

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

**EVALUACIÓN ERGONÓMICA Y PROPUESTAS PARA
MEJORA EN LOS PUESTOS DEL PROCESO DE TEÑIDO DE
TELA EN TEJIDO DE PUNTO DE UNA TINTORERÍA**

Tesis para optar el Título de **Ingeniera Industrial**, que presenta el bachiller:

Ruddy Alexandra Cornejo Sandoval

ASESOR: Cesar Augusto Corrales Riveros

Lima, Julio del 2013

RESUMEN

El estudio que a continuación se presentará, corresponde a una empresa dedicada al teñido de telas; el proceso comienza cuando a la planta ingresan partidas de tela cruda para ser teñidas y entregadas con un acabado específico brindado por el cliente. La evaluación a realizar se enfocará en el tema ergonómico para mejorar la salud del trabajador e incrementar la productividad de la empresa.

Al ser una empresa pequeña se decidió evaluar toda la transformación que pasa la tela cruda en el área de producción. La evaluación consiste en un cuestionario y matriz de riesgos para identificar los puestos más críticos; para luego proceder a utilizar los métodos de evaluación ergonómicos NIOSH, RULA y REBA.

Con esta información se analizarán los puestos de trabajo para poder proponer alternativas de mejora. Luego estas alternativas serán cuantificadas y procesadas para obtener los indicadores que los accionistas solicitan como el VAN, TIR y PR. El costo de implementación, capacitación y asesoría asciende a 69,526 nuevos soles y el VAN es igual a 75,231 nuevos soles.

Por último, se podrán encontrar las conclusiones y recomendaciones que serán útiles al momento de la implementación del estudio.

TEMA DE TESIS

PARA OPTAR : Título de Ingeniero Industrial

ALUMNO : **CORNEJO SANDOVAL, RUDDY ALEXANDRA**

CÓDIGO : 20064750

PROPUESTO POR : Fernando Enrique Ormachea Freyre

ASESOR : César Corrales

TEMA : **EVALUACIÓN ERGONÓMICA Y PROPUESTAS PARA MEJORA EN LOS PUESTOS DEL PROCESO DE TEÑIDO DE TELA EN TEJIDO DE PUNTO DE UNA TINTORERÍA**

Nº TEMA :

FECHA : San Miguel, 14 de Agosto del 2012

JUSTIFICACIÓN:

Según la agencia estadounidense de calificación de riesgos Moody's, el crecimiento económico de América Latina aumentó gracias a la fortaleza de sus mercados internos¹. Perú, una economía estable, presentará un incremento del PBI en

1 Pampillón, Rafael (2009, 18 de Diciembre). Perspectivas económicas para América Latina en el 2010, [en línea]. América Latina:

Economy Web blog. Recuperado el 9 de Mayo del 2011, de <http://economy.blogs.ie.edu/archives/tag/crecimiento-del-pib-en-america-latina>.

4.5%². Carlos Durán³ afirma que tras una caída del 30% del PBI en el sector textil en el año 2010, este se ha incrementado un 56.8%. Como vemos en las cifras antes expuestas, la imagen del Perú ha cambiado y el sector textil se ha recuperado notablemente, además, se aprecia un país más estable y próspero. A pesar de ello, no podemos afirmar que nos sintamos cómodos y satisfechos con la situación laboral actual.

Por otra parte, en los últimos años, América Latina ha presentado un incremento de 10,000 accidentes mortales. 268 millones de accidentes que causan ausencia en el trabajo y 160 millones enfermedades⁴. Cuando en el trabajo falta el componente salud, tenemos enfermedades; y cuando falta seguridad tenemos accidentes. Las condiciones laborales no han mejorado, ya que la mayoría de empresarios solo se enfocan en ganar dinero y no en el bienestar de su trabajador, es por ello que existe la ergonomía, profesión que aplica datos y métodos destinados a elaborar un sistema óptimo para el bienestar del trabajador y a la vez incrementar el rendimiento global del sistema⁵.

Por tanto se puede decir que la ergonomía es una actividad multidisciplinaria que estudia el proceso con el fin de adecuar el sistema de trabajo al mismo, evaluando sus necesidades y limitaciones para así asegurar el confort y salud. Es importante mencionar que la ergonomía se centra en el diseño para el mejoramiento de los puestos de trabajo de manera que estos se adecuen al operario. Su misión es integrar

2 Garcia, Vilma (2011, 23 de Febrero). Países latinos con mayor crecimiento económico: análisis y perspectivas,[en línea]. San José, Costa Rica: Coyuntura Económica. Recuperado el 9 de Mayo del 2011, de <http://coyunturaeconomica.com/economia-latinoamerica/paises-latinos-con-mayor-crecimiento-economico>

3 Durand, Carlos(2011, 23 de Febrero). La ergonomía en el sector textil,[en línea]. Lima, Perú: Adrianzén Irma. Recuperado el 12 de Mayo de 2011, de <http://blog-ergonomico-usmp.blogspot.com/2011/02/la-ergonomia-en-el-sector-textil-el.html>

4 Organismo Mundial de la Salud (2005, 28 de Abril). El número de accidentes y enfermedades relacionados al trabajo sigue aumentando,[en línea]. Ginebra, Suiza: OMS.Recuperado el 20 de Abril del 2011, de http://www.who.int/occupational_health/mediacentre/pr280405/es/index.html

5 Asociación Internacional de Ergonomía (2000, Agosto). Que es la ergonomía según el AIE, [en línea]. Argentina: Asociación de ergonomía Argentina. Recuperado el 10 de Junio, de <http://www.adeargentina.org.ar/segun-iea.html>

la trilogía: Máquina, persona y ambiente. La aplicación de la ergonomía elevará la calidad del trabajo del operario así también asegurará la buena salud del mismo ya que mejorará el ambiente de trabajo aplicando las normas de higiene laboral y de buen confort.

Dentro de la industrial textil y de confecciones un área muy importante es la de tintorería o teñido. El principal problema en el área de tintorería dentro del sector textil es la carga de rollos de tela y la manipulación tanto de las máquinas como de los tintes que hacen que el operario se sienta incómodo con su trabajo, el cual se puede volver inseguro al no tener normas preestablecidas o puestos adecuados para su realización.

Por lo descrito anteriormente, se propone la evaluación ergonómica y propuesta para mejora en los puestos del proceso de teñido de tela en tejido de punto de una tintorería.

OBJETIVO GENERAL:

Desarrollar la evaluación ergonómica y propuesta para la mejora en los puestos de trabajo del proceso de teñido de tela en tejido de punto de una tintorería.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

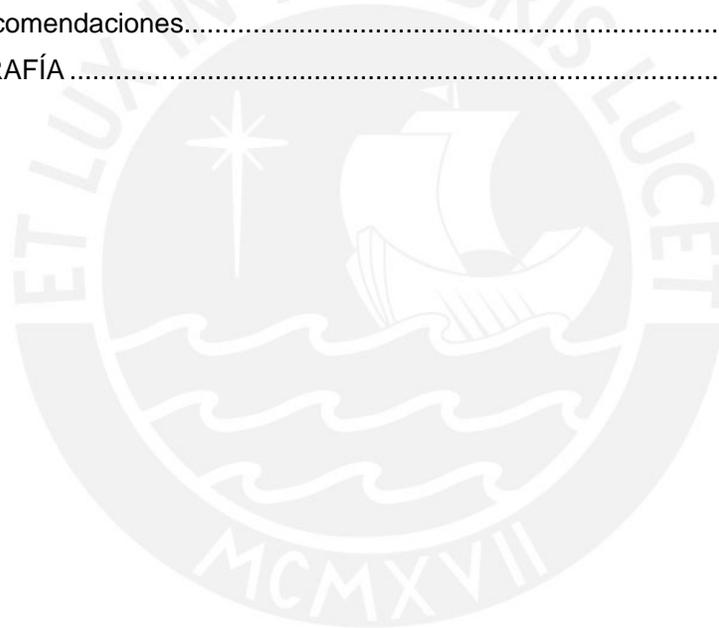
- Desarrollar los conceptos de ergonomía para su posterior aplicación al caso de estudio.
- Definir los métodos de investigación a aplicar en la realización del estudio ergonómico.
- Indicar el proceso actual y describir los puestos de trabajo que se tienen en la empresa.
- Aplicar un software ergonómico para la evaluación de los puestos de trabajo.
- Desarrollar las propuestas de mejora.
- Evaluar económicamente las propuestas de mejora.
- Mejorar la imagen institucional mejorando la calidad de trabajo y su entorno.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO	2
1.1. Definición de ergonomía	2
1.2. Alcance de la ergonomía.....	3
1.3. El cuerpo humano	4
1.4. Antropometría.....	5
1.5. Ergonomía ambiental	5
1.5.1. Ambiente de trabajo	6
1.6. El sistema hombre-máquina.....	7
1.7. Biomecánica.....	8
1.8. Propiedades ergonómicas de la técnica	9
1.9. Métodos de análisis y evaluación de puestos de trabajo.....	10
1.9.1. Método LCE.....	10
1.9.2. Método LEST.....	11
1.9.3. Método JSI	13
1.9.4. Método RULA.....	14
1.9.5. Método REBA.....	15
1.9.6. Método NIOSH	17
CAPÍTULO 2: DISEÑO DE LA METODOLOGÍA	19
2.1. Procedimiento de selección de actividades	19
2.2. Estudio ergonómico	22
2.3. Detalle de mejoras	23
CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA EN ESTUDIO	24
3.1. Descripción de la empresa.....	24
3.1.1. Actividad económica.....	24
3.1.2. Cultura organizacional.....	24
3.2. Organización y personal.....	25
3.3. Maquinaria.....	26
3.4. Descripción del proceso	26
3.5. Descripción de los puestos de trabajo por etapas	27

3.6. Alcance de estudio	32
CAPÍTULO 4: DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DE LOS PUESTOS DE TRABAJO SEGÚN CRITERIOS ERGONÓMICOS.....	35
4.1. Objetivo de la evaluación	35
4.2. Metodología de evaluación	35
4.2.1. Evaluación preliminar	36
4.2.2. Evaluación por criticidad por la matriz de riesgos	38
4.3. Análisis de los puestos de trabajo.....	41
4.3.1. Puesto de ayudante en recepción de materia prima	41
4.3.1.1. Análisis ergonómico según la ecuación NIOSH.....	42
4.3.1.2. Análisis ergonómico según el método RULA.....	47
4.3.1.3. Análisis ergonómico según el método REBA.....	53
4.3.2. Puesto del operario de extensión	60
4.3.3. Puesto del ayudante de empaque.....	65
CAPÍTULO 5: PROPUESTAS DE MEJORA PARA LAS ACTIVIDADES CON RIESGO CRÍTICO ERGONÓMICO	71
5.1. Mejoras en la actividad de recepción y pesaje de materia prima.....	71
5.1.1. Identificación de la zona a controlar	71
5.1.2. Propuestas de mejora	72
5.2. Mejoras en la actividad de extensión de tela	74
5.2.1. Identificación de la zona a controlar	75
5.2.2. Propuestas de mejora	76
5.3. Mejoras en la actividad de empaque.....	77
5.3.1. Identificación de la zona a controlar	77
5.3.2. Propuestas de mejora	78
5.4. Otras propuestas de mejora.....	80
5.4.1. Ejercicios de estiramiento y fortalecimiento	80
5.4.2. Carteles informativos.....	81
5.5. Resultados de las mejoras en las actividades planteadas.....	82
5.5.1. Implementación de las mejoras propuestas	82
5.6. Impacto de la mejora en el operario.....	88
CAPÍTULO 6: EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	90
6.1. Impacto de las lesiones.....	90
6.2. Inversión de las mejoras propuestas.....	91
6.2.1. Costos por implementación	91

6.2.2. Costo por realización de estudio	92
6.2.3. Costo por mantenimiento de máquinas y depreciación.....	92
6.3. Cálculo de ahorros y mejoras en la producción	93
6.3.1. Cálculo de ahorros por mejoras en etapas.....	93
6.3.2. Cálculo de ahorros por para de máquina	94
6.3.3. Cálculo de ahorros por ausentismo	94
6.4. Cálculo de los indicadores de rentabilidad.....	96
6.4.1. Costo de oportunidad	97
6.4.2. Flujo de caja	97
CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	99
7.1. Conclusiones.....	99
7.2. Recomendaciones.....	100
BIBLIOGRAFÍA	101



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Factores que afectan al operario	3
Tabla 2. Sistema sensorial.....	4
Tabla 3. Similitud entre elementos del cuerpo humano y elementos de máquinas	8
Tabla 4. Variables consideradas en la implementación del método	12
Tabla 5. Sistema de puntuación del método LEST.....	13
Tabla 6. Sistema de Puntuación Método RULA.....	15
Tabla 7. Sistema de Puntuación Método NIOSH.....	18
Tabla 8. Preguntas ADITERGO	20
Tabla 9. Formato para el Cálculo Numérico del Cuestionario	21
Tabla 10. Formato para el análisis de riesgos	22
Tabla 11. Diagnóstico actual.....	36
Tabla 12. Análisis de Riesgos.....	39
Tabla 13. Tipos de evaluación por puesto	41
Tabla 14. Tipos de factores para la ecuación NIOSH.....	44
Tabla 15. Cálculo del Factor de Frecuencia	45
Tabla 16. Cálculo del Factor de Agarre	46
Tabla 17. Cuadro resuelto de los factores NIOSH.....	46
Tabla 18. Cuadro resumen de aplicación NIOSH.....	46
Tabla 19. Puntuación por partes del cuerpo	50
Tabla 20. Puntuación global del RULA para el Grupo A.....	50
Tabla 21. Puntuación global del método RULA para el Grupo B.....	51
Tabla 22. Puntuación para la actividad muscular y las fuerzas ejercidas del método RULA	51
Tabla 23. Puntuación final del método RULA	52
Tabla 24. Cuadro resumen de la aplicación del método RULA	52
Tabla 25. Cuadro resumen del método RULA para el AYUDA-001	53
Tabla 26. Puntuación por partes del cuerpo	56
Tabla 27. Puntuación inicial del método REBA para el Grupo A.	56
Tabla 28. Puntuación inicial del método REBA para el Grupo B.	57
Tabla 29. Puntuación del método REBA para las cargas o fuerzas.	57
Tabla 30. Puntuación del método REBA para el tipo de agarre	58
Tabla 31. Puntuación C del método REBA.....	58
Tabla 32. Puntuación del tipo de actividad muscular del método REBA.	58

Tabla 33. Cuadro resumen de la aplicación del método REBA	59
Tabla 34. Cuadro resumen del método REBA para el AYUDA-001	59
Tabla 35. Cuadro resumen de valoración ergonómica para el AYUDA-001.....	60
Tabla 36. Cuadro resumen de valoración ergonómica para el Operario de Extensión.	64
Tabla 37. Evaluación ergonómica para el OPER-001	64
Tabla 38. Cuadro resumen de valoración ergonómica para el Ayudante de Empaque – Zona Izquierda/Derecha	69
Tabla 39. Evaluación ergonómica para el Ayuda-004	70
Tabla 40. Evaluación de la mejora propuesta para el AYUDA-001 utilizando el método REBA.....	83
Tabla 41. Evaluación de la mejora propuesta para el AYUDA-001 utilizando el método RULA	84
Tabla 42. Comparativo del inicio y fin de la evaluación ergonómica	84
Tabla 43. Evaluación de la mejora propuesta del OPER-001 utilizando el método REBA para el lado izquierdo/derecho.....	85
Tabla 44. Evaluación de la mejora propuesta por el método RULA para el lado derecho del OPER-001 utilizando el método RULA	86
Tabla 45. Comparativo del inicio y fin de la evaluación ergonómica	86
Tabla 46. Evaluación de la mejora propuesta para el AYUDA-004 utilizando el método REBA	87
Tabla 47. Evaluación de la mejora propuesta para el AYUDA-004 utilizando el método RULA	88
Tabla 48. Comparativo del inicio y fin de la evaluación ergonómica	88
Tabla 49: Perspectiva del impacto de las lesiones	91
Tabla 50: Montos de implementación por áreas.....	91
Tabla 51: Costos de Capacitación y asesoría.....	92
Tabla 52: Ahorro por rollo de tela.....	93
Tabla 53. Incremento anual del ahorro de producción.....	94
Tabla 54. Incremento anual del ahorro por para de máquina	94
Tabla 55. Acumulación de horas por lesiones desde el 2005 hasta el 2013	95
Tabla 56. Ahorros por ausentismo	95
Tabla 57: Ahorros por descanso médico y gastos extras	96
Tabla 58. Incremento anual del ahorro por ausentismo.....	96

