera en la siguiente tabla 15 en la cual se muestra los resultados aplicando el método LEST.

Carga estática

Tabla 15. Carga estática (levantamiento de cargas).












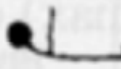


Postura	Duración total (minutos/hora)	Postura
Sentado:		
Normal	-	
Inclinado	-	

Tabla 15. Carga estática (levantamiento de cargas). (Continuación)

Con los brazos por encima de los hombros	-	
De pie:		
Normal	20 min/h	
Con los brazos en extensión frontal	15 min/h	
Con los brazos por encima de los hombros	-	
Con inclinación	35 min/h	
Muy inclinado	10 min/h	
Arrodillado		
Normal	-	
Inclinado	-	
Con los brazos por encima de los hombros	-	
Tumbado		
Con los brazos por encima de los hombros	-	
Agachado		
Normal	5 min/h	
Con los brazos por encima de los hombros	-	

Carga dinámica

La carga dinámica evaluada en campo para la actividad se detalla en la tabla 16.

Tabla 16. Carga dinámica (levantamiento de cargas).

El esfuerzo en el puesto de trabajo es:									
Continuo							Breve pero repetitivo		X
Cuando sea un esfuerzo repetitivo, indique las veces por hora que se realiza									
<30	X	30 a		60 a		120 a		≥200	
		59		119		209			
Indique el peso en Kg De la carga					Peso >20 Kg				
Distancia recorrida con el peso en metros					Es <1 m				
Frecuencia por hora del transporte					Es <10				

Los resultados para carga física están detallados en la tabla 17.

Tabla 17. Levantamiento de cargas (carga física).

Dimensiones y factores		Puntuación	Promedio	Total, variable
Carga Física	Carga estática	9	8.6	9 Molestias fuertes. fatiga
	Carga dinámica	8		
		8		
		9		
		8		
		10		

Dentro de la carga física se analiza los factores de carga estática y carga dinámica, cada uno de ellos arrojan distintos valores de acuerdo con lo que menciona el método, la carga estática arroja un valor de 7 debido a que según la valoración las molestias son medias ya que los trabajadores siempre tienen posturas de pie en las cuales en una posición normal actúan alrededor de 20 minutos/por hora durante la jornada.

Para la parte de la carga dinámica se obtiene distintas puntuaciones las cuales competen a el esfuerzo realizado como breve pero repetitivo con una puntuación de 8, mientras que este se realiza por menos de 30 veces por hora, se obtiene una puntuación de 9 ya que la distancia que recorre el operario al momento de montar la carga es menor a 1 metro pero con un peso máximo, siempre que la frecuencia por hora del transporte de los químicos sea menor a 10 de acuerdo con el método entonces se considera un valor de 8.


Entorno físico - ambiente térmico

Los detalles técnicos del anemómetro se indica en la parte de materiales, en la siguiente tabla 18 se muestran los valores de ambiente térmico y fotografías de campo.

Tabla 18. Ambiente térmico (levantamiento de cargas).

Velocidad del aire en el área				0.5 m/s					
Temperatura del aire en bulbo seco				16.5 °C					
Duración de la exposición diaria en estas condiciones									
<30		30' a < 1 h 30'		1 h 30' a < 2 h 30'		2 h 30' a < 4		≥ 7 h	X
Veces en las que el trabajador sufre las variaciones de temperatura				Alrededor de 25 o menos					

Tabla 18. Ambiente térmico (levantamiento de cargas). (Continuación)

Anemómetro en campo	
----------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Entorno físico - ruido

En la tabla 19 se indica los valores de ruido arrojados con el sonómetro.

Tabla 19. Ruido (levantamiento de cargas).

El nivel sonoro durante la jornada es	Variable
El nivel de atención requerido	Nivel medio
Numero de ruidos impulsivos a los que se somete el trabajador	Menos de 15 ruidos impulsivos al día
Nivel de intensidad sonora en el caso de ser variable	
Intensidad dB	Duración en horas
66.5	8h
72	5h
80.3	3h
80.6	4h

Ambiente luminoso

El ambiente luminoso indica los deslumbramientos y se detallan en la tabla 20.

Tabla 20. Ambiente luminoso (levantamiento de cargas).

El nivel de iluminación en el puesto de trabajo en lux es de									
<30		30 a <80		80 a <600		600 a <1500		≥3000	X
El nivel medio de iluminación en el taller en lux es de					20 000 lux				
El nivel de contraste en el puesto es					De tipo elevado				
El nivel de percepción requerido en la tarea es									
General	X	Basto		Moderado		Muy fino			
Se trabajo con artificial					No permanentemente				
Existe deslumbramientos					Si				

El entorno físico y sus resultados se detallan en la tabla 21.

Tabla 21. Levantamiento de cargas (entorno físico).

Dimensiones y factores		Puntuación	Promedio	Total, por variable
Entorno Físico	Ambiente térmico	3	5.5	5 Débiles molestias.
		3		
		7		
		9		

Tabla 21. Levantamiento de cargas (entorno físico). (Continuación)

Entorno Físico				Algunas mejoras podrían aportar más comodidad al trabajador
	Ruido	8	8	
		8		
	Ambiente luminoso	1	1.5	
		2		
		2		
		3		
0				
	1			

En el entorno físico se tienen los factores de ambiente térmico, ruido, ambiente luminoso y de vibraciones de acuerdo con el método, para los cuales se obtiene una puntuación para primer factor de 3 debido a que la velocidad del aire es de 0.5 m/s según el anemómetro utilizado, siendo el valor para la temperatura del aire de 3 ya que se considera como una molestia débil, la duración de esta exposición diaria dentro del puesto de encalado es mayor a 7 horas al día por lo cual el valor de es 7 siendo este una molestia media, debido a la ubicación de la empresa y del área de encalado en un ambiente externo el operarios sufre menos de 25 variaciones o cambios de temperatura en su jornada laboral, esto

implica demoras en la producción lo que causan insatisfacción en el operarios arrojando un valor de 9, todo esto arroja un valor promedio para el ambiente térmico de 5.5.

El ruido dentro del área de encalado es un factor muy importante por considerar en la evaluación Lest, ya que como el ruido durante la jornada es variable, entonces se considera un valor de 8 como molestia fuerte ya que las máquinas como la cortadora y el compresor de aire trabajan constantemente, considerando así un valor de 8 como molestia fuerte hacia el operario siendo menos de 15 números de ruidos impulsivos por día, promediando un valor de 8 puntos. El nivel de atención se considera medio ya que el valor promedio arrojado por el instrumento sonómetro fue de 72.9 dB. Los valores del Sonómetro se puede observar en el anexo 1 .

El ambiente luminoso dentro del área de encalado debido a que la actividad se realiza durante las dos jornadas laborales principales, es decir, prácticamente durante el día en la cual debido a que la luz ambiente solar es muy intensa con un promedio de 120.000 luxes, el luxómetro no mide el lux total, la máquina de luxómetro tiene un límite máximo de 20 000 luxes a medir, por lo cual se considera el valor máximo de 3000 lux de acuerdo con el método, obteniendo un valor de 1, los siguientes valores son molestias débiles, entonces sus valores están en un rango de 0 a 3.

Las vibraciones en encalado no son considerables debido a que el área donde se encuentra no es perceptible las vibraciones.

Tiempos de trabajo

Los tiempos de trabajo asimilan la salud mental y sus datos están en la tabla 22.

Tabla 22. Tiempos de trabajo (levantamiento de cargas).

Duración semanal en horas de tiempo de trabajo							
35 a <41	X	41 a <44		44 a <46		≥ 46	
Tipo de horario del trabajador				Tipo normal			

Tabla 22. Tiempos de trabajo (levantamiento de cargas). (Continuación)

Con relación a las horas extras	Tiene la posibilidad parcial de rechazo
Los retrasos en los horarios	Poco tolerados
Con relación a las pausas	Posible fijar momento y duración
Con relación a la hora de finalizar la jornada	Posibilidad de acabar antes el trabajo, pero obligado a permanecer en el puesto

El resultados de los tiempos junto con el valor total de la variable está estipulado en la tabla 23.

Tabla 23. Levantamiento de cargas (tiempo de trabajo).

Dimensiones y factores		Puntuación	Promedio	Total, por variable
Tiempo de Trabajo	Cantidad y organización del tiempo	1	2	2 Molestias medias. Existe riesgo de fatiga
		0		
		0		
		3		
		7		
		3		
		0		
TOTAL				5.33

Los tiempos de trabajo hace referencia a la duración en semanas y en sí a la carga de trabajo por la cual el grupos de trabajadores del área de encalado cumplen durante un día de trabajo.

En valor total que determina el método Lest para la primera actividad que es la carga y descarga del material químicos es un valor de 5.33, que se lo puede considerar para los resultado un valor de 5 teniendo en cuenta que es una molestia débil, en la cual se pueden hacer alguna mejoras o adecuaciones para satisfacer la necesidad ergonómica en el personal de trabajo del área de encalado.

Una representación gráfica acerca de cómo influye la carga dinámica, la carga física y el tiempo de trabajo en el área de encalado es mediante el histograma que se indica a continuación en la figura 3, en el cual se ha detallado cada barra gráfica con los colores acorde a su valoración, es decir, que la carga física en promedio arrojo un valor de 8 dando como resultado una molestia fuerte y que los operarios sufren de fatiga, mientras que para el entorno físico con un valor de 4 siendo una molestia débil en la cual no es necesario una actuación inmediata y finalmente el tiempo de trabajo con un valor de 2 puntos.

Para este caso se debería tener una acción inmediata hacia la carga física ya que es en la cual aumentan las probabilidades de riesgo de sufrir lesiones ergonómicas para el grupo de trabajadores del área de encalado.

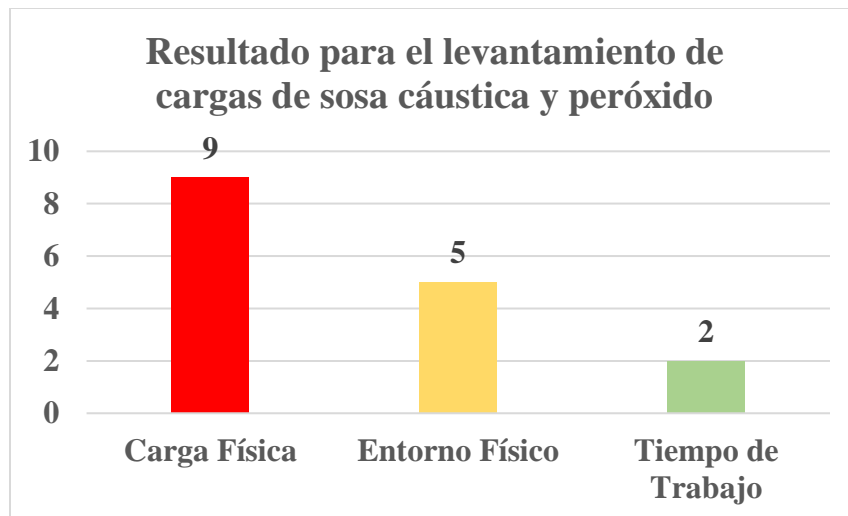


Figura 3. Levantamiento de cargas de sosa caustica y peróxido.

Esto nos indica que se debe tener un mayor enfoque hacia la carga física ya que de manera independiente es la que más afectaciones está causando hacia los operarios por lo cual se considera como molestia fuerte y está destinada a ser atendida y evaluada. En el anexo 2 se puede observar el histograma detallado por cada variable, es decir, por cada factor que compone a cada una de las 3 dimensiones de acuerdo con el método para la primera actividades del proceso de encalado.

3.2.1.7 Transporte de químicos (Sosa cáustica y de canecas de Peróxido)



La segunda actividad dentro del área de encalado, en la cual los operarios transportan mediante el carrito de trabajo el material hacia los tanques de almacenamiento de carnaza para poder regular el pH de cuero bovino, se denomina transporte de químicos, en la cual los operarios transportan el material. En la tabla 24 se muestran los datos obtenidos en campo dentro del área de encalado para aireación

Tabla 24. Transporte de químicos.

<p>Datos de la evaluación</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Esta actividad compete al manejo (carga y descarga) de sacos de sosa caustica de 25kg de peso y de cencas de peróxido de 35kg de peso. - Condiciones normales de trabajo
<p>Identificador del puesto</p>	<p>Jorge Andrés Valencia Reyes</p>
<p>Descripción del puesto</p>	<p>Acondicionar la materia prima, cumpliendo los estándares establecidos para las etapas de ‘encalado-acidulado’ hasta obtener carnaza acidulada para el proceso húmedo</p>

Tabla 24. Transporte de químicos. (Continuación)

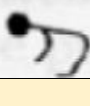
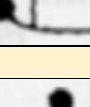
Empresa	Prodegel S.A
Departamento	Producción
Sección	Encalado
Fecha de evaluación	12 de Junio de 2023
Nombres de los trabajadores	<ul style="list-style-type: none"> - Operario 1 - Operario 2 - Operario 3
Edad de los trabajadores	Rango de 20 a 45 años
Sexo	Masculino
Antigüedad en el puesto	De 1 a 28 años
Duración de la jornada laboral	8 horas

Las dimensiones y los factores que aporta el método Lest para aplicar, en el caso de la segunda actividad, y una vez aplicado el método Lest, este arroja un valor alto en la carga física. Deduciendo así que los operarios presentarían molestias fuertes, debido a que el transporte de los químicos se realiza a través de una rampa, los operarios tienden a ejercer mayor esfuerzo de resistencia al momento de bajar por la rampa lo que causaría molestias fuertes a la altura de la lumbar.

Las siguientes tablas indican el tiempo y también de manera gráfica los movimientos realizados por los operarios al momento de realizar la actividad, para posteriormente realizar el análisis pertinente y dar valores que indiquen al final el nivel de riesgo y la actuación que se deberá realizar. La carga estática se detalla en la tabla 25, mientras que la carga dinámica está especificada en la tabla 26.

Carga estática

Tabla 25. Carga estática (actividad transporte de cargas).

Postura	Duración total (minutos/hora)	Postura
Sentado:		
Normal	-	
Inclinado	-	
Con los brazos por encima de los hombros	-	
De pie:		
Normal	30 min/h	
Con los brazos en extensión frontal	10 min/h	
Con los brazos por encima de los hombros	-	
Con inclinación	15 min/h	
Muy inclinado	-	
Arrodillado		
Normal	-	
Inclinado	-	
Con los brazos por encima de los hombros	-	
Tumbado		
Con los brazos por encima de los hombros	-	
Agachado		
Normal	-	
Con los brazos por encima de los hombros	-	

Carga dinámica

Tabla 26. Carga dinámica (actividad transporte de cargas).

El esfuerzo en el puesto de trabajo es:									
Continuo							Breve pero repetitivo		X
Cuando se trata de un esfuerzo repetitivo, indique las veces por hora que se realiza el esfuerzo									
<30	X	30 a 59		60 a 119		120 a 209		>200	
Indique el peso en Kg. De la carga					Peso >20 Kg				
Distancia recorrida con el peso en (m)					Es > 3m				
Frecuencia por hora del transporte					Es <10				

El valor final de carga física es de 9 y se lo puede ver en la tabla 27, a continuación.

Tabla 27. Actividad del transporte de cargas (carga física).

Dimensiones y factores		Puntuación	Promedio	Total, por variable
Carga Física	Carga estática	9	9	9 Molestias fuertes. fatiga
	Carga dinámica	8		
		8		
		9		
		8		
		10		

El transporte de químicos se ejecuta en una posición de pie, en la cual se obtiene un valor de 9 en la carga estática, debido al esfuerzo que realizan los operarios al momento de transportarla, ya que por alrededor de 30 min/hora el operario permanece de pie en esta actividad, al estirar los brazos hacia el frente y con una leve inclinación haciendo un esfuerzo lumbar permaneces de 10 a 15 min/hora.

La carga dinámica es una de las dimensiones en las cuales aumenta el riesgo de lesiones músculo esqueléticas, debido a que los factores como el trabajo repetitivo por menos de 30 veces por hora que realiza la actividad, y la frecuencia con la realiza la actividad se consideran molestias fuerte por lo cual se da una valoración de 8 puntos y de igual manera por la distancia en el trayecto se da una valoración de 9 puntos La puntuación más alta es la de 10 puntos siendo la situación más nociva para el operario debido al peso que tiene que transportar en el carrito de trabajo. Dando un promedio total de 9 puntos como molestia fuerte o fatiga hacia el operario en la carga física.

Entorno físico - ambiente térmico

Los valores de ambiente térmico se detallan en la tabla 28.


Tabla 28. Ambiente térmico (actividad transporte de cargas).

Velocidad del aire en el área					0.75 m/s				
Temperatura del aire en bulbo seco					22.2 °C				
Duración de la exposición diaria en estas condiciones									
<30		30' a < 1 h 30'		1 h 30' a < 2 h 30'		2 h 30' a < 4		≥ 7 h	X
Veces en las que el trabajador sufre las variaciones de temperatura					Alrededor de 25 o menos				

Ambiente luminoso

En la tabla 29 también se muestran fotografías de la toma de medidas en campo dentro del área de encalado.

Tabla 29. Ambiente luminoso (actividad transporte de cargas).

El nivel de iluminación en el puesto de trabajo en lux es de									
<30		30 a <80		80 a <600		600 a <1500		≥3000	X
El nivel medio de iluminación en el taller en lux es de					20 000 lux				
El nivel de contraste en el puesto es					De tipo elevado				
El nivel de percepción requerido en la tarea es									
General	X	Basto		Moderado		Muy fino			
Se trabajo con artificial					No permanentemente				
Existe deslumbramientos					Si				
Luxómetro en campo									

El entorno físico para la actividad de transporte arroja un valor de 6 y esta detallado en la tabla 30.

Tabla 30. Actividad del transporte de cargas (Entorno físico).

Dimensiones y factores		Puntuación	Promedio	Total, por variable
Entorno Físico	Ambiente térmico	8	8	6 Molestias medias. Existe riesgo de fatiga
		8		
		7		
		9		
	Ruido	7	7.5	
		8		
	Ambiente luminoso	2	1.5	
		2		
		1		
		2		
		0		
		1		

El entorno físico en el área de encalado se obtienen valores que varían entre 0 y 9 puntos, es decir, en el factor de ambiente térmico se obtiene un valor promedio de 8 puntos debido a que la velocidad del aire es de aproximadamente 0.75 m/s y con una temperatura de

22°C, ya que el área de en calado se lo ejecuta en una zona externa el operario sufre variaciones en la temperatura durante su jornada laboral de menos de 25 veces.

El ruido que se percibe en esta actividad es variable por lo cual su nivel de atención se considera medio, estos cambios o variaciones de ruido se producen por menos de 15 veces al día en la jornada laboral, por lo cual se obtiene un valor promedio de 7.5 deduciendo como una molestia de nivel medio, en campo se determinó que el valor promedio arrojado por el sonómetro es de 72.9 dB como se lo puede observar en el anexo 1. En el ambiente luminoso no se trabaja con luz artificial y no existen deslumbramientos que puedan ocasionar ceguera temporal en el operario, el valor promedio de ambiente luminoso es de 1.5 puntos, siendo una situación satisfactoria para el operario, además que de acuerdo con el luxómetro la medida supera el valor a medir de la máxima siendo más de 20 000 lux en el área de en calado, tomando en cuenta la que la luz solar en un día con condiciones normales es de 120 000 luxes.

Tiempos de trabajo

Tabla 31. Actividad del transporte deargas (tiempo de trabajo).

Dimensiones y factores		Puntuación	Promedio	Total, variable
Tiempo de Trabajo	Cantidad y organización del tiempo	1	2	2 Molestias Débiles. Existe riesgo de fatiga
		0		
		0		
		3		
		7		
		3		
		0		
TOTAL				5.6

El tiempo de trabajo el cual incide en los trabajadores ha arrojado un valor promedio de 2, debido a que los horarios, las tolerancias y duración de la jornada so flexive acorde a la ley que se maneja dentro empresa, entonces al cumplir con esta carga horario y de acuerdo con lo que menciona el método Lest, entonces las molestias que presentan los trabajadores son débiles por lo cual no requiere un acción inmediata.

El valor total, después de analizar la carga, física, el entorno físico y el tiempo de trabajo para el grupo de operarios en la zona de encalado es de 5.6 puntos, debido a que la carga física es la de mayor puntuación por lo cual es en ella, en la que se debe tener mayor enfoque al momento de realizar el rediseño y mejorar la condición laboral.

Se muestra de manera grafica en la figura 4 los resultados obtenidos para la segunda actividad, de acuerdo con el método Lest.

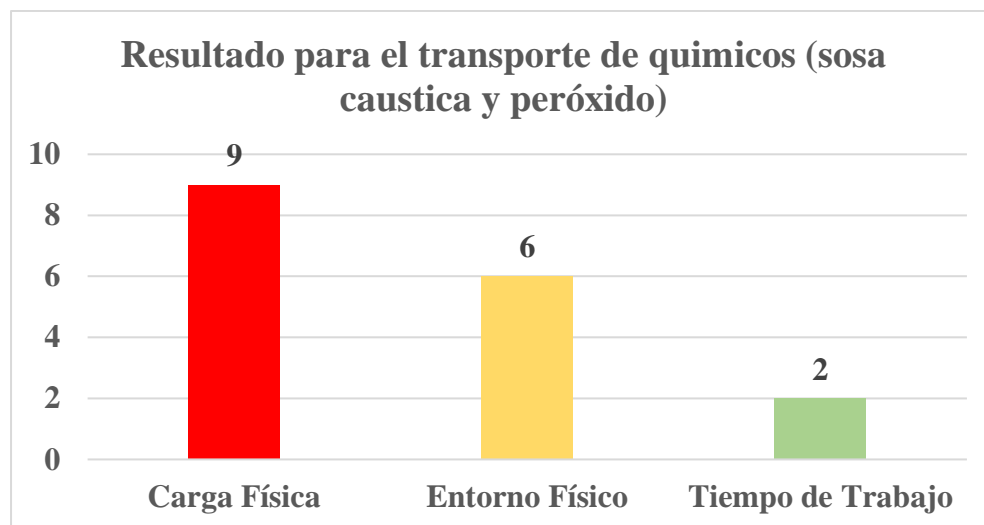


Figura 4. Resultado para el transporte de químicos (sosa caustica y peróxido)

Aquí donde se indica de acuerdo con los colores la valoración que se obtuvo en cada dimensión del método, esta puntuación general se obtiene a través de cada factor mediante el cual se ejecuta el método, por lo tanto, se obtiene para la carga física una puntuación de 9, es decir, que de acuerdo con el método y lo que se interpreta en el histograma los operarios sufren de molestias fuertes y se debe tener mayor enfoque para realizar un actuación inmediata.

Tanto el entorno físico como el entorno de tiempo de trabajo se consideran como molestias medias y débiles, respectivamente por lo cual el nivel de riesgo puede ser muy elevado, siendo así que el rediseño debe enfocarse en la parte ergonómica. En el anexo 3 se observa de manera gráfica los valores por variable que se estima para la segunda actividad.

3.2.1.8 Aireación



La tercera actividad dentro del área de encalado es conocida como aireación en la cual los operarios, a través de mangueras por las cuales circula por aire comprimido, introducen en los tanques de almacenamiento para conseguir remover de manera uniforme la sosa cáustica y el peróxido y de esta manera tener una correcta mezcla y balance del pH, en la siguiente tabla se muestran algunos datos obtenidos en campo y una descripción del puesto de trabajo de encalado.

Tabla 32. Aireación.

Datos de la evaluación	<ul style="list-style-type: none"> - Esta actividad compete al manejo (carga y descarga) de sacos de sosa caustica de 25kg de peso y de cencas de peróxido de 35kg de peso. - Condiciones normales de trabajo
Identificador del puesto	Jorge Andrés Valencia Reyes
Descripción del puesto	Acondicionar la materia prima, cumpliendo los estándares establecidos para las etapas de ‘encalado-acidulado’ hasta obtener carnaza acidulada para el proceso húmedo

Tabla 32. Aireación. (Continuación)

Empresa	Prodegel S.A
Departamento	Producción
Sección	Encalado
Fecha de evaluación	12 de Junio de 2023
Nombres de los trabajadores	- Operario 1 - Operario 2 - Operario 3
Edad de los trabajadores	Rango de 20 a 45 años
Sexo	Masculino
Antigüedad en el puesto	De 1 a 28 años
Duración de la jornada laboral	8 horas

El estudio está enfocado en priorizar la parte ergonómica, en tratar de tomar acciones inmediatas a través de los resultados arrojados por los métodos, para la tercera actividad del área de encalado, de igual manera y en base al método Lest se estudia la carga física, el entorno físico y los tiempos de trabajo que son los cuales se han considerado para este método, todos los valores determinados al final tienen una puntuación la cual permite enfatizar la priorización del nivel de riesgo y se acuerdo con esto tomar acciones que permitan minimizar los riesgos.

A continuación, se indican las tablas 33 y 34 indican los resultados para carga estática y carga dinámica respectivamente:

Tabla 33.Carga estática (actividad aireación).









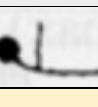

Postura	Duración total (minutos/hora)	Postura
Sentado:		
Normal	-	
Inclinado	-	
Con los brazos por encima de los hombros	-	
De pie:		
Normal	20 min/h	
Con los brazos en extensión frontal	10 min/h	
Con los brazos por encima de los hombros	-	
Con inclinación	10 min/h	
Muy inclinado	2 min/h	
Arrodillado		
Normal	-	
Inclinado	-	
Con los brazos por encima de los hombros	-	
Tumbado		
Con los brazos por encima de los hombros	-	
Agachado		
Normal	-	
Con los brazos por encima de los hombros	-	

Tabla 34. Carga dinámica (actividad aireación).

El esfuerzo en el puesto de trabajo es:									
Continuo		X			Breve pero repetitivo				
Duración total del esfuerzo en minutos por hora									
<5'		5' a <10'		10' a <20'		20' a <35'	X	≥50	
Indique el peso en Kg. De la carga que provoca el esfuerzo									
< 1		1 a <5		5 a <8	X	8 a <12		≥ 20	
Distancia recorrida con el peso en (m)					Es <1 m				
Frecuencia por hora del transporte					Es <10				

La carga física de aireación arroja un valor medio de 5, como se muestra en la tabla 35.

Tabla 35. Actividad de aireación (carga física).

Dimensiones y factores		Puntuación	Promedio	Total, por variable
Carga Física	Carga estática	6	5	5 Molestias medias. Existe riesgo de fatiga.
	Carga dinámica	4		
		4		
		5		
		5		
		6		

La carga física es una dimensión que a lo largo del estudio se ha visto que arroja puntajes más elevados, esto debido a que la actividad que realiza el operario por lo general es de pie y esto hace que se produzca cansancio y al ser movimientos repetitivos exista fatiga en el operario.

Es por lo cual que la carga física para esta actividad arroja un valor promedio de 6 (molestias medias), ya que en la carga estática el operario se mantiene en un postura erguida de pie normal por aproximadamente 20 min/hora y con un promedio de 10 minutos/hora de pie y con los brazos extendidos, debido a la manipulación que tiene que ejercer con las mangueras de aire comprimido, también se ve afectado al momento de trabajar con una leve inclinación, imponiendo mayor esfuerzo en su zona lumbar.