ÍNDICE DE IMAGENES

Figura 1. Organigrama General de la empresa	25
Figura 2. Organigrama de la Jefatura de Producción	25
Figura 3. Rollos de tela en camión.....	28
Figura 4. Índices de carga física	37
Figura 5. Índices de carga mental - mandos.....	37
Figura 6. Índices de carga mental - señales acústicas	37
Figura 7. Tabla de Riesgos.....	38
Figura 8. Posiciones críticas del Ayuda-001	42
Figura 9. Información del Ayudante de MP.....	43
Figura 10. Condiciones de Levantamiento del Ayudante de MP	43
Figura 11. Distancia Horizontal y Vertical de la carga	44
Figura 12. Ayudante en Recepción de MP – P1 con ángulos.....	47
Figura 13. Resultado de las preguntas del grupo A: Extremidades superiores.	48
Figura 14. Resultado de las preguntas del grupo B: Cuello, tronco y extremidades inferiores	49
Figura 15. Resultado de las preguntas del tipo de actividad muscular y fuerzas ejercidas	49
Figura 16. Resultado de las preguntas del Grupo A para el Tronco.....	53
Figura 17. Resultado de las preguntas del grupo A: Tronco, cuello y piernas.....	54
Figura 18. Resultado de las preguntas del grupo B: Brazo	54
Figura 19. Resultado de las preguntas del grupo B: Antebrazo y muñeca.....	55
Figura 20. Resultado de las preguntas de fuerzas ejercidas/tipo de agarre.....	55
Figura 21. Operario de extensión.....	61
Figura 22. Resultado de las preguntas del brazo y antebrazo del OPER-001	61
Figura 23. Resultado de las preguntas de la muñeca OPER-001	62
Figura 24. Preguntas resueltas del cuello y tronco del OPER-001	62
Figura 25. Preguntas resueltas de las piernas del OPER-001	63
Figura 26. Actividad muscular y fuerzas ejercidas por el OPER-001	63
Figura 27. Ayudante de empaque.....	65
Figura 28. Lado Derecho-Brazo del AYUDA-004	65
Figura 29. Lado Derecho-Antebrazo y muñeca del AYUDA-004.....	66
Figura 30. Posición del tronco y cuello para el AYUDA-004.....	66
Figura 31. Posición de las piernas para el AYUDA-004	67

Figura 32. Lado Izquierdo-Brazo y antebrazo del AYUDA-004	67
Figura 33. Lado Izquierdo-Muñeca Ayudante de Empaque.....	68
Figura 34. Fuerzas ejercidas, tipos de agarre y actividad muscular Ayudante de Empaque	68
Figura 35. Comparativo de puntaje del AYUDA-001 utilizando el método RULA.....	71
Figura 36. Comparativo de puntaje del AYUDA-001 utilizando el método REBA.....	72
Figura 37. Parihuelas de 800x1000mm	73
Figura 38. Rodadores para parihuelas AW1883.....	73
Figura 39. Apiladora MS-1024	74
Figura 40. Posición actual vs Posición planteada.....	74
Figura 41. Puntaje del OPER-001 utilizando el método RULA	75
Figura 42. Puntaje del OPER-001 utilizando el método REBA.....	75
Figura 43. Operario de extensión acomodando la tela extendida.....	76
Figura 44. Máquina de extensión.....	76
Figura 45. Posición actual vs Posición planteada.....	77
Figura 46. Puntaje del AYUDA-004 utilizando el método RULA.....	78
Figura 47. Puntaje del AYUDA-004 utilizando el método REBA.....	78
Figura 48. Carretilla de transporte	79
Figura 49. Detalle de la rampa metálica	79
Figura 50. Posición actual vs Posición planteada.....	80
Figura 51. Ejercicios de fortalecimiento muscular.....	81
Figura 52. Medidas para el manejo manual de cargas.	82
Figura 53: Flujo de 5 años	98

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO 1: Factores para determinar la ecuación de NIOSH
- ANEXO 2: Mapa de Procesos
- ANEXO 3: Diagrama de Operaciones
- ANEXO 4: Ficha de descripción de puestos de trabajo
- ANEXO 5: Cuestionario ADITERGO
- ANEXO 6: Resultados de la ecuación de NIOSH para pesaje de rollos de tela (AYUDA-001)
- ANEXO 7: Resultados de la ecuación de NIOSH para cargar la máquina de extensión (AYUDA-001)
- ANEXO 8: Ecuación de NIOSH para cargar el producto terminado al camión (AYUDA-001)
- ANEXO 9: Puntuación del método RULA.
- ANEXO 10: Resultados del método RULA del AYUDA-001 para descargar el camión de MP – P2
- ANEXO 11: Resultados del método RULA del AYUDA-001 para pesar los rollos de tela – P3
- ANEXO 12: Resultados del método RULA del AYUDA-001 para pesar los rollos de tela – P4
- ANEXO 13: Resultados del método RULA del AYUDA-001 para cargar la máquina de extensión – P5.
- ANEXO 14: Resultados del método RULA del AYUDA-001 para cargar el PT al camión – P6.
- ANEXO 15: Puntuación del método REBA.
- ANEXO 16: Resultados del método REBA del AYUDA-001 para descargar el camión de MP – P2
- ANEXO 17: Resultados del método REBA del AYUDA-001 para pesar los rollos de tela – P3
- ANEXO 18: Resultados del método REBA del AYUDA-001 para pesar los rollos de tela – P4
- ANEXO 19: Resultados del método REBA del AYUDA-001 para cargar la máquina de extensión – P5.
- ANEXO 20: Resultados del método REBA del AYUDA-001 para cargar el PT al camión – P6.

- ANEXO 21: Resultados del método RULA para prender la máquina de extensión-
Recoger la tela (OPER-001)
- ANEXO 22: Resultados del método REBA para prender la máquina de extensión-
Lanzar la tela – Lado derecho del cuerpo (OPER-001)
- ANEXO 23: Resultados del método REBA para prender la máquina de extensión-
Lanzar la tela – Lado izquierdo del cuerpo (OPER-001)
- ANEXO 24: Resultados del método REBA para prender la máquina de extensión-
Recoger la tela – Lado derecho del cuerpo (OPER-001)
- ANEXO 25: Resultados del método REBA para prender la máquina de extensión-
Recoger la tela – Lado izquierdo del cuerpo (OPER-001)
- ANEXO 26: Resultados del método RULA para trasladar rollo empacado – Cargar el
rollo (AYUDA-004)
- ANEXO 27: Resultados del método RULA para trasladar rollo empacado – Colocar
rollo en el almacén (AYUDA-004)
- ANEXO 28: Resultados del método REBA para trasladar rollo empacado – Levantar el
rollo – Lado derecho (AYUDA-004)
- ANEXO 29: Resultados del método REBA para trasladar rollo empacado – Levantar el
rollo – Lado izquierdo (AYUDA-004)
- ANEXO 30: Resultados del método REBA para trasladar rollo empacado – Cargar el
rollo – Lado derecho (AYUDA-004)
- ANEXO 31: Resultados del método REBA para trasladar rollo empacado – Cargar el
rollo – Lado izquierdo (AYUDA-004)
- ANEXO 32: Resultados del método REBA para trasladar rollo empacado – Colocar el
rollo en el almacén – Lado derecho (AYUDA-004)
- ANEXO 33: Resultados del método REBA para trasladar rollo empacado – Colocar el
rollo en el almacén – Lado izquierdo (AYUDA-004)
- ANEXO 34: Ejercicios de Estiramiento dados por la Promoción de Salud en México
- ANEXO 35: Manutención Manual de Cargas por INSHT.

INTRODUCCIÓN

Muchas veces la idiosincrasia del empresario peruano hace que piense que los trabajadores son reemplazables y que no importa si estos se lastiman o no; puesto que hacer cosas a su favor son egresos de dinero más no una inversión. Esta mala praxis la podemos encontrar en algunas MYPES y PYMES.

La misión de este estudio es demostrar que el trabajador no es una pieza que no importa si se rompe, pues es reemplazable; es dar una alternativa a los trabajadores para que se sientan cómodos laborando y dar una opción a la empresa de mejorar su concepción de trabajo.

Es importante saber para qué y por qué se realizan las cosas, es por ello que en el primer capítulo se mostrará la teoría de los temas que luego se detallarán, la definición de ergonomía, el cuerpo humano, los métodos para evaluar los puestos de trabajo, etc.

El segundo capítulo mostrará cómo comenzar a sesgar los puestos de trabajo, qué metodología usar para conseguir el objetivo. Mientras que el tercer capítulo hablará sobre la empresa en sí, su descripción, el proceso por el que pasa la materia prima, los trabajadores y sus puestos de trabajo.

Una vez que se sepa qué es la ergonomía, para qué sirve, la metodología y la descripción de la empresa y sus procesos; se procederá a realizar el diagnóstico de los puestos de trabajo, es decir se evaluará ergonómicamente a los trabajadores. Esta evaluación se mostrará en el capítulo 4.

En el capítulo 5 se identificará la zona a controlar de acuerdo a la evaluación previa realizada en el capítulo 4 y se propondrá la mejora.

Finalmente, en el capítulo 6 se evaluará si los cambios propuestos benefician o no a la empresa. Esta parte es muy importante, ya que el accionista desea saber si su dinero da fruto o no, muy aparte si la decisión es apoyada por un grupo de personas; si no hay rentabilidad no hay empresa.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

Para comenzar a evaluar los puestos de trabajo primero se debe conocer los conceptos del tema a tratar; en este caso la ergonomía, la antropometría y biomecánica. Asimismo, plantear el alcance del estudio y los métodos de análisis a utilizar para la posterior evaluación. En este capítulo se tocarán estos temas con más detalle.

1.1. Definición de ergonomía

Si se parte del significado de ergonomía proveniente de los vocablos griegos ergo=trabajo y nomos=leyes; se tiene que la ergonomía trata de las leyes que rigen el trabajo. Según la Real Academia Española se puede definir ergonomía como “Estudio de datos biológicos y tecnológicos aplicados a problemas de mutua adaptación entre el hombre y la máquina” (RAE, 2013).

Es importante recalcar la interrelación del hombre con la máquina y como el entorno puede afectar el trabajo. La máquina tiene que adaptarse al hombre, para que este pueda accionar y laborar eficazmente. Todo esto se verá reflejado en el rendimiento global y por supuesto en la empresa.

Pero la ergonomía es algo más que la relación hombre-máquina, es el estudio de la aparición y establecimiento de las leyes mecánicas y biológicas.

Otras definiciones son las siguientes:

- “Es la ciencia del trabajo” (Primer Encuentro Minero de Estudios en Ergonomía, 2009).
- “Es el conjunto de normas que rigen el trabajo, en cuanto se refiere a su adaptación al hombre” (Revista Académica de Economía, 2009)
- “Es un disciplina científica que estudia integralmente al hombre en las condiciones concretas de su actividad relacionado con el empleo de las máquinas. Es una disciplina de diseño, puesto que su tarea es elaborar los métodos para tener en cuenta los factores humanos al modernizar la técnica y la tecnología existentes y crear otras nuevas, así como al

organizar las condiciones de trabajo correspondientes”, (Zinchenko y Munípov, 1985:3).

Por tanto podemos decir que la ergonomía es una actividad multidisciplinaria que estudia el proceso con el fin de adecuar el sistema de trabajo al mismo, evaluando sus necesidades y limitaciones para así asegurar el confort y salud.

1.2. Alcance de la ergonomía

La ergonomía es una ciencia muy amplia que combina la anatomía, psicología e ingeniería. Y se estudian estas tres, porque la primera expone al cuerpo humano con sus fortalezas y limitaciones físicas; la cantidad de ruido a soportar, las condiciones como temperatura, humedad, etc. así como la carga que está dispuesto a levantar sin lastimarse. La segunda, psicología, nos proporciona información sobre el sistema nervioso y como este reacciona ante cierta cantidad de datos, la forma en cómo se presentan los mismos, y el nivel de atención necesario para captar con facilidad las tareas presentadas. Por último, la ingeniería nos permitirá adecuar el puesto del trabajo o la máquina al trabajador mejorando su diseño.

Tabla 1. Factores que afectan al operario

Factor	Alcance	Definición	Incluye
Anatomía	Carga física	Es la actividad por el cual el operario levanta un peso determinado para llevarlo de un lugar a otro.	<ul style="list-style-type: none"> - Posturas de trabajo - Demanda energética - Fuerzas aplicadas
	Condiciones ambientales	Corresponden a todos los factores que intervienen en la relación hombre-máquina, usualmente son factores externos.	<ul style="list-style-type: none"> - Ruido - Temperatura - Humedad - Velocidad de aire - Iluminación - Vibraciones
Psicología	Carga Mental	La cantidad de información que debe procesarse en un tiempo determinado.	<ul style="list-style-type: none"> - Nivel de atención - Cantidad de información requerida - Tiempo de atención
	Aspectos organizativos	Características brindadas por la empresa para el desarrollo de su actividad mientras permanece realizando su trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> - Horario - Descanso - Turnos - Sistemas de promoción - Salarios

Fuente: González (2008)

1.3. El cuerpo humano

Para poder desarrollar mejor este análisis es necesario comprender el cuerpo humano y sus limitaciones en el puesto de trabajo por lo que se dividirá en 6 sistemas:

- Sistema sensorial.- Mecanismo por el cual se perciben sensaciones del exterior. En la tabla 2 se muestra a detalle los 5 tipos de receptores del sistema sensorial con el sentido al que corresponden.

Tabla 2. Sistema sensorial

Receptores	Sentido	Estimulo
Retina	Vista	Luz
Órgano de Corti	Oído	Sonido
Botones gustativos	Gusto	Sustancias químicas en saliva
Vesícula olfativa	Olfato	Sustancias químicas volátiles
Piel	Tacto	Presión, frío, calor, dolor

Fuente: González (2008)

- Sistema esquelético.- El esqueleto es un armazón móvil que sirve para proteger los órganos internos, compuesto por 206 huesos, es extremadamente flexible lo cual permite ampliar sus movimientos.
- Sistema muscular.- Compuesto por los músculos, permite al hombre poder mantener una postura y moverse en su medio.
- Aparato circulatorio.- Es un red a través del cual se distribuye la sangre al organismo, no es tan necesario para el estudio ergonómico, pero este sistema es importante ya que es esencial para la vida.
- Sistema nervioso.- Se divide en el sistema nervioso central y periférico. El primero compuesto por el cerebro y la médula espinal, es el encargado de dirigir y coordinar las acciones del cuerpo humano. El segundo está compuesto por los nervios periféricos, que transmiten por impulsos la información dada por el sistema nervioso central a todo el cuerpo.
- Aparato Respiratorio.- Es el encargado de suministrar oxígeno al hombre y eliminar el dióxido de carbono.

1.4. Antropometría

La antropometría es el estudio de las dimensiones del cuerpo y la implementación de estos datos para relacionarlos con el entorno laboral. Este estudio se desarrollará por medio de la estadística usando valores promedio del hombre.

A pesar que Panero y Zelnik (1984) indican que el hombre promedio no existe, es necesario delimitar parámetros estadísticos que abarquen el mayor número de trabajadores promedio. Si se abarca una población relativamente grande se tendrá un sesgo menor.

Por ello se deben establecer técnicas normadas, de manera que se ubiquen de manera estándar y eliminar el grado de error. Estas muestras ayudarán a la diferenciación, pudiendo así, saber cuántos trabajadores se encuentran entre los porcentajes delimitados.

Tal como indica Panero y Zelnik (1984), se puede dividir este estudio de dimensiones en estructural y funcional. El primero, también considerado como estático, se toma el dato del individuo de manera erguida y de pie considerando el percentil 2,5 y 97,5. El segundo, abarca el dinamismo, se toma en cuenta el movimiento inicial y final en percentiles del 5 y 95.

1.5. Ergonomía ambiental

Del factor anatómico, se tiene como alcance las condiciones ambientales. El medio ambiente de trabajo influye en el comportamiento y rendimiento del trabajador. Es la combinación de tecnología, procedimientos de trabajo y clima laboral que agrupados influyen en el trabajador, en características que no ve pero si siente.

1.5.1. Ambiente de trabajo

Es uno de los factores esenciales para el rendimiento humano. Es necesario controlar que el hombre no trabaje al extremo, es decir no hacer que llegue al límite de su resistencia y que las condiciones ambientales no contribuyan a ello.