La carga dinámica es una de las dimensiones en las cuales sus factores son los que más peso tienen en este ámbito ya que el valor más elevado que se obtiene es de 6, debido a que el compresor de aire arroja un alto flujo de aire, el material de las mangueras es de un polímero resistente y pesado. Mientras que los otros valores se pueden deducir que se tratan de molestias medias ya que son valores entre 4 y 5 puntos, en el cual se determina que es un esfuerzo de carácter continuo con aproximadamente 25 minutos/hora, sin la necesidad de recorrer más de 1 metro en su zona de trabajo.

Entorno físico


Ruido – Actividad aireación

Debido a que el ruido no es constante por un cierto periodo de tiempo, en la tabla 36 se detallan los valores medidos con el sonómetro para esta actividad.

Tabla 36. Ruido – actividad aireación.

El nivel sonoro durante la jornada es de tipo	Variable
El nivel de atención requerido	Nivel medio. Debido a la necesidad de precautelar la salud de los operarios

Tabla 36. Ruido – Actividad aireación. (Continuación)

Numero de ruidos impulsivos a los que se somete el trabajador	Menos de 15 ruidos impulsivos al día
Nivel de intensidad sonora en el caso de ser variable	
Intensidad dB	Duración en horas
66.5	5h
72.3	0.16h
80.3	0.016h
75.8	0.08h
70	0.016h
Sonómetro en campo	

En la tabla 37 se indican los resultados del entorno físico de la actividad de aireación, en el cual se determina el valor final del mismo a partir de las variables mencionadas. El valor final para esta actividad en cuanto al entorno físico es de 5 puntos denotado como una molestia media.

Tabla 37. Actividad de aireación (entorno físico).

Dimensiones y factores		Puntuación	Promedio	Total, por variable
Entorno Físico	Ambiente térmico	7	6.5	5 Débiles molestias. Algunas mejoras podrían aportar más comodidad al trabajador
		4		
		8		
		7		
	Ruido	7	7	
		7		
	Ambiente luminoso	2	1.5	
		2		
		2		
		2		
		0		
		1		

El entorno físico también es una dimensión importante para el análisis de los resultados para el trabajo, ya que en él se obtienen los datos de tipo ambiental y la exposición a la luz que tienen los operarios al momento de la jornada laboral.

Como primer factor el ambiente térmico, que como ya se había mencionado debido a la zona geográfica de la planta, los operarios sufren menos de 25 veces los cambios de clima, para esta tercera actividad se obtiene que el valor de la velocidad del aire es de 1.3 m/s, y

con una temperatura ambiente de 21.2 °C, durante las 7 horas de la jornada laboral, con ello se obtiene un valor de 6.75 promediando a 7 puntos como una molestia media en el factor de ambiente luminoso. Para el caso del ruido si es considerable el nivel de atencion que se le debe dar ya que debido a que el ruido es varibale y la exposicion al mismo es durante la actividad realizada entonces se obtiene un valor promedio de 7, es decir que se tiene una molestia media. El ambiente luminoso en el área de encalado, no requiere un nivel de atencion inmediato, las jornadas en las cuales se trabajan son durante la luz solar, debido a lo cual y como se menciona anteriormente el luxometro mide hasta 20 000 luxes, por lo cual el ambiente luminoso arroja valores entre 0 y 2 puntos como máximo siendo una molestia débil, en la cual se puede hacer mejorar en el puesto de trabajo.

Tiempos de Trabajo

Los tiempos de trabajo y el valor final de aireación se detallan en la tabla 38.

Tabla 38. Actividad de aireación (tiempos de trabajo).

Dimensiones y factores		Puntuación	Promedio	Total, por variable
Tiempo de Trabajo	Cantidad y organización del tiempo	1	2	Molestias medias. Existe riesgo de fatiga
		0		
		0		
		3		
		7		
		3		
		0		
TOTAL				4

La valoración para los tiempos de trabajo que cumple cada operario mencionado en la parte inicial de la actividad, ha sido valorada y determinada como un molestia débil debido a que cumplen con las 40 horas semanales de trabajo en un horario normal, ya que el departamento de producción analiza los tiempos laborales, los operarios no se ven en la necesidad de reclamar con un horario flexible y esto ayuda a que el estrés o fatiga mental hacia el operario no se vuelva un problema de salud ocupacional. Para la tercera actividad se obtiene un valor final de 4 puntos, es decir, que la tercera actividad genera molestias débiles hacia el grupo de operarios del área de encalado, y tiene un nivel de atención bajo al momento de mencionar a la ergonomía como riesgo inminente.

En la figura 5 se detalla el histograma de aireación.



Figura 5. Resultados para aireación.

Aireación a pesar de ser una actividad importante en el área de encalado, no muestra resultados que involucren una acción inmediata o que se generen a corto plazo enfermedades laborales, de hecho y como se observa a lo largo del estudio, la carga física siempre ha sido la variable que más puntaje presenta, debido a que los trabajos o actividades son de carácter repetitivo y por el peso de la carga que se maneja. En este caso la primera variable de la tercera actividad de encalado muestra un valor total de 7 el cual indica un nivel medio de fatiga en la cual pueden existir molestias fuertes en el grupo de

trabajadores del área de encalado. El anexo 4 se muestran los resultados gráficos, las puntuaciones por cada variable estudiada en la terca actividad que es Aireación.

3.2.1.9 Baja de tanques



La última actividad dentro del área de encalado es la denominada ‘Bajada de tanques’, en la cual los trabajadores abren las compuertas de desagüe de los tanques de almacenamiento para que una vez que la carnaza haya reposado el tiempo adecuado de acuerdo con el plan de producción y la necesidad de la calidad del producto final, esta pase al siguiente proceso o a la siguiente área denominada zona húmeda. En la siguiente tabla se muestra los datos obtenidos en campo, así mismo como los operarios que cumplieron con esta actividad.

Tabla 39. Bajada de tanques.

Datos de la evaluación	<ul style="list-style-type: none"> - Esta actividad compete al manejo (carga y descarga) de sacos de sosa caustica de 25kg de peso y de cencas de peróxido de 35kg de peso. - Condiciones normales de trabajo
Identificador del puesto	Jorge Andrés Valencia Reyes
Descripción del puesto	Acondicionar la materia prima, cumpliendo los estándares establecidos para las etapas de ‘encalado-acidulado’ hasta obtener carnaza acidulada para el proceso húmedo
Empresa	Prodegel S.A
Departamento	Producción

Tabla 39. Bajada de tanques. (Continuación)

Sección	Encalado
Fecha de evaluación	12 de Junio de 2023
Nombres de los trabajadores	- Operario 1 - Operario 2 - Operario 3
Edad de los trabajadores	Rango de 20 a 45 años
Sexo	Masculino
Antigüedad en el puesto	De 1 a 28 años
Duración de la jornada laboral	8 horas

Carga estática – actividad bajada de tanques

La carga estática muestra de manera referencial las posturas de los trabajadores para esta actividad y se detallan en la tabla 40.

Tabla 40. Carga estática (actividad bajada de tanques).










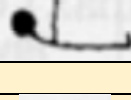

Postura	Duración total (minutos/hora)	Postura
Sentado:		
Normal	-	
Inclinado	-	
Con los brazos por encima de los hombros	-	
De pie:		
Normal	10 min/h	

Tabla 40. Carga estática (actividad bajada de tanques). (Continuación)

Con los brazos en extensión frontal	10 min/h	
Con los brazos por encima de los hombros	-	
Con inclinación	10 min/h	
Muy inclinado	10 min/h	
Arrodillado		
Normal	-	
Inclinado	-	
Con los brazos por encima de los hombros	-	
Tumbado		
Con los brazos por encima de los hombros	-	
Agachado		
Normal	5 min/h	
Con los brazos por encima de los hombros	-	

Una vez realizadas las medidas mediante los instrumentos se procede a colocar en la tabla 41 los valores de cada variable que indica y señala el método que se debe evaluar, dando como resultado un valor de 6 puntos para el apartado de carga física en la última actividad de encalado.

Tabla 41. Actividad de bajada de tanques (carga física).

Dimensiones y factores		Puntuación	Promedio	Total, por variable
Carga Física	Carga estática	7	6.5	6 Molestias medias. Existe riesgo de fatiga.
	Carga dinámica	7		
		5		
		7		
		5		
		8		

La carga física como los factores de carga estática y dinámica son los que mayores valores presentan dentro del estudio para la cuarta actividad. Esto se debe a que en la carga estática el operario trabaja solo de pie, transcurre aproximadamente 10 min/hora en una posición de pie normal y 10 min/hora de pie, pero con los brazos extendidos, el valor es de 7 debido a que la posición más severa es en la cual el operario permanece de forma inclinado.

La carga dinámica para esta actividad se compone de distintos factores, los cuales son que el trabajo es breve pero repetitivo con un valor de 7, al ser de 30 a 59 las veces por día que ejecuta estos movimientos se da un valor de 5, y por ejercer fuerza para mover aproximadamente 12 kg de peso se da un valor de 8, debido a que la distancia que recorre no es mayor a 1 metro entonces se da un valor de 5 como una molestia débil y finalmente se obtiene un valor de 7 ya que la frecuencia por hora del transporte en la que realiza la actividad es alrededor de 10 veces, y se considera que el operario puede tener una fatiga al final de la jornada.

Entorno físico

El entorno físico permite evaluar las condiciones de trabajo se establece la tabla 42, que se especifica a continuación.

Ambiente térmico, ambiente luminoso y ruido – actividad bajada de tanques

Tabla 42. Entorno físico (bajada de tanques).

Velocidad del aire en el área					0.9 m/s				
Temperatura del aire en bulbo seco					16.5 °C				
Duración de la exposición diaria en estas condiciones									
<30		30´ a < 1 h 30´		1 h 30' a < 2 h 30'		2 h 30' a < 4		≥ 7 h	X
Veces en las que el trabajador sufre las variaciones de temperatura					Alrededor de 25 o menos				

Los resultados de entorno físico se muestran en la tabla 43.

Tabla 43. Actividad de bajada de tanques (entorno físico).

Dimensiones y factores		Puntuación	Promedio	Total, por variable
Entorno Físico	Ambiente térmico	8	7.75	5 Débiles molestias.
		6		
		9		
		8		

Tabla 43. Actividad de bajada de tanques (entorno físico). (Continuación)

Entorno Físico	Ruido	9	9	Algunas mejoras podrían aportar más comodidad al trabajador
		9		
	Ambiente luminoso	4	2.7	
		3		
		3		
		4		
		0		
		2		

El entorno físico, en el cual los factores son el ambiente térmico, el ruido, el ambiente luminoso y las vibraciones. Para el primer factor de ambiente térmico se obtiene un valor total de 7.75, es decir, que de acuerdo con el método Lest se estima una molestia fuerte, en la cual existe fatiga, en esta actividad se obtiene un valor de 0.9 m/s para la velocidad del viento por lo cual arroja una puntuación de 8, debido a que la temperatura no sufre muchos cambios y que la temperatura promedio es de 16.5 °C entonces se obtiene valores de 8 y 6 respectivamente, el valor más alto que se obtiene es de 9 debido a que la exposición al ambiente es alrededor de las 8 horas laborales. El ruido si es un factor en el cual las molestias son fuertes y el nivel de acción se considera inmediato, ya que de acuerdo con el anexo 1 se observa que el valor promedio del ruido en la zona de los tanques es de 70.9 dB, los valores de 9 se obtienen ya que el ruido es constante y se produce por menos de 15 veces al día.

En el factor del ambiente luminoso, al igual que en las actividades anteriores, el luxómetro no logra medir los luxes totales de la luz solar (día nublado alrededor de 100 000 lux), por lo cual se considera un valor superior a 20 000 luxes, la puntuación promedio del ambiente

luminoso es prácticamente de 3 lo cual no es una molestia fuerte ya que al trabajar con luz natural el operario no necesita herramientas externas tales como linternas o reflectores, que al momento de la actividad puedan ser un inconveniente.

En la tabla 44 se detallan los valores de tiempos de trabajo, y el valor final de la última actividad.

Tabla 44. Actividad de bajada de tanques (tiempos de trabajo).

Dimensiones y factores		Puntuación	Promedio	Total, por variable
Tiempo de Trabajo	Cantidad y organización del tiempo	1	2	2 Molestias Débiles. Existe riesgo de fatiga
		0		
		0		
		3		
		7		
		3		
		0		
TOTAL				4.3

En los tiempos de trabajo el nivel de las molestias son de nivel débil, ya que el plan de trabajo que dispone la empresa se rige en los derechos del trabajador, es decir, que la zona de producción se encarga de establecer los horarios rotativos para cada operario de la planta, y del área de encalado, entonces esto quiere decir que de acuerdo con el método, el horario es normal con 8 horas diarias, el operario está en su derecho de aceptar o no las horas extraordinarias y por su puesto se cumple con la hora establecida para el almuerzo.

Finalmente, el valor total promediado de las distintas dimensiones y sus factores es un valor 4.3 que para el estudio se tomará como un valor de 5, el cual de acuerdo con la tabla 12 indica molestias débiles en la cual existe riesgo de fatiga y que se debería mejorar las instalaciones para que aporten más comodidad al operario o a la actividad realizada.

Estos resultados se presentan de manera gráfica mediante un histograma, el cual se puede observar a continuación, y que indica que en la carga física para esta actividad es en donde se debe tener mayor nivel de atención ya que es la más acertada a ocasionar problemas de salud ocupacional, con un valor de 7 y designado como una molestia de nivel medio. Mientras que el entorno físico arroja un valor de 5 siendo una molestia débil hacia el operario con un nivel de atención bajo, y la parte satisfactoria en esta actividad con un valor de 2 puntos es la de los tiempos de trabajo.

El histograma también se lo puede representar mediante las variables que componen a cada dimensión y esto está detallado en el anexo 5. En la figura 6 se indica las variables estudiadas anteriormente.

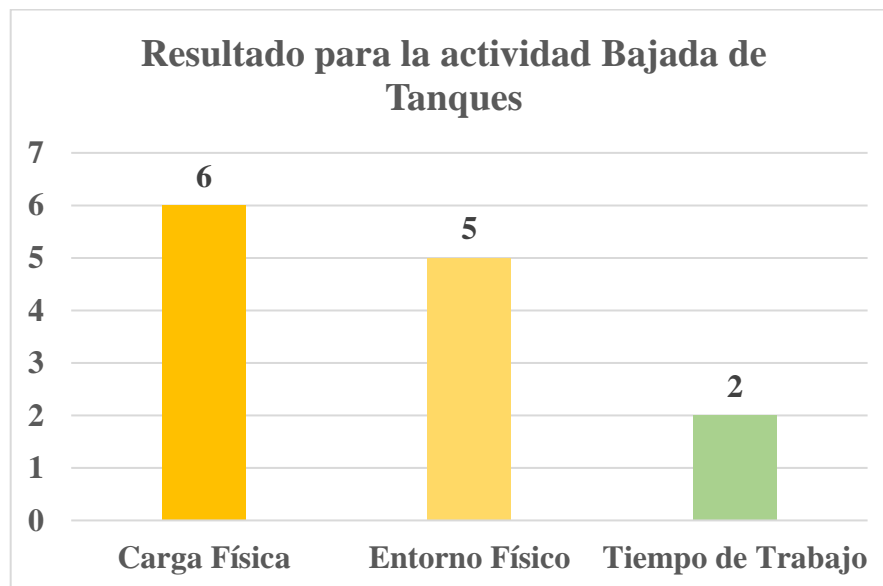


Figura 6. Resultado para la actividad Baja de tanques

Ponderación LEST

Durante la aplicación del método los valores finales para cada actividad se dividen para la carga física, el entorno físico y los tiempos de trabajo, que son las variables dispuestas por el método, en la tabla 45 a continuación, se indica la ponderación final de cada actividad, tomando en cuenta la sumatoria con cada variable y su impacto dentro del método.

Tabla 45. Ponderación LEST

Actividades	Ponderación
Levantamiento de cargas	17
Transporte de cargas	16
Aireación	12
Bajada de tanques	13

Mediante estos valores se observa que las dos primeras actividades son las que generan mayor probabilidad de que los operarios padezcan de enfermedades de trastorno muscular, debido al manejo y transporte de cargas que sobrepasan el límite de peso y por los movimientos repetitivos, es importante mencionar que de acuerdo con estudios ergonómicos el peso máximo que se puede cargar en género masculino es de 25kg mientras que el peso máximo a transportar mediante empuje inicial es de 25kg.

Debido a esto se tiene mayor nivel de actuación en las dos primeras actividades ya que generan un riesgo elevado y esto provoca malestar en el grupo de operarios del área de encalado, de esta manera en el siguiente método se dará mayor enfoque a estas actividades y el comportamiento de cada una.

A continuación, en el gráfico 7 de pasteles que indica el porcentaje de incidencia que ocupa cada actividad dentro del área de encalado.

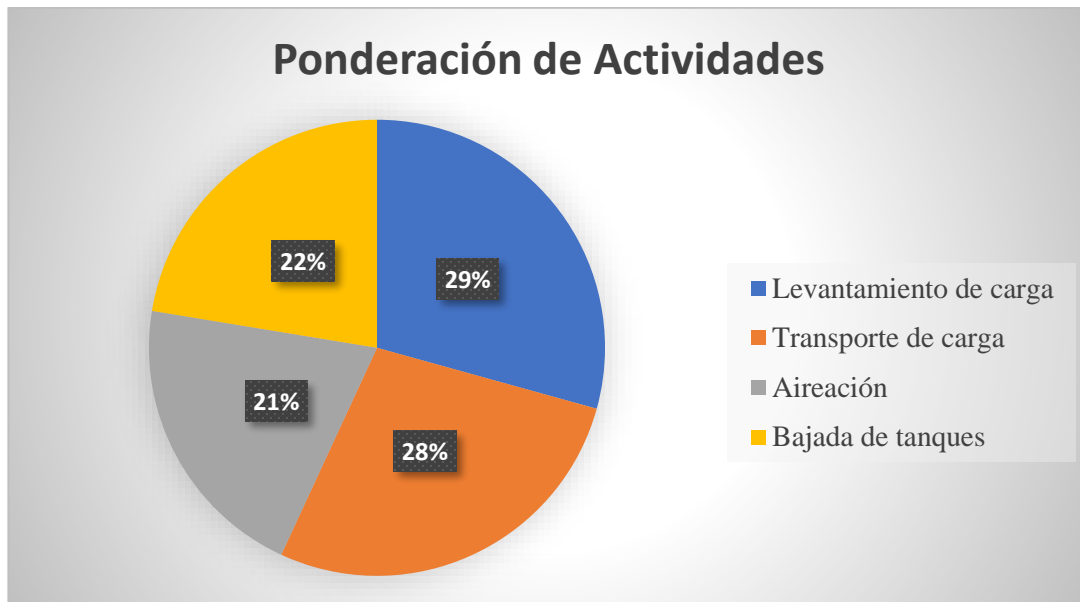


Figura 7. Ponderación LEST

El gráfico muestra que la actividad de levantamiento de cargas y transporte de carga ocupan más de 50% del riesgo dentro de las 4 actividades, por lo tanto, se debe priorizar estas actividades y realizar el estudio enfocado en determinar cuáles con las falencias y estudiarlas para que con el rediseño ergonómico se pueda reducir los riesgos ergonómicos presentes.

3.2.3 Resultados método REBA

Para los resultados del método REBA se ha considerado el lado derecho e izquierdo en la evaluación, a partir de ello se procede mediante el software de licencia libre estudiantil denominado '3ds Max' a modelar de manera precisa la posición con la que el trabajador interactuar al momento de realizar el trabajo, esto para las actividades de levantamiento y transporte de los químicos desde el lugar de almacenamiento hasta los tanques en donde se depositan los mismos.

Se otorga las respectivas puntuaciones por separado a partir de la ubicación de los ángulos mediante el programa de licencia libre y gratuita denominado “**Kinovea**”, considerando las posturas más críticas a lo largo de la actividad y de igual manera se detalla las puntuaciones para determinar el nivel de acción y el nivel de riesgo de estas actividades, en las cuales está involucrado el carrito de trabajo.

Resultados para posturas forzadas

Es importante mencionar que la primera parte de método está detallada de manera exhaustiva para entender de mejor manera como se aplica el método, es decir, como se dan las puntuaciones para el lado derecho e izquierdo de la postura en la que realiza la actividad, y como se suman al final el lado A y lado B para obtener un valor único final que determine el nivel de atención que se requiere para dicha postura.

Área de encalado (Sosa cáustica)

Lado derecho

Para dar las puntuaciones del caso se evalúan las posturas forzadas por medio de REBA en donde se toma en cuenta el lado derecho e izquierdo del operario, determinando los ángulos de cada postura, estos ángulos se adjudicaron mediante el programa ‘Kinovea’ el cual permite una mejor visualización de los ángulos de trabajo.

Los valores que se detallan en cada tabla son valores que se ha colocado de acuerdo con el método REBA, estos valores se encuentran detallados en los anexos correspondientes a cada factor del método. En la siguiente tabla se muestra el nivel de acción, la intervención y el nivel de riesgo a tomar en cuenta.

Carga de la sosa

En la tabla 46 se indican las posturas críticas para la carga de sosa cáustica, esta primera postura se analiza solo para la primera parte con todas las tablas y pasos por separado que detalla el método REBA.

Tabla 46. Resultados de posturas incómodas con sosa cáustica carga 01


Lado derecho					
					
Grupo A	Puntuación tronco	4	Grupo B	Puntuación brazo	2
	Puntuación cuello	3		Puntuación antebrazo	2
	Puntuación piernas	2		Puntuación muñeca	2
↓			↓		
Puntuación tabla A		7	Puntuación tabla B		3
+			+		
Puntuación de fuerzas		2	Puntuación agarre		1

Tabla 46. Resultados de posturas incómodas con sosa cáustica carga 01. (Continuación)


↓		↓			
Puntuación A		9	Puntuación B		4
↓					
Puntuación tabla C			10		
+					
Puntuación Actividad			2		
↓					
Puntuación final REBA			12		
Nivel de acción	4	Nivel de riesgo	Muy Alto	Intervención	Necesaria la actuación inmediata
Lado Izquierdo					
					

Tabla 46. Resultados de posturas incómodas con sosa cáustica carga 01. (Continuación)

Grupo A	Puntuación tronco	4	Grupo B	Puntuación brazo	2
	Puntuación cuello	3		Puntuación antebrazo	2
	Puntuación piernas	2		Puntuación muñeca	2
↓			↓		
Puntuación tabla A		3	Puntuación tabla B		3
+			+		
Puntuación de fuerzas		3	Puntuación agarre		1
↓			↓		
Puntuación A		10	Puntuación B		4
↓			↓		
Puntuación tabla C			11		
+			+		

Tabla 46. Resultados de posturas incómodas con sosa cáustica carga 01. (Continuación)

Puntuación Actividad		2			
↓					
Puntuación final REBA		13			
Nivel de acción	4	Nivel de riesgo	Muy Alto	Intervención	Necesaria la actuación inmediata

A continuación, se mostrará el proceso mediante el cual se da el valor numérico, el nivel de riesgo del lado derecho y el proceso de puntuación de los diferentes grupos (grupo A, grupo B y el total).

Grupo A

Este grupo está definido por el tronco, el cuello y las piernas en el cual el grupo A se va a determinar si el operario en la actividad se encuentra en posición erguida, de pie o sedente, para nuestro caso es una posición de pie, pero no es erguida y en la cual se indica el grado de flexión que arroja del lado derecho de 33.1° y del lado izquierdo de 33.3° hacia adelante existiendo de esta manera una inclinación lateral de 8.3° dando como resultado un valor total para el lado derecho de 4 y del lado izquierdo de igual manera de 4 puntos, los valores de del tronco se puede analizar en la tabla 47. Continuando con el cuello el cual debe estar alineado con el tronco que para el caso no lo es, entonces se especifica el grado de inclinación arrojando un valor para el lado derecho de 20.9° y para el lado izquierdo de 23.9° , tomando en cuenta que existe una leve rotación del cuello para lo cual se aumenta un punto al valor dando un total para el lado derecho de 3 y de igual manera para el lado izquierdo de 3, estos valores se encuentran detallados en la tabla 47. Para dar puntuaciones mediante los ángulos se da mediante una observación de estabilidad, en este caso tanto del lado izquierdo como del lado derecho se puede observar que existe un ángulo de

flexión y es importante ver si las dos piernas están apoyadas en el suelo por lo cual teniendo un ángulo de flexión de 44.1 y de 49.4 para lado derecho e izquierdo respectivamente, se ha dado la puntuación de 2, los valores para los ángulos de las piernas están detallados en la tabla 47.

Tabla 47. Movimiento de flexión, la corrección [31].

Grupo A			
TRONCO			
Movimiento	Puntuación	Corrección	
Erguido	1	Añadir +1 si hay torsión o inclinación lateral	
0°-20° flexión 0°-20° extensión	2		
20°-60° flexión >20° extensión	3		
>60° flexión	4		
CUELLO			
Movimiento	Puntuación	Corrección	
0°-20° flexión	1	Añadir +1 si hay torsión o Inclinación lateral	
20° flexión o extensión	2		
	3		

Tabla 47. Movimiento de flexión, la corrección [31]. (Continuación)

PIERNAS			
Movimiento	Puntuación	Corrección	
Soporte bilateral, Andando o sentado	1	Añadir +1 si hay flexión de rodillas entre 30 y 60°	
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	+2 si las rodillas están flexionadas más de 60° (salvo postura sedente)	

Grupo B

La segunda parte de la evaluación REBA consta del grupo B, el cual consta de las medidas de flexión de los brazos, antebrazos y muñeca, para estos casos se evaluará de lado derecho e izquierdo. Para el grupo B el método considera un solo lado de evaluación ya sea que se tome el lado derecho o izquierdo.

Los resultados de puntuación para el brazo en este caso arrojan un valor de 2 tomando en cuenta que se realiza en el lado derecho, debido a que presenta una flexión entre 20° y 60°, los valores para puntuar los ángulos de los brazos se detallan en la tabla 48.

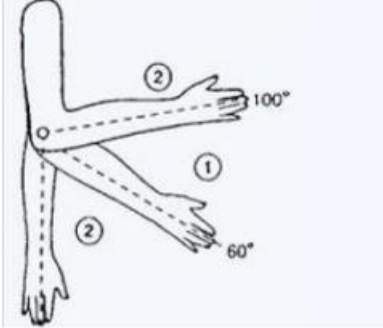
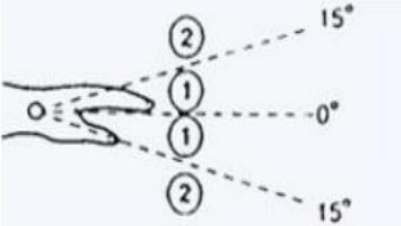
Para el antebrazo el cual prácticamente no forma un ángulo significativo se da una puntuación 2 ya que de acuerdo con la teoría al no exceder los 60° de flexión entonces el valor se determinará como 2, para mayor comprensión esto se detalla en la tabla 32. Por último, para la puntuación de la muñeca se tiene que observar si se forma un ángulo entre la recta del antebrazo y la diagonal, y para este caso de estudio forma un ángulo de 18.8° entonces se establece una puntuación 2 ya que supera el límite, determinado estos valores en la tabla 48.