El desorden y la falta de higiene afectan negativamente a la empresa, poniendo en riesgo la eficacia y eficiencia en el trabajo creando situaciones potenciales de accidentes. A continuación se presentarán algunos factores que, González (2008) indica afectan a este sistema de manera directa.

a) EL ruido:

“Sonido no deseado”, es un tono simple que causa efectos patológicos en el organismo del trabajador como pérdida temporal de la audición, fatiga psicosocial y estados de confusión. Este sonido es una energía producida por la vibración de los cuerpos, se transmite por el aire mediante vibraciones invisibles. El sonido se mide a través de decibeles, cero decibeles es el umbral de la audición y 120 decibeles corresponden al estado de dolor.

b) Vibración:

Se dice del movimiento que realiza un cuerpo alrededor de otro fijo. Este se describe mediante dos parámetros: intensidad y frecuencia. En el caso del ruido, este se mide por medio del nivel de la presión sonora mientras que en el caso de las vibraciones este se desarrolla por medio de la aceleración o el desplazamiento de la vibración. Cuanto mayor es la aceleración de una vibración, mayor será el efecto negativo a la salud.

c) Temperatura:

Este factor influye en la comodidad del trabajador. Las temperaturas extremas (frío, calor) perjudican el correcto funcionamiento de la planta, el exceso de calor causa fatiga necesitando más tiempo de descanso que si se estuviera trabajando a temperatura normal.

d) Iluminación:

El problema con la iluminación radica en los contrastes o brillos excesivos, poca iluminación o deslumbramientos, estos factores causan estrés visual generando bajo rendimiento, problemas con la calidad del producto y sobre todo al trabajador (irritación de ojos y dolores de cabeza)

e) Ventilación:

La ventilación permite eliminar el polvo en los almacenes, diluir vapores inflamables y templar el ambiente para que el trabajador se sienta más cómodo.

1.6. El sistema hombre-máquina

El hombre, la máquina y el entorno son los principales factores que caracterizan el sistema de producción de la empresa. Con respecto al equipo a utilizar, la ergonomía nos dice que debemos usar estos factores de manera integrada de modo que estos elementos al ser controlados por el hombre puedan obtener un máximo rendimiento en la planta.

Es importante tener en cuenta que toda máquina como equipo está hecha para que pueda usarse por el hombre y que no son tan importantes las preferencias del diseñador como la concepción Hombre-máquina en conjunto. Es decir, La relación H-M, no es más que la relación sinérgica que existe entre los dos en las horas de trabajo.

Móndelo (1999) clasifica la interacción entre el usuario y el entorno de la siguiente manera:

- Sistemas Manuales.- El propio operario es quien hace funcionar la máquina, el control que ejerce es de manera constante y directa. Ejemplo: Un chef cocinando un buffet.
- Sistemas Mecánicos.- El operario aporta una energía limitada y la máquina hace prácticamente toda la labor. Ejemplo: El uso de un auto.

- Sistemas automáticos.- Una vez programados deberían ser capaces de autorregularse. Ejemplo: Planta galletera, donde el operario limita el control.

1.7. Biomecánica

Móndelo (1999) indica que la biomecánica es la ciencia que aplica la mecánica al estudio de la anatomía. Evalúa la efectividad en la aplicación de las fuerzas para reducir la tensión para las personas y maximizar la eficiencia del sistema productivo.

Su objetivo principal es estudiar como el cuerpo reacciona biológicamente para así obtener un rendimiento máximo por parte del operario o diseñar actividades que todos puedan desarrollar sin perjudicar su salud.

Como ya se mencionó, el cuerpo está construido por un esqueleto que lo soporta. Si pasamos el cuerpo humano a un ambiente de máquina como equipo podemos encontrar algunas similitudes. En la tabla 3, se plasma esa similitud entre ambos que permitirá aplicar los principios de la mecánica a este estudio del comportamiento.

Tabla 3. Similitud entre elementos del cuerpo humano y elementos de máquinas

Hombre	Máquina
Huesos	Palancas, ejes, elementos estructurales
Articulaciones	Rótulas, puntos de giro
Tendones	Cable, cuerdas
Músculos	Motores, bombas
Tejidos de recubrimiento de las articulaciones	Lubricantes
Nervios	Mecanismos de control

Fuente: González (2008)

1.8. Propiedades ergonómicas de la técnica

Ramírez (2008) en su libro Ergonomía y productividad, indica que la ergonomía de la técnica puede idealizarse como una pirámide compuesta por 9 niveles que comunicadas y respaldadas entre sí formarán el cimiento perfecto para que el primer nivel pueda dirigir. La ergonomía de la técnica permitirá que se formen las propiedades ergonómicas debido a la interacción de estos niveles, su rol es la creación de la estructura funcional del sistema hombre-máquina. Es un trabajo en conjunto que ayuda a estudiar al hombre en todas sus fases.

A continuación se presentarán dichos niveles:

- a) Primer nivel.- Interacción óptima de la calidad gracias a los requerimientos técnicos de la máquina y la persona encargada.
- b) Segundo nivel.- Correspondiente a los factores psicosociales, es la integración de la máquina y el puesto de trabajo con el equipo de trabajo.
- c) Tercer nivel.-Correspondiente a los factores psicológicos, es el ajuste entre los requerimientos técnicos de la máquina con la percepción y hábitos del trabajador.
- d) Cuarto nivel.- Lo conforman los factores ambientales, la relación entre los requerimientos técnicos con los niveles óptimos para la no contaminación.
- e) Quinto nivel.- Conformado por el aprendizaje, correspondencia entre la parte técnica de la máquina con el desarrollo de las habilidades del trabajador.
- f) Sexto nivel.- Correspondiente al mantenimiento, el diseño de la máquina tiene que estar alineado a las capacidades del trabajador.
- g) Séptimo nivel.- Es la relación de la necesidad de la máquina con las características físicas del trabajador.
- h) Octavo nivel.- Lo corresponde la relación de la forma de la máquina con las características antropométricas del individuo.

- i) Noveno nivel.- Es la relación que hay entre los factores de higiene y seguridad (iluminación, temperatura, humedad, etc.) con el requerimiento de la máquina y las limitaciones del personal.

1.9. Métodos de análisis y evaluación de puestos de trabajo

La adopción de posiciones repetidas y penosas durante la jornada laboral genera no solo fatiga al operario, sino que esos movimientos continuados generarán trastornos en los músculos y huesos.

Por ello se debe identificar las tareas con mayor carga postural y reducir el daño mediante medidas correctivas. De acuerdo a la gravedad del mismo, se verá si se realiza un rediseño o una capacitación de buenas posturas con los trabajadores.

Para la identificación de estos riesgos se han desarrollado diversos métodos, herramientas y ecuaciones que guiarán la búsqueda de estas acciones peligrosas. Para un mejor estudio se dividirán los métodos en 4 áreas:

- Evaluación Global mediante los métodos LCE y LEST.
- Repetitividad de Movimientos usando el método JSI.
- Carga Postural mediante los métodos RULA y REBA.
- Manipulación de carga usando el método NIOSH.

A continuación se expondrán los distintos métodos de evaluación y los puntos que lo componen.

1.9.1. Método LCE

Es un método de comprobación que se realiza mediante un checklist compuesto por 10 áreas que contienen de 10 a 20 puntos cada uno, lo que hacen un total de 128 preguntas.

Las 10 áreas donde se aplica el checklist son las siguientes:

- Manipulación y Almacenamiento de los Materiales (Preguntas 1 - 21)

- Herramientas manuales (Preguntas 22 - 36)
- Seguridad de la maquinaria de producción (Preguntas 37 - 56)
- Mejora del diseño del puesto de trabajo (Preguntas 57 - 71)
- Iluminación (Preguntas 72 - 81)
- Locales (Preguntas 82 - 87)
- Riesgos Ambientales (Preguntas 88 - 93)
- Servicios higiénicos y locales de descanso (Preguntas 94 - 97)
- Equipos de protección Individual (Preguntas 98 - 107)
- Organización del Trabajo (Preguntas 108 - 128)

López (2011) indica que para realizar el cálculo numérico de este método se evalúa mediante la asignación de una acción a cada pregunta para la cual se dan opciones y en algunos casos indicaciones extras. La ventaja de este método es que como se divide en áreas se puede usar el bloque de mayor interés para el análisis.

Indicaciones para la aplicación:

1. Si es una empresa grande, se define el área a ser inspeccionada; si es una empresa pequeña se realiza el checklist a todas las áreas.
2. Realizarlo con la persona encargada de las áreas, ya que ellos conocen los factores más importantes del mismo.
3. Si una de las acciones está funcionando correctamente, en el rubro "¿Propone alguna acción?" marcar con una respuesta afirmativa y si no se cumple pero piensa que debería, marcar con un "No".
4. Cuando se haya terminado la lista, revisar nuevamente los enunciados donde se colocó la negativa, y los enunciados más importantes marcarlas como prioritario.

1.9.2. Método LEST

Guelaud (1977) indica que el método LEST tiene como objetivo evaluar el puesto de trabajo como conjunto de factores de manera global y da como

diagnóstico que situaciones del puesto son satisfactorias, molestas o nocivas. Sirve como base para otros programas de control y formación de las condiciones de trabajo, ya que establece lenguaje común para todos los ergónomos que evalúen puestos de trabajo.

Este método se utiliza para puestos de trabajo fijos, muchas veces se usan para puestos con calificación mayor del sector industrial siempre y cuando los factores permanezcan constantes.

Este método es una herramienta de mejora de las condiciones de trabajo, la desventaja es que no incluye factores de seguridad en el empleo.

El tiempo aproximado de observación es de 3 a 4 horas, a comparación con la ecuación de NIOSH. Este método se subdivide en 5 niveles de gravedad los cuales se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Variables consideradas en la implementación del método

1.-Entorno Físico	- Ambiente térmico - Ruido	- Iluminación - Vibraciones
2.-Carga Física	- Carga estática	- Carga dinámica
3.-Carga Mental	- Apremio de tiempo - Complejidad	- Atención
4.-Aspectos Psicosociales	- Iniciativa - Estatus social	- Comunicaciones - Relación con el mando
5.-Tiempos de Trabajo	- Tiempo de trabajo	

Fuente: Ergonautas (2013)

A continuación, en la tabla 5 se presentará el sistema de puntuación del método. Este oscila de 0 a 10, siendo 0 una situación satisfactoria y 10 Nocividad.

Tabla 5. Sistema de puntuación del método LEST

SISTEMA DE PUNTUACIÓN	
0, 1, 2	Situación satisfactoria
3, 4, 5	Débiles molestias. Algunas mejoras podrían aportar más comodidad.
6, 7	Molestias medias. Existe riesgo de fatiga.
8, 9	Molestias fuertes. Fatiga
10	Nocividad

Fuente: Ergonautas (2013)

Aplicación del método:

1. Observar las tareas por puesto de trabajo.
2. Utilización de herramientas como: psicómetro, luxómetro, sonómetro, anemómetro, cronómetro y cintas métricas.
3. Extraer datos para la tabla 4.
4. Puntuar de acuerdo a la tabla 5.

1.9.3. Método JSI

Moore y Garg (1995) propusieron este método en el departamento de Medicina preventiva como una manera de evaluar la situación de los trabajadores en sus puestos de trabajo. Este método solo estudia el comportamiento de las extremidades superiores como: mano, muñeca, antebrazo y codo.

Es importante recalcar que este método evalúa al trabajador tanto física como psicológicamente. Este método utiliza seis variables, que ponderadas y multiplicadas entre sí se colocarán en la ecuación de "Strain Index". A mayor sea el dato que emita esta ecuación, mayor será el riesgo de aparición de desórdenes traumáticos en las extremidades superiores.

Las variables a medir son las siguientes:

- Intensidad del esfuerzo (IE)
- Duración del esfuerzo por ciclo de trabajo (DE)
- Número de esfuerzos realizados en un minuto de trabajo (EM)
- La postura mano/muñeca (HWP)

- El ritmo de trabajo (SW)
- La duración por día de la tarea (DD)

Para determinar el valor de las variables antes mencionadas, es necesario recordar que para determinar la duración por día de la tarea se tendrá que observar varias veces al operario para obtener una data real. Además, se deberá observar cada tarea y valorarla de acuerdo a las escalas estimadas. Como todas las evaluaciones, una vez asignada la puntuación por cada variable, se deberá revisar para determinar si la puntuación es la correcta.

La ecuación es la siguiente:

$$\text{JSI} = \text{IE} \times \text{DE} \times \text{EM} \times \text{HWP} \times \text{SW} \times \text{DD}$$

Y se interpreta de la siguiente manera:

Si $\text{JSI} \leq 3$, es muy probable que la tarea es segura.

Si $\text{JSI} \geq 3$, es muy probable que la tarea sea peligrosa.

1.9.4. Método RULA

RULA abreviaturas de Rapid Upper Limb Assessment, nos permite evaluar posturas concretas. Este método evalúa como la exposición de los operarios a puestos de trabajo inadecuados los expone a trastornos en los miembros superiores. Usualmente, se debe a la postura del trabajador, continuidad en los movimientos, la carga aplicada a la tarea y la actividad estática.

Es necesario recalcar que para la selección de la tarea a evaluar, se deberá observar al trabajador por varios ciclos de trabajo, luego se elegirá al que suponga una carga postural elevada o al que tenga mayor tiempo de duración. El método RULA divide al cuerpo en dos grupos A y B, el primero formado por los brazos, antebrazos y muñecas; el segundo lo componen las piernas, tronco y cuello.

Para el desarrollo de este método, se debe tener en cuenta los ángulos que forman los miembros del cuerpo humano; esta es la clave para una correcta

asignación de puntos. Es por ello, que se deberá fotografiar al operario realizando su trabajo para luego medir los ángulos sobre estas.

Aplicación del método:

- Determinar el lado del cuerpo a evaluar, si no se definiera, se evaluarán ambos.
- Se puntúa cada parte del cuerpo.
- Se obtiene el nivel de actuación, con lo cual se determinará el riesgo.
- Se revisarán las puntuaciones colocadas, para luego determinar en qué puesto se aplicarán las correcciones.

En la tabla 6 se detallará de acuerdo a la puntuación si el puesto deberá ser rediseñado o no.

Tabla 6. Sistema de Puntuación Método RULA

Nivel	Actuación
1	Si la puntuación final es 1 ó 2 la postura es aceptable.
2	Si la puntuación final es 3 ó 4 pueden requerirse cambios en la tarea; es conveniente profundizar en el estudio
3	La puntuación final es 5 ó 6. Se requiere el rediseño de la tarea; es necesario realizar actividades de investigación.
4	La puntuación final es 7. Se requieren cambios urgentes en el puesto o tarea.

Fuente: López (2011)

1.9.5. Método REBA

El método REBA es muy parecido al método RULA, la diferencia es que el primero se dirige a un análisis de extremidades superiores mientras que el segundo desarrolla un análisis más general. Además REBA, considera cargas posturales dinámicas y estáticas así como la gravedad asistida. Este método analiza las consecuencias del manejo de cargas; es por ello que también analiza el tipo de agarre de la carga. En este punto, el método permite considerar el hecho que no siempre se cargará usando solamente las manos.

Tiene como objetivos el segmentar la tarea para su codificación individual, considerando así los planos de movimiento. Asimismo, el método suministrará un orden de puntuación para toda actividad muscular por posturas (estática y dinámica), inestables o por cambios repentinos en el mismo.

El resultado de este método permitirá determinar el nivel de riesgo de padecer lesiones y brinda una valoración rápida del riesgo que el cuerpo entero puede padecer. Es un análisis que se puede hacer post o antes del cambio en el puesto para ver la evolución del riesgo de enfermedad.

Es necesario tener en cuenta que para la evaluación de los puestos de trabajo utilizando el método REBA se deberá seleccionar las posturas más representativas de la tarea así como el tiempo del ciclo de trabajo. El método se aplica para el lado derecho del cuerpo humano como para el izquierdo por lo que se deberá determinar para cada postura el lado que ejerce mayor fuerza para el levantamiento de la carga.

Aplicación del Método:

1. Dividir el plano del cuerpo humano en dos grupos:
 - A= Tronco, cuello y piernas.
 - B= Brazo, antebrazo y muñeca.
2. Buscar en la tabla del grupo A y B su correcta puntuación individual.
3. Modificar la puntuación A en función de la carga.
4. Modificar la puntuación B en función del tipo de agarre.
5. De acuerdo a ambas puntuaciones finales se busca en la Tabla C la nueva puntuación global.
6. Modificar la puntuación C de acuerdo a la actividad muscular.
7. Evaluar el nivel de acción y riesgo correspondiente al valor final

Es necesario recalcar que el método REBA se deberá realizar por cada postura de la tarea elegida. Finalizada la evaluación, se deberá decidir si el puesto amerita un rediseño del mismo o una inducción al trabajador en las buenas posturas.

1.9.6. Método NIOSH

Esta ecuación se ejecutará para evaluar las tareas donde los operarios realizan levantamientos de carga. Permitirá identificar los riesgos relacionados al puesto de trabajo de manera que se pueda buscar soluciones para mejorar el puesto y reducir el estrés físico.