En la siguiente tabla se indica como se toman los valores para la primera actividad del área de enalado, correspondientes al grupo B de estudio.

Tabla 48. Movimiento de flexión, la corrección [31].

Grupo B			
BRAZO			
Movimiento	Puntuación	Corrección	
0°-20° flexión	1	Añadir +1 si hay	
0°-20° extensión		abducción o rotación	
>20° extensión	2	+1 elevación del hombro -	
21°-45° flexión		1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad	
46°-90° flexión	3		
>90° flexión	4		

Tabla 48. Movimiento de flexión, la corrección [31]. (Continuación)

ANTEBRAZO			
Movimiento	Puntuación		
60°-100° flexión	1		
<60° flexión	2		
>100° flexión	2		
MUÑECA			
Movimiento	Puntuación	Corrección	
0°-15° flexión/ extensión	1	Añadir+1 si hay torsión o desviación lateral	
>15° flexión/ extensión	2		

Puntuación de ambos grupos A y B

Puntuación A

Para obtener esta puntuación es importante basarse en la tabla de información que recomienda el mismo método REBA, en la cual indica que de acuerdo con las

puntuaciones individuales se obtiene la calificación para todo el grupo A, es decir, que la puntuación del tronco, cuello y piernas determinaran el valor del grupo A. Adicional a ello en cuanto al tema de las cargas, en caso de que la carga que levanta el operario no supera los 5kg se mantiene el valor, ya que si la carga se encuentra entre 5 y 10kg se añade 1 punto al valor y por último si la carga o fuerza ejercida supera los 10kg entonces se aumenta 2 puntos. Entonces una vez tomado en cuenta estos parámetros, los resultados de puntuación obtenidos para el grupo A en este caso de estudio, se detallan en la tabla 49.

Tabla 49. Resultados de puntuación obtenidos para el grupo A.

Grupo A												
	Cuello											
	1				2				3			
	Piernas				Piernas				Piernas			
Tronco	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Debido a que la carga excede los 15kg y que la puntuación de tabla arrojó un valor de 7, entonces al sumarle el respectivo valor de carga que sería de +2 puntos, entonces el valor final para el grupo A es de 9 puntos.

Puntuación B

De igual manera al basarse en la tabla REBA la cual puntúa los brazos, los antebrazos y las muñecas, para ello se toma en cuenta el valor individual de cada zona y se ejecuta un valor final, además es importante conocer también la calidad el agarre de sujeción la cual va determinada en la tabla 50, a continuación:

Tabla 50. Calidad el agarre de sujeción [31].

Calidad el agarre	Descripción	Puntuación
Bueno	El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio	0
Regular	El agarre es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable utilizando otras partes del cuerpo	+1
Malo	El agarre es posible pero no aceptable	+2
Inaceptable	El agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable	+3

Los resultados para el grupo B de la primera postura analizada como parte principal del método Reba están detallados en la tabla 51.

Muestran el valor único para el grupo B una vez que se analizan sus resultados y una vez que ya se haya tomado en cuenta el tipo, la calidad del agarre y los distintos parámetros que se consideran para mejorar o satisfacer la puntuación en este caso de estudio tanto para brazo, mano y muñeca que componen al grupo son los siguientes:

Tabla 51. Resultados para el grupo B para el operario

Grupo B						
	Antebrazo					
	1			2		
	Muñeca			Muñeca		
Brazo	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

Para el grupo B la puntuación es de 3 pero tomando en cuenta la calidad del agarre que tiene el operario en este caso de estudio es 'regular' entonces el valor para el grupo B final es de 4 puntos.

Puntuación final con A y B

La última parte de las puntuaciones del método Reba se conoce como grupo C o puntuación final en la cual se considera 2 parámetros, los cuales son primero tomar en cuenta el valor por separado de los valores del grupo A y del grupo B y segundo tomar en cuenta la actividad que realiza el operario o la persona a quien se esté realizando la evaluación que se detalla en la tabla 52.

Tabla 52. Tipo de la actividad del operario [31].

Tipo de actividad muscular	Puntuación
Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo, soportadas durante más de 1 minuto	+1
Se producen movimientos repetitivos, por ejemplo, repetidos más de 4 veces por minuto (excluyendo caminar)	+1
Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables	+1

Entonces tomando en cuenta estos parámetros de puntuación los resultados finales para este caso de estudio, el operario en la actividad de encalado en carga y descarga de material sosa caustica y peróxido, se muestran en la tabla 53:

Tabla 53. Actividad en carga y descarga de material sosa cáustica y peróxido.

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

Tabla 53. Actividad de encalado en carga y descarga de material sosa cáustica y peróxido. (Continuación)

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

La puntuación combinada es de 10 puntos, sumándole el tipo de actividad que realiza el operario que para este caso se han considerado 2 actividades entonces se obtiene la suma de 2 puntos adicionales, dando un resultado final de 12 puntos.

Una vez realizado este proceso se procede a tomar las debidas acciones en cuanto a la actividad que realiza el operario, esta parte se denomina ‘nivel de actuación’, para ello se analiza el valor final del puntaje y se lee en la tabla a cuál corresponde y la misma expresa el nivel de actuación sobre la actividad que se está realizando y también ayuda a determinar el nivel de riesgo al cual está sometido el operario de planta en el área de encalado.

Entonces se obtiene el siguiente resultado de actuación detallado en la tabla 54, que permite conocer cuan grave puede ser la postura que ejerce el trabajador y dar un nivel de acción o de actuación acorde al resultado arrojado y que este permita priorizar al momento de realizar el rediseño.

Tabla 54. Nivel de actuación

Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria
2 -3	1	Bajo	Puede ser necesaria
4 – 7	2	Medio	Es necesaria
8 – 10	3	Alto	Es muy necesaria
11 - 15	4	Muy alto	Actuación de inmediato

De acuerdo con REBA se debe tomar acción de inmediato tal cual muestra la tabla anterior, en esta actividad de carga de la sosa cáustica en el área de encalado debido a que al tener nivel 4 se considera una actividad de alto riesgo para el personal operario del área. A continuación, se indica en las tablas la puntuación de las actividades de carga y descarga de material de sosa cáustica y peróxido.

Carga y colocación de sosa cáustica

En la tabla 55 se indica la postura crítica para el lado derecho.

Tabla 55. Posturas incómodas con sosa cáustica carga 02 (lado derecho).

Lado derecho	
	

Tabla 55. Posturas incómodas con sosa carga 02 (lado derecho). (Continuación)

Grupo A	Puntuación tronco	3	Grupo B	Puntuación brazo	2
	Puntuación cuello	3		Puntuación antebrazo	2
	Puntuación piernas	3		Puntuación muñeca	1
↓			↓		
Puntuación tabla A		7	Puntuación tabla B		2
+			+		
Puntuación de fuerzas		2	Puntuación agarre		0
↓			↓		
Puntuación A		9	Puntuación B		2
↓					
Puntuación tabla C			9		
+					
Puntuación Actividad			1		

Tabla 55. Posturas incómodas con sosa carga 02 (lado derecho). (Continuación)

↓					
Puntuación final REBA			10		
Nivel de acción	3	Nivel de riesgo	Alto	Intervención	Es necesaria la actuación cuanto antes

Esta evaluación se realizó acorde a las posturas más críticas que muestra el trabajador a lo largo de la actividad que realiza durante la jornada laboral. En la tabla se muestra las posturas más críticas en cuanto al levantamiento y transporte del material denominado "Sosa Cáustica". Evaluación realizada en el lado derecho, al final de la tabla se obtiene un valor de 10 puntos lo cual indica que este tipo de actividad requiere un nivel de atención alto, en el cual se debe aplicar una acción inmediata a las molestias de riesgos ergonómicos para evitar las lesiones ocupacionales. En la tabla 56 se indica los resultados para la misma postura crítica para desde el lado izquierdo.

Tabla 56. Posturas incómodas con sosa carga 02 (lado izquierdo).

Lado Izquierdo	
	

Tabla 56. Posturas incómodas con sosa carga 02 (lado izquierdo). (Continuación)

Grupo A	Puntuación tronco	3	Grupo B	Puntuación brazo	2
	Puntuación cuello	2		Puntuación antebrazo	2
	Puntuación piernas	3		Puntuación muñeca	1
↓			↓		
Puntuación tabla A		6	Puntuación tabla B		2
+			+		
Puntuación de fuerzas		2	Puntuación agarre		0
↓			↓		
Puntuación A		8	Puntuación B		2
↓					
Puntuación tabla C		8			
+					
Puntuación Actividad		1			

Tabla 56. Posturas incómodas con sosa carga 02 (lado izquierdo). (Continuación)

↓					
Puntuación final REBA			9		
Nivel de acción	3	Nivel de riesgo	Alto	Intervención	Es necesaria la actuación cuanto antes

En la tabla correspondiente a la evaluación del lado izquierdo de la misma actividad, se obtiene un valor final de 9 puntos, el cual indica que el nivel de riesgo es muy elevado y la actuación que se requiere es inmediata.

Empuje inicial de sosa cáustica

El empuje inicial como postura crítica desde el lado derecho se muestra en la tabla 57.

Tabla 57. Posturas incómodas con sosa transporte 01(lado derecho).

Lado derecho	
	

Tabla 57. Posturas incómodas con sosa transporte 01(lado derecho). (Continuación)

Grupo A	Puntuación tronco	2	Grupo B	Puntuación brazo	2
	Puntuación cuello	1		Puntuación antebrazo	2
	Puntuación piernas	3		Puntuación muñeca	2
↓			↓		
Puntuación tabla A		4	Puntuación tabla B		3
+			+		
Puntuación de fuerzas		2	Puntuación agarre		1
↓			↓		
Puntuación A		6	Puntuación B		4
↓			↓		
Puntuación tabla C		7			
+			+		
Puntuación Actividad		2			

Tabla 57. Posturas incómodas con sosa transporte 01(lado derecho). (Continuación)

↓					
Puntuación final REBA			9		
Nivel de acción	3	Nivel de riesgo	Alto	Intervención	Es necesaria la actuación cuanto antes

En la tabla se obtuvo un valor para el lado derecho de 9, siendo este considerado como un valor alto en el cual se necesita un nivel de atención inmediata ya que le operario puede sufrir lesiones músculo esqueléticos a corto plazo.

Se continua la siguiente parte con el análisis del lado izquierdo de la misma postura del operario al momento de manipular o realizar la actividad, en la cual se detalla o se logra obtener nuevos ángulos en ciertas ocasiones varia con muy poco, pero de todas manera permite conocer si se aumentase o no los puntos de acuerdo con la teoría del método Reba. El lado izquierdo mostrado en la tabla 58 también se evalúa para tener una precisión en los datos arrojados.

Tabla 58. Posturas incómodas con sosa transporte 01(lado izquierdo).

Lado Izquierdo	
	

Tabla 58. Posturas incómodas con sosa transporte 01(lado izquierdo). (Continuación)

Grupo A	Puntuación tronca	2	Grupo B	Puntuación brazo	2
	Puntuación cuello	2		Puntuación antebrazo	2
	Puntuación piernas	2		Puntuación muñeca	2
↓					
Puntuación tabla A		4	Puntuación tabla B		3
+					
Puntuación de fuerzas		2	Puntuación agarre		1
↓					
Puntuación A		6	Puntuación B		4
↓					
Puntuación tabla C		7			
+					
Puntuación Actividad		1			

Tabla 58. Posturas incómodas con sosa transporte 01(lado izquierdo). (Continuación)

↓					
Puntuación final REBA			8		
Nivel de acción	3	Nivel de riesgo	Alto	Intervención	Es necesaria la actuación cuanto antes

Al igual que en la tabla anterior y analizado el lado izquierdo con un valor de 8 puntos, el nivel de atención sigue siendo inmediato para salvaguardar la salud de los operarios de la zona de encalado.

Transporte de sosa cáustica

Para esta segunda parte del transporte de la carga, se analizan las posturas, cuando el operario empieza a empujar el carrito de trabajo, es decir, después de romper la carga estática en la que se encontraba estas posturas se evalúan para el lado derecho en la tablas 59 y para el lado izquierdo en la tabla 60. Es mencionado que para iniciar con el empuje o el transporte de carga se estima que máximo son 10 kg, una vez iniciado el esfuerzo se puede empujar 25kg.

Tabla 59. Posturas incómodas con sosa transporte 02 (lado derecho).

Lado derecho	
	

Tabla 59. Posturas incómodas con sosa transporte 02 (lado derecho). (Continuación)

Grupo A	Puntuación tronco	2	Grupo B	Puntuación brazo	2
	Puntuación cuello	2		Puntuación antebrazo	2
	Puntuación piernas	2		Puntuación muñeca	2
↓			↓		
Puntuación tabla A		4	Puntuación tabla B		3
+			+		
Puntuación de fuerzas		2	Puntuación agarre		1
↓			↓		
Puntuación A		6	Puntuación B		4
↓			↓		
Puntuación tabla C					7
+			+		

Tabla 59. Posturas incómodas con sosa transporte 02 (lado derecho). (Continuación)

Puntuación final REBA			8		
Nivel de acción	3	Nivel de riesgo	Alto	Intervención	Es necesaria la actuación cuanto antes

En la tabla que hace referencia al lado derecho, se observa que el valor final es de 8 puntos debido a la fuerza que debe realizar para empujar la cantidad de peso que carga y empuja en el coche lo cual no es lo ideal, en la cual de acuerdo con el método el nivel de atención es inmediato.

Tabla 60. Posturas incómodas con sosa transporte 02 (lado izquierdo).


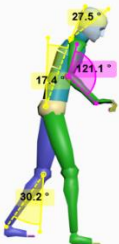
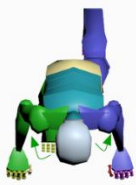


Lado Izquierdo	
	
	
	

Tabla 60. Posturas incómodas con sosa transporte 02 (lado izquierdo). (Continuación)

Grupo A	Puntuación tronco	2	Grupo B	Puntuación brazo	2
	Puntuación cuello	2		Puntuación antebrazo	2
	Puntuación piernas	1		Puntuación muñeca	2
↓					
Puntuación tabla A		3	Puntuación tabla B		3
+					
Puntuación de fuerzas		2	Puntuación agarre		1
↓					
Puntuación A		5	Puntuación B		4
↓					
Puntuación tabla C		5			
+					
Puntuación Actividad		1			
↓					
Puntuación final REBA		6			
Nivel de acción	2	Nivel de riesgo	Medio	Intervención	Es necesaria la actuación

En el lado izquierdo para esta segunda parte del transporte de la carga se obtiene un valor de 6, el cual se acuerdo con el método, dice que es un valor que requiere atención media en la cual el operario puede sufrir lesiones a futuro.

Transporte por la rampa

La rampa que conecta al área de almacenamiento con los tanques de la materia en la que permanecen los cueros bovinos, en una rampa con una pendiente considerable en la cual el operario debe tener la habilidad de manera el peso y la carga para evitar accidente laborales.

El lado derecho e izquierdo se detallan en la tabla 61 y 62 respectivamente.

Tabla 61. Posturas incómodas con sosa. Rampa (lado derecho).


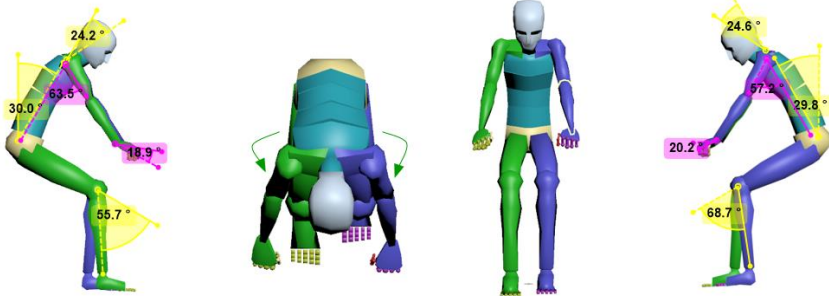
Lado derecho	
	
	

Tabla 61. Posturas incómodas con sosa. Rampa (lado derecho). (Continuación)

Grupo A	Puntuación tronco	3	Grupo B	Puntuación brazo	4
	Puntuación cuello	2		Puntuación antebrazo	2
	Puntuación piernas	2		Puntuación muñeca	2
↓			↓		
Puntuación tabla A		5	Puntuación tabla B		6
+			+		
Puntuación de fuerzas		3	Puntuación agarre		2
↓			↓		
Puntuación A		8	Puntuación B		8
↓					
Puntuación tabla C			10		
+					
Puntuación Actividad			1		
↓					
Puntuación final REBA			11		
Nivel de acción	4	Nivel de riesgo	Muy alto	Intervención	Es necesaria la actuación de inmediato

En la tabla se indica que el valor final para esta actividad la cual arroja un puntaje de 11, que de acuerdo con el método Reba es un valor de riesgo muy alto y el nivel de atención que requiere tiene que ser inmediato, por lo tanto y de acuerdo con estos datos, en esta parte es en donde más se tomaran en cuenta los parámetros para el rediseño ergonómico.

Se efectuará un análisis ergonómico que permita en lo posible utilizar el mismo peso de la carga como un contrapeso para contrarrestar el sobre esfuerzo realizado.

Tabla 62. Posturas incómodas con sosa. Rampa (lado izquierdo).


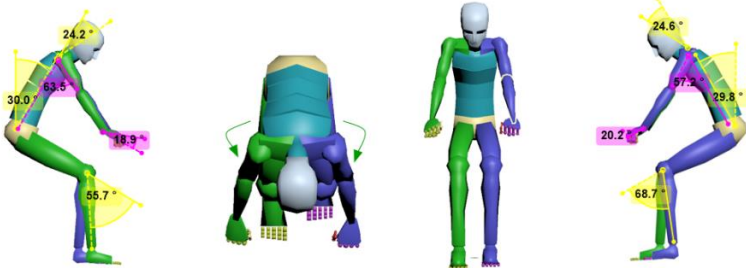
Lado Izquierdo					
					
					
Grupo A	Puntuación tronco	3	Grupo B	Puntuación brazo	4
	Puntuación cuello	2		Puntuación antebrazo	2
	Puntuación piernas	4		Puntuación muñeca	2

Tabla 62. Posturas incómodas con sosa. Rampa (lado izquierdo). (Continuación)

↓		↓	
Puntuación tabla A	7	Puntuación tabla B	6
+		+	
Puntuación de fuerzas	3	Puntuación agarre	2
↓		↓	
Puntuación A	10	Puntuación B	8
↓			
Puntuación tabla C		12	
+			
Puntuación Actividad		1	
↓			
Puntuación final REBA		13	
Nivel de acción	4	Nivel de riesgo	Muy Alto
		Intervención	Es necesaria la actuación de inmediato

Al igual que en el análisis anterior esta actividad, es la que más impacto tiene en el análisis de este trabajo, ya que para el lado izquierdo con arroja un valor final de 13 puntos, acercándose aún más a una necesaria actuación de inmediato.

Descarga de la sosa cáustica

La descarga del material es dosificar la sosa cáustica en los tanques donde se almacenan los cueros bovinos, los cuales se encuentran a nivel del suelo por lo cual el operario tiene que agacharse y colocar el material junto al tanque y seguir con el proceso de encalado. Estos resultados se indican en la tabla 63 para el lado derecho.

Tabla 63. Posturas incómodas con sosa. Descarga (lado derecho).


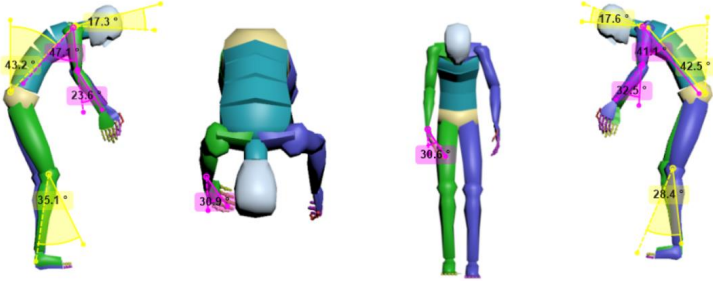
Lado derecho					
					
					
Grupo A	Puntuación tronco	3	Grupo B	Puntuación brazo	2
	Puntuación cuello	1		Puntuación antebrazo	2
	Puntuación piernas	2		Puntuación muñeca	2

Tabla 63. Posturas incómodas con sosa. Descarga (lado derecho). (Continuación)

↓		↓					
Puntuación tabla A		4		Puntuación tabla B		3	
+				+			
Puntuación de fuerzas		2		Puntuación agarre		1	
↓				↓			
Puntuación A		6		Puntuación B		4	
↓							
Puntuación tabla C				7			
+							
Puntuación Actividad				1			
↓							
Puntuación final REBA				8			
Nivel de acción	3		Nivel de riesgo	Alto	Intervención	Es necesaria la actuación cuanto antes	

Para el lado derecho se obtiene un valor final de 8, el cual se considera como un nivel de atención alto con una necesaria intervención. Con este valor se puede ejecutar un rediseño que evite operario flexionar de manera abrupta la columna para evitar lesiones musculoesqueléticas y que además se pueda llevar la carga adecuada para cumplir con las normas de ergonomía. El lado izquierdo se evalúa y detalla en la tabla 64, a continuación.

Tabla 64. Posturas incómodas con sosa. Descarga (lado izquierdo).


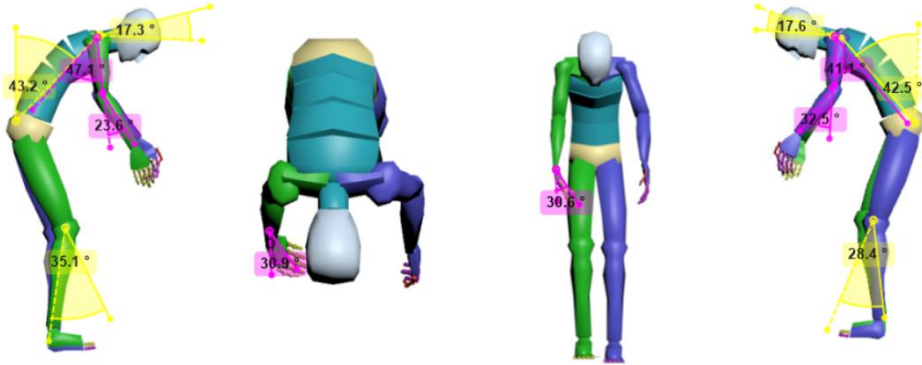
Lado Izquierdo					
					
					
Grupo A	Puntuación tronco	3	Grupo B	Puntuación brazo	2
	Puntuación cuello	1		Puntuación antebrazo	2
	Puntuación piernas	1		Puntuación muñeca	1
↓			↓		

Tabla 64. Posturas incómodas con sosa. Descarga (lado izquierdo). (Continuación)

Puntuación tabla A		2	Puntuación tabla B		2
+			+		
Puntuación de fuerzas		2	Puntuación agarre		1
↓			↓		
Puntuación A		4	Puntuación B		3
↓					
Puntuación tabla C			4		
+					
Puntuación Actividad			1		
↓					
Puntuación final REBA			5		
Nivel de acción	2	Nivel de riesgo	Medio	Intervención	Es necesaria la actuación

El análisis para el lado izquierdo en esta parte de la actividad arroja un valor final de 5 puntos al igual que en el lado derecho por lo cual se concluye que el operario va a presentar molestias musco-esqueléticas que pueden provocar enfermedades ocupacionales y por lo tanto un ineficiencia en el trabajo.

Resultados de posturas incómodas para el peróxido

El peróxido está almacenado en una caneca con un peso final de 30 kg, el proceso inicia con el des enroscamiento de la tapa de la caneca de peróxido, en la tabla 65 se indica la primera postura crítica del proceso.

Apertura de la rosca

Tabla 65. Apertura de la tapa roscada (lado derecho).


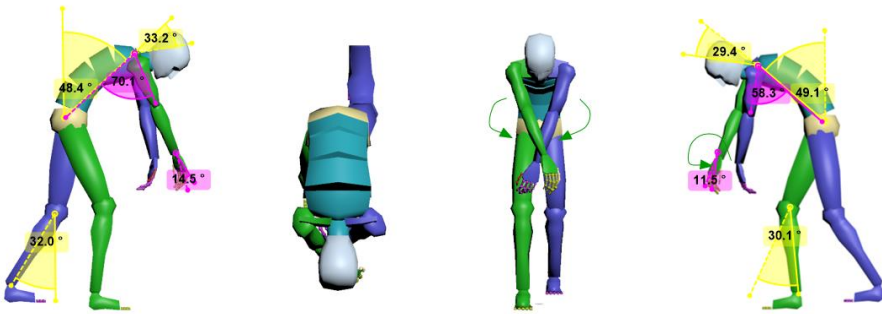
Lado derecho					
					
					
Grupo A	Puntuación tronco	3	Grupo B	Puntuación brazo	4
	Puntuación cuello	2		Puntuación antebrazo	2
	Puntuación piernas	2		Puntuación muñeca	1

Tabla 65. Apertura de la tapa roscada (lado derecho). (Continuación)

↓					
Puntuación tabla A		5	Puntuación tabla B		5
+					
Puntuación de fuerzas		0	Puntuación agarre		0
↓					
Puntuación A		5	Puntuación B		5
↓					
Puntuación tabla C		6			
+					
Puntuación Actividad		0			
↓					
Puntuación final REBA		6			
Nivel de acción	2	Nivel de riesgo	Medio	Intervención	Es necesaria la actuación

En la tabla se muestran los resultados para el lado derecho de esta primera parte de la actividad en la cual, se observa que la puntuación final, al cabo de la suma de las tablas A,B y C es un valor de 6, la cual indica un riesgo medio en la cual se debe tomar acciones medias, es decir, se podría cambiar el tipo de herramienta con la que se abren las tapas o a su vez añadir otra herramienta que permita abrir de manera correcta las canecas.

La misma postura crítica se evalúa en la tabla 66 pero analizado para el lado izquierdo.

Tabla 66. Apertura de la tapa roscada (lado izquierdo).


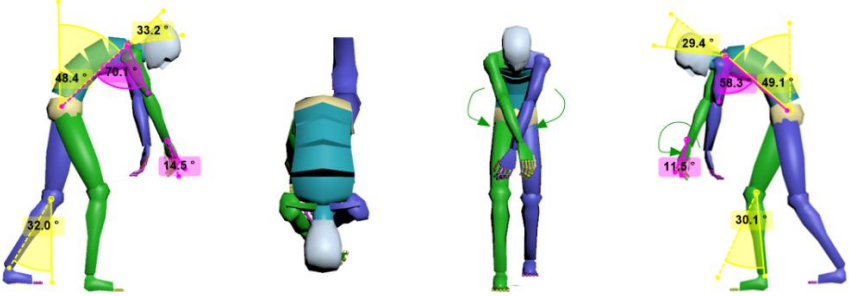
Lado Izquierdo					
					
					
Grupo A	Puntuación tronco	3	Grupo B	Puntuación brazo	4
	Puntuación cuello	2		Puntuación antebrazo	2
	Puntuación piernas	3		Puntuación muñeca	1
↓			↓		
Puntuación tabla A		6	Puntuación tabla B		5
+			+		

Tabla 66. Apertura de la tapa roscada (lado izquierdo). (Continuación)

Puntuación de fuerzas		0		Puntuación agarre		0	
↓				↓			
Puntuación A		6		Puntuación B		5	
↓							
Puntuación tabla C				8			
+							
Puntuación Actividad				0			
↓							
Puntuación final REBA				8			
Nivel de acción	3		Nivel de riesgo	Alto	Intervención	Es necesaria la actuación cuanto antes	

El lado izquierdo de la evaluación muestra un valor final de 8, debido a que la flexión de la pierna izquierda es un poco más notable y esta entre 30 y 60°, entonces el nivel de riesgo aumenta considerablemente, siendo este un valor que requiere intervención de manera inmediata para evitar lesiones musculoesqueléticas.

Carga del peróxido

La carga es la que genera mayor incidencia en el método al momento de evaluar, y en la tabla 67 se evalúa para el lado derecho, mientras que en la tabla 68 para el lado izquierdo.

Tabla 67. Carga de la caneca (lado derecho).


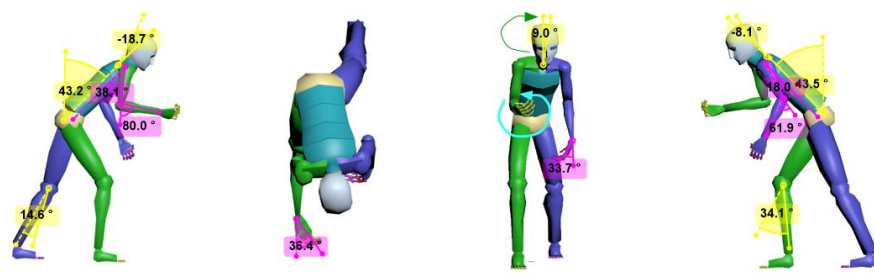
Lado derecho					
					
					
Grupo A	Puntuación tronco	3	Grupo B	Puntuación brazo	2
	Puntuación cuello	2		Puntuación antebrazo	2
	Puntuación piernas	3		Puntuación muñeca	3
↓			↓		
Puntuación tabla A		6	Puntuación tabla B		4
+			+		
Puntuación de fuerzas		2	Puntuación agarre		1
↓			↓		

Tabla 67. Carga de la caneca (lado derecho). (Continuación)

Puntuación A		8	Puntuación B		5
↓					
Puntuación tabla C			10		
+					
Puntuación Actividad			1		
↓					
Puntuación final REBA			11		
Nivel de acción	4	Nivel de riesgo	Muy Alto	Intervención	Es necesaria la actuación de inmediato

En la carga para el lado derecho se puede observar que existe una rotación de la muñeca derecha por lo cual aumenta la puntuación para la tabla A, esto al final se obtiene un resultado de 11 puntos siendo un nivel de acción alto en el cual el nivel de acción a tomar es de tipo inmediato ya que es más probable que el operario pueda sufrir lesiones.

Tabla 68. Carga de la caneca (lado izquierdo).

Lado Izquierdo	
	

Tabla 68. Carga de la caneca (lado izquierdo). (Continuación)

Grupo A	Puntuación tronco	3	Grupo B	Puntuación brazo	2
	Puntuación cuello	2		Puntuación antebrazo	2
	Puntuación piernas	3		Puntuación muñeca	3
↓			↓		
Puntuación tabla A		6	Puntuación tabla B		4
+			+		
Puntuación de fuerzas		2	Puntuación agarre		1
↓			↓		
Puntuación A		8	Puntuación B		5
↓			↓		
Puntuación tabla C		10			
+			+		
Puntuación Actividad		1			

Tabla 68. Carga de la caneca (lado izquierdo). (Continuación)

↓					
Puntuación final REBA			11		
Nivel de acción	4	Nivel de riesgo	Muy alto	Intervención	Es necesaria la actuación de inmediato

De igual manera para el lado izquierdo de la evaluación en el operador se obtiene un valor de 11 puntos, ya que sigue extendiendo una leve rotación tanto en la zona del cuello como en la muñeca del operador.

Colocación de las canecas

Para la tabla 69 se indican los valores para el lado derecho de acuerdo con el método, mismos que evalúan el nivel de acción a tomar, de acuerdo con la imagen se puede ver a simple vista que el operario va a generar mayor tensión en su zona lumbar debido al esfuerzo que realiza para colocar la caneca de peróxido en el carrito.

Tabla 69. Colocación del material en el coche (lado derecho).

Lado derecho


Tabla 69. Colocación del material en el coche (lado derecho). (Continuación)

Grupo A	Puntuación tronco	3	Grupo B	Puntuación brazo	1
	Puntuación cuello	2		Puntuación antebrazo	2
	Puntuación piernas	2		Puntuación muñeca	3
↓					
Puntuación tabla A		5	Puntuación tabla B		3
+			+		
Puntuación de fuerzas		3	Puntuación agarre		2
↓					
Puntuación A		8	Puntuación B		5
↓					
Puntuación tabla C			10		
+					
Puntuación Actividad			2		
↓					

Tabla 69. Colocación del material en el coche (lado derecho). (Continuación)

Puntuación final REBA			12		
Nivel de acción	4	Nivel de riesgo	Muy Alto	Intervención	Es necesaria la actuación inmediata

El valor total que se obtiene para el lado derecho es de 12 puntos, siendo un nivel 4 de acción el cual indica que se debe tomar acciones inmediatas en este punto.

En la tabla 70, se muestran los valores arrojados para el lado izquierdo de la colocación de las cencas de peróxido en el coche de trabajo.

Tabla 70. Colocación del material en el coche (lado izquierdo).

Lado Izquierdo	
	
	

Tabla 70. Colocación del material en el coche (lado izquierdo). (Continuación)

Grupo A	Puntuación tronco	3	Grupo B	Puntuación brazo	1
	Puntuación cuello	2		Puntuación antebrazo	2
	Puntuación piernas	2		Puntuación muñeca	3
↓			↓		
Puntuación tabla A		5	Puntuación tabla B		3
+			+		
Puntuación de fuerzas		3	Puntuación agarre		2
↓			↓		
Puntuación A		8	Puntuación B		5
↓			↓		
Puntuación tabla C		10			
+					
Puntuación Actividad		2			
↓			↓		
Puntuación final REBA		12			
Nivel de acción	4	Nivel de riesgo	Muy alto	Intervención	Es necesaria la actuación inmediata

La puntuación para el lado izquierdo es similar a la del lado derecho, se obtiene un valor de 12 puntos y esto se puede denotar debido al ángulo de inclinación que tiene el operario en cuanto a su columna, ya que al ser mayor a 30° se determina un valor de 3 puntos. Al final se debe tomar acción inmediata para evitar lesiones en el personal de trabajo del área de encalado.

Transporte de la carga peróxido

El transporte del peróxido al igual que de las sacas de sosa cáustica, genere la mayor cantidad de esfuerzo hasta empezar a mover la carga, para el lado derecho se indica en la tabla 71, mientras que para el lado izquierdo se indican en la tabla 72.

Tabla 71. Transporte del peróxido (lado derecho).

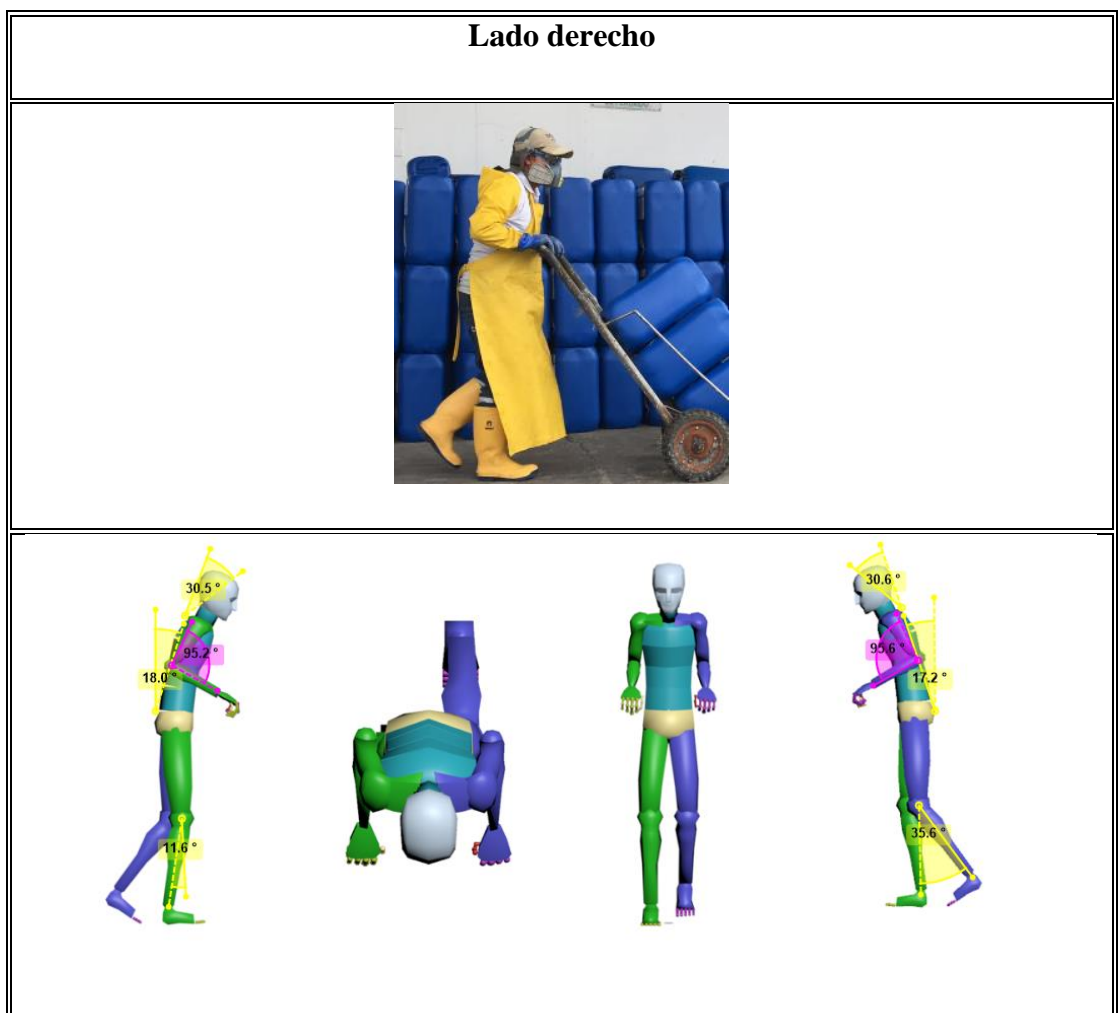


Tabla 71. Transporte del peróxido (lado derecho). (Continuación)

Grupo A	Puntuación tronco	2	Grupo B	Puntuación brazo	2
	Puntuación cuello	2		Puntuación antebrazo	1
	Puntuación piernas	1		Puntuación muñeca	1
↓			↓		
Puntuación tabla A		3	Puntuación tabla B		1
+			+		
Puntuación de fuerzas		2	Puntuación agarre		1
↓			↓		
Puntuación A		5	Puntuación B		2
↓			↓		
Puntuación tabla C		4			
+					
Puntuación Actividad		0			
↓					
Puntuación final REBA		4			
Nivel de acción	2	Nivel de riesgo	Medio	Intervención	Es necesaria la actuación

La puntuación REBA para esta actividad, cambia totalmente arrojando un valor de 4 puntos, siendo uno de los valores más bajos que se obtienen para este estudio, debido a que el operario al transportarse por una superficie plana no realiza mayor esfuerzo de empuje, sin embargo, esto indica un nivel de acción tipo 2, en la cual sería prudente tomar medidas correctivas para evitar lesiones a futuro.

Tabla 72. Transporte del peróxido (lado izquierdo).


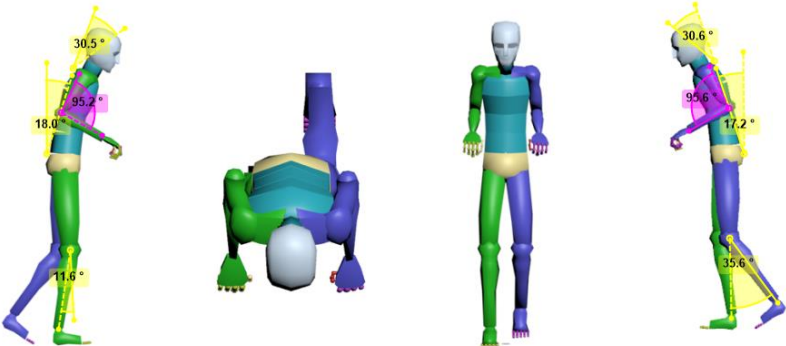
Lado Izquierdo					
					
					
Grupo A	Puntuación tronco	2	Grupo B	Puntuación brazo	2
	Puntuación cuello	2		Puntuación antebrazo	1
	Puntuación piernas	2		Puntuación muñeca	1

Tabla 72. Transporte del peróxido (lado izquierdo). (Continuación)

↓					
Puntuación tabla A		4		Puntuación tabla B	
				1	
+					
Puntuación de fuerzas		2		Puntuación agarre	
				1	
↓					
Puntuación A		6		Puntuación B	
				2	
↓					
Puntuación tabla C			6		
+					
Puntuación Actividad			0		
↓					
Puntuación final REBA			6		
Nivel de acción	2		Nivel de riesgo	Medio	Intervención
					Es necesaria la actuación

El lado izquierdo de la evaluación para esta actividad arroja un valor de final de 6 puntos, siendo un nivel medio en el cual es necesaria la intervención del departamento de seguridad.

Rampa peróxido

El transporte por la rampa que conecta al área de bodega con los tanques de almacenamiento tiene una considerable inclinación, por lo tanto, es importante saber que el puntaje va a ser un poco alto.

Deducir también es las posturas adoptadas al momento de descender por la rampa siempre van a ser posturas críticas las cuales demandan mayor esfuerzo por parte del operario para contrarrestar el peso de la carga que llevan, es por ello por lo que de acuerdo con los valores arrojados se procede a realizar un rediseño adecuado para reducir los riesgos. En la tabla 73 se indica la postura crítica desde el lado derechos, mientras que en la tabla 74 se indican para el lado izquierdo.

Tabla 73. Transporte por la rampa de los tanques (lado derecho).

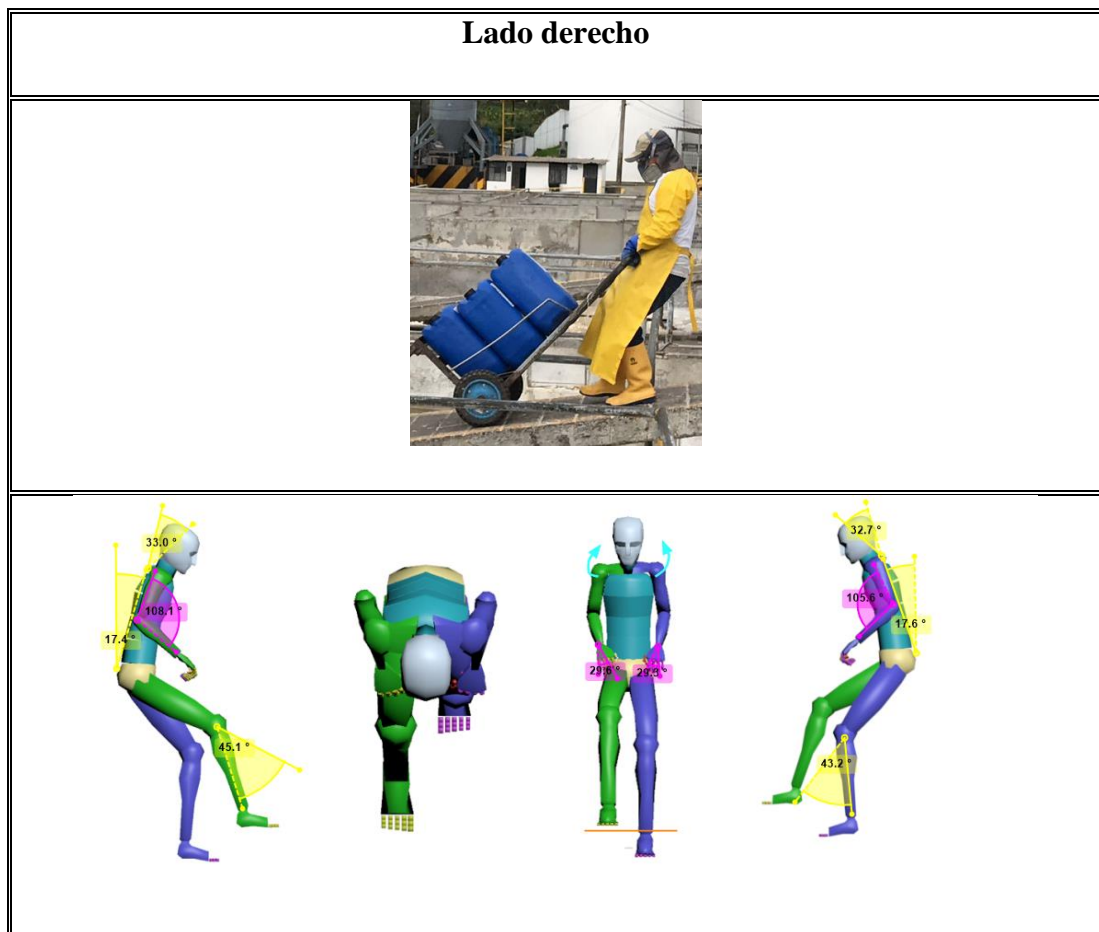


Tabla 73. Transporte por la rampa de los tanques (lado derecho). (Continuación)

Grupo A	Puntuación tronco	2	Grupo B	Puntuación brazo	2
	Puntuación cuello	2		Puntuación antebrazo	2
	Puntuación piernas	3		Puntuación muñeca	2
↓			↓		
Puntuación tabla A		5	Puntuación tabla B		3
+			+		
Puntuación de fuerzas		3	Puntuación agarre		1
↓			↓		
Puntuación A		8	Puntuación B		4
↓					
Puntuación tabla C			9		
+					
Puntuación Actividad			1		
↓					
Puntuación final REBA			10		
Nivel de acción	3	Nivel de riesgo	Alto	Intervención	Es necesaria la actuación cuanto antes

En este caso se obtiene un valor de 10 puntos para el lado derecho siendo un nivel 3 de acción en el cual la intervención se lo debe hacer cuanto antes para evitar lesiones músculo esqueléticas.

Para el lado izquierdo también se obtendrá un valor elevado, estos valores se detallan en la tabla 74.

Tabla 74. Transporte por la rampa de los tanques (lado izquierdo).


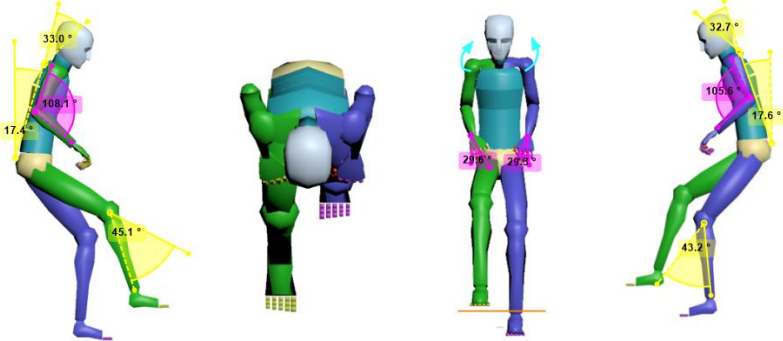
Lado Izquierdo					
					
					
Grupo A	Puntuación tronco	2	Grupo B	Puntuación brazo	2
	Puntuación cuello	2		Puntuación antebrazo	2
	Puntuación piernas	3		Puntuación muñeca	2

Tabla 74. Transporte por la rampa de los tanques (lado izquierdo). (Continuación)

↓		↓	
Puntuación tabla A	5	Puntuación tabla B	3
+		+	
Puntuación de fuerzas	3	Puntuación agarre	1
↓		↓	
Puntuación A	8	Puntuación B	4
↓			
Puntuación tabla C		9	
+			
Puntuación Actividad		1	
↓			
Puntuación final REBA		10	
Nivel de acción	3	Nivel de riesgo	Alto
Intervención	Es necesaria la actuación cuanto antes		

El valor de 10 final se mantiene para la parte del lado izquierdo debido a que la acción es la misma, y se puede observar que existe una leve rotación del cuello para poder observar los límites de la rampa, es por ello por lo que el nivel de acción es de 3 con una intervención inmediata por parte del departamento de seguridad industrial.

Descarga de peróxido

La descarga del peróxido es el último paso de la actividad, en la cual debido a la mala distribución de los pasajes para ingresar a los tanques el operario tiene una limitada accesibilidad esto aumenta el riesgo al momento de la evaluación. En la tabla 75 se muestran los resultados para el lado derecho.

Tabla 75. Descargar el peróxido (lado derecho).


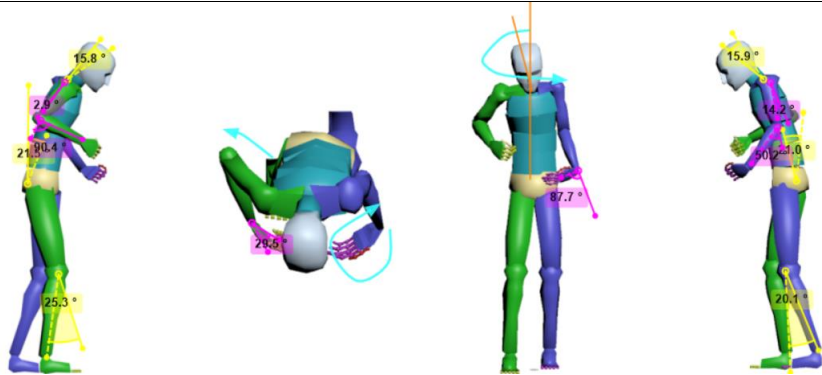
Lado derecho					
					
					
Grupo A	Puntuación tronco	3	Grupo B	Puntuación brazo	2
	Puntuación cuello	2		Puntuación antebrazo	1
	Puntuación piernas	1		Puntuación muñeca	2

Tabla 75. Descargar el peróxido (lado derecho). (Continuación)

↓		↓			
Puntuación tabla A		4	Puntuación tabla B		2
+		+			
Puntuación de fuerzas		2	Puntuación agarre		1
↓		↓			
Puntuación A		6	Puntuación B		3
↓		↓			
Puntuación tabla C		6			
+		+			
Puntuación Actividad		1			
↓		↓			
Puntuación final REBA		7			
Nivel de acción	2	Nivel de riesgo	Medio	Intervención	Es necesaria la actuación

Para este caso se obtiene un valor final de 7 puntos para el lado derecho, es decir que tiene un nivel de riesgo tipo 2 el cual es el más elevado y requiere intervención en el área de encalado.

La última parte del método es evaluar la postura crítica para la descarga del peróxido lo cual está detallado en la tabla 76 que se muestra a continuación.

Tabla 76. Descargar el peróxido (lado izquierdo).


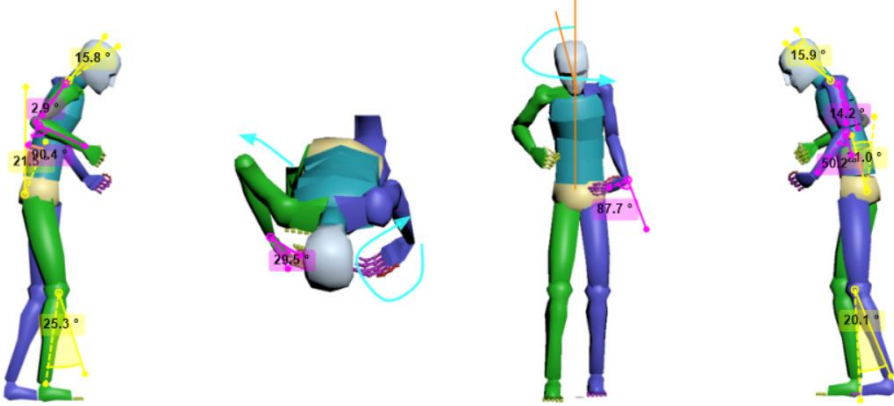
Lado Izquierdo					
					
					
Grupo A	Puntuación tronco	2	Grupo B	Puntuación brazo	2
	Puntuación cuello	2		Puntuación antebrazo	1
	Puntuación piernas	1		Puntuación muñeca	3
↓			↓		
Puntuación tabla A		3	Puntuación tabla B		3

Tabla 76. Descargar el peróxido (lado izquierdo). (Continuación)

+		+			
Puntuación de fuerzas	2	Puntuación agarre	2		
↓		↓			
Puntuación A	5	Puntuación B	5		
↓					
Puntuación tabla C	6				
+					
Puntuación Actividad	1				
↓					
Puntuación final REBA	7				
Nivel de acción	2	Nivel de riesgo	Medio	Intervención	Es necesaria la actuación

La evaluación para el lado izquierdo en su puntaje final mantiene esos valores, con un valor final de 7 puntos debido a la rotación y el agarre inadecuado del operarios en la barra estabilizadora, esto hace que el riesgo ergonómico aumente y se puedan provocar lesiones músculo esqueléticas, por lo tanto, requiere intervención inmediata ya que su nivel de acción para el lado izquierdo en esta actividad es de 2.

Gráficos de pastel

Las posturas analizadas mediante el método Reba, han sido estudiadas como las más críticas al momento en el que el operario cumple con las actividades laborales, debido a

esto a todas se les debe tener su debido grado de atención, pero no obstante existe ciertas posturas que indican un grado de atención mucho más elevado y por ende el riesgo que puede presentar es muy alto.

Sosa Cáustica

En la tabla 77 se indica los valores de cada postura crítica analizada para los sacos de sosa cáustica.

Tabla 77. Ponderación Posturas Incómodas Sosa Cáustica

SOSA	Total ambos lados
Carga de la Sosa	12.5
Colocación de Sosa	9.5
Empuje Inicial de Sosa	8.5
Transporte de la Sosa	7
Transporte por la rampa	12
Descarga de la Sosa	6.5

En la tabla anterior se observa como el valor final detallado para ambos lados del estudio en cada postura criticas analizada, arroja valores no menos a 6 puntos lo que nos indica que se obtienen molestia medias hasta molestias muy altas, estos valores se deben tomar en cuenta ya que se considera primordial priorizar esta actividad al momento de ejecutar el rediseño. En la figura 8 se muestran los resultados por grafico de pasteles.

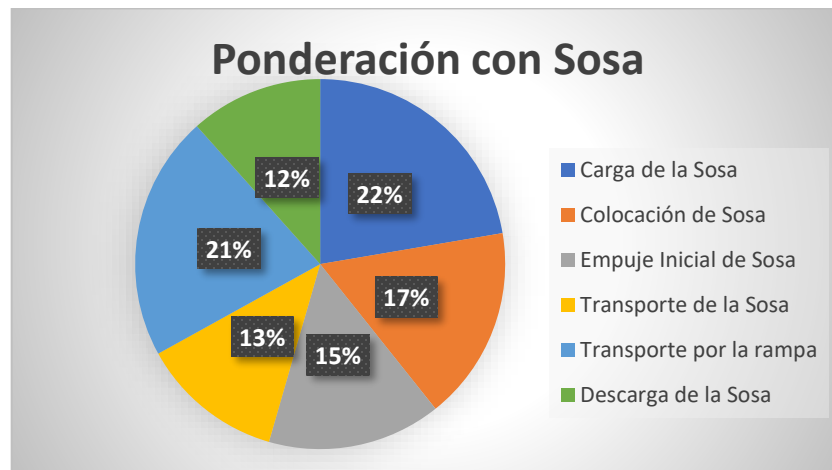


Figura 8. Ponderación sosa cáustica

Analizando el gráfico de pasteles, las posturas con mayor riesgo con al momento de cargar en el coche de trabajo la sosa cáustica y al momento de transportar por medio de la rampa que conecta a los tanques de almacenamiento.