Esta ecuación dará como resultado el peso máximo recomendado que se puede levantar en el puesto estudiado para evitar enfermedades presentes y futuras en el trabajador. La ecuación de NIOSH evalúa el puesto de trabajo de acuerdo a tres criterios:

- Biomecánica.- Al levantar un peso de manera incorrecta, sea pesado o ligero, se transmiten momentos mecánicos hasta las vértebras lumbares causando enfermedades. Tras un estudio sobre resistencia se llegó a la conclusión de que como fuerza límite se tendrá 3.4KN.
- Fisiológico.- En las tareas se realizan movimientos repetitivos, lo que puede causar una disminución de la resistencia y aumento en la probabilidad de tener una lesión. 9,5 kcal/min es la capacidad máxima de levantamiento aeróbico, gasto energético.
- Psicofísico.- Recoge los datos de resistencia, frecuencia y duración de los trabajadores.

A continuación se presentará la ecuación de NIOSH para calcular el peso límite recomendado:

$$\text{RWL} = \text{LC} \times \text{HM} \times \text{VM} \times \text{DM} \times \text{AM} \times \text{FM} \times \text{CM}$$

LC: Constante de carga, peso a cargar en kg.

HM: Distancia Horizontal desde la zona de agarre y los tobillos.

VM: Distancia Vertical desde la zona de agarre hasta el suelo.

DM: Duración del levantamiento y tiempos de recuperación⁶.

AM: Ángulo de Asimetría.

⁶ En ergonomía, equivale al periodo donde se realiza una actividad ligera.

FM: N° de levantamientos por minuto.

CM: Factor de Agarre.

Aplicación del método:

1. Observar el puesto de trabajo y definir si el proceso es una tarea simple o multitarea⁷.
2. Determinar si la carga debe ser depositada con exactitud, si este fuera el caso se evalúa el inicio y el fin de la tarea.
3. Se recompila las variables de la ecuación y se resuelve.
4. Con este dato, RWL, se podrá definir el índice de levantamiento (Li). Con el Li se evaluará el riesgo de la tarea, estos rangos se podrán apreciar en la tabla 9.
5. Se evalúan los datos para determinar las tareas a corregir.
6. Se reevalúa nuevamente luego de aplicar los cambios para determinar si fueron correctos.

Tabla 7. Sistema de Puntuación Método NIOSH

Sistema de puntuación	
Li ≤ 1	Tarea puede ser realizada sin problemas.
1 < Li ≤ 3	Tarea puede ocasionar algunos problemas.
Li > 3	Tarea ocasiona problemas.

Fuente: Ergonautas (2013)

Los detalles de los factores para la ecuación de NIOSH se encontrarán en el anexo 1.

⁷ Se denomina una Multitarea cuando la carga es recogida de diferentes alturas.

CAPÍTULO 2: DISEÑO DE LA METODOLOGÍA

No se puede comenzar una evaluación sin identificar la metodología a utilizar. Por tanto, en este capítulo se informarán los pasos a seguir para realizar una correcta evaluación ergonómica. Se comenzará identificando los filtros de selección de actividades; luego se estudiarán ergonómicamente las actividades para identificar su nivel de actuación. Por último se propondrán mejoras para poder cambiar la puntuación inicial.

Es importante mencionar que el uso de los factores ergonómicos como base para el trabajo es para prevenir los accidentes, posteriormente para su aplicación se hará uso de los factores humanos como medida correctiva.

2.1. Procedimiento de selección de actividades

Para la elección de que procesos de la empresa se tomarán en cuenta para la realización del estudio ergonómico, se decidió pasar por dos filtros: El cuestionario adaptado de ADITERGO y la realización de un análisis de riesgos.

A: Con cuestionario:

El primer filtro es el cuestionario, se buscó una secuencia de preguntas que consultado con los operarios pueda transmitir su mayor carga laboral en los diferentes procesos de la empresa; por ello se adaptó el Cuestionario de ADITERGO en las áreas que los trabajadores sentían mayor molestia y la conclusión fue la obtención de 17 preguntas para cada una de las operaciones de la empresa. A continuación en la tabla 8 se mostrarán las preguntas seleccionadas.

Tabla 8. Preguntas ADITERGO

Categoría	N°	Pregunta
1° Categoría: Carga física. Trabajo físico	1	¿Se produce fatiga física en el trabajo desarrollado?
	2	En caso de que se produzca fatiga ¿No se realizan las pausas necesarias?
	3	¿El esfuerzo realizado puede provocar lesiones?
	4	¿Los movimientos son demasiado monótonos?
	5	¿No se realiza un adiestramiento de los trabajadores en la realización de la tarea para evitar lesiones?
2° Categoría: Carga Mental. Mandos	6	¿Los mandos no se sitúan en zonas de fácil alcance?
	7	¿No se protegen los controles para prevenir una activación accidental?
	8	¿Los mandos de emergencia no son claramente visibles y fácilmente alcanzables desde la posición habitual del trabajador?
	9	¿Existen mandos que no se usan?
	10	¿No se pueden diferenciar los mandos por su textura?
	11	¿Los mandos tienen todos los mismos tamaños?
	12	¿Los mandos no se distinguen por su color?
3° Categoría: Carga Mental. Señales Acústicas	13	¿El uso de pedales no es cómodo y sencillo?
	14	¿Las señales acústicas no son detectables?
	15	¿Las frecuencias predominantes del ruido de ambiente no son diferentes de las señales?
	16	¿Las señales de peligro son difícilmente diferenciables del resto de señales?
	17	¿La duración de la señal no es suficiente?

Fuente: Adaptación Cuestionario ADITERGO

Este cuestionario se llena contestando las 17 preguntas con Si, No, No Aplica; estas preguntas deben ser contestadas por todos los trabajadores de la empresa. Luego realizar un resumen con todas las respuestas brindadas.

Con el resumen, se contarán la cantidad de veces que los trabajadores optaron por “Si, No, No Aplica” por cada una de las tres categorías: Carga Física – Trabajo Físico, Carga Mental – Mandos y Carga Mental – Señales Acústicas. El siguiente paso es dividir la cantidad de Si entre la cantidad de No para poder llenar la tabla 9.

Tabla 9. Formato para el Cálculo Numérico del Cuestionario

Carga física. Trabajo físico						
Operación N°1	Operación N°2	Operación N°3	Operación N°4	Operación N°5	Operación N°6	Operación N°7
Carga mental. Mandos						
Operación N°1	Operación N°2	Operación N°3	Operación N°4	Operación N°5	Operación N°6	Operación N°7
Carga mental. Señales acústicas						
Operación N°1	Operación N°2	Operación N°3	Operación N°4	Operación N°5	Operación N°6	Operación N°7

Elaboración Propia

Ingresado los datos en la tabla antes expuesta, se deberá elegir los números superiores a 1 como operaciones críticas para la salud del trabajador. Esto es debido a que la división igual 1 implicaría que el coeficiente “Si” y el denominador “No” son iguales, incurriendo en que el acto no es grave para esa operación.

B: Matriz de Riesgos

El segundo filtro para saber que procesos del área de producción son críticos para la salud del trabajador, es la matriz de riesgos.

Este procedimiento consiste en elaborar un listado de todos los puestos del área, con sus principales tareas y actividades para poder ser evaluado mediante la matriz de riesgos compuesta por dos aspectos: Severidad y Probabilidad de Pérdidas tal como se muestra en la tabla 10.

Tabla 10. Formato para el análisis de riesgos

Descripción del Puesto	Principales Tareas	Principales Actividades	Riesgo
Puesto N° 1	1.-	1.1.	
		1.2.	
	2.-	2.1.	
		2.2.	
		2.3.	
Puesto N° 2	1.-	1.1.	
		1.2.	
	2.-	2.1.	

Elaboración Propia

Por cada actividad, se deberá realizar este análisis indicando si la probabilidad de que ocurra un accidente es Frecuente, Probable, Ocasional, Remoto, Improbable o Imposible y si ocurriera este accidente cuán grave sería: Insignificante, Marginal, Crítico o Catastrófico. Esto nos dará un puntaje, el cual indicará si el Riesgo es Bajo, Medio o Alto.

2.2. Estudio ergonómico

Para poder realizar las mejoras en la planta, se debe realizar un estudio ergonómico de diagnóstico para saber en qué áreas principalmente se enfoca el problema de la planta. Es por ello que el estudio técnico toma en consideración, para la elección de los puestos de trabajo a evaluar, los procesos superiores a 1 del cuestionario ADITERGO; además de los riesgos medios y altos de la Matriz de Riesgo.

Lo que se trata de hacer es tomar en cuenta lo que los trabajadores perciben del puesto de trabajo, información plasmada en el cuestionario, y lo que el evaluador percibe riesgoso de las actividades de la empresa a través de la matriz de riesgos. Se hará una comparación y los puestos que resulten iguales serán destinados a evaluación.

Tal como indica Waters (1994), de todas las lesiones producidas en el trabajo, se sabe que el 20% de ellas corresponden a lesiones de espalda y el 30% son debidas a sobreesfuerzos. Es por ello, que se hará uso de los métodos RULA y REBA para conocer los factores de riesgo relacionados a la carga postural y por último se hará uso de la ecuación de NIOSH para analizar el manejo manual de cargas y realizar un estudio general identificado las repercusiones de salud y vida hacia los trabajadores.

2.3. Detalle de mejoras

Luego del análisis ergonómico se podrá saber que procesos son riesgosos para el trabajador y por ello que actividades se deberán eliminar o modificar. Una vez identificada estas actividades, se deberá identificar la magnitud del daño al trabajador y plantear propuestas de mejora de puestos de trabajo y actividades. No sin antes explicar a los trabajadores los principales trastornos que derivan de la mala actividad realizada, de manera que quede un procedimiento establecido que beneficie a las personas que laboran ahí.

CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA EN ESTUDIO

En este capítulo se describirá de manera general la empresa donde se realizó el estudio, se ilustrará el proceso productivo y los puestos de trabajo para poder identificar los posibles problemas en la planta de producción.

3.1. Descripción de la empresa

A continuación se detallará el giro del negocio de la empresa a estudiar y su cultura organizacional.

3.1.1. Actividad económica

La empresa a evaluar pertenece a la CIU 17120, es una fábrica textil dedicada a prestar servicio de teñido y acabado de telas de tejido de punto. Ubicada en la zona industrial de Cercado de Lima, posee un área 1,131 m².

3.1.2. Cultura organizacional

Visión

“Alcanzar un alto grado de competitividad, tanto por nuestra confiabilidad, como por nuestro afán de ser innovadores asumiendo el reto de ampliación y diversificación de nuestros servicios logrando cubrir las exigencias que demanda el mercado, y asimismo obtener reconocimiento por nuestra solidez financiera”.

Misión

“Nuestro compromiso es satisfacer a nuestro mercado objetivo, brindándoles atención personalizada, entrega oportuna y asimismo alcanzar un desarrollo integral de nuestros colaboradores, tales como personal interno, proveedores y clientes, procurando obtener un crecimiento rentable y sostenido”.

3.2. Organización y personal

Como se aprecia en la figura 1, la empresa está conformada por 60 personas divididas en 1 gerencia y 5 jefaturas: General y Asesoría (4 personas), Logística (3 personas), Facturación (3 personas), Recursos Humanos (1 persona), Planeamiento (9 personas) y Producción (40 personas).

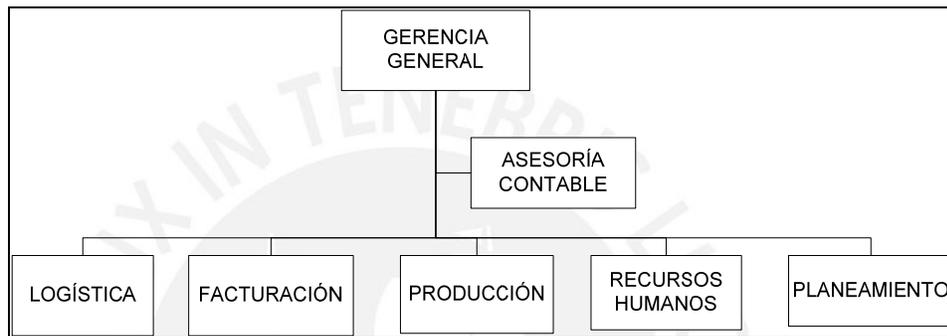


Figura 1. Organigrama General de la empresa
Fuente: Empresa de Estudio

El área de Producción/Operaciones está conformada por 40 personas, profesionales y técnicos encargados de encontrar una distribución adecuada de las tareas, a fin de cumplir con las condiciones que figuran en los pedidos de los clientes. Ya que esta jefatura es la que cuenta con más personal, el análisis ergonómico se enfocará en estas actividades. En la figura 2, se apreciará el organigrama de dicha jefatura.

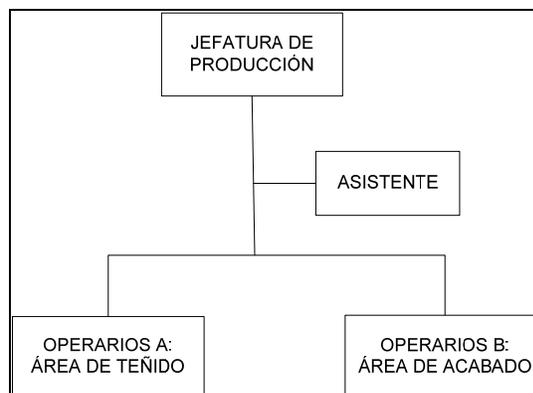


Figura 2. Organigrama de la Jefatura de Producción
Fuente: Empresa de Estudio

3.3. Maquinaria

Actualmente, la empresa cuenta con 17 máquinas, las cuales funcionan las 24 horas del día de acuerdo al periodo. Se empieza en la zona de almacén de materia prima, se extiende, luego pasan a ser teñidas de acuerdo al color previamente probado por la Ingeniera química, se corta si la tela lo requiere y por último pasa el secado.

La empresa cuenta con:

- 12 máquinas industriales de teñido entre jets y jiggers
- 1 máquina cortadora
- 1 máquina de extensión
- 2 máquinas de centrifugado
- 1 rama textil de secado.

3.4. Descripción del proceso

A continuación se explicará cada uno de las operaciones por los que pasa la materia prima – tela cruda para convertirse en un producto terminado. Son 7 operaciones y 3 inspecciones que cuentan con una duración total de 14 horas, considerando que no hay cola en la rama textil. En el anexo 2 se encontrará un mapa de procesos de la empresa y en el anexo 3 un diagrama de operaciones.

Operación N°1: Recepción y pesaje de materia prima

En esta operación se reciben los rollos de tela cruda del cliente y se pesan en la balanza.

Operación N°2: Extensión de tela

Con la ayuda de la máquina del área, se extenderá la tela enrollada para que pueda entrar a la siguiente etapa.

Operación N°3: Teñido

Se introduce la tela extendida a la máquina de teñido por 3 horas junto con los colorantes.

Operación N°4: Centrifugado

En este punto se tratará de retirar la mayor cantidad de agua posible de la tela.

Operación N°5: Corte

Se procede al corte en dos de la tela tubular.

Operación N°6: Secado

Se coloca la tela en la faja y luego de 30 min se puede extraer un rollo de tela de 20 kg seco.

Operación N°7: Empaque y despacho

Se embalan los rollos de tela terminados y se coloca un papel donde se indican las características del producto: cliente, calidad, metraje, peso y ancho; luego se envía al almacén de producto terminado. Por último, para su envío, las telas teñidas son recogidas del almacén de producto terminado para ser llevadas al camión que las dejará en su parada final.

3.5. Descripción de los puestos de trabajo por etapas

En este punto se describirá a detalle los puestos de trabajo por cada una de las 7 etapas que conforma el proceso.

1. Recepción y pesaje de materia prima

La empresa envía su camión para recoger las telas de los clientes ubicados en los diversos distritos de Lima; cuando llega a la planta es recibido y pesado por los ayudantes.

En esta área trabaja el Ayudante de Materia Prima con código AYUDA-001; su trabajo se divide en cuatro partes: Descarga de MP, pesado de MP, carga máquina de extensión y carga de Producto Terminado. A continuación se detallarán con más exactitud el trabajo que se realiza en esta área

Para descargar la MP:

Los rollos de tela que miden 88 cm de largo, tienen un ancho de 40 cm y pesan 20 kg aproximadamente se encuentran ubicados a 150 cm del suelo como se aprecia en la figura 3. Son recogidos por los ayudantes sin ninguna herramienta extra, lo colocan en su hombro y lo llevan hasta la zona de acumulación.