Peróxido

Los datos obtenidos en los resultados de las canecas de peróxido se detallan en la tabla 78 se indican los resultados por cada postura crítica evaluada.

Tabla 78. Ponderación del Peróxido

PERÓXIDO	Toal ambos lados
Apertura de la rosca	7
Carga del peróxido	11
Colocación en el coche	12
Transporte del peróxido	5
Transporte por la rampa	10
Descarga del peróxido	7

En la tabla analizada, se observa que los datos recurrentes en las posturas criticas para el peróxido son al momento de cargas las canecas y colocarlas en el coche de trabajo y al momento de descender por la rampa. La figura 9 muestra la ponderación a través de un gráfico de pasteles, de la incidencia de las posturas criticas para el manejo del peróxido.

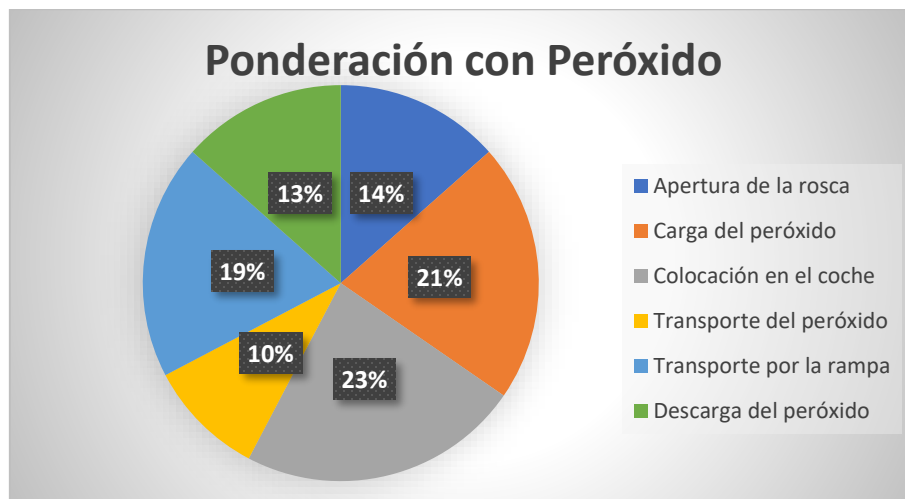


Figura 9. Ponderación de peróxido

La colocación y el descenso por la rampa son los movimientos que generan posturas más críticas al momento de ejecutar la actividad dentro del área de encalado, es decir, que son los puntos clave a tomar en cuenta al momento de realizar el rediseño ergonómico, esto permite también saber la exposición y el grado de probabilidad de que los operarios puedan contraer lesiones músculo esqueléticas.

Resultados del rediseño ergonómico

Una vez realizadas las evaluaciones con los métodos propuestos, se procede al rediseño del carrito de trabajo, de una manera ergonómica. Esta propuesta de diseño se basa en escoger el material óptimo para construir el carrito de trabajo, es decir, que se van a seleccionar los materiales con los que se dará a conocer la propuesta ergonómica.

Para ello se van a tomar en consideración ciertos datos que se habían mencionado en el ante proyecto como antecedentes y que a su vez se utilizaron durante el desarrollo del trabajo, estos son datos generales tales como el peso de la sosa y el peso del peróxido,.

Diseño del material de la estructura del coche

Como datos se obtiene:

- Saco de sosa Cáustica = 25 Kg
- Saco de Hidróxido = 25 kg
- Caneca de = 35 kg de peróxido
- Normalmente se carga:
 - a) 4 galones = $4 \times 35 = 140$ kg
 - b) 6 Sacos = $6 \times 25 = 150$ kg
- Las dimensiones requeridas son:
 - 1) Ancho = 55 cm
 - 2) Largo = 50 cm
 - 3) Altura = 115 cm
- Base ángulo = 50 x 50 x 3 mm

- Tubos rectos, Columnas = 1 1/4" x 2mm
- Fluencia del acero ASTM A36 = 250 MPa (DIPAC, 2020, pág. 14)

Diseño de base

- Validación del ángulo

Por lo que la fuerza aplicar sería:

$$F = m * g \quad \text{Ec. 1}$$

Donde: F= fuerza

m= masa máxima

g= fuerza de la gravedad

$$F = 150 \text{ kg} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1471.5 \text{ kg} * \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F = 1471.5 \text{ N}$$

Mientras que la carga distribuida a aplicar sería igual a

$$\frac{F}{d}$$

Ec. 2

$$\frac{F}{d} = \frac{1471.5 \text{ N}}{550 \text{ mm}}$$

$$\frac{F}{d} = 2.6754 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

Donde:

F = fuerza aplicada

d = distancia entre los puntos de apoyo

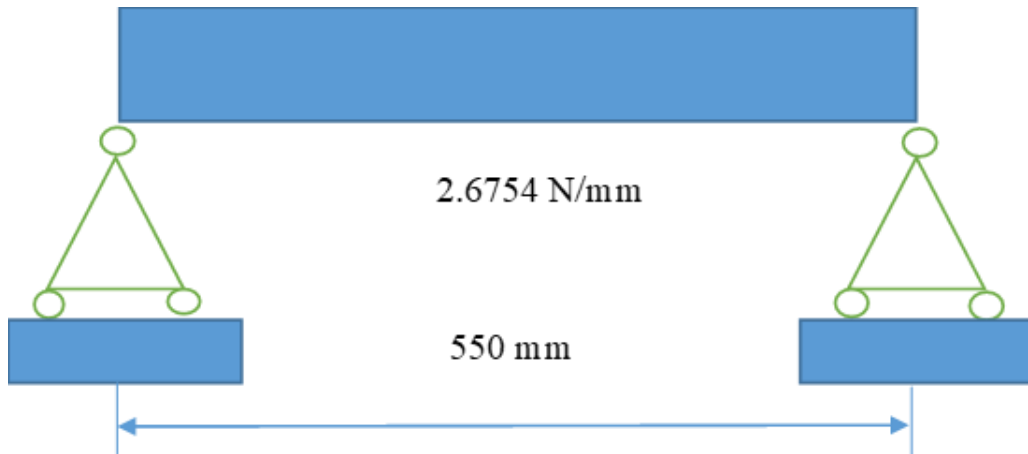


Figura 10: Diagrama de cuerpo libre de la barra

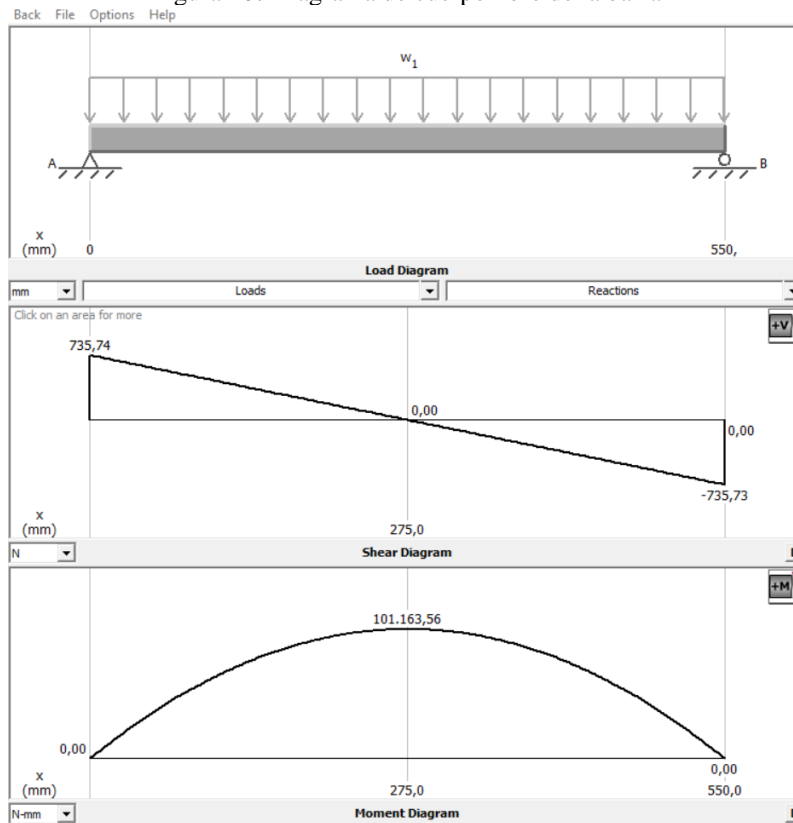


Figura 11: Diagrama de fuerzas y momentos de las vigas

The total magnitude of the distributed load in this region is 2,68 N/mm, acting **DOWNWARD**. The area under the load diagram between $x = 0,00$ mm and $x = 550,00$ mm is -1.471,47 N (i.e., $-2,675$ N/mm \times 550,00 mm). The change in shear between $x = 0,00$ mm and $x = 550,00$ mm is equal to the area under the load diagram between these two points. At $x = 0,00$ mm, the shear force is 735,73 N. Adding -1.471,47 N to this value gives a shear force of $V = -735,73$ N at $x = 550,00$ mm.

The slope of the shear curve is equal to the magnitude of the distributed load w (i.e., $w = -2,675$ N/mm). Since its slope is constant, the shear curve is **linear** in this region.

Figura 12: Datos aplicados en los diagramas de fuerzas y momentos en las vigas

Una vez determinado el momento máximo, arrojado por el programa y que se lo puede constatar en la imagen anterior, se procede a encontrar el módulo de sección:

$$S_x = \frac{M_{\text{Máximo}}}{F_y} \quad \text{Ec. 3}$$

Donde:

S_x = Módulo de sección

M_m = Momento Máximo

F_y = Límite de fluencia del acero ASTM A36

$$S_x = \frac{101163.56 \text{ Nmm}}{250 \text{ MPa}}$$

$$S_x = \frac{101163.56 \text{ Nmm}}{250 \text{ MPa} * \frac{1 \text{ N/mm}^2}{1 \text{ MPa}}}$$

$$S_x = 404.654 \text{ mm}^3$$

$$S_x = 0.405 \text{ cm}^3$$

Ángulos de alas iguales																				
Descripción	b	h	e	Masa	Área	d1	d2	Ángulo	Eje X - X			Eje Y - Y			Eje U - U			Eje V - V		
	mm	mm	mm	Kg/m	cm ²	cm	cm	(°)	Ix	Wx	rx	Iy	Wy	ry	Iu	Wu	ru	Iv	Wv	rv
L 20x 2	20	20	2	0,57	0,73	0,60	0,60	45,00	0,28	0,28	0,60	0,28	0,20	0,62	0,46	0,32	0,79	0,10	0,14	0,37
L 20 x 3	20	20	3	0,81	1,03	0,65	0,65	45,00	0,38	0,28	0,60	0,38	0,28	0,60	0,63	0,45	0,78	0,12	0,17	0,34
L 25x 2	25	25	2	0,73	0,93	0,72	0,72	45,00	0,56	0,32	0,78	0,56	0,32	0,78	0,92	0,52	1,00	0,20	0,23	0,47
L 25x 3	25	25	3	1,05	1,33	0,78	0,78	45,00	0,78	0,45	0,77	0,78	0,45	0,77	1,30	0,74	0,99	0,26	0,30	0,45
L 30 x 2	30	30	2	0,88	1,13	0,85	0,85	45,00	1,00	0,46	0,94	1,00	0,46	0,94	1,63	0,77	1,20	0,37	0,35	0,57
L 30x 3	30	30	3	1,28	1,63	0,90	0,90	45,00	1,40	0,67	0,93	1,40	0,67	0,93	2,32	1,09	1,19	0,49	0,46	0,55
L 30x 4	30	30	4	1,65	2,10	0,95	0,95	45,00	1,76	0,86	0,91	1,76	0,86	0,91	2,93	1,38	1,18	0,58	0,55	0,52
L 40x 2	40	40	2	1,20	1,33	1,10	1,10	45,00	2,44	0,84	1,26	2,44	0,84	1,26	3,96	1,40	1,61	0,92	0,65	0,78
L 40x 3	40	40	3	1,75	2,23	1,15	1,15	45,00	3,49	1,22	1,25	3,49	1,22	1,25	5,71	2,02	1,60	1,27	0,90	0,75
L 40x 4	40	40	4	2,28	2,90	1,20	1,20	45,00	4,44	1,59	1,24	4,44	1,59	1,24	7,23	2,59	1,59	1,55	1,10	0,73
L 40x 5	40	40	5	2,77	3,54	1,25	1,25	45,00	5,29	1,92	1,22	5,29	1,92	1,22	8,80	3,11	1,58	1,77	1,25	0,71
L 50x 2	50	50	2	1,51	1,93	1,35	1,35	45,00	4,85	1,33	1,59	4,85	1,33	1,59	7,85	2,22	2,02	1,85	1,05	0,98
L 50x 3	50	50	3	2,22	2,83	1,40	1,40	45,00	7,01	1,95	1,57	7,01	1,95	1,57	11,42	3,23	2,01	2,61	1,47	0,96
L 50x 4	50	50	4	2,98	3,76	1,45	1,45	45,00	8,01	2,34	1,56	8,01	2,34	1,56	14,76	4,16	2,56	3,23	1,84	0,94
L 50x 5	50	50	5	3,56	4,54	1,50	1,50	45,00	10,84	3,10	1,55	10,84	3,10	1,55	17,89	5,06	1,99	3,79	2,14	0,91
L 60x 3	60	60	3	2,69	3,43	1,65	1,65	45,00	12,34	2,84	1,90	12,34	2,84	1,90	20,03	4,72	2,42	4,65	2,19	1,16
L 60x 4	60	60	4	3,53	4,50	1,70	1,70	45,00	15,96	3,71	1,70	15,96	3,71	1,70	26,04	6,14	2,40	5,88	2,77	1,14
L 60x 5	60	60	5	4,34	5,54	1,75	1,75	45,00	19,33	4,55	1,87	19,33	4,55	1,87	31,72	7,48	2,39	6,95	3,27	1,12

Figura 13: Dimensiones del ángulo.

Como el perfil a emplear es de 50X3 para no cambiar medidas con el coche anterior entonces el valor a considerar es de 1.95 cm^3 , el cual es superior al requerido que es del 0.405 cm^3

Por lo que se procede a comprobar con el perfil angular definido, de la siguiente manera:

$$m_m = (m_m * \text{Viga transversal}) + (m_m * \text{Viga longitudinal}) \quad \text{Ec. 4}$$

Donde:

- m_m = Masa del material = 2.22 kg/m
- Viga transversal = 550 mm = 0.55 m
- Viga longitudinal = 500 mm = 0.5 m
- d = Distancia del perfil

$$C_m = \left(m_m * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) \quad \text{Ec. 5}$$

Donde:

- C_m = Carga del material

Por lo que la masa del material es:

$$m_m = \left(2.22 \frac{kg}{m} \times 0.55m \times 2 \right) + \left(2.22 \frac{kg}{m} \times 0.5m \times 2 \right) = 4.992 kg \quad m_m = 5 kg$$

$$m_m = 5 kg$$

$$C_m = (5 kg \times 9.81 m/s^2)$$

$$C_m = 49.05 N$$

Por lo que la carga total (Ct)

$$C_t = 49.05 N + 1471.5 N$$

$$C_t = 1520.55 N$$

Por lo que la carga repartida seria

$$\frac{F}{d} = \frac{1520.55 N}{550 mm} = 2.765 \frac{N}{mm}$$

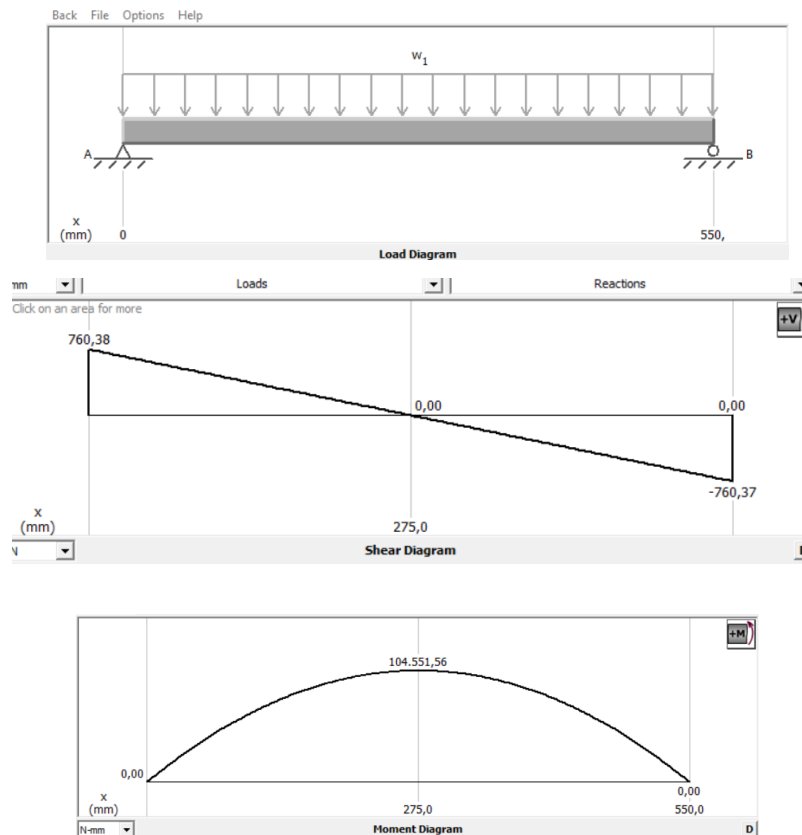


Figura 14. Diagrama de comprobación del módulo seleccionado
 Donde se obtiene:

$$S_x = \frac{M_{\text{Máximo}}}{F_y} \quad \text{Ec. 3}$$

$$S_x = \frac{104551.56 \text{ N} * \text{mm}}{250 \text{ MPa} * \frac{1 \text{ N}}{1 \text{ MPa}} \frac{\text{mm}^2}{\text{MPa}}} = 418.21 \text{ mm}^3$$

$$S_x = 0.42 \text{ cm}^3$$

Como:

$$S_{req.} < S_{Tabl.}$$

$$0.42 \text{ cm}^3 < 1.95 \text{ cm}^3 \quad \text{OK}$$

Como el módulo de sección requerido es menor que el del material se da por aceptado el material empleado.

Selección de perfiles para columnas

La selección de perfiles a emplear en las columnas es:

- Masa por soportar = 6 Sacos = 6x25 = 150 kg
- F = Carga total sobre la columna
- Como la estructura se encuentra rotación y traslación impedidas, se designa un factor $k = 0.65$ según la longitud efectiva
- Longitud de Columnas = $L_{\text{Columnas}} = 988 \text{ mm}$
- $S_y = 320 \text{ MPa} = 46 \frac{\text{Klb}}{\text{pulg}^2}$ (ASTM A500)
- Con una relación de esbeltez, asumida inicialmente de $\frac{KL}{r} = 50$, se determina que $F_a = 22.690 \text{ Kpsi}$

Tabla 5.1 Valores aproximados del factor de longitud efectiva, K .						
Las líneas punteadas muestran la forma pandeada de la columna	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
Valor K teórico	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Valores recomendados de diseño cuando las condiciones reales son aproximadas	0.65	0.80	1.2	1.0	2.10	2.0
Símbolos para las condiciones de extremo	<ul style="list-style-type: none"> Rotación y traslación impedidas Rotación libre y traslación impedida Rotación impedida y traslación libre Rotación y traslación libres 					

Figura 15: Longitud efectiva (K)

Tabla 79. Esfuerzos permisibles de columnas acero estructural

$\frac{KL}{r}$ ratio	Esfuerzos permisibles (Fa)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
10	26.950	26.870	26.790	26.720	26.630	26.550	26.470	26.380	26.290	26.210
20	26.110	26.020	25.930	25.830	25.730	25.640	25.540	25.430	25.330	25.230
30	25.120	25.010	24.900	24.790	24.680	24.560	24.450	24.330	24.210	24.100
40	23.970	23.850	23.730	23.600	24.480	23.350	23.220	23.090	22.960	22.830
50	22.690	22.560	22.420	22.280	22.140	22.000	21.860	21.720	21.570	21.430
60	21.280	21.130	20.980	20.830	20.680	20.530	20.370	20.220	20.060	19.900
70	19.740	19.580	19.420	19.260	19.100	18.930	18.760	18.600	18.430	18.260
80	18.080	17.910	17.740	17.560	17.390	17.210	17.030	16.850	16.670	16.480
90	16.300	16.120	15.930	15.740	15.550	15.360	15.170	14.970	14.780	14.580

Por lo que:

Como son 2 columnas la fuerza de cada elemento se divide para las 2 columnas.

$$m_{Total} = \frac{m_{soportar}}{2} \quad \text{Ec. 6}$$

Donde:

- $m_{Total} = \text{Masa total}$
- $m_{soportar} = \text{Masa a soportar}$

$$m_{Total} = \frac{150 \text{ kg}}{2} = 75 \text{ kg}$$

Por lo que la fuerza ejercida sobre la columna es:

$$F_{Total} = m_{Total} * g \quad \text{Ec. 7}$$

Donde:

- $F_{Total} = \text{Fuerza total}$
- $m_{total} = \text{Masa total}$

$$F_{Total} = 75 \text{ kg} * 9.81 \frac{m}{s^2}$$

$$F_{Total} = 735.75 \text{ kg} \frac{m}{s^2}$$

$$F_{Total} = 735.75 \text{ N} = 165.40318 \text{ lbf}$$

El siguiente paso es determinar el Área de la Sección del Perfil, con el dato propuesto inicialmente:

$$A = \frac{P}{Fa}$$

Ec. 8

Donde:

- $A = cm^2$
- $P = F =$ Carga total ejercida sobre la columna = 165.40318 lbf
- $Fa = 22\ 690$ psi

Por lo que:

$$A = \frac{165.40318\ lb}{22\ 690\ \frac{lb}{pulg.^2}} = 0.0073\ pulg.^2$$

$$A = 0.05\ cm^2$$

(D) Diámetro	Espesor	Peso	Área	I	W	I
Pulgadas	mm	Kg/m	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm ³
7/8"	1.50	0.77	0.98	0.53	0.47	0.73
1"	1.50	0.88	1.13	0.81	0.64	0.85
1 1/4"	1.50	1.12	1.43	1.63	1.03	1.07
1 1/2"	1.50	1.35	1.72	2.89	1.52	1.30
1 3/4"	1.50	1.59	2.02	4.67	2.10	1.52
2"	1.50	1.82	2.32	7.06	2.78	1.74
2 1/2"	1.50	2.29	2.92	14.05	4.42	2.19
3"	1.50	2.76	3.52	24.56	6.45	2.64
1"	2.00	1.15	1.47	1.01	0.80	0.83
1 1/4"	2.00	1.47	1.87	2.08	1.31	1.05
1 1/2"	2.00	1.78	2.27	3.71	1.95	1.29
1 3/4"	2.00	2.09	2.67	6.02	2.71	1.50

Figura 16: Dimensiones del ubo circular

Como el tubo circular a emplear es de $1.87\ cm^2$, el cual es superior al requerido que es del $0.05\ cm^2$

Tubo circular = 1 1/4" x 2 mm

- Área = $1.87\ cm^2 = 0.29\ pulg.^2$
- $r = 1.05\ cm$

El siguiente paso es definir la relación de esbeltez

$$\frac{KL}{r} = \frac{0.65 \times 115 \text{ cm}}{1.05 \text{ cm}} \quad \text{Ec. 9}$$

$$\frac{KL}{r} = 71.2$$

Donde:

KL/r = relación de esbeltez

A continuación, se describe la constante de columna

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{F_y}} \quad \text{Ec. 10}$$

Donde:

C_c = constante de la columna

E = esfuerzo

F_y = Límite de fluencia

$$= \sqrt{\frac{2\pi^2 * 29007,55 \text{ kpsi}}{36 \text{ kpsi}}} = 126.1157$$

Como:

$$\frac{KL}{r} < C_c$$

$$71.2 < 126.11574 \rightarrow \text{cumple}$$

Como la relación de esbeltez es menor que la constante de columna se emplea la fórmula parabólica para determinar la fuerza admisible.

$$F_a = \frac{\left[1 - \frac{\left(\frac{KL}{r}\right)^2}{2Cc^2} \right] F_y}{\frac{5}{3} + \frac{3\left(\frac{KL}{r}\right)}{8Cc} - \frac{\left(\frac{KL}{r}\right)^3}{8Cc^3}} \quad \text{Ec. 11}$$

Donde:

F_a = fuerza admisible

KL/r = relación de esbeltez

Cc = constante de la columna

$$F_a = \frac{\left[1 - \frac{(71.2)^2}{2 \times 126.1157^2} \right] \times 46 \text{ kpsi}}{\frac{5}{3} + \frac{3(71.2)}{8 \times 126.1157} - \frac{(71.2)^3}{8 \times 126.1157^3}} = \frac{38.67 \text{ kpsi}}{1.86}$$

$$F_a = 20.8 \text{ kpsi}$$

Por lo que la carga a definir es:

$$P_c = F_a \times A \quad \text{Ec. 12}$$

Donde:

P_c = carga

F_a = fuerza admisible

A = área

$$P_c = (20.8 \text{ kpsi}) \left(1000 \frac{\text{psi}}{\text{kpsi}} \right) (0.29 \text{ pulg}^2)$$

$$P_c = 6032 \text{ lb como } P_c > P_r$$

$$6032 \text{ lb} > 165.40318 \text{ lb}$$

Como la carga a soportar es mayor al requerido, por lo que se da se da por aceptado, la validación del tubo circular de 1 1/4" x 2mm.

Con una carga de 1471.5 N.

Selección del resorte para la plataforma

La selección del resorte se basa en un tipo de acero denominado estirado en frío, es un acero al carbono altamente resistente que soporta cargas habituales para trabajos de un peso considerablemente ligero. Para este caso la selección del resorte se realizó en tablas de Excel que permiten asumir valores hasta determinar si el material es óptimo para el trabajo a realizarse.

Para la selección del material del resorte se va a considerar la carga habitual que se ha ido manejando en el área de encalado, por temas de seguridad del diseño, la cual es de 6 sacos de sosa cáustica, lo cual ante la ergonomía no es lo ideal, pero si para el diseño del puesto de trabajo el cual pueda permitir trabajar sin ningún inconveniente a futuro.

Como datos iniciales y de acuerdo con el apéndice 20 del módulo de la elasticidad del resorte se obtiene la siguiente tabla.