Figura 3. Rollos de tela en camión

Para pesaje de MP:

El ayudante deberá elevar los rollos de tela desde el primer punto de acumulación y llevarlo a la balanza para anotar su peso inicial. Para realizar este procedimiento, deberá inclinarse hasta 30 cm del piso para luego agarrar el rollo de tela crudo y llevarlo a la paleta o área destinada donde su torso se flexiona más de 60° al momento de dejarlo.

Para cargar la máquina de extensión:

Verificar con la guía de control el cúmulo de tela correspondiente, una vez ubicada la partida de tela cruda se deberá llevar los rollos a la máquina de extensión donde se dejarán los rollos en los rodillos de la máquina de extensión ubicados a 25 cm del piso.

Para cargar el Producto Terminado:

Los rollos de tela que miden 185 cm de largo, tienen un ancho de 26 cm y pesan 20 kg aproximadamente son recogidos por los ayudantes sin ninguna herramienta extra del almacén de producto terminado, lo colocan en su hombro y lo llevan hasta el camión para su traslado.

2. Extensión de tela

El Ayudante de Materia prima con código AYUDA-001, recoge los rollos de tela ubicados en los pallets respectivos de 120 cm x 180 cm del almacén de materia prima y los lleva cargando de la misma manera que en la tarea de descarga de MP hasta los rodillos de la máquina de extensión. Aquí el operario de la máquina de extensión, OPER-001, prepara la máquina hasta que el AYUDA-001 lleve los rollos de tela encomendados por planeamiento. Este proceso de carga es riesgoso ya que se realiza con la máquina prendida. Cabe resaltar que cada ayudante realiza este procedimiento por lote, lo cual denota un total de 2 horas.

3. Teñido

A través del carro transportador de 115 cm de alto y 150 cm x 75 cm de ancho el ayudante de tintorería con código AYUDA-002 recogerá la tela ya extendida y lo empujará hasta ubicarlo en la zona de espera de tintorería (El traslado del carro transportador lo desarrolla solo un ayudante). Cuando una máquina se desocupe, el ayudante de tintorería tendrá que recoger el carrito y llevarlo a la máquina de teñido. Aquí, con ayuda del OPER-002, operario de tintorería, cargarán la máquina.

Para cargar la máquina, el ayudante tendrá que lanzar la tela estirada para alcanzar al OPER-002 ubicado a 2 m del suelo, con la tela en mano el siguiente procedimiento será pasarlo por la máquina y con ayuda del rodillo en movimiento, cargar la tela. Una vez cargada, el operario

realizará el proceso de llenado de agua, colorantes entre otros con ayuda de su panel de control.

Después de 3 horas que dura el proceso, el operario de tintorería saca un pedazo de tela para alcanzarlo al ayudante de tintorería, el cual con ayuda del rodillo de la máquina descarga la tela en el carrito transportador. Una vez en el carrito, este lo lleva a la máquina de centrifugado.

4. Centrifugado

Con el AYUDA-002, el operario de centrifugado con código OPER-003 carga la tela a la máquina ubicada a 130 cm de alto aproximadamente. Esta máquina exprime el agua que se pudo quedar con la tela para facilitar el resto de procesos. Este procedimiento tiene una duración aproximada de 1 hora.

Una vez terminado el proceso, el ayudante de tintorería AYUDA-002, descarga la máquina y lo ubica en el carro transportador para transportar la carga al siguiente proceso que es corte.

5. Corte

Antes del proceso de secado, la tela ya teñida y centrifugada tiene que pasar por el corte respectivo para que al pasar por la rama esta pueda tener el acabado que indica el cliente.

El AYUDA-002, lleva el carro transportador hacia la máquina de corte y ayuda a cargarlo estirando su brazo con la tela hasta el rodillo próximo ubicado a 1.7 m, el Operario de corte con código OPER 004, comienza el proceso cortando la tela con ayuda de rodillo. El AYUDA-002 regresa a la zona de espera por otra carga de tela cruda para ser llevada a teñir.

La tela ya cortada que cae de la máquina, será almacenada en un carro transportador de las mismas dimensiones. Este proceso dura 1 hora por partida.

6. Secado

Este proceso comienza cuando el ayudante de secado con código AYUDA-003, empuja el carro transportador desde la zona de corte hasta el área de espera de secado, donde la tela esperará hasta que la máquina se libere y pueda ser cargada.

Cuando la máquina esté a punto de ser liberada, el AYUDA-003 tendrá que cocer la nueva tela teñida con la anterior debido a que los rodillos de esa máquina son más altos y no alcanzaría con alzarse. Una vez realizada esta costura, el operario de la máquina de secado con código OPER 005, verifica que la tela este pasando correctamente por las agujas. Esta máquina dará el acabado correspondiente proporcionado por el cliente tanto en dimensiones, como extensión y acabado. Inmediatamente después de terminado el proceso, comenzará el de empaque.

7. Empaque

Cuando la tela va saliendo de la rama, el operario de empaque identificado con código OPER-006 enciende la faja para que la tela se enrolle nuevamente; cuando visualiza la costura, el operario para la faja y presiona un botón para que un dispositivo ubicado en la mesa, corte la tela. Eleva el rollo y lo traslada unos 50 cm hasta la balanza ubicada a la misma altura. Dicta las dimensiones, acabado y peso de la tela terminada al AYUDA-004 para después trasladarla con sus manos a la altura de su estómago hasta la mesa de embalaje. Retorna a la máquina de secado, coloca un tubo de cartón y lo engancha en la mesa de 75 cm de alto para que la tela se envuelva ahí.

Regresa a la mesa de empaque y coopera con el AYUDA-004 cortando la costura de unión y retirando los retazos de hilos del rollo

Cuando el rollo de tela este en la mesa, el ayudante de empaque con código AYUDA-004 engrampa lo dictado por el OPER-006. Para embalar

el rollo de tela, se dirige hasta el borde de la mesa donde jala un pedazo de bolsa y lo coloca en uno de los lados del rollo y va avanzando alzando poco a poco el rollo de tela. Amarra a ambos lados y carga el rollo en hombros hasta el almacén de producto terminado.

El proceso de secado y empaque tienen una duración de 6 horas por partida. Para un mayor detalle, se desarrolló en el anexo 4 la descripción por puestos de trabajo.

3.6. Alcance de estudio

Se analizarán los puestos de trabajo por los cuales se conduce la tela cruda para ser convertida en tela acabada. A continuación se detallarán las operaciones y se codificarán para un mejor análisis.

1) Recepción y Pesaje de Materia Prima:

- Nombre del puesto de trabajo: Ayudante en Recepción de Materia Prima
- Código: AYUDA-001
- Descripción: Encargado de cargar los rollos de tela desde los camiones hasta el almacén de materia prima, realizando una pausa en pesaje.

2) Extensión de tela:

- Nombre del puesto de trabajo: Ayudante en Recepción de Materia Prima
- Código: AYUDA-001
- Descripción: El ayudante tendrá que cargar las telas del almacén de materia prima y cargarlo con ayuda del operario a la máquina de extensión.
- Nombre del puesto de trabajo: Operario de Extensión
- Código: OPER-001

- Descripción: Es el encargado de encender y monitorear la tela que pasa por la máquina de extensión.

3) Teñido de tela:

- Nombre del puesto de trabajo: Ayudante de Tintorería
- Código: AYUDA-002
- Descripción: El ayudante de tintorería tendrá que trasladar la tela con ayuda del carro transportador desde la zona de espera de la máquina de teñido hasta el área de tintorería.
- Nombre del Puesto: Operario de Tintorería
- Código: OPER-002
- Descripción: Encargado de hacer funcionar la máquina de teñido y verificar que la tela que pasa por ella no se raye o malogre.

4) Centrifugado:

- Nombre del puesto de trabajo: Ayudante de Tintorería
- Código: AYUDA-002
- Descripción: Encargado de trasladar la tela a través del carro transportador desde el área de tintorería hasta la máquina de centrifugado y ayudar a cargarla.
- Nombre del puesto de trabajo: Operario de Centrifugado
- Código: OPER-003
- Descripción: Encargado de encender la máquina de centrifugado.

5) Corte:

- Nombre del puesto de trabajo: Ayudante de Tintorería
- Código: AYUDA-002
- Descripción: Es el encargado de trasladar la tela desde el proceso de centrifugación hasta el de corte.
- Nombre del puesto de trabajo: Operario de Corte

- Código: OPER-004
- Descripción: Es el encargado de realizar el corte respectivo a la tela de tejido de punto.

6) Secado:

- Nombre del puesto de trabajo: Ayudante de Secado
- Código: AYUDA-003
- Descripción: Se encargará de trasladar la tela desde corte hasta secado y cargarla a la máquina.
- Nombre del puesto de trabajo: Operario de Rama
- Código: OPER-005
- Descripción: El operario de rama tendrá que encender la máquina y verificar que pase correctamente por la faja

7) Empaque

- Nombre del puesto de trabajo: Ayudante de Empaque
- Código: AYUDA-004
- Descripción: Es el encargado de embolsar la tela terminada y cargarla hasta el almacén de producto terminado.
- Nombre del puesto de trabajo: Operario de Empaque
- Código: OPER-006
- Descripción: Es el encargado de enrollar y cortar la tela que sale de la rama.
- Nombre del puesto de trabajo: Ayudante de Materia Prima
- Código: AYUDA-001
- Descripción: Es el encargado de llevar el rollo de tela terminado desde el almacén de producto terminado hasta el camión.

CAPÍTULO 4: DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DE LOS PUESTOS DE TRABAJO SEGÚN CRITERIOS ERGONÓMICOS

Para evaluar ergonómicamente la empresa de estudio se debe comenzar describiendo el objetivo de la evaluación y la metodología a utilizar para el inicio de la evaluación preliminar. Luego se procederá con el análisis de los puestos de trabajo utilizando la ecuación NIOSH, el método RULA y el método REBA.

4.1. Objetivo de la evaluación

La presente evaluación tiene como objetivo identificar los puestos de trabajo donde el ayudante u operador está en riesgo de sufrir un accidente o tiende con el tiempo a padecer lesiones por los movimientos realizados ahí.

Es prioridad del estudio, analizar los puestos de trabajo que se considera pone en riesgo la salud del operario con el fin de cambiar el procedimiento o implementar algún dispositivo, si el caso lo requiere, para solucionar el problema.

De esta manera aplicando un software ergonómico Ergonautas-Tool Box 2 se analizará para prevenir en vez de intervenir bajando así el índice de lesiones u accidentes que la empresa pueda tener en un futuro.

4.2. Metodología de evaluación

A continuación se explicará y se detallará paso a paso los puntos seguidos para la realización de la evaluación preliminar y la evaluación por criticidad; pasos fundamentales para iniciar con el análisis ergonómico de los puestos de trabajo.

4.2.1. Evaluación preliminar

La empresa cuenta con 7 operaciones y 3 inspecciones. Se adaptó una serie de preguntas de del cuestionario de ADITERGO y se respondieron por los operarios y ayudantes de la planta. El cuestionario resuelto se puede apreciar en el anexo 5.

Con los datos obtenidos de las preguntas antes formuladas, se armó un índice que divide la cantidad de respuestas afirmativas contra las incorrectas. De esta manera se obtiene un indicador que si supera el número 1 (igual de respuestas afirmativas que incorrectas) se obtendrán los puestos a evaluar. Realizando lo antes mencionado, se obtiene la Tabla 11.

Tabla 11. Diagnóstico actual

Carga física – Trabajo físico						
Recep. MP	Exten. Tela	Teñido	Centrifugado	Corte	Secado	Empaque
4	4	0	0	0.67	0	1.5
Carga mental. Mandos						
Recep. MP	Exten. Tela	Teñido	Centrifugado	Corte	Secado	Empaque
0	1	0.75	0.17	0.6	0.17	1.33
Carga mental. Señales acústicas						
Recep. MP	Exten. Tela	Teñido	Centrifugado	Corte	Secado	Empaque
0	1	3	0	0.33	0	0

Elaboración propia

Para una mejor visualización, los datos mostrados en la tabla 11 se apreciarán en las gráficas 4, 5 y 6. Los valores que sobrepasan el número 1 en cada gráfico, en este caso la raya roja, serán los procesos a evaluar ergonómicamente. Se tendrá prioridad a los procesos más alejados de la línea roja.

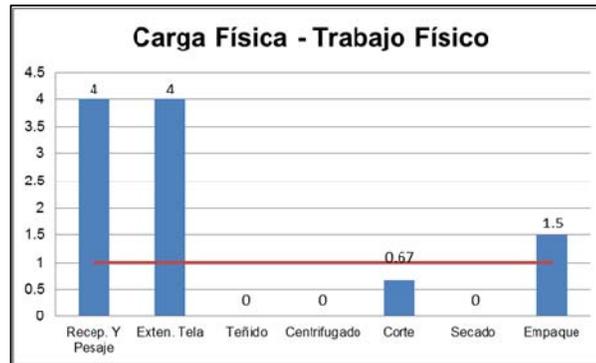


Figura 4. Índices de carga física
Elaboración Propia

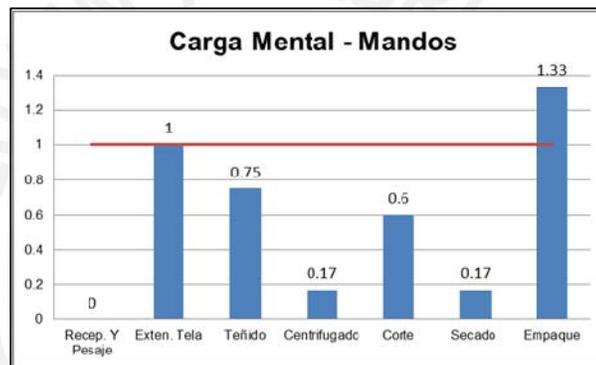


Figura 5. Índices de carga mental - mandos
Elaboración Propia

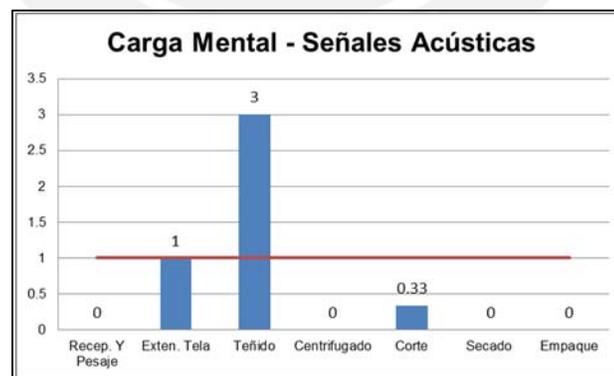


Figura 6. Índices de carga mental - señales acústicas
Elaboración Propia

De esta manera de los 7 procesos se redujo a 4 a evaluar que son: Recepción y pesaje de materia prima, extensión de tela, proceso de teñido y el de empaque.

4.2.2. Evaluación por criticidad por la matriz de riesgos

Para complementar la evaluación anterior, se realizará una matriz de riesgos comparando la probabilidad de perdidas junto con la severidad del accidente o lesión.

Por definición se tiene que la matriz de riesgos obtiene como resultados los códigos de acción de riesgos. Cabe resaltar, que cada evaluador podría tener un diferente resultado de acuerdo a su criterio.

Para utilizar la matriz de riesgos, lo primero que se debe saber es si la lesión que puede sufrir el operario o ayudante es catastrófica, crítica, marginal o insignificante; como hemos mencionado en el proceso productivo, los operarios adoptan malas posturas lo que los vuelve más propensos de tener problemas lumbares, hernias entre otros. Luego se deberá relacionar, en la figura 7, con la probabilidad de que esta lesión pueda ocurrir. Con estos datos se obtendrá el nivel de riesgo. En la tabla 12 se encontrará la descripción del puesto con sus principales actividades y el riesgo que realizarlas conlleva.