Tabla 80. Diseño del resorte 1.1

DISEÑO RESORTE		
1 ACERO ASTM A227 - APENDICE A20		
MODULO ELASTICIDAD	79.3	GPa
	SACOS	
Cantidad de Sacos	6	
Masa	150	KG
Cantidad de Resortes a Instalar	6	

Los siguiente datos hacen referencia a los valores de:

- (Fuerza inicial) $F_i = \frac{(2sacos)(25kg)\left(9.81\frac{m}{s^2}\right)}{6 sacos} = 81.75N$
- (Longitud inicial) $L_i = 115mm$
- (Fuerza final) $F_o = \frac{(6sacos)(25kg)\left(9.81\frac{m}{s^2}\right)}{6 sacos} = 245.25N$
- (Longitud final) $L_o = 65mm$
- Diámetro medio $D_m = OD - D_w = 36mm$

Tabla 81. Diseño del resorte 1.2

DATOS INICIALES		
Longitud Libre de Carga LF	120	mm
Diámetro Alambre Dw	2	mm
Diámetro Exterior OD	38	mm
Diámetro Medio Dm	36	
Diámetro Interior ID	34	mm
Separación entre Bobinas	10	mm
2 VALORES ASUMIDOS		
Fuerza de Operación Fo	245.25	N
Longitud de Operación Lo	65	mm - Ingresar Dato
Fuerza de Instalación Fi	81.75	N Fuerza de 2 Sacos Distrb. En x resortes
Longitud de Instalación Li	115	mm - Ingresar Dato

Se realiza el cálculo para el coeficiente k del resorte y la longitud libre Lf

Coeficiente k

$$k = \frac{(F_o) - (F_i)}{(L_i) - (L_o)} \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

k= coeficiente del resorte

Fo=fuerza final

Fi= fuerza inicial

Lo= longitud final

Li= longitud inicial

$$k = \frac{(245.25N) - (81.75N)}{(115mm) - (65mm)} = 3.27 N/mm$$

La longitud libre

$$Lf = Li + \frac{Fi}{k}$$

$$Lf = (115mm) + \frac{(81.75)N * mm}{(3.27)N}$$

$$Lf = 140mm$$

Tabla 82. Diseño del resorte 1.3

3 Razon de Resorte k	3270.00	N/m
4 Longitud Libre Lf	140.0	mm

Tensión de diseño inicial con diámetro de alambre asumido

Tensión inicial

$$Td = 820 MPa \text{ apendice A} - 19$$

Diámetro del alambre Dw siendo K=1.2 como valor nominal

$$Dw = \left(\frac{8kFoDm}{\pi Td} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$D_w = \left(\frac{8 (1.2)(245.25)(0.036)}{\pi(820 * 10^6)} \right)^{1/3} = 3.22\text{mm}$$

De acuerdo con la tabla 7-2 de calibre y diámetro para resorte el valor asumido es de 3.5mm para obtener un valor estandarizado.

Tabla 7-2 Calibres de alambre y diámetros para resortes

Número de calibre de calibre	Número de calibre de alambre U. S. Steel (pulg) ^a	Calibre de alambre instrumentos musicales (pulg) ^b	Calibre Brown & Sharpe (pulg) ^c	Diámetros métricos recomendables (mm) ^d
7/0	0.490 0	—	—	13.0
6/0	0.461 5	0.004	0.580 0	12.0
5/0	0.430 5	0.005	0.516 5	11.0
4/0	0.393 8	0.006	0.460 0	10.0
3/0	0.362 5	0.007	0.409 6	9.0
2/0	0.331 0	0.008	0.364 8	8.5
0	0.306 5	0.009	0.324 9	8.0
1	0.283 0	0.010	0.289 3	7.0
2	0.262 5	0.011	0.257 6	6.5
3	0.243 7	0.012	0.229 4	6.0
4	0.225 3	0.013	0.204 3	5.5
5	0.207 0	0.014	0.181 9	5.0
6	0.192 0	0.016	0.162 0	4.8
7	0.177 0	0.018	0.144 3	4.5
8	0.162 0	0.020	0.128 5	4.0
9	0.148 3	0.022	0.114 4	3.8
10	0.135 0	0.024	0.101 9	3.5
11	0.120 5	0.026	0.090 7	3.0
12	0.107 5	0.028	0.080 0	2.8

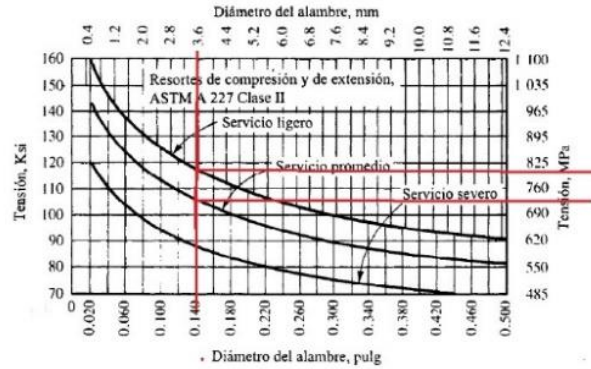
Figura 17. Calibres y diámetros para resortes

Tabla 83. Diseño del resorte 1.4

6 Tensión de Diseño Inicial con Diametro de Alambre Asumido		
Servicio Promedio Apendice A-19-1 Acero ASTM A227		
Tensión Inicial	820	Mpa
7 Diametro de Alambre Dw	3.22	mm
8 Dw / Calibre 10 de Tablas Real	3.5	mm

Servicio promedio y servicio ligero del resorte de acuerdo con el apéndice 19.

APÉNDICE 19 TENSIONES POR ESFUERZO DE CORTE DE DISEÑO PARA ALAMBRE DE RESORTES QUE SE UTILIZAN EN RESORTES DE COMPRESION Y EN RESORTES HELICOIDALES DE COMPRESION



Apéndice A-19-1 Tensiones de diseño, alambre de acero ASTM A227, extruido en caliente. (Reimpreso de Harold Carlson, *Spring Designer's Handbook*, p. 144, por cortesía de Martel Dekker, Inc.)

Figura 18. Tensiones por esfuerzo de corte de diseño para alambre de resorte que se utilizan en resortes de compresión y en resortes helicoidales de compresión

Tabla 84. Diseño del resorte 1.5

Tensiones de Diseño / T. Maxima .Apéndice A-19-1 ASTM A227		
Servicio Promedio T. Diseño	740	MPa
Servicio Ligero T. Máxima	820	MPa

Con estos datos se accede a determinar los valores reales para la constante C y K

$$C = \frac{Dm}{Dw} = \frac{(36)}{(3.5)} \quad C = 10.28 \text{ entonces } 5 < C < 12 \text{ OK}$$

$$K = \frac{4C - 1}{4C - 4} + \frac{0.615}{C} = \left(\frac{4(10.28) - 1}{4(10.28) - 4} \right) + \left(\frac{0.615}{10.28} \right) \quad \text{Ec. 2}$$

$$K = 1.14$$

Donde:

K= factor de Walk

C = índice de resorte

Tabla 85. Diseño del resorte 1.6

9 Valores Reales de C y K		
Indice de Resorte C >5 hasta 12 OK	10.29	
Factor de Wahl K	1.14	

Tensión real a causa de la fuerza de operación Fo

$$T_o = \frac{8KF_oD_m}{\pi D_w^3} \quad \text{Ec. 3}$$

Donde:

To= tensión final

K= factor de Wahl

Fo= fuerza final

Dm= diámetro medio

Dw= diámetro del alambre

$$T_o = \frac{8(1.14)(245.25)(36)}{\pi(3.5)^3} = 598.1 \text{ MPa}$$

Tabla 86. Diseño del resorte 1.7

10 Tensión Real debido a Fo		
To	598.1	Mpa
Tensión Real (To)	Condición	Tensión de Diseño
598.1	<	740
	Ok Resiste	

Numero de espiras ideales para el diseño del resorte

Considerando un módulo de elasticidad de 79.3 GPa:

$$N_a = \frac{G * D_w}{8kC^3}$$

$$Na = \frac{(79.3 \text{ Gpa})(0.0035m)}{8(3270)(10.28)^3} = 9.75 \text{ Espiras}$$

Tabla 87. Diseño del resorte 1.8

11 Numero de Bobinas Activas	
Na	9.75

Longitud total de compresión L_s

$$L_s = Dw(Na + 2)$$

$$L_s = (3.5)(9.75 + 2) = 41mm$$

Fuerza total del resorte:

$$F_s = k(L_f - L_s)$$

$$F_s = (3.27)(140 - 41) = 323.73 \text{ N}$$

Tensión máxima que recibe el resorte una vez comprimido

$$T_{max} = T_o * \frac{F_s}{F_o} = (598.1) \left(\frac{323.73}{245.25} \right)$$

$$T_{max} = 788.5 \text{ MPa}$$

El esfuerzo total comprimido tiene que ser menor que el esfuerzo de resistencia de acuerdo con los principios mecánicos, entonces:

$$788.5 \text{ MPa} < 820 \text{ MPa} \text{ entonces OK}$$

Tabla 88. Diseño del resorte 1.9

12 Longitud Totalmente Comprimido Ls		
Ls	41	mm
Fuerza debido a la Compresion Fs	323.3	N
Tension Max. Que Recibe el Resorte	788.5	Mpa
Esfuerzo Totalmente Comprimido	Condición	Esfuerzo Permissible Totalmente Comprimido
788.5	<	820
	Ok Resiste	

Las caracterices geométricas finales para la selección del resorte:

$$OD = 36mm + 3.5mm = 39.5mm$$

$$ID = 36mm - 3.5mm = 32.5mm$$

De acuerdo con estos cálculos se determina que el acero ASTM A227 es un acero estirado en frío ideal para ser aplicado en el rediseño del área de trabajo de encalado, ya que cumple con factores mecánicos además que tiene su resistencia al ambiente y a trabajo relativamente pesado, de tal manera que se utilizan 6 resortes para tener una estabilidad en la carga tanto de sosa cáustica como de peróxido.

Tabla 89. Selección del resorte para el diseño

13 Características Geometricas	mm	
OD	39.5	
ID	32.5	
SELECCIÓN DE RESORTE HELICOIDAL DE COMPRESION		
Longitud Libre Lf	140.0	mm
Diametro Exterior OD	39.5	mm
Diametro Interior ID	32.5	mm
Diametro del Alambre Dw	3.5	mm
Numero de Espiras	10	
Material	Acero ASTM A227	
Cantidad	6	

Material de las ruedas

Las ruedas son denominadas ruedas de carretilla pantera de 10'' x 3.50-4 las cuales son ideales para este tipo de coche para trabajos expuestos al ambiente, ya que el

polímero con el cual están contruidos es un tipo de polímero que no se perfora fácilmente debido a su alta densidad. [37].

En la tabla 90 se indica el tipo de rueda a utilizar en el rediseño.


Tabla 90. Características del material de rueda [37].

 <p>Características</p>	
Procedencia	China
Fabricante	Century
Modelo	10'' x 3.50-4
Color	Negro y rojo
Medida	Diámetro 40cm por ancho de 10cm
Carga máxima	583 lb o 265Kg
Labrado	Pantera

Material de los frenos

Los frenos debido al uso y a la no fatiga inmediata del material se consideran frenos de disco de bicicleta el cual soporta de manera ideal la carga que descenderá por la rampa que conecta a los tanques de almacenamiento. En la tabla 91 se indica el sistema de frenos a utilizar en el rediseño.

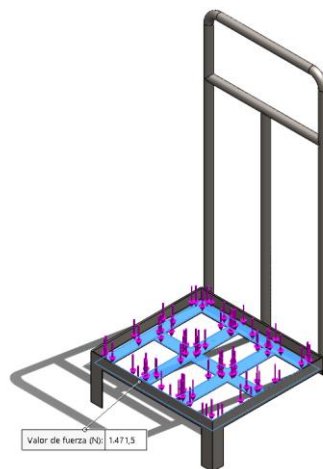
Tabla 91. Sistema de Freno [38].

 <p>Características</p>	
Dimensiones (largo x ancho x alto)	13.03 x 8.86 x 2.2 in Frenos de doble pistón
Peso	1.12 Kg
Marca	TOBWOLF
Color	Negro
Material	Aluminio
Fabricante	TOBWOLF
Serie	J19587-TW-US

La selección del material de los componentes del carrito de trabajo rediseñado son componente dispuesto a adquisición, en el detalle de los planos de se puede considerar piezas a fabricación, pero debido a los costos, en este trabajo se considera materiales a adquisición de ser el caso que el rediseño pueda ser aprobado por la empresa y de esta manera se pueda evitar costos elevados al momento de aplicar el rediseño dentro del área de encalado.

Análisis de la estructura

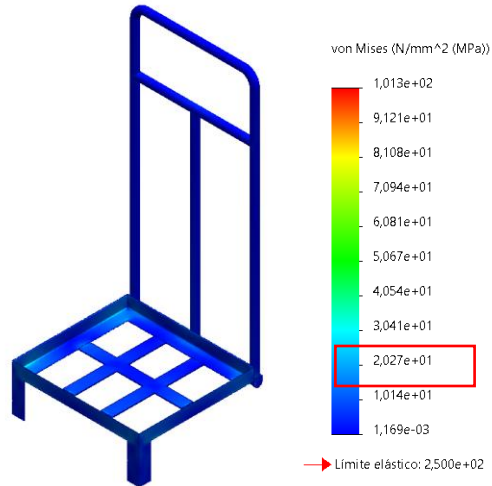
En las siguientes figuras se muestran los resultados obtenidos mediante la simulación en el software de SolidWorks, al ser una herramienta muy practica se pone en funcionamiento para poder comprobar y dar validación a la selección de los materiales de acero que se eligió. Se puede observar que la zona celeste es en donde se está aplicando la fuerza de 1 471.5 N, calcula en la primera parte del rediseño debido a que la zona aplicada no se pinta de un color asemejado al naranja o al rojo entonces se ubica en los límites correctos del diseño.



Tensiones equivalentes

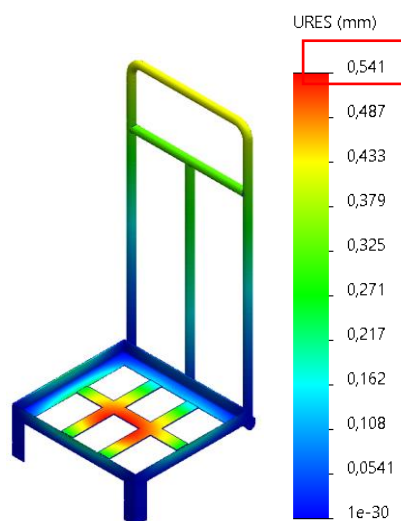
En la siguiente figura se indica los resultados para VON Mises, el cual se considera como aceptable, en vista que se puede distinguir, que la resistencia máxima que soportaría la estructura es de 101.3 MPa, donde su resistencia máxima es de 250 MPa, visualizando

que la mayor parte de la resistencia, del material está en 20.27 MPa, verificando el color entre celeste y azul, según la escala de colores.



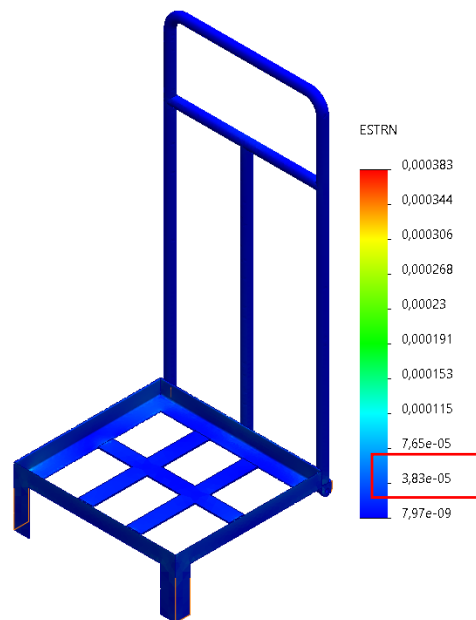
Desplazamiento

La siguiente figura muestra la simulación que se presenta para el desplazamiento del material, mismo que se da en mm, según los datos originados la deformación máxima que se da por el desplazamiento es de 0.541 mm la cual es mínima, sin representar mayor deformación.



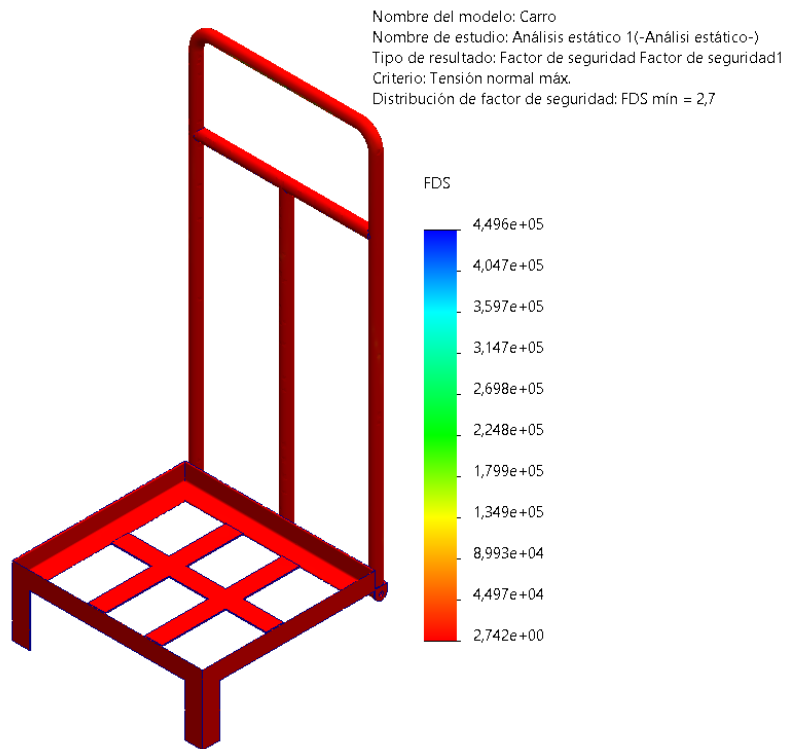
Deformación Unitaria

La deformación unitaria se indica en la siguiente figura, y muestra que al igual que las Tensiones originadas son aceptables, en vista que se puede distinguir, que en la parte donde se genera mayor deformación unitaria, da un valor de 0.0000383, verificando el color azulado según la escala de colores.



Factor de Seguridad

La parte más importante del estudio es analizar el factor de seguridad, el cual arroja la simulación del rediseño del carrito de trabajo, el FDS mínimo resultante bajo el criterio de Tensión Normal Máximo es de 2.7, el cual es aceptable, por lo que según la recomendación del libro de Diseño de Elementos de Máquinas de Robert Montt (2006), el cual recomienda utilizar un factor de seguridad, que de entre 2.5 y 4, el cual se emplea para el diseño de estructuras estáticas o elementos de máquinas, bajo cargas dinámicas con diferentes cargas, propiedades de los materiales, análisis de esfuerzos o el ambiente.



El rediseño mostrado anteriormente, se basa en los principios del carrito de trabajo anterior (se utiliza actualmente), ya que se mantienen las actividades dentro del área de encalado, pero se busca mejorar la parte ergonómica a través de puntos seguros en el rediseño, tales como placas para la sujeción del material mediante cinchos, ruedas de goma suave para absorber de mejor manera el relieve del piso y un freno de mano mediante un disco acoplado en la parte lateral de carrito de trabajo.

Los planos completos del rediseño del puesto de trabajo se encuentran en la parte final del documento mostrando de manera detallada lo que se busca implementar a través de este trabajo de tesis.

CAPÍTULO IV

Conclusiones

- El trabajo ha concluido que el riesgo con mayor índice de probabilidad de generar enfermedades músculo esqueléticas a causa de una mala postura, de movimientos repetitivos y por el transporte de cargas pesada, es el riesgo ergonómico. En el área de encalado el personal carece de conocimientos ergonómicos para prevenir lesiones, a pesar de utilizar EPP el personal trabaja sin considerar este tipo de riesgo por lo cual se ha determinado que la probabilidad de que se produzca este riesgo es muy alta en comparación con los demás riesgos.
- Los instrumentos de medición utilizados en el método Lest permitieron enfatizar el tema ergonómico y los percances que sufren los operarios al momento de trabajar bajo ciertas condiciones haciendo referencia al peso que cargan de los sacos de sosa y las canecas de peróxido, además que Lest se caracteriza por proporcionar información detallada y una comprensión integral del desafío ergonómico en cuestión, dando como resultado que se debe tener mayor enfoque en actuar de manera inmediata en los parámetros de carga dinámica y carga estática sobre todo en la actividad de carga y transporte del material (sosa cáustica y peróxido) ya que es el la cual el operario tiende a sufrir mayor desgaste debido a los movimientos repetitivos de la actividad.
- La herramienta de evaluación REBA ha sido de gran ayuda al momento de realizar el rediseño para el área de encalado, ya a que con esta herramienta se concluye que los operarios realizan fuerzas y movimientos que exceden con los parámetros estipulados por la herramienta REBA, entonces de acuerdo con esto los operarios en la actividad de transporte de carga por la rampa a desnivel, tienden a flexionar demasiado la zona lumbar para contrarrestar la fuerza de arrastre predominado por la carga en el coche de trabajo.
- El rediseño presentado en el trabajo muestra nuevos componentes basados en estudios ergonómico que permiten minimizar el riesgo ergonómico, que puede provocar enfermedades músculo esqueléticas, este rediseño implementa el estudio de la selección del material, al ser un área expuesta al ambiente, los materiales han

sido considerados, y esto permite que el rediseño cumpla con el objetivo de mitigar el riesgo a través de las modificaciones pertinentes en el coche de trabajo.

Recomendaciones

- Rediseñar el área de encalado implica una reconsideración integral de la disposición del mobiliario y equipos de trabajo. Esto requiere un análisis también de la mano con el área de recursos humanos y compras que rige en la empresa; y esto también implica la reubicación de distintos materiales de uso diario en el personal de trabajo el cual permiten cumplir con la orden diaria de producción dentro de la empresa.
- La revisión y actualización de las herramientas utilizadas en el proceso de encalado es esencial para reducir la carga física sobre los trabajadores y minimizar el riesgo de lesiones. Al priorizar herramientas ergonómicas, se contribuye significativamente a la salud y bienestar general de los empleados, al tiempo que se optimiza la eficiencia del trabajo.
- Establecer un sistema de monitoreo continuo es esencial para evaluar la eficacia de las mejoras implementadas. Este enfoque incluye revisiones periódicas y ajustes basados en la retroalimentación de los trabajadores y los resultados de evaluaciones ergonómicas. El monitoreo continuo garantiza que el entorno laboral evolucione de manera proactiva, adaptándose a las necesidades cambiantes del personal y asegurando las condiciones ergonómicas.

Bibliografía

- [1] M. Jibaja Castillo, «Propuesta de mejoramiento de las condiciones de trabajo desde una perspectiva ergonómica,» Universidad Andina Simón Bolívar, Quito, 2022.
- [2] Y. E. Ruiz Aguirre, «Propuesta de mejora de las condiciones ergonómicas de los puestos de trabajo de la empresa de call center Globaline Services S.A. en la ciudad de Guayaquil.,» Universidad de Guayaquil, Guayaquil, 2021.
- [3] L. A. García Bocanegra, «Propuesta de mejora para los puestos de trabajo del proceso de clasificación de alstroemeria en la empresa Jardines de los Andes S.A.S.,» Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, 2019.
- [4] T. Hernández Medina y A. I. Vásquez Ríos, «Propuesta para mejorar el puesto de trabajo en base a la evaluación de riesgos ergonómicos en la empresa Cerámica San Pablo SAC – Yurimaguas.,» Universidad Peruana Unión, Tarapoto, 2020.
- [5] J. Infantes y L. Yampi, «Estudio ergonómico y propuesta de mejora de la productividad en el cambio de liners de una empresa especializada en mantenimiento de maquinaria y equipo, aplicando el software E – Lest.,» Universidad Católica San Pablo, Arequipa, 2018.
- [6] C. F. Rojas Paredes, «Evaluación ergonómica y propuestas de mejoras en los puestos de trabajo con índice de riesgo en una empresa de rehabilitación y mejoramiento de vías urbanas, Arequipa, 2020,» Universidad Continental, Arequipa, 2020.
- [7] H. V. Rodríguez Sánchez y S. Reyes Monroy, «Ergonomía: Antecedentes, Conceptos y Objetivos,» *TEPEXI Boletín Científico de la Escuela Superior Tepeji del Río*, vol. 6, n° 11, pp. 74-75, 2019.

- [8] United States Department of Labor (USA), «Ergonomics,» OSHA, 2020. [En línea]. Available: <https://www.osha.gov/ergonomics>.
- [9] T. Torres, «Evaluación Ergonómica De Los Puestos De Trabajo En Las Industrias De Procesados De Camarón Y Pescado De La Provincia Del Guayas,» ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL, Guayaquil, 2007.
- [10] ISTAS, «Ergonomía laboral Conceptos generales,» 2015a. [En línea]. Available: <https://istas.net/sites/default/files/2019-12/M1.Ergonom%C3%ADa.Conceptos%20generales.pdf>.
- [11] Guía de ergonomía, indumentaria y EPIs, «Ergonomía laboral,» 2012. [En línea]. Available: https://forestales.ibv.org/index.php?option=com_content&view=article&id=9&Itemid=136.
- [12] O. Castillero Mimenza, «Ergonomía: qué es y cuáles son sus 4 tipos y funciones,» 2018. [En línea]. Available: <https://psicologiyamente.com/miscelanea/ergonomia>.
- [13] LAMBDA, «ERGONOMÍA: QUÉ ES Y CUÁLES SON SUS 4 TIPOS Y FUNCIONES,» 2022. [En línea]. Available: <https://lambdatres.com/ergonomia-que-es-y-cuales-son-sus-tipos-y-funciones/>.
- [14] F. Navarro, «¿Qué es la ergonomía?,» Revista Digital INASEM, 2023. [En línea]. Available: <https://www.inesem.es/revistadigital/gestion-integrada/que-es-la-ergonomia/#:~:text=La%20Ergonom%C3%ADa%2C%20al%20igual%20que,de%20fatiga%20f%C3%ADsica%20y%20mental..>
- [15] Colonial, «Los principios de la ergonomía en los espacios de trabajo,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.inmocolonial.com/blog/principios-de-la-ergonomia-espacios-de-trabajo>.

- [16] Up Spain, «Ergonomía,» Gobierno de España, 2023. [En línea]. Available: <https://www.up-spain.com/blog/ergonomia-para-el-bienestar-de-los-empleados/>.
- [17] N. E. Correa Arenas, M. M. Acosta Toro, D. D. Mosquera Alvarado y J. Estrada Muñoz, «Ergonomía y equipos de participación,» *Revista Ingeniería Industrial UPB*, vol. 6, n° 6, pp. 17-34, 2018.
- [18] A. R. Rojas Aranda, «Riesgos ergonómicos en el teletrabajo en tiempos de pandemia de covid-19,» Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, 2020.
- [19] Universidad Nacional de La Plata, «Riesgos Ergonómicos,» 2018. [En línea]. Available: https://unlp.edu.ar/gestion/obras/seguridad_higiene/riesgos-ergonomicos-8677-13677/#:~:text=Corresponden%20a%20aquellos%20riesgos%20que,producir%20da%C3%B1os%20a%20su%20salud..
- [20] ISTAS, «Factores de riesgo ergonómico y causas de exposición,» 2015. [En línea]. Available: https://istas.net/sites/default/files/2019-12/M3_FactoresRiesgosYCausas.pdf.
- [21] «Junta de Leon y Castilla,» 2012. [En línea]. Available: <https://trabajoyprevencion.jcyl.es/web/es/prevencion-riesgos-laborales/trastornos-musculosqueleticos.html>. [Último acceso: 2023].
- [22] Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social , «DECRETO EJECUTIVO 2393,» Quito, 2003.
- [23] INSST, «Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo,» 1971. [En línea]. Available: <https://www.insst.es/el-instituto/conoce-el-instituto/mision-y-funciones>.
- [24] UC3M, «RIESGOS MECÁNICOS,» Universidad Carlos III de Madrid , 2020. [En línea]. Available: <https://www.uc3m.es/prevencion/riesgos-mecanicos>.