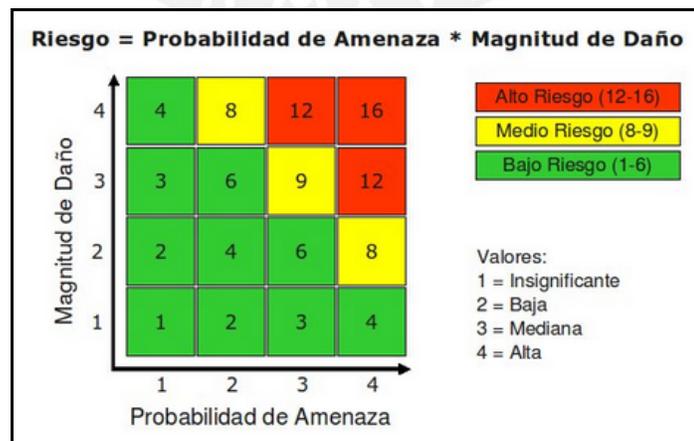


Figura 7. Tabla de Riesgos
 Fuente: Protejete Word Press (2012)

Tabla 12. Análisis de Riesgos

Descripción del Puesto	Principales Tareas	Principales Actividades	P	M	R	Riesgo
Ayudante en recepción de MP	Descargar del camión la MP	Cargar y trasladar en hombros los rollos de tela	3	3	9	Riesgo Medio
	Pesar los rollos de tela	Cargar y trasladar en hombros los rollos de tela	3	3	9	Riesgo Medio
	Cargar máquina de extensión	Verificar el grupo de tela correspondiente	1	1	1	Riesgo Bajo
		Cargar y trasladar en hombros los rollos de tela	3	3	9	Riesgo Medio
Operario de Extensión	Cargar el PT	Colocar la tela en la máquina de extensión	2	4	8	Riesgo Medio
		Cargar y trasladar en hombros los rollos de tela	3	3	9	Riesgo Medio
	Prender la máquina	Encender la máquina	1	3	3	Riesgo Bajo
	Control de MP	Elevar la tela al rodillo superior	4	4	16	Riesgo Alto
Ayudante de tintorería	Transporte	Controlar la tela en la máquina	1	4	4	Riesgo Bajo
	Carga y descarga la máquina de teñido	Colocar la tela en los carros transportadores	1	1	1	Riesgo Bajo
		Cargar la máquina de teñido	2	4	8	Riesgo Medio
	Trasladar la MP	Descargar la máquina	2	2	4	Riesgo Bajo
Operario de Tintorería	Carga y descarga la máquina de teñido	Empujar el carro transportador	1	1	1	Riesgo Bajo
		Encender la máquina de teñido	1	3	3	Riesgo Bajo
	Control de MP	Cargar la máquina de teñido	2	4	8	Riesgo Medio
		Descargar la máquina de teñido	2	2	4	Riesgo Bajo
Operario de Centrifugado	Carga y descarga la máquina de centrifugado	Controlar la tela en la máquina	1	1	1	Riesgo Bajo
		Encender la máquina de centrifugado	1	3	3	Riesgo Bajo
	Control de MP	Cargar la máquina con tela teñida	2	2	4	Riesgo Bajo
		Controlar la tela en la máquina	1	1	1	Riesgo Bajo

Descripción del Puesto	Principales Tareas	Principales Actividades	P	M	R	Riesgo
Operario de corte	Carga de la máquina de corte	Encender y cargar la máquina de corte	1	3	3	Riesgo Bajo
		Cortar la tela	2	3	6	Riesgo Bajo
Ayudante de secado	Control de MP	Controlar la tela en la máquina	1	1	1	Riesgo Bajo
		Empujar el carro transportador	1	1	1	Riesgo Bajo
		Cocer tela cortada a la tela anterior	1	2	2	Riesgo Bajo
		Encender la máquina de secado	1	3	3	Riesgo Bajo
Operario de Rama	Control de MP	Controlar la tela en la máquina	1	1	1	Riesgo Bajo
		Arreglar la tela que pasa por la faja	2	3	6	Riesgo Bajo
		Cortar la tela	1	1	1	Riesgo Bajo
		Pesar la tela y dictar data	2	2	4	Riesgo Bajo
Operario de Empaque	Traslado a mesa de empaque Preparación de máquina Verificar acabado de tela	Trasladar rollo de tela	2	4	8	Riesgo Medio
		Colocar nuevo tubo de cartón a la máquina	2	1	2	Riesgo Bajo
		Cortar los retazos de la tela	2	1	2	Riesgo Bajo
		Retirar los hilos sueltos de la tela terminada	1	1	1	Riesgo Bajo
		Registrar nombre del cliente	1	1	1	Riesgo Bajo
Ayudante de Empaque	Registro de datos Embalar	Registrar peso del rollo	1	1	1	Riesgo Bajo
		Engrapado a la tela la ficha	1	1	1	Riesgo Bajo
		Poner bolsa y cerrarlo	2	4	8	Riesgo Medio
		Llevar al almacén de PT el rollo embolsado	3	4	12	Riesgo Alto

Elaboración Propia

4.3. Análisis de los puestos de trabajo

Relacionando el cuestionario ADITERGO de la tabla 11 con la matriz de riesgos de la tabla 12 se rescatarán las actividades más críticas por puestos de trabajo. Estas actividades se mostrarán en la tabla 13 con su respectivo método.

Tabla 13. Tipos de evaluación por puesto

Puestos	Actividades	Ecuación NIOSH	Método RULA	Método REBA
Ayudante en recepción de MP	Descargar del camión la MP	X	X	X
	Pesar los rollos de tela	X	X	X
	Cargar máquina de extensión	X	X	X
	Cargar el PT	X	X	X
Operario de Extensión	Prender máquina de extensión		X	X
Ayudante de Empaque	Trasladar rollo de tela empacado		X	X

Elaboración Propia

4.3.1. Puesto de ayudante en recepción de materia prima

El puesto de ayudante en recepción de materia prima tiene 4 tareas principales: Descargar el camión de materia prima, pesar los rollos de tela, cargar la máquina de extensión y cargar los rollos de tela terminado. De estas tareas se eligieron las posiciones donde el trabajador realiza más esfuerzo; en la figura 8 se apreciarán estas imágenes. Las figuras 1 y 2 corresponden a la actividad de descarga de materia prima del camión, las figuras 3 y 4 al pesaje de rollos, la figura 5 a la carga de material a la máquina de extensión y la figura 6 a la carga de producto terminado al camión.



Figura 8. Posiciones críticas del Ayuda-001

4.3.1.1. Análisis ergonómico según la ecuación NIOSH

La actividad de descarga de camión de MP es una de las posturas más críticas, el operario ejerce 0.2 levantamientos por minuto de 1 a 2 horas diarias. Esta tarea requiere de mucho esfuerzo puesto que los rollos de tela a cargar son de 20 kg. cada uno. En las figuras 9 y 10 se encontrará la información de la tarea, carga y tiempos para la actividad mencionada.

Información de la tarea en el Origen	
Introduzca la Distancia Vertical (V).	150 cm.
Introduzca la Distancia Horizontal (H).	Menos c cm.
Introduzca el Ángulo de Asimetría (A).	45 cm.
Información de la tarea en el Destino	
Introduzca la Distancia Vertical (V).	87 cm.
<input type="checkbox"/> Control significativo de la carga en el destino.	
Introduzca la Distancia Horizontal (H).	25 cm. (emplear sólo cuando exista control significativo de la carga en el destino)
Introduzca el Ángulo de Asimetría (A).	0 cm. (emplear sólo cuando exista control significativo de la carga en el destino)
Información de la carga	
Indique el tipo de agarre de la carga.	Malo
Indique el peso en kilogramos de la carga.	20 kg.
Información de tiempos	
Indique el número medio de levantamientos por minuto.	<=0,2
Indique los tiempos de recuperación.	<input type="radio"/> >=576 minutos <input type="radio"/> >144 y <576 minutos <input checked="" type="radio"/> Pausas estándar

Figura 9. Información del Ayudante de MP Evaluación Propia utilizando Ergonautas-Toolbox2

Trabajador
<input type="checkbox"/> El levantamiento es llevado a cabo por más de una persona <input type="checkbox"/> El levantamiento se realiza con una sola mano <input type="checkbox"/> El trabajador está sentado <input type="checkbox"/> El trabajador está arrodillado <input type="checkbox"/> La flexión de las rodillas en el levantamiento es mayor de 15°
Tarea
<input checked="" type="checkbox"/> El trabajador desplaza la carga más de 3 pasos <input type="checkbox"/> El trabajador sostiene la carga algunos segundos <input type="checkbox"/> El trabajador asciende o desciende sosteniendo la carga <input type="checkbox"/> El trabajador empuja o tira de la carga más del 10% del tiempo de actividad <input type="checkbox"/> El espacio disponible para el levantamiento es reducido <input type="checkbox"/> El levantamiento se realiza con ayuda de carretillas o palas
Carga
<input checked="" type="checkbox"/> La carga es inestable, o su centro de gravedad variable

Figura 10. Condiciones de Levantamiento del Ayudante de MP Evaluación Propia utilizando Ergonautas-Toolbox2

Los factores que se necesitan hallar para realizar el cálculo de la ecuación NIOSH son los que se aprecian en la tabla 14.

Tabla 14. Tipos de factores para la ecuación NIOSH

Factor	Origen
Distancia Horizontal (HM)	
Posición Vertical (VM)	
Desplazamiento (DM)	
Asimetría (AM)	
Frecuencia (FM)	
Agarre (CM)	

Elaboración Propia

Para comenzar la evaluación, se necesita hallar la distancia horizontal y vertical del punto de origen y destino de la carga. La figura 11 muestra cómo hallar estos datos y los valores de los mismos.

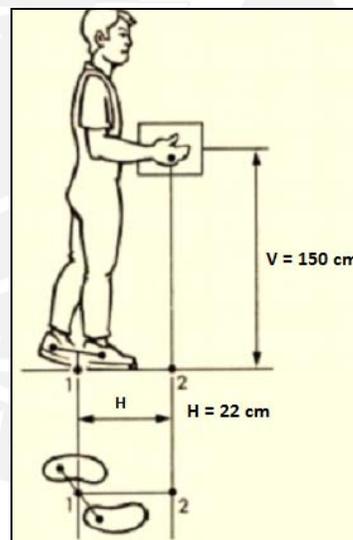


Figura 11. Distancia Horizontal y Vertical de la carga
Elaboración Propia

Si H es menor o igual a 25 cm el factor HM correspondería a 1. Por tanto el factor de la distancia horizontal = 1.

Para el cálculo del factor de altura se tendrá que utilizar la fórmula $VM=(1-0.003*(V-75))$. El valor $V=150$ cm se obtiene del gráfico 9, por tanto el factor $VM= 0.775$.

Para hallar el factor de desplazamiento vertical – $DM = 0.82 + 4.5/D$, se necesita hallar la diferencia de alturas entre las posiciones verticales de la carga en el origen y en el destino del levantamiento. Este dato se puede apreciar en la imagen 9. Esta diferencia de alturas corresponde al valor de 75 cm. De esta manera se obtiene el factor $DM=0.89$

El factor de asimetría se calcula mediante la expresión $AM=1-(0.0032*A)$ de la imagen 9 se obtiene el valor de A. Al resolver la ecuación se obtiene que el valor de $AM=0.856$.

De acuerdo a la información de tiempos, el número medio de levantamientos por minuto menor o igual a 0.2. Relacionando la frecuencia con la duración del trabajo en la tabla 15 se obtiene un $FM=0.85$.

Tabla 15. Cálculo del Factor de Frecuencia

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

Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo

La calidad de agarre es “malo”; relacionando este dato en la tabla 16 con la distancia Vertical, se obtiene un factor de agarre igual a 0.9.

Tabla 16. Cálculo del Factor de Agarre

TIPO DE AGARRE	(CM) FACTOR DE AGARRE	
	v < 75	v >=75
Bueno	1,00	1,00
Regular	0,95	1,00
Malo	0,90	0,90

Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo

A continuación, en la tabla 17 se presentará el resumen de los valores expuestos.

Tabla 17. Cuadro resuelto de los factores NIOSH

Factor	Origen
Distancia Horizontal (HM)	1
Posición Vertical (VM)	0.78
Desplazamiento (DM)	0.89
Asimetría (AM)	0.86
Frecuencia (FM)	0.85
Agarre (CM)	0.9

Elaboración Propia

Por último con todos los datos antes vistos, se resolvió la fórmula de índice de levantamiento obteniendo un valor de 1.92 , correspondiente a un riesgo medio.

En los anexos 6, 7 y 8 se podrán apreciar los resultados de la ecuación NIOSH para las 3 actividades del ayudante de materia prima no vistos anteriormente. En resumen, el resultado del análisis NIOSH para el ayudante de materia prima se muestra en la tabla 18.

Tabla 18. Cuadro resumen de aplicación NIOSH

Ayudante en recepción de MP		NIOSH
1.-	Descarga del camión la MP	Riesgo Medio
2.-	Pesar los rollos de tela	Riesgo Medio
3.-	Cargar máquina de extensión	Riesgo Medio
4.-	Cargar PT	Riesgo Medio Alto

Elaboración Propia

4.3.1.2. Análisis ergonómico según el método RULA

Como se muestra en figura 12, el brazo está realizando una flexión de 25° y su antebrazo de 108° . Su muñeca está extendida menos de 15° y no en una posición neutra porque el centro del rollo siempre tiende a caer.

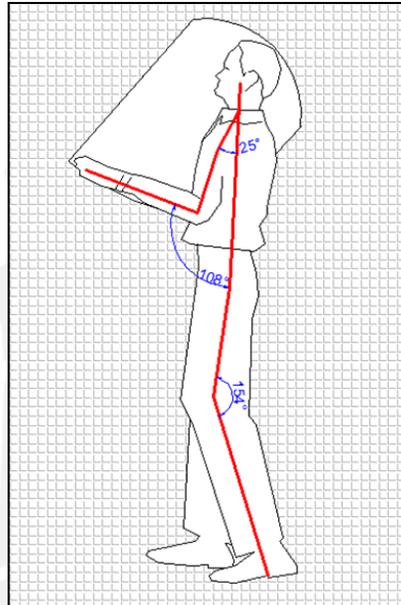


Figura 12. Ayudante en Recepción de MP – P1 con ángulos
Elaboración Propia

Como primer paso de evaluación ergonómica por el método RULA, se deberá completar las preguntas por grupos: A = Extremidades superiores, B = Cuello, tronco y extremidades inferiores, tipos de actividad muscular y fuerzas ejercidas. Las respuestas por grupos se podrán ver en las figuras 13,14 y 15.

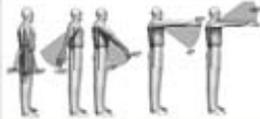
Grupo A: Extremidades superiores:	
Posición del brazo	
Indique el ángulo de flexión del brazo del trabajador.	
<input type="radio"/> El brazo está entre 20 grados de flexión y 20 grados de extensión. <input checked="" type="radio"/> El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o más de 20 grados de extensión. <input type="radio"/> El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión. <input type="radio"/> El brazo está flexionado más de 90 grados.	
Indique además si...	
<input checked="" type="checkbox"/> El brazo está rotado o el hombro elevado. <input type="checkbox"/> El brazo está abducido. <input type="checkbox"/> La carga no está soportada sólo por el brazo sino que existe un punto de apoyo.	
Posición del antebrazo	
Indique la posición del antebrazo del trabajador.	
<input type="radio"/> El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión. <input checked="" type="radio"/> El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.	
Indique además si...	
<input checked="" type="checkbox"/> El antebrazo cruza la línea media del cuerpo o realiza una actividad a un lado de éste.	
Posición de la muñeca	
Indique la posición de la muñeca del trabajador.	
<input type="radio"/> La muñeca está en posición neutra. <input checked="" type="radio"/> La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión. <input type="radio"/> La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados.	
Indique además si...	
<input type="checkbox"/> La muñeca está en desviación radial o cúbital.	
Giro de la muñeca	
Indique el giro de la muñeca del trabajador.	
<input checked="" type="radio"/> La muñeca está en posición de pronación o supinación en rango medio. <input type="radio"/> La muñeca está en posición de pronación o supinación en rango extremo.	

Figura 13. Resultado de las preguntas del grupo A: Extremidades superiores.

Evaluación Propia utilizando Ergonautas-Toolbox2

Grupo B: Cuello, tronco y extremidades inferiores	
Posición del cuello.	
Indique la posición del cuello del trabajador.	
<input checked="" type="radio"/> El cuello está entre 0 y 10 grados de flexión. <input type="radio"/> El cuello está entre 11 y 20 grados de flexión. <input type="radio"/> El cuello está flexionado por encima de 20 grados. <input type="radio"/> El cuello está en extensión.	
Indique además si...	
<input checked="" type="checkbox"/> El cuello está lateralizado. <input type="checkbox"/> El cuello está rotado.	
Posición del tronco.	
Indique la posición del tronco del trabajador.	
<input type="radio"/> Postura sentada, bien apoyado y con un ángulo tronco-caderas >90°. <input checked="" type="radio"/> Tronco flexionado entre 0 y 20 grados. <input type="radio"/> Tronco flexionado entre 21 y 60 grados. <input type="radio"/> Tronco flexionado más de 60 grados.	
Indique además si....	
<input type="checkbox"/> El tronco está rotado. <input type="checkbox"/> El tronco está lateralizado.	
Posición de las piernas	
Indique la posición de las piernas del trabajador.	
<input type="radio"/> El trabajador está sentado con las piernas y pies bien apoyados. <input type="radio"/> El trabajador está de pie con el peso del cuerpo distribuido en ambas piernas y espacio para cambiar de posición. <input checked="" type="radio"/> Si los pies no están bien apoyados o si el peso no está simétricamente distribuido.	