- [25] A. Monge, «Análisis de riesgos en el transporte de productos químicos peligrosos (sosacústica) en la ruta Quito–Latacunga.,» 2018. [En línea]. Available: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/18658/1/T-UCE-0012-FIG-005%20-%20P.pdf>.
- [26] TDI, «La Ergonomía para la industria en General,» Texas Department of Insurance, 2011.
- [27] Cenea, «¿QUÉ SON LOS RIESGOS ERGONÓMICOS? – GUÍA DEFINITIVA (2023),» 2023. [En línea]. Available: <https://www.cenea.eu/riesgos-ergonomicos/>.
- [28] Universidd de Valencia, «Riesgos psicosociales,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.uv.es/uvweb/servicio-prevencion-medio-ambiente/es/salud-prevencion/unidades/unidad-ergonomia-psicosociologia-aplicada/psicosociologia/riesgos-psicosociales-1285946793511.html>.
- [29] Salud castilla y leon , «Riesgos físicos,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.saludcastillayleon.es/en/saludjoven/salud-laboral/1-riesgos-puedo-encontrar-trabajo/1-2-riesgos-fisicos>.
- [30] B. Lara, M. Saldierna, L. Rivas y C. Rodríguez , «Evaluación global de los puestos de trabajo de una empresa azucarera con método Lest,» *Tectzapic. Revista de divulgación científica y tecnológica*, vol. 6, nº 2, pp. 84-94, 2020.
- [31] J. A. Diego-Mas, «Evaluación postural mediante el método REBA,» Universidad Politecnica de Valencia, Valencia, 2015.
- [32] A. Sanchez, «linkedin.com,» 02 2023. [En línea]. Available: <https://www.linkedin.com/pulse/entrenamiento-y-concientizaci%C3%B3n-ergon%C3%B3mica-ing-ana-sanchez/?originalSubdomain=es>.
- [33] Ludus, «ludusglobal.com,» 4 2022. [En línea]. Available: <https://www.ludusglobal.com/blog/formacion-ergonomia-entrenada-practica>.

- [34] Bibliotecas Duoc UC, «Duoc UC,» 13 10 2022. [En línea]. Available: <https://bibliotecas.duoc.cl/investigacion-aplicada/definicion-proposito-investigacion-aplicada>.
- [35] R. E. O. Castillo, «Método LEST: aplicación a una empresa de empaquetado,» España, 2020.
- [36] J. DiegoMas, «Análisis ergonómico global mediante el método LEST,» Universidad Politécnica de Valencia, 2015. [En línea]. Available: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/lest/lest-ayuda.php>.
- [37] Kurijan estudio, «La cobacha,» 2024. [En línea]. Available: <https://www.lacobacha.com.ec/producto/rueda-p-carretilla-pantanera-10-x-3-50-4/>. [Último acceso: 08 01 2024].
- [38] TOBWOLF, «Amazon,» 2024. [En línea]. Available: <https://www.amazon.com/-/es/hidr%C3%A1ulico-izquierdo-delantero-calibradores-bicicleta/dp/B0B2NR8SXF?th=1>. [Último acceso: 08 01 2024].

Anexos

Anexo 1 - Hoja de Campo - Ruido

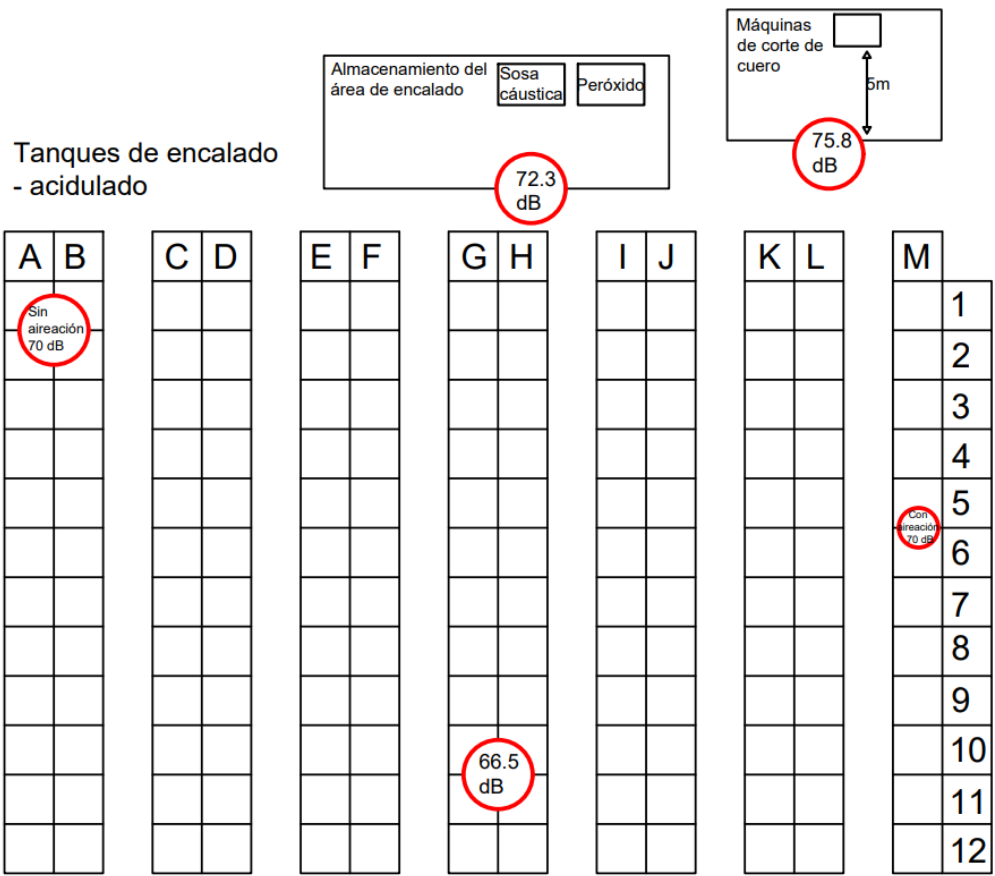
El anexo 1 muestra los valores de los distintos niveles de ruidos medidos en campo en diferentes puntos del área de encalado, estos valores son variables en las distintas zonas, debido al área que comprende la zona de encalado.

En la siguiente tabla se muestran los puntos en donde se realizaron las mediciones, dentro del área de encalado, estos puntos referenciales indican los puntos críticos en donde se percibe mayor ruido por lo tanto fueron considerados para la evaluación.

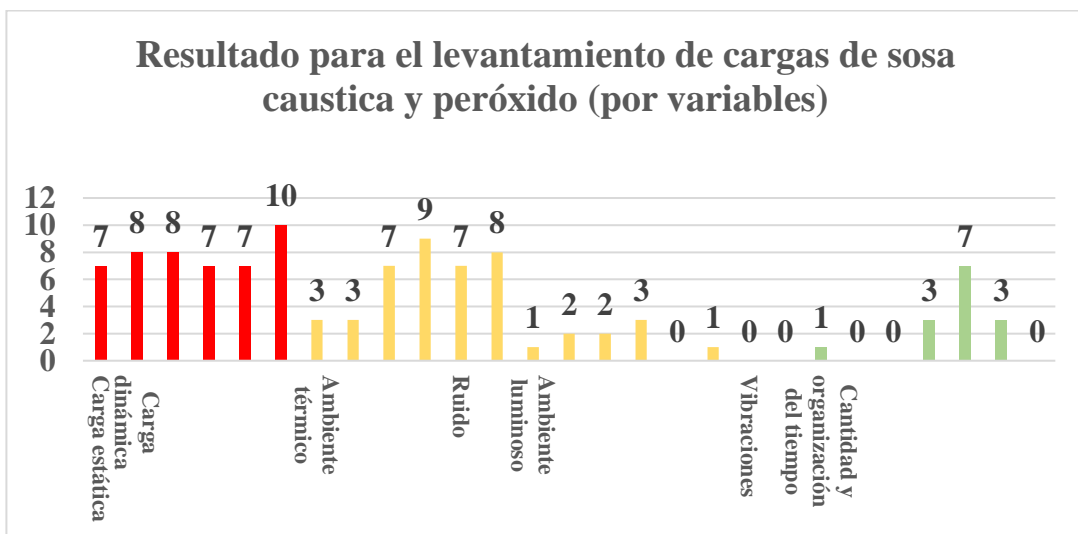
Fila	Columna
1-2	A-B (Sin aireación)
5-6	M (Con aireación)
10-11	G-H

De acuerdo con el decreto ejecutivo 2393 del IESS, se debe trabajar durante las 8h diarias a una exposición máxima de 85 dB, para este estudio se trabaja en un lapso de 7 horas diarias con un máximo de 75.8 dB, esto varía de acuerdo al tiempo de exposición e indiciando de esta manera los operarios del área de encalado también se exponen en un mínimo de 4 horas para lo cual el límite 90 dB, en lo cual se está por debajo del límite lo cual cumple con el decreto y se evitan trastornos de enfermedades ocupacionales.

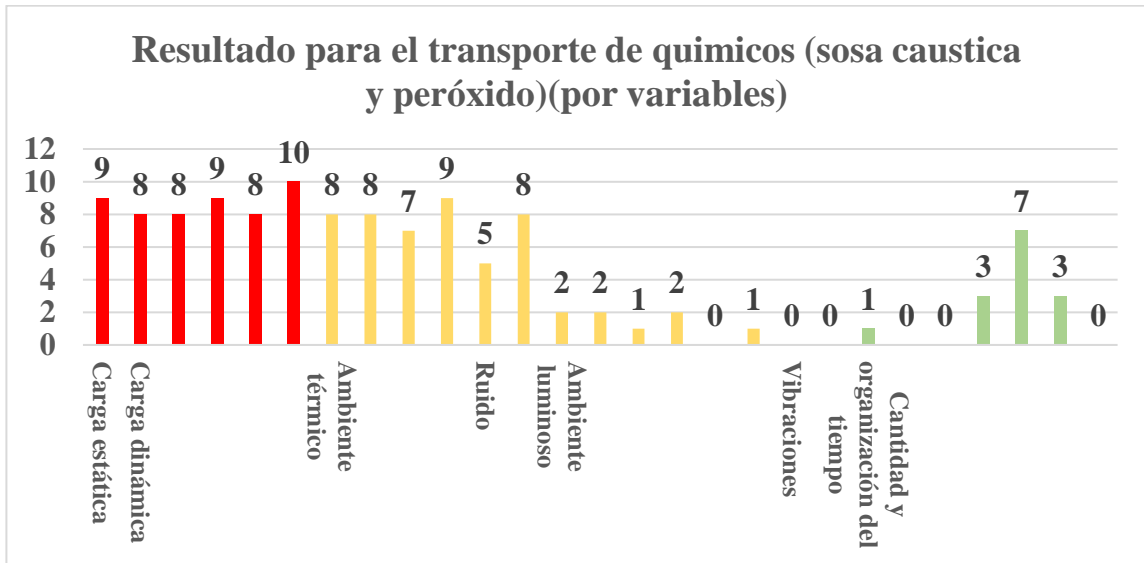
En croquis presentado indica los tanques de almacenamiento del área de encalado y también el área donde se encuentran los sacos de sosa cáustica y las canecas de peróxido.



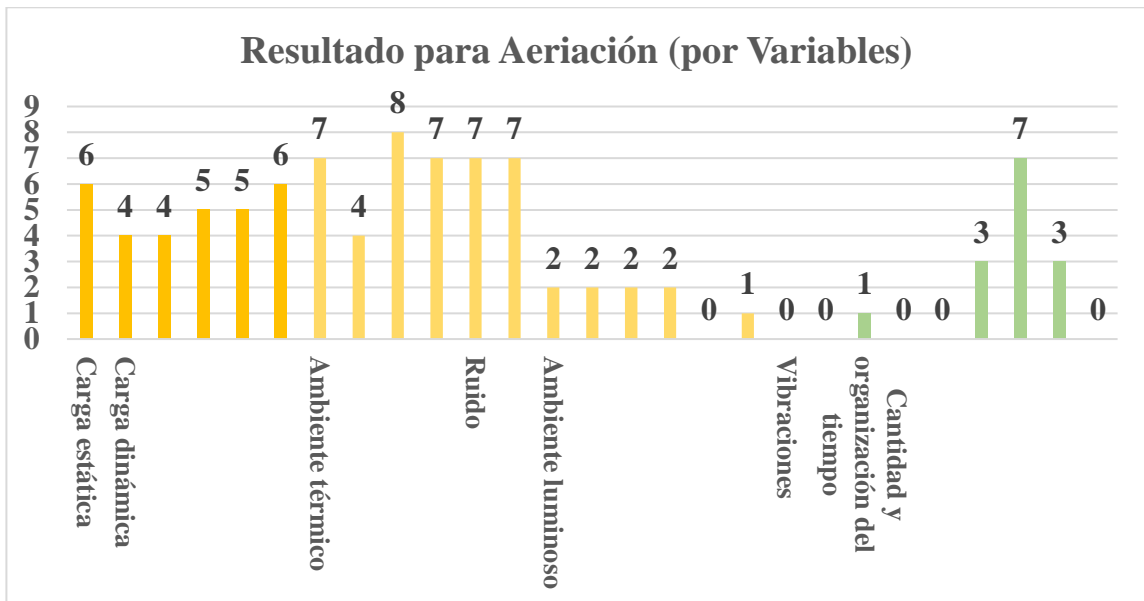
Anexo 2 – Histograma Actividad Levantamiento de los sacos de Sosa cáustica y de canecas de Peróxido



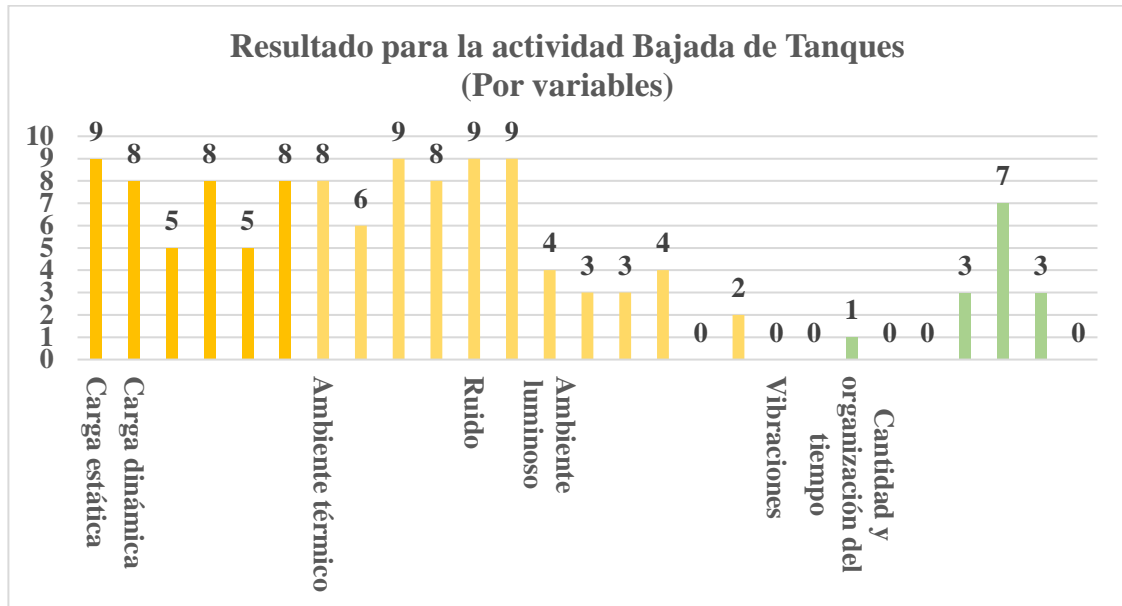
Anexo 3 - Histograma Actividad Transporte de cargas



Anexo 4 – Histograma Actividad Aireación



Anexo 5 - Histograma Actividad Bajada de Tanques



Anexo 6 – Calibración de los equipos de medición

Los equipos que obtienen en certificado de calibración son que se menciona a continuación, el equipo o monitor para el anemómetro y luxómetro se comprende en el un solo monitor principal, por lo cual se adjuntan 2 certificados de calibración para los tres instrumentos de medición mencionados.

- Anemómetro
- Luxómetro
- Sonómetro

LABORATORIO DE ACÚSTICA
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Página 01 de 02

1.-INFORMACIÓN Y DATOS

CERTIFICADO N°: LA-2023-1175

Cliente: PRODEGEL
Solicitante: Ing. Vinicio Muñoz
Dirección: Km 10 ½, Vía Baños
Teléfono: 032-748123

Fecha de recepción: 2023-06-26
Fecha de calibración: 2023-07-03
Fecha de emisión: 2023-07-03

2.-IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO BAJO MEDICIÓN (EBC)

Equipo: SONÓMETRO DIGITAL
Marca: QUEST Rango: (60 a 130) dB
Modelo: 2700 Resolución: 0,1 dB
Serie: H U 4 0 6 0 0 9 4 Código: N/D

3.-CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura: (23 ± 5) °C Lugar de verificación: Tecniprecisión
Humedad Relativa: (57,5 ± 12,5) % HR

4.-TRAZABILIDAD

MÉTODO UTILIZADO: Por comparación directa según procedimiento de calibración LCT-PCSN-01.

PATRONES UTILIZADOS:

Patrón Utilizado:	Marca:	Modelo:	Serie:	Rango:
SOUND LEVEL CALIBRATOR	CENTER	326	151207453	(94 a 114) dB
Trazabilidad:	Certificado de calibración:			Fecha de Calibración:
LAB&SERVICE	CACR14841			2023-03-16

5.-RESULTADOS

PONDERACIÓN A

dB						
FRECUENCIA Hz	VALOR REFERENCIA	LECTURA (EBM)	ERROR	INCERT. k=2 (±) dB	TOLERANCIA (±) dB	
1000	94	93,1	-0,90	0,25	± 1,5	CUMPLE
	114	113,2	-0,80	0,25	± 1,5	CUMPLE

PONDERACIÓN C

dB						
FRECUENCIA Hz	VALOR REFERENCIA	LECTURA (EBC)	ERROR	INCERT. k=2 (±) dB	TOLERANCIA (±) dB	
1000	94	93,1	-0,90	0,25	± 1,5	CUMPLE
	114	113,2	-0,80	0,25	± 1,5	CUMPLE

LCT-FCCSN-01-REV.00-2019

CERTIFICADO N°: LA-2023-1175

Fecha de calibración: 2023-07-03

RESPUESTA DE PONDERACIÓN TEMPORAL

dB						
PONDERACIÓN TEMPORAL	VALOR REFERENCIA	LECTURA (EBC)	ERROR	INCERT. k=2 (±) dB	TOLERANCIA (±) dB	
FAST	94	93,1	-0,90	0,25	± 1,5	CUMPLE
SLOW	94	93,1	-0,90	0,25	± 1,5	CUMPLE

6.-OBSERVACIONES

- 6.1 Este certificado de calibración no constituye un certificado de aptitud de los instrumentos y equipos, es responsabilidad del cliente analizar los resultados en base a sus especificaciones establecidas, los resultados se determinaron en el momento y condiciones de referencia declaradas y están relacionados únicamente con el ítem descrito en el punto 2 de este documento.
- 6.2 Este certificado tiene validez únicamente en su forma íntegra y original, no se permite la reproducción parcial o total sin la autorización por escrito de Tecniprecisión Cía. Ltda.
- 6.3 La fecha de próxima calibración se incluye únicamente cuando el cliente lo haya solicitado, el Laboratorio no incluye recomendaciones sobre intervalos de próxima calibración según ISO/IEC 17025:2017, literal 7.8.4.3
- 6.4 Los resultados son el promedio de 5 mediciones por cada punto.
- 6.5 Respuesta de ponderación temporal opción Fast, la constante de tiempo corresponde a un valor promedio de 125 ms, en la opción Slow la constante de tiempo es 1 s.

7.-FIRMA DE RESPONSABILIDAD

Realizado por: Tnlgo. Miguel A. Flores
Técnico de Calibración

Aprobado por: Alexander Tobar
Responsable Técnico

Firma: 
 RU P OE / POE Á
 OISOYOE ÒOUÁ
 VU ÓOEÚÁ XQEÚ
 ØW T OEÚÁ
 ÓÓ QVCEST ÓP VÒ
 OEG HEE ECHÁ
 FI KFFEEI KEE

FIN DE CERTIFICADO

LCT-FCCSN-01-REV.00-2019

LABORATORIO DE LUMINOSIDAD CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

1. INFORMACION Y DATOS

Cliente: PRODEGEL
Solicitante: Ing. Vinicio Muñoz
Dirección: km 10 1/2 Vía a Baños
Teléfono: 032748123

CERTIFICADO N°: L L - 2 0 2 3 - 1 1 7 6

Fecha de recepción: 2023-06-26
Fecha de calibración: 2023-07-03
Fecha de emisión: 2023-07-03

2. CONDICIONES AMBIENTALES

To: 20,56 °C **Tf:** 21,46 °C **Lugar de calibración:** Tecniprecisión
Ho: 48,2 %HR **Hf:** 50,2 %HR

3. IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN (EBC)

Equipo: LUXÓMETRO
Marca: SPER SCIENTIFIC
Modelo: 850071
Serie: L 9 2 7 2 2 3

Unidad de medida: lx
Rango : (20 a 20000) lx
Cód. interno: N - D

4. TRAZABILIDAD

MÉTODO UTILIZADO: Método por comparación directa, norma técnica CNM-MFO-PT-004.

INCERTIDUMBRE DE MEDIDA: La incertidumbre expandida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura k calculado, de tal manera que la probabilidad de cobertura corresponde a aproximadamente 95%. La incertidumbre típica de medición se ha determinado conforme al documento "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement" (GUM), First edition September 2008.

PATRONES UTILIZADOS:

Patrón Utilizado:	Serie:	Certificado de Calibración:	Fecha de Calib.:	Próxima Calibración:
Luxómetro Digital	20030027	LX-20030027-14840	2023-03-16	2024-04

EQUIPOS UTILIZADOS:

Equipo Utilizado:	Serie:	Equipo Utilizado:	Serie:
Lámpara incandescente Tipo FEL	TP-FEL-01	Cinta Métrica	TP-TECM-02

5. RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Ítems	Patrón Corregido (lx)	Resolución (lx)	EBC (lx)	Error (lx)	U; k=2 (lx)
1	85,70	1,0	87,0	1,30	0,61
2	997,00	1,0	1000,2	3,20	0,63
3	2969,00	1,0	2972,4	3,40	0,65
4	4030,00	1,0	4035,5	5,50	0,65

NOTA: El valor medido (EBC) es el resultado del promedio de 5 lecturas.

6. OBSERVACIONES

6.1 Este certificado de calibración no constituye un certificado de aptitud de los instrumentos y equipos, es responsabilidad del cliente analizar los resultados en base a sus especificaciones establecidas, los resultados se determinaron en el momento y condiciones de referencia declaradas y están relacionados únicamente con el ítem descrito en el punto 3 de este documento.

6.2 Este certificado tiene validez únicamente en su forma íntegra y original, no se permite la reproducción parcial o total sin la autorización por escrito de Tecniprecisión Cía. Ltda.