Figura 14. Resultado de las preguntas del grupo B: Cuello, tronco y extremidades inferiores Evaluación Propia utilizando Ergonautas-Toolbox2

Tipo de actividad muscular.	
Indique el tipo de actividad muscular del trabajador.	
<input checked="" type="radio"/> Actividad estática, se mantiene durante más de un minuto seguido o es repetitiva. <input type="radio"/> Actividad dinámica, la actividad es ocasional y no duradera.	
Fuerzas ejercidas.	
Indique las fuerzas ejercidas por el trabajador.	
<input type="radio"/> La carga o fuerza es menor de 2 kg y se realiza intermitentemente. <input type="radio"/> La carga o fuerza está entre 2 y 10 Kgs. y se realiza intermitentemente. <input type="radio"/> La carga o fuerza está entre 2 y 10 Kgs. ejercida en una postura estática o requiere movimientos repetitivos. <input type="radio"/> La carga o fuerza es mayor de 10 Kgs. y es aplicada intermitentemente. <input checked="" type="radio"/> La carga o fuerza es mayor de 10 Kgs. y requiere una postura estática o movimientos repetitivos. <input type="radio"/> Se producen golpes o fuerzas bruscas o repentinas.	

Figura 15. Resultado de las preguntas del tipo de actividad muscular y fuerzas ejercidas Evaluación Propia utilizando Ergonautas-Toolbox2

Como segundo paso se deberá determinar la puntuación por cada parte del cuerpo; para realizarlo se necesitará cotejar y colocar la puntuación adecuada según los gráficos de puntos del anexo 9. En la tabla 19, se encontrará un resumen con las puntuaciones realizadas por cada parte del cuerpo.

Tabla 19. Puntuación por partes del cuerpo

Partes del cuerpo	Puntos
Antebrazo	3
Muñeca	2
Brazo	3
Giro Muñeca	1
Piernas	2
Cuello	2
Tronco	2

Elaboración Propia

Con estos datos, se procederá a realizar las puntuaciones por grupo. Se comenzará con el grupo A correspondiente a los brazos, antebrazos y giro de muñeca. Se relacionarán estos miembros en la tabla 20 para obtener la puntuación correspondiente.

Tabla 20. Puntuación global del RULA para el Grupo A

Brazo	Antebrazo	Muñeca							
		1		2		3		4	
		Giro de Muñeca		Giro de Muñeca		Giro de Muñeca		Giro de Muñeca	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Elaboración Propia

Realizando este cruce de información se obtuvo que la Puntuación preliminar del Grupo A es 4. Luego se relacionará los miembros correspondientes al Grupo B: tronco, cuello y piernas en la tabla 21.

Tabla 21. Puntuación global del método RULA para el Grupo B

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

Elaboración Propia

En adición a la puntuación preliminar del Grupo A y B se deberá sumar el puntaje de la tabla 22 correspondiente al rubro de músculo y fuerzas.

Tabla 22. Puntuación para la actividad muscular y las fuerzas ejercidas del método RULA

Puntos	Posición
0	Si la carga o fuerza es menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente.
1	Si la carga o fuerza está entre 2 y 10 Kg. y se levanta intermitente.
2	Si la carga o fuerza está entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva.
2	Si la carga o fuerza es intermitente y superior a 10 Kg.
3	Si la carga o fuerza es superior a los 10 Kg., y es estática o repetitiva.
3	Si se producen golpes o fuerzas bruscas o repentinas.

Elaboración Propia

Por último la puntuación C correspondiente al Grupo A + músculo + fuerzas y la puntuación D correspondiente al Grupo B + músculo + fuerzas se relacionarán en la tabla 23 para hallar la puntuación final del método RULA y el nivel de actuación.

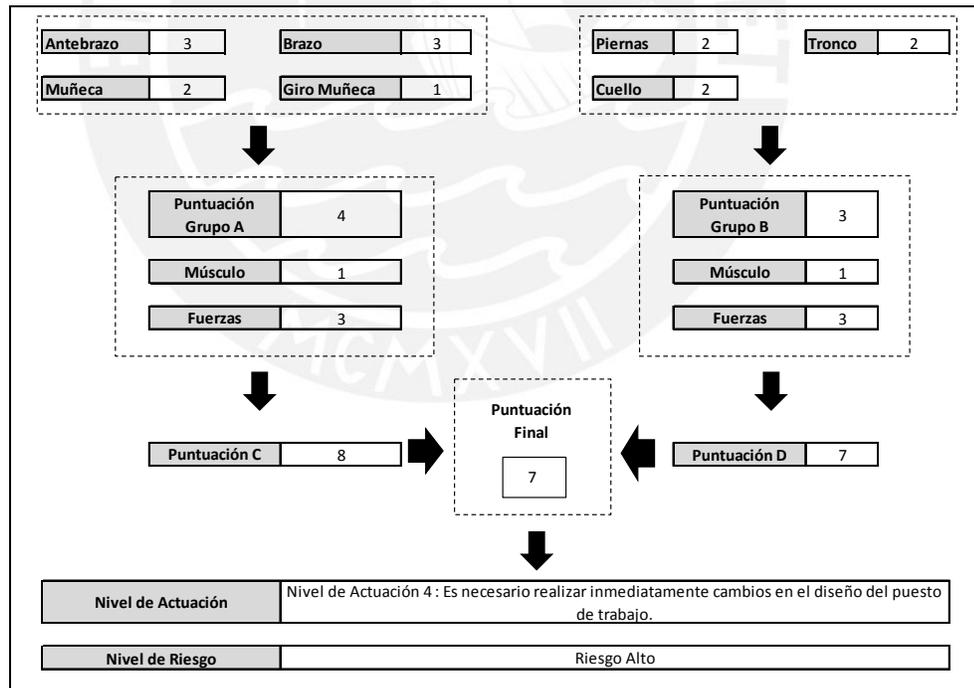
Tabla 23. Puntuación final del método RULA

Puntuación C	Puntuación D						
	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8	5	5	6	7	7	7	7

Elaboración Propia

A continuación se presentará en la tabla 24 un cuadro resumen correspondiente a la evaluación ergonómica por el método RULA que englobará lo mencionado líneas atrás.

Tabla 24. Cuadro resumen de la aplicación del método RULA



Evaluación Propia utilizando Ergonautas-Toolbox2

En el anexo 10, 11, 12, 13 y 14 se apreciará el resultado del método RULA para las posturas P2, P3, P4, P5 y P6 respectivamente.

A continuación en la tabla 25 se mostrará el resumen de la aplicación del método RULA para las 6 posturas del ayudante de materia prima.

Tabla 25. Cuadro resumen del método RULA para el AYUDA-001

Ayudante en recepción de MP		RULA	
1.-	Descarga del camión la MP	Postura 1	Riesgo Alto
		Postura 2	Riesgo Alto
2.-	Pesar los rollos de tela	Postura 3	Riesgo Alto
		Postura 4	Riesgo Alto
3.-	Cargar máquina de extensión	Postura 5	Riesgo Alto
4.-	Cargar PT	Postura 6	Riesgo Alto

Elaboración Propia

4.3.1.3. Análisis ergonómico según el método REBA

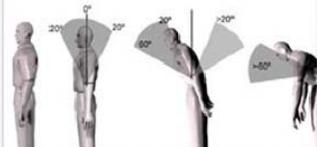
Se comenzará el análisis respondiendo las preguntas del método REBA de acuerdo a las posturas vistas en la figuras 8 y 12. El resultado de las mismas se mostrará en las figuras 16, 17, 18, 19 y 20.

Grupo A: Tronco, cuello y piernas

Posición del tronco

Indique la posición del tronco del trabajador.

El tronco está erguido.
 El tronco está entre 0 y 20 grados de flexión o 0 y 20 grados de extensión.
 El tronco está entre 20 y 60 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.
 El tronco está flexionado más de 60 grados.



Indique además si....

Existe torsión o inclinación lateral del tronco.

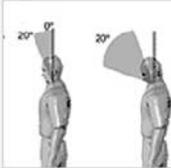


Figura 16. Resultado de las preguntas del Grupo A para el Tronco. Evaluación Propia utilizando Ergonautas-Toolbox2

Posición del cuello

Indique la posición del cuello del trabajador.

- El cuello está entre 0 y 20 grados de flexión.
- El cuello está flexionado o extendido más de 20 grados.



Indique además si....

- Existe torsión o inclinación lateral del cuello.



Posición de las piernas

Indique la posición de las piernas del trabajador.

- Soporte bilateral, andando o sentado.
- Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable.



Indique además si....

- Existe flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°.
- Existe flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (salvo postura sedente).

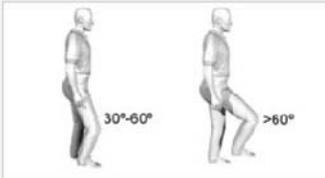
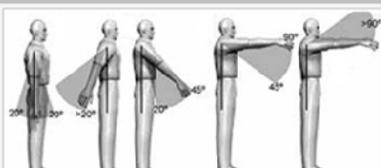


Figura 17. Resultado de las preguntas del grupo A: Tronco, cuello y piernas.
Evaluación Propia utilizando Ergonautas-Toolbox2

Posición del brazo

Indique el ángulo de flexión del brazo del trabajador.

- El brazo está entre 0 y 20 grados de flexión o 0 y 20 grados de extensión.
- El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.
- El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión.
- El brazo está flexionado más de 90 grados.



Indique además si....

- El brazo está abducido o rotado.
- El hombro está elevado.
- Existe apoyo o postura a favor de la gravedad.

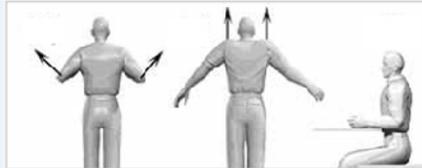


Figura 18. Resultado de las preguntas del grupo B: Brazo
Evaluación Propia utilizando Ergonautas-Toolbox2

<p>Posición del antebrazo</p> <p>Indique la posición del antebrazo del trabajador.</p> <p><input type="radio"/> El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión.</p> <p><input checked="" type="radio"/> El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.</p>		
<p>Posición de la muñeca</p> <p>Indique la posición de la muñeca del trabajador.</p> <p><input type="radio"/> La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión.</p> <p><input checked="" type="radio"/> La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados.</p>		
<p>Indique además si....</p> <p><input type="checkbox"/> Existe torsión o desviación lateral de la muñeca.</p>		

Figura 19. Resultado de las preguntas del grupo B: Antebrazo y muñeca Evaluación Propia utilizando Ergonautas-Toolbox2

<p>Fuerzas ejercidas, tipo de agarre y tipo de actividad muscular</p>		
<p>Fuerzas ejercidas.</p> <p>Indique las fuerzas ejercidas por el trabajador.</p> <p><input type="radio"/> La carga o fuerza es menor de 5 kg.</p> <p><input type="radio"/> La carga o fuerza está entre 5 y 10 Kgs.</p> <p><input checked="" type="radio"/> La carga o fuerza es mayor de 10 Kgs.</p>		
<p>Indique además si....</p> <p><input type="checkbox"/> La fuerza se aplica bruscamente.</p>		
<p>Tipo de agarre.</p> <p>Indique el tipo de agarre de la carga manejada.</p> <p><input type="radio"/> Agarre Bueno (el agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio).</p> <p><input type="radio"/> Agarre Regular (el agarre con la mano es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable utilizando otras partes del cuerpo).</p> <p><input type="radio"/> Agarre Malo (el agarre es posible pero no aceptable).</p> <p><input checked="" type="radio"/> Agarre Inaceptable (el agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo).</p>		
<p>Tipo de actividad muscular.</p> <p>Indique el tipo de actividad muscular del trabajador.</p> <p><input type="checkbox"/> Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo soportadas durante más de 1 minuto.</p> <p><input type="checkbox"/> Se producen movimientos repetitivos, por ejemplo repetidos más de 4 veces por minuto (excluyendo caminar).</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables.</p>		

Figura 20. Resultado de las preguntas de fuerzas ejercidas/tipo de agarre. Evaluación Propia utilizando Ergonautas-Toolbox2

Luego de contestar las preguntas se deberá colocar la puntuación adecuada de acuerdo a los gráficos de puntos del anexo 15. En la tabla 26 se mostrará el puntaje obtenido por cada parte del cuerpo.

Tabla 26. Puntuación por partes del cuerpo

Partes del cuerpo	Puntos
Tronco	2
Cuello	2
Piernas	2
Brazo	3
Antebrazo	2
Muñeca	2
Fuerzas	2
Agarre	3
Actividad	1

Elaboración Propia

Con los datos de la tabla 26, se procederá a relacionar en la tabla 27 las partes del cuerpo correspondientes el Grupo A: Tronco, cuello y piernas para obtener la puntuación respectiva.

Tabla 27. Puntuación inicial del método REBA para el Grupo A.

Tronco	Cuello											
	1				2				3			
	Piernas				Piernas				Piernas			
	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

Elaboración Propia

La puntuación preliminar del Grupo A es 4. Luego se deberá realizar lo mismo en la tabla 28 con los miembros correspondientes al Grupo B: brazo, antebrazo y muñeca.

Tabla 28. Puntuación inicial del método REBA para el Grupo B.

Brazo	Antebrazo					
	1			2		
	Muñeca			Muñeca		
	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	↓	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

Elaboración Propia

La puntuación preliminar del grupo B es igual a 5. Al grupo A se deberá sumar la puntuación de la tabla 29 correspondiente a las fuerzas aplicadas. Este valor es igual a 2.

Tabla 29. Puntuación del método REBA para las cargas o fuerzas.

Puntos	Posición
0	La carga o fuerza es menor de 5 kg.
1	La carga o fuerza está entre 5 y 10 Kgs.
2	La carga o fuerza es mayor de 10 Kgs.

Elaboración Propia

En este caso no se utilizará la tabla de modificación de la puntuación para la carga debido a que no hay una fuerza que se aplique bruscamente. Si este fuera el caso, se aumentaría un punto a la puntuación asignada al grupo A. Se sumará al puntaje preliminar del grupo B el puntaje correspondiente al tipo de agarre de la tabla 30. En este caso el valor es 3.

Luego de obtener los puntajes de A y B, se relacionarán en la tabla 31 para obtener la puntuación de C. De la tabla 31 se obtiene el valor 9 correspondiente a la puntuación C. A este puntaje se sumará el valor de la actividad el cual se encontrará en la tabla 32.

Tabla 30. Puntuación del método REBA para el tipo de agarre

Puntos	Posición
0	Agarre Bueno. El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio
1	Agarre Regular. El agarre con la mano es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable utilizando otras partes del cuerpo.
2	Agarre Malo . El agarre es posible pero no aceptable.
3	Agarre Inaceptable. El agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo.

Elaboración Propia

Tabla 31. Puntuación C del método REBA

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

Elaboración Propia

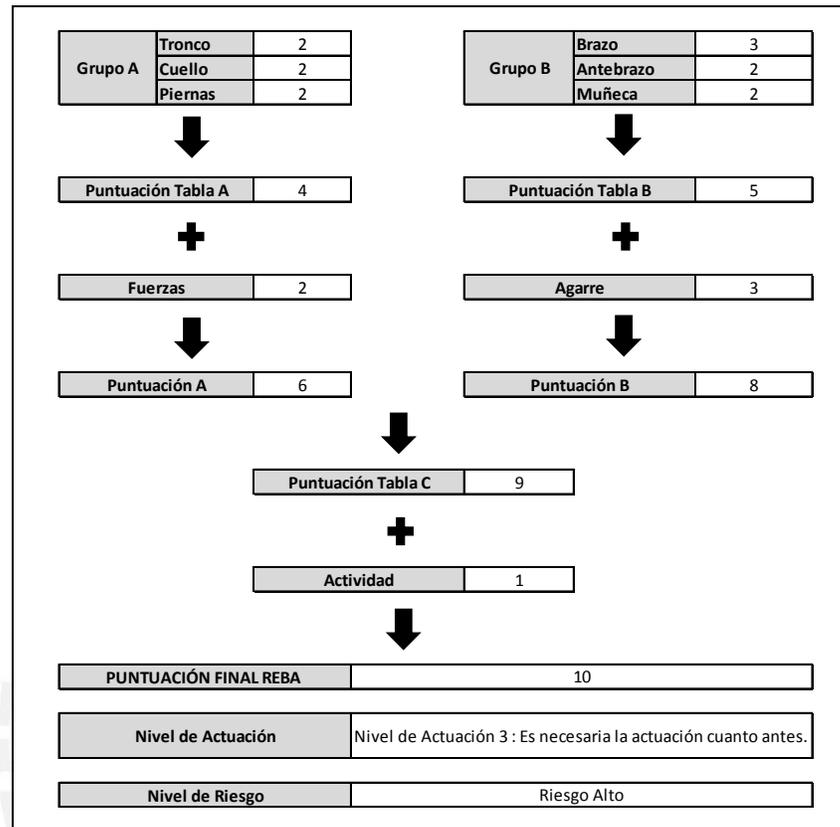
Tabla 32. Puntuación del tipo de actividad muscular del método REBA.