6.3 La fecha de próxima calibración se incluye únicamente cuando el cliente lo haya solicitado, el Laboratorio no incluye recomendaciones sobre intervalos de próxima calibración según ISO/IEC 17025:2017, literal 7.8.4.3

7. FIRMA DE RESPONSABILIDAD

Calibrado por: Diego Sánchez
Técnico de Calibración

Revisado por: Alexander Tobar
Responsable Técnico

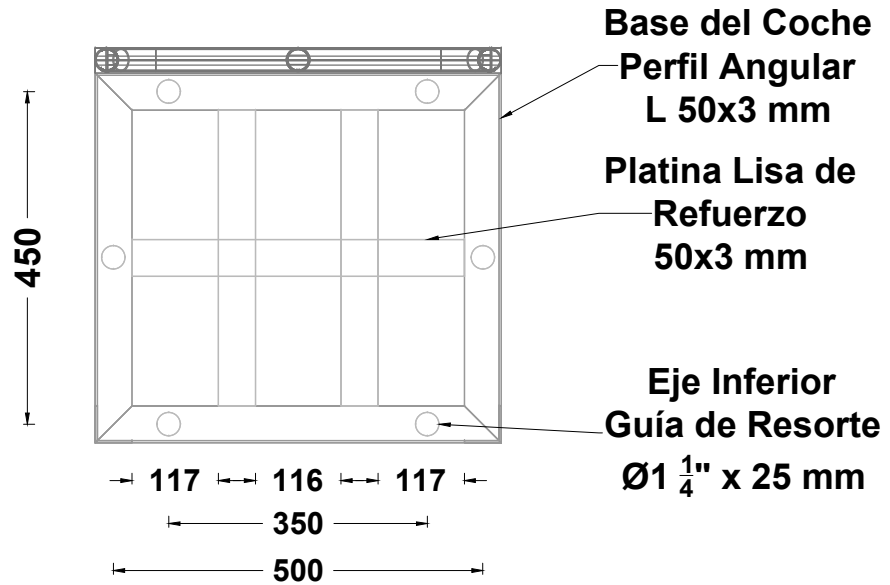
Firma:



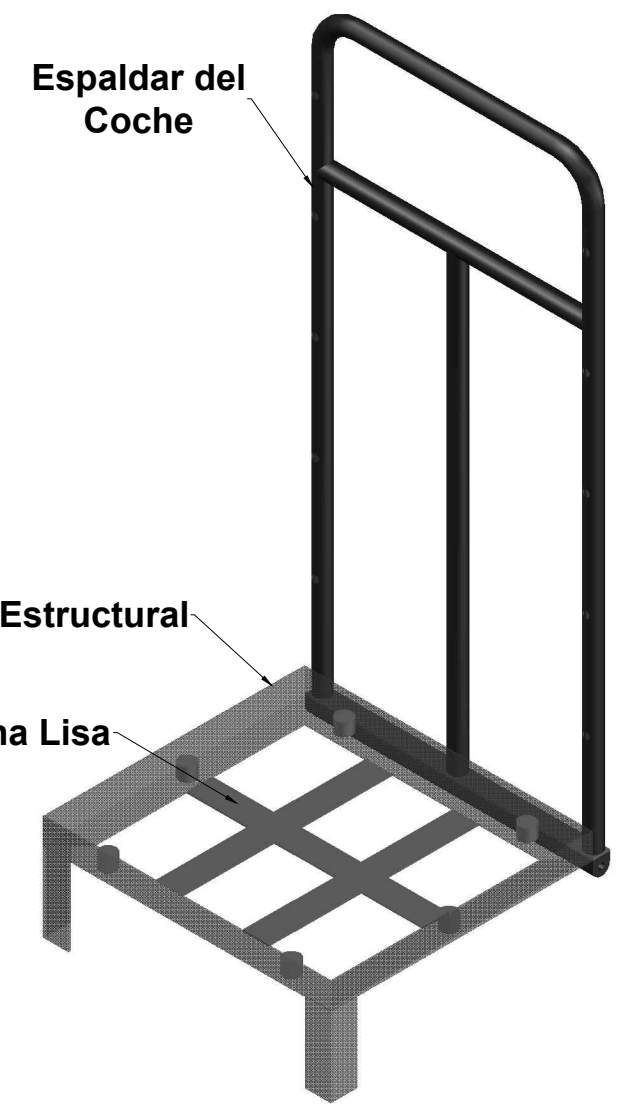
RJ1PCE/POBÁ
CE5Y0B/00UÁ
VU0CEU/AX0CEJ
00IT 0EUA
000Q0EST 0P-V0
0E0EEI 0E-HÁ
FI KJEEI KEE

FIN DE CERTIFICADO

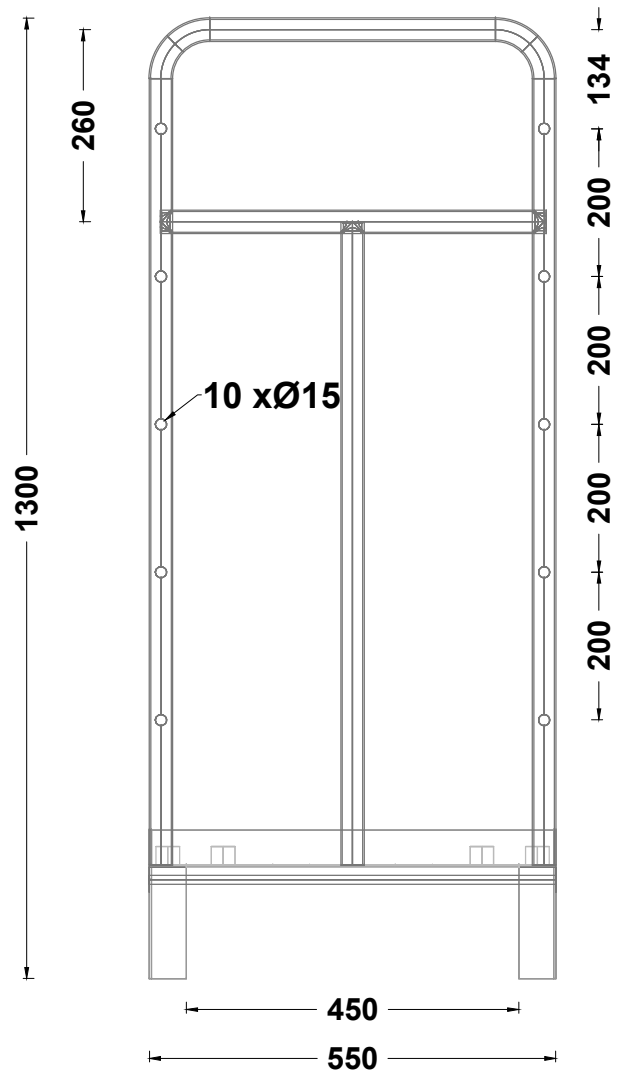
ESTRUCTURA PRINCIPAL DEL COCHE



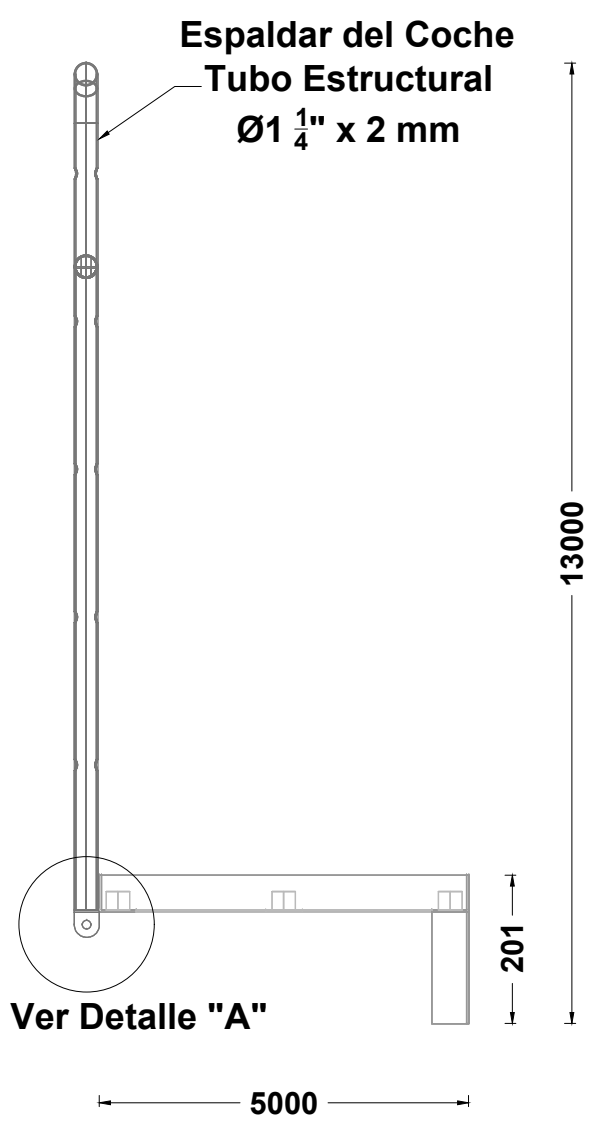
Estructura Principal del Coche
Vista Superior
Escala: 1:10



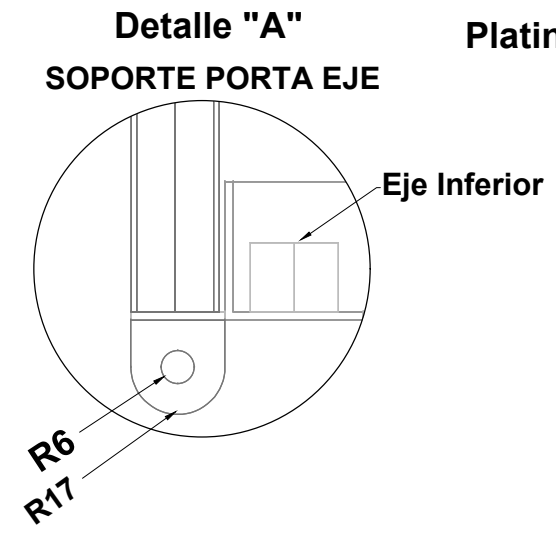
Estructura Principal del Coche
Vista Isométrico
Escala: 1:10



Estructura Principal del Coche
Vista Frontal
Escala: 1:10

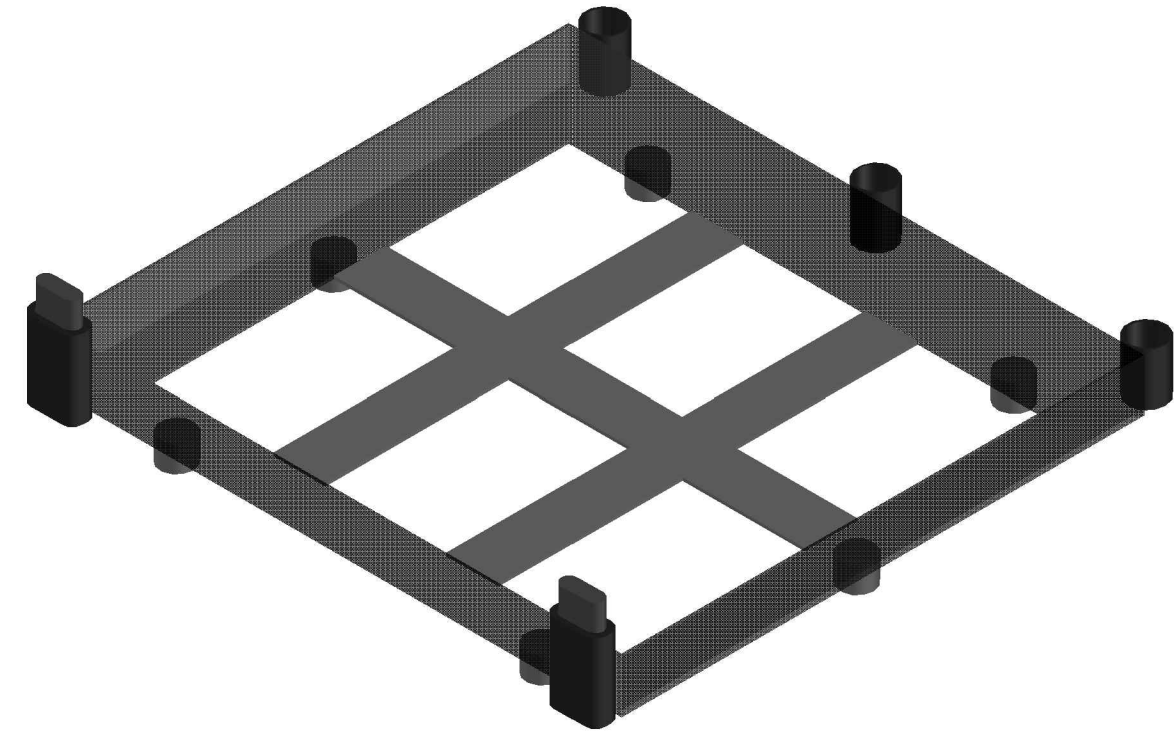
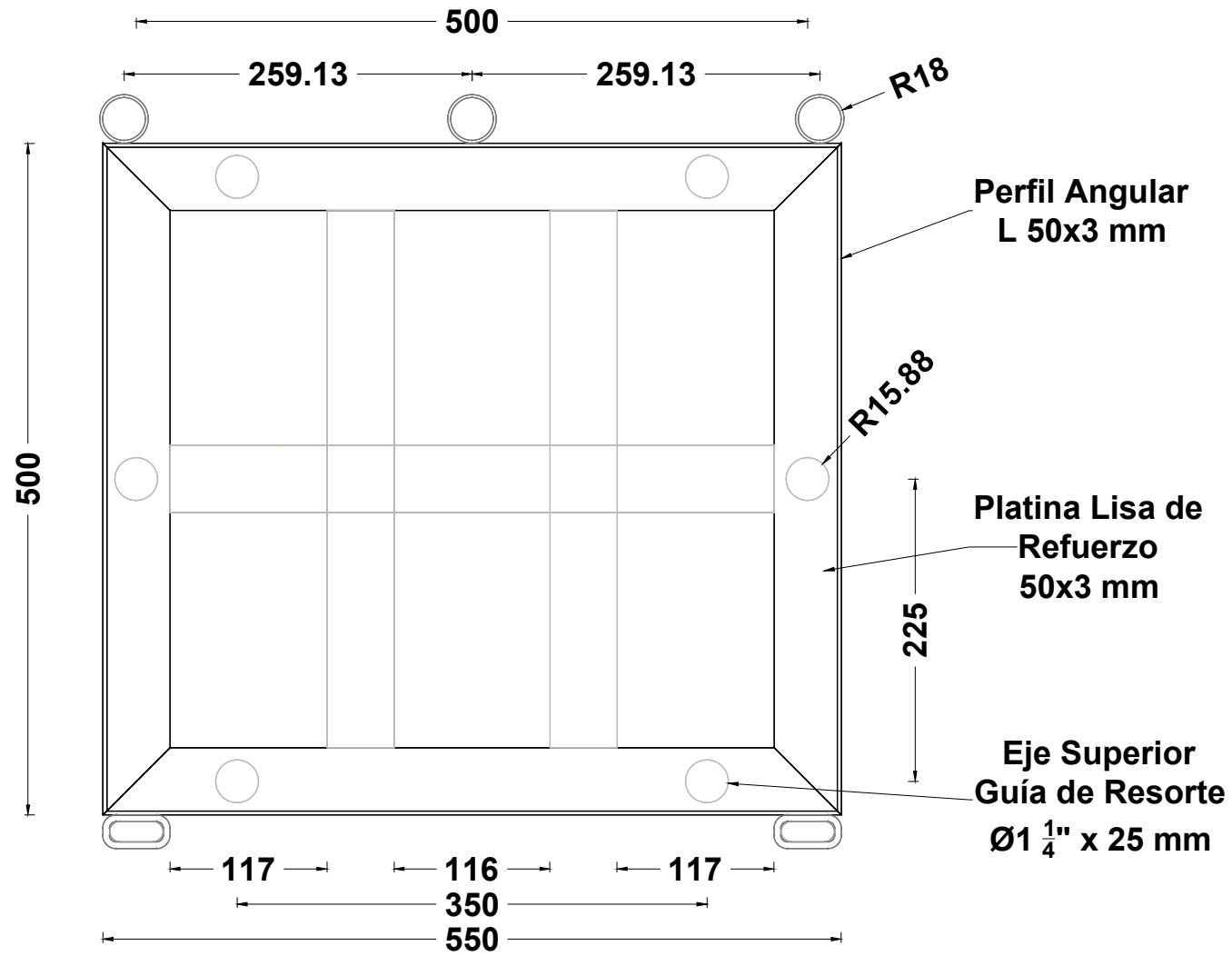


Estructura Principal del Coche
Vista Lateral Derecha
Escala: 1:10

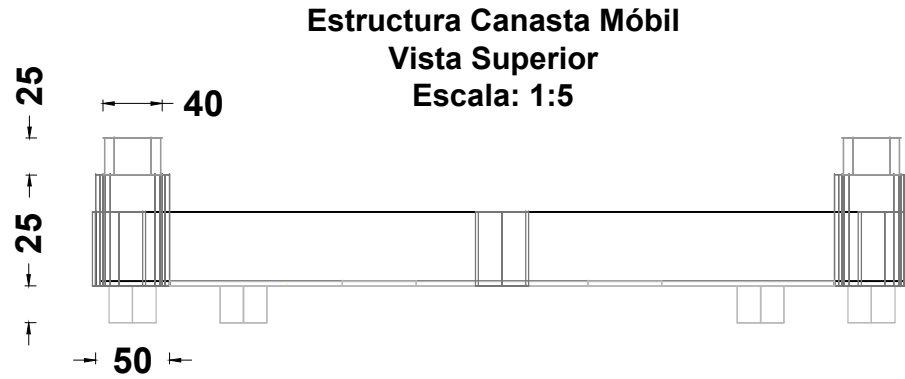


				Tolerancia:	Peso:	MATERIAL:		
				$\pm 0.1 \text{ mm}$	0.28 Kg	LOS INDICADOS		
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO:	Escala:	
				Dibujó: 11/01/2024	Jorge Valencia	ESTRUCTURA PRINCIPAL DEL COCHE	La Indicada	
				Revisó: 11/01/2024	Ing. Alejandra Lascano		Número de Lámina:	Registro:
				Aprobó: 11/01/2024	Ing. Alejandra Lascano			1 DE 4
				U.T.A. MECÁNICA		Sustitución:		
Edición:	Modificación:	Fecha:	Nombre:					

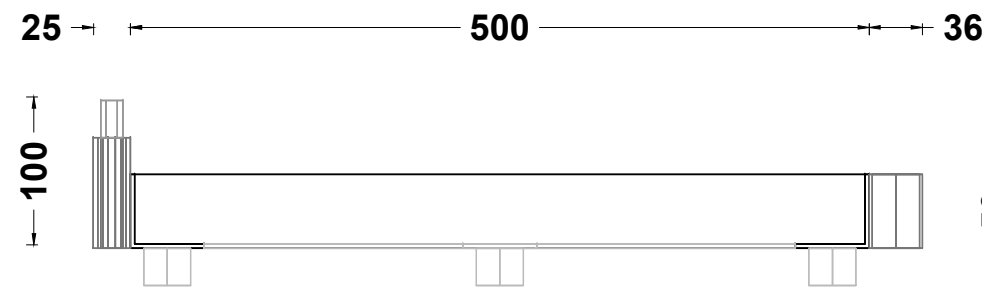
ESTRUCTURA CANASTA MÓBIL



Estructura Canasta Móbil
 Vista Isométrico
 Escala: 1:5



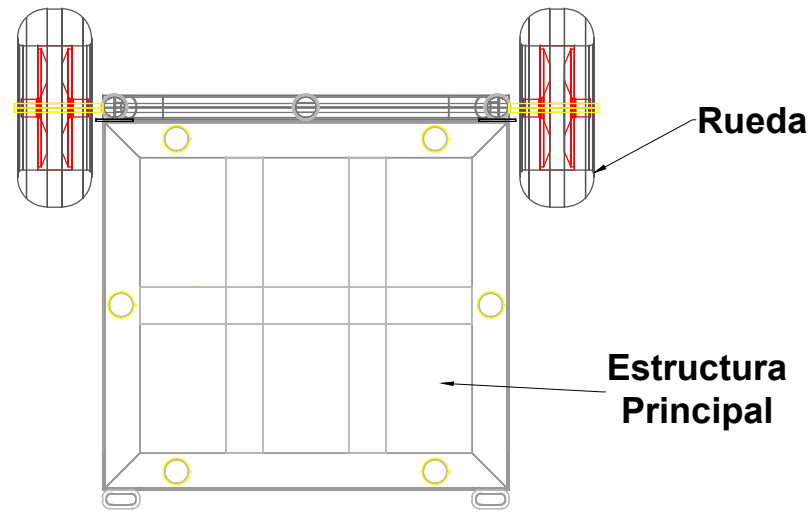
Estructura Canasta Móbil
 Vista Frontal
 Escala: 1:5



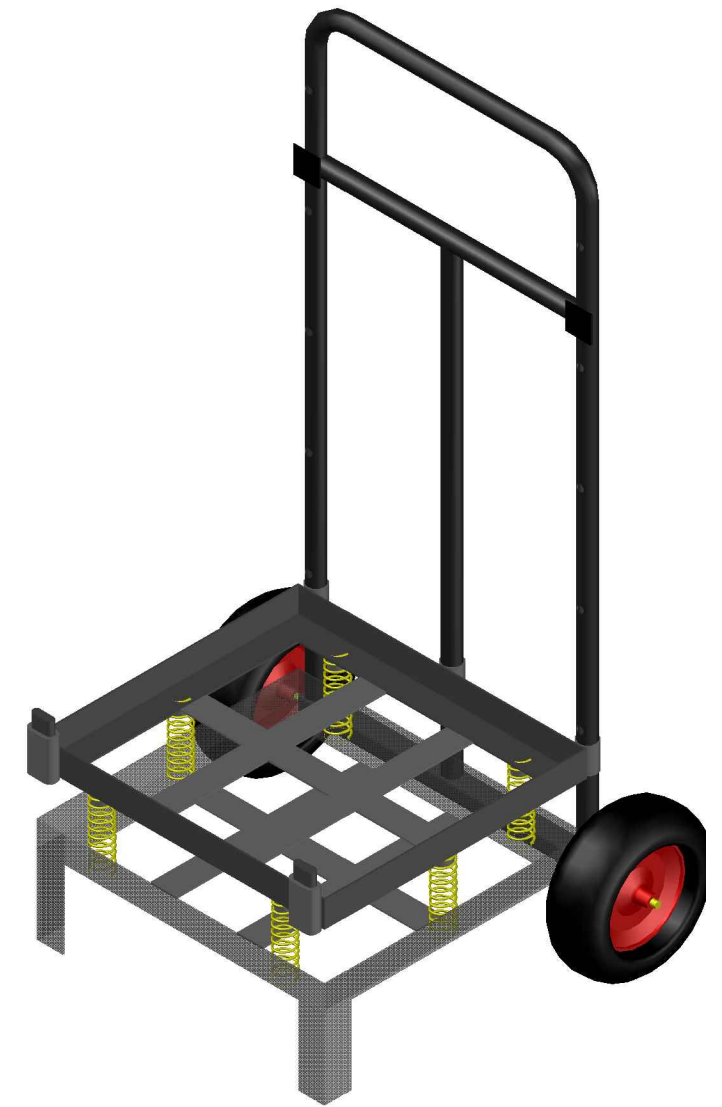
Estructura Canasta Móbil
 Vista Lateral Derecha
 Escala: 1:5

				Tolerancia:	Peso:	MATERIAL:	
				$\pm 0.1 \text{ mm}$	0.28 Kg	LOS INDICADOS	
				FECHA	NOMBRE	TÍTULO:	Escala:
				Dibujó: 11/01/2024	Jorge Valencia	ESTRUCTURA CANASTA MÓBIL	La Indicada
				Revisó: 11/01/2024	Ing. Alejandra Lascano		
				Aprobó: 11/01/2024	Ing. Alejandra Lascano		
				U.T.A. MECÁNICA		Número de Lámina:	Registro:
						2 DE 4	
Edición:	Modificación:	Fecha:	Nombre:	Sustitución:			

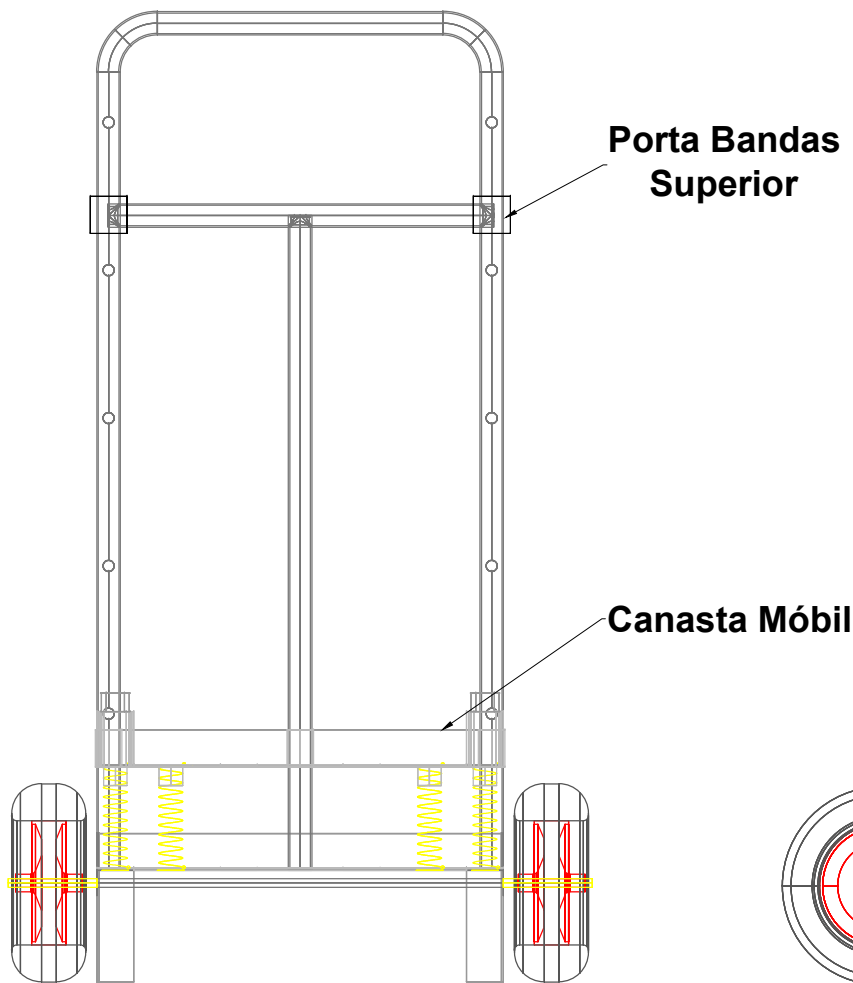
COCHE ERGONÓMICO PARA TRANSPORTE MATERIA PRIMA



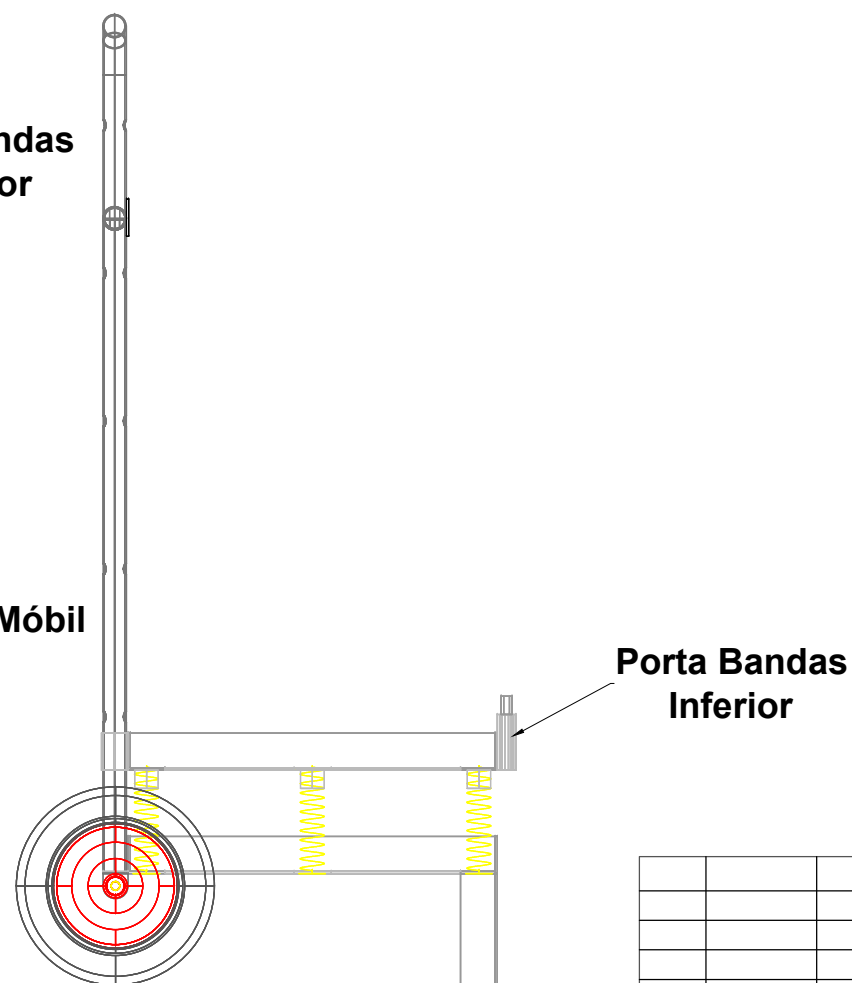
**Coche
Vista Superior
Escala: 1:10**



**Coche
Vista Isométrico
Escala: 1:10**



**Coche
Vista Frontal
Escala: 1:10**



**Coche
Vista Lateral Derecha
Escala: 1:10**

				Tolerancia:	Peso:	MATERIAL:	
				± 0.1 mm	0.28 Kg	LOS INDICADOS	
						TÍTULO:	Escala:
				Dibujó:	11/01/2024	Jorge Valencia	La Indicada
				Revisó:	11/01/2024	Ing. Alejandra Lascano	DISEÑO DE COCHE ERGONOMICO
				Aprobó:	11/01/2024	Ing. Alejandra Lascano	
				U.T.A.		Número de Lámina:	Registro:
				MECÁNICA		4 DE 4	☐ ⊕
Edición:	Modificación:	Fecha:	Nombre:			Sustitución:	