Puntos	Actividad
.+1	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.

Elaboración Propia

A continuación se presentará en la tabla 33 un resumen de la puntuación y procedimiento expuesto anteriormente.

Tabla 33. Cuadro resumen de la aplicación del método REBA



Evaluación Propia utilizando Ergonautas-Toolbox2

En los anexos 16, 17, 18, 19 y 20 se podrán apreciar los resultados del método REBA para las posturas P2, P3, P4, P5 y P6 respectivamente.

Tabla 34. Cuadro resumen del método REBA para el AYUDA-001

Ayudante en recepción de MP		REBA
1.- Descarga del camión la MP	Postura 1	Riesgo Alto
	Postura 2	Riesgo Alto
2.- Pesar los rollos de tela	Postura 3	Riesgo Muy Alto
	Postura 4	Riesgo Alto
3.- Cargar máquina de extensión	Postura 5	Riesgo Muy Alto
4.- Cargar PT	Postura 6	Riesgo Muy Alto

Elaboración Propia

La tabla 34 corresponde al resumen de la aplicación del método REBA para las 6 posturas del ayudante de materia prima.

Como conclusión, la tabla 35 presentará el resultado del análisis de esta posición según la ecuación de NIOSH, el método RULA y el método REBA.

Tabla 35. Cuadro resumen de valoración ergonómica para el AYUDA-001

Ayudante en recepción de MP		NIOSH	RULA	REBA
1.-	Descarga del camión la MP	Riesgo Medio		
	Postura 1		Riesgo Alto	Riesgo Alto
	Postura 2		Riesgo Alto	Riesgo Alto
2.-	Pesar los rollos de tela	Riesgo Medio		
	Postura 3		Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
	Postura 4		Riesgo Alto	Riesgo Alto
3.-	Cargar máquina de extensión	Riesgo Medio		
	Postura 5		Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
4.-	Cargar PT	Riesgo Medio Alto		
	Postura 6		Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto

Resumen	Riesgo Medio Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
---------	-------------------	-------------	-----------------

Elaboración Propia

4.3.2. Puesto del operario de extensión

El operario de extensión mostrado en la figura 21 tiene una de las actividades más riesgosas de la empresa puesto que su trabajo lo realiza cuando la máquina está en movimiento. El tronco y el cuello están en extensión porque al impulsar la tela, este tiende a echarse para atrás. Su brazo lo tiene flexionado en 150° y su muñeca está extendida en más de 15°.



Figura 21. Operario de extensión

En la figura 22 y 23 se podrá apreciar las respuestas a las preguntas del método RULA del operario de extensión para sus extremidades superiores.

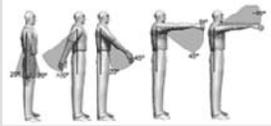
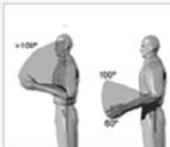
Grupo A: Extremidades superiores:	
Posición del brazo	
Indique el ángulo de flexión del brazo del trabajador.	
<input type="radio"/> El brazo está entre 20 grados de flexión y 20 grados de extensión. <input type="radio"/> El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o más de 20 grados de extensión. <input type="radio"/> El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión. <input checked="" type="radio"/> El brazo está flexionado más de 90 grados.	
Indique además si...	
<input type="checkbox"/> El brazo está rotado o el hombro elevado. <input type="checkbox"/> El brazo está abducido. <input type="checkbox"/> La carga no está soportada sólo por el brazo sino que existe un punto de apoyo.	
Posición del antebrazo	
Indique la posición del antebrazo del trabajador.	
<input type="radio"/> El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión. <input checked="" type="radio"/> El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.	
Indique además si...	
<input type="checkbox"/> El antebrazo cruza la línea media del cuerpo o realiza una actividad a un lado de éste.	

Figura 22. Resultado de las preguntas del brazo y antebrazo del OPER-001 Evaluación Propia utilizando Ergonautas-Toolbox2

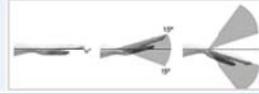
Posición de la muñeca	
Indique la posición de la muñeca del trabajador.	
<input type="radio"/> La muñeca está en posición neutra. <input type="radio"/> La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión. <input checked="" type="radio"/> La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados.	
Indique además si....	
<input type="checkbox"/> La muñeca está en desviación radial o cúbital.	
Giro de la muñeca	
Indique el giro de la muñeca del trabajador.	
<input checked="" type="radio"/> La muñeca está en posición de pronación o supinación en rango medio. <input type="radio"/> La muñeca está en posición de pronación o supinación en rango extremo.	

Figura 23. Resultado de las preguntas de la muñeca OPER-001 Evaluación Propia utilizando Ergonautas-Toolbox2

A continuación, en la figura 24 y 25 se visualizará las respuestas a las preguntas sobre el cuello, tronco y extremidades inferiores.

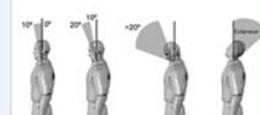
Grupo B: Cuello, tronco y extremidades inferiores	
Posición del cuello.	
Indique la posición del cuello del trabajador.	
<input type="radio"/> El cuello está entre 0 y 10 grados de flexión. <input type="radio"/> El cuello está entre 11 y 20 grados de flexión. <input type="radio"/> El cuello está flexionado por encima de 20 grados. <input checked="" type="radio"/> El cuello está en extensión.	
Indique además si....	
<input type="checkbox"/> El cuello está lateralizado. <input type="checkbox"/> El cuello está rotado.	
Posición del tronco.	
Indique la posición del tronco del trabajador.	
<input type="radio"/> Postura sentada, bien apoyado y con un ángulo tronco-caderas >90°. <input checked="" type="radio"/> Tronco flexionado entre 0 y 20 grados. <input type="radio"/> Tronco flexionado entre 21 y 60 grados. <input type="radio"/> Tronco flexionado más de 60 grados.	
Indique además si....	
<input type="checkbox"/> El tronco está rotado. <input type="checkbox"/> El tronco está lateralizado.	

Figura 24. Preguntas resueltas del cuello y tronco del OPER-001 Evaluación Propia utilizando Ergonautas-Toolbox2

Posición de las piernas	
Indique la posición de las piernas del trabajador.	
<input type="radio"/> El trabajador está sentado con las piernas y pies bien apoyados. <input checked="" type="radio"/> El trabajador está de pie con el peso del cuerpo distribuido en ambas piernas y espacio para cambiar de posición. <input type="radio"/> Si los pies no están bien apoyados o si el peso no está simétricamente distribuido.	

Figura 25. Preguntas resueltas de las piernas del OPER-001 Evaluación Propia utilizando Ergonautas-Toolbox2

Por último, la figura 26 muestra las dos últimas preguntas del método RULA correspondientes al tipo de actividad muscular y las fuerzas ejercidas.

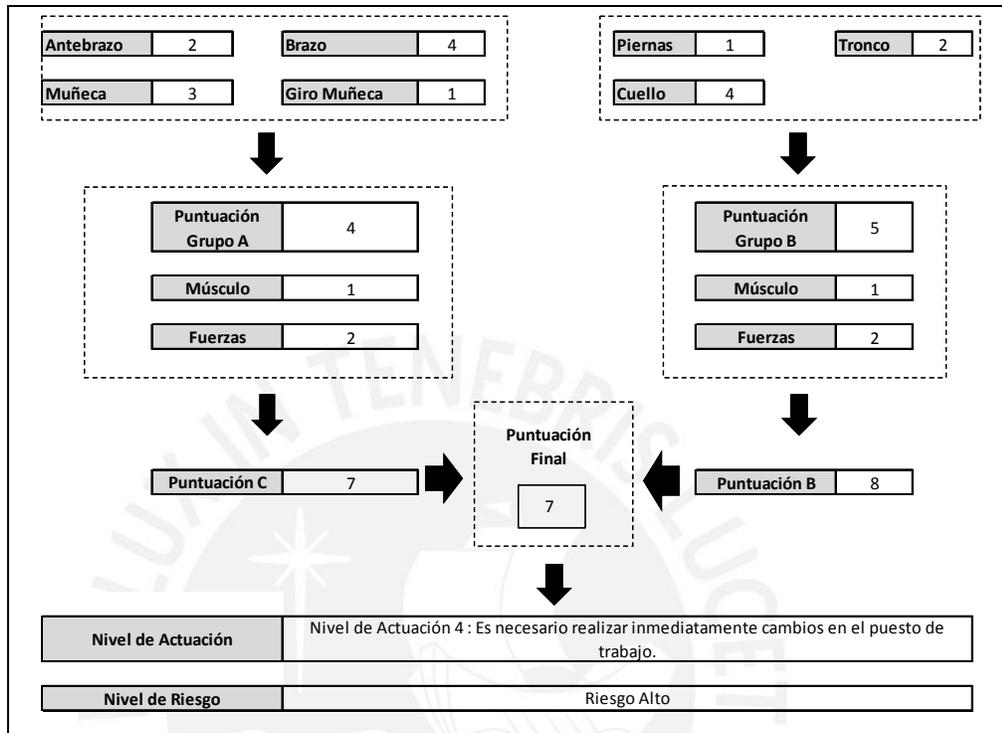
Tipo de actividad muscular.	
Indique el tipo de actividad muscular del trabajador.	
<input checked="" type="radio"/> Actividad estática, se mantiene durante más de un minuto seguido o es repetitiva. <input type="radio"/> Actividad dinámica, la actividad es ocasional y no duradera.	
Fuerzas ejercidas.	
Indique las fuerzas ejercidas por el trabajador.	
<input type="radio"/> La carga o fuerza es menor de 2 kg y se realiza intermitentemente. <input type="radio"/> La carga o fuerza está entre 2 y 10 Kgs. y se realiza intermitentemente. <input checked="" type="radio"/> La carga o fuerza está entre 2 y 10 Kgs. ejercida en una postura estática o requiere movimientos repetitivos. <input type="radio"/> La carga o fuerza es mayor de 10 Kgs. y es aplicada intermitentemente. <input type="radio"/> La carga o fuerza es mayor de 10 Kgs. y requiere una postura estática o movimientos repetitivos. <input type="radio"/> Se producen golpes o fuerzas bruscas o repentinas.	

Figura 26. Actividad muscular y fuerzas ejercidas por el OPER-001 Evaluación Propia utilizando Ergonautas-Toolbox2

A continuación se presentará en la tabla 36 un resumen de la aplicación del método RULA para el operario de extensión.

En el anexo 21 se podrá encontrar los resultados de la aplicación del método RULA para recoger la tela. Mientras que en los anexos 22, 23, 24 y 25 se podrán encontrar los resultados del método REBA para el lado derecho e izquierdo de las acciones: lanzar la tela y recoger la tela.

Tabla 36. Cuadro resumen de valoración ergonómica para el Operario de Extensión.



Evaluación Propia utilizando Ergonautas-Toolbox2

Luego de contestar las preguntas visualizadas en las figuras 22, 23, 34, 25 y 26 se obtiene el resultado de la tabla 37 el cual indica que el puesto de trabajo tiene un riesgo alto.

Tabla 37. Evaluación ergonómica para el OPER-001

Operario de extensión		RULA	REBA
1.-	Prender la máquina		
	Lanzar la tela	Riesgo Alto	Riesgo Medio
	Recoger la tela	Riesgo Alto	Riesgo Medio

RIESGO ALTO

Elaboración Propia

4.3.3. Puesto del ayudante de empaque



Figura 27. Ayudante de empaque

El puesto presentado en la figura 27, corresponde al levantamiento del rollo de tela terminado y embolsado para su traslado a la zona de producto terminado. En esta tarea el ayudante deberá inclinar lateralmente su tronco, su brazo está flexionado en un 90° y su muñeca no está extendida en más de 15°.

El procedimiento detallado del método REBA se podrá apreciar las figuras 28, 29, 30, 31, 32, 33 y 34 para la posición expuesta en la figura 27.

Posición del brazo	
Indique el ángulo de flexión del brazo del trabajador.	
<input type="radio"/> El brazo está entre 0 y 20 grados de flexión o 0 y 20 grados de extensión. <input type="radio"/> El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o más de 20 grados de extensión. <input type="radio"/> El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión. <input checked="" type="radio"/> El brazo está flexionado más de 90 grados.	
Indique además si...	
<input checked="" type="checkbox"/> El brazo está abducido o rotado. <input type="checkbox"/> El hombro está elevado. <input type="checkbox"/> Existe apoyo o postura a favor de la gravedad.	

Figura 28. Lado Derecho-Brazo del AYUDA-004
Evaluación Propia utilizando Ergonautas-Toolbox2

<p>Posición del antebrazo</p> <p>Indique la posición del antebrazo del trabajador.</p> <p><input type="radio"/> El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión.</p> <p><input checked="" type="radio"/> El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.</p>		
<p>Posición de la muñeca</p> <p>Indique la posición de la muñeca del trabajador.</p> <p><input checked="" type="radio"/> La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión.</p> <p><input type="radio"/> La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados.</p>		
<p>Indique además si...</p> <p><input type="checkbox"/> Existe torsión o desviación lateral de la muñeca.</p>		

Figura 29. Lado Derecho-Antebrazo y muñeca del AYUDA-004 Evaluación Propia utilizando Ergonautas-Toolbox2

<p>Posición del tronco</p> <p>Indique la posición del tronco del trabajador.</p> <p><input type="radio"/> El tronco está erguido.</p> <p><input checked="" type="radio"/> El tronco está entre 0 y 20 grados de flexión o 0 y 20 grados de extensión.</p> <p><input type="radio"/> El tronco está entre 20 y 60 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.</p> <p><input type="radio"/> El tronco está flexionado más de 60 grados.</p>		
<p>Indique además si...</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Existe torsión o inclinación lateral del tronco.</p>		
<p>Posición del cuello</p> <p>Indique la posición del cuello del trabajador.</p> <p><input checked="" type="radio"/> El cuello está entre 0 y 20 grados de flexión.</p> <p><input type="radio"/> El cuello está flexionado o extendido más de 20 grados.</p>		
<p>Indique además si...</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Existe torsión o inclinación lateral del cuello.</p>		

Figura 30. Posición del tronco y cuello para el AYUDA-004 Evaluación Propia utilizando Ergonautas-Toolbox2

Posición de las piernas

Indique la posición de las piernas del trabajador.

Soporte bilateral, andando o sentado.
 Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable.



Indique además si...

Existe flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°.
 Existe flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (salvo postura sedente).

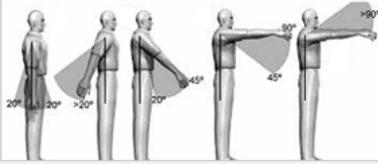


Figura 31. Posición de las piernas para el AYUDA-004 Evaluación Propia utilizando Ergonautas-Toolbox2

Posición del brazo

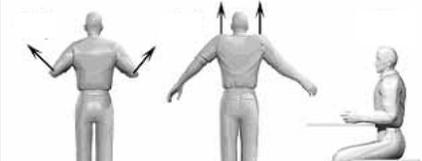
Indique el ángulo de flexión del brazo del trabajador.

El brazo está entre 20 grados de flexión o 20 grados de extensión.
 El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.
 El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión.
 El brazo está flexionado más de 90 grados.



Indique además si...

El brazo está abducido o rotado.
 El hombro está elevado.
 Existe apoyo o postura a favor de la gravedad.



Posición del antebrazo

Indique la posición del antebrazo del trabajador.

El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión.
 El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.

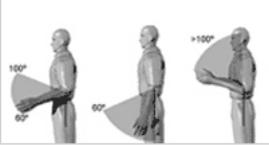
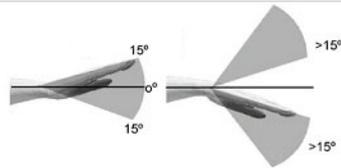


Figura 32. Lado Izquierdo-Brazo y antebrazo del AYUDA-004 Evaluación Propia utilizando Ergonautas-Toolbox2

Posición de la muñeca

Indique la posición de la muñeca del trabajador.

- La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión.
- La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados.



Indique además si....

- Existe torsión o desviación lateral de la muñeca.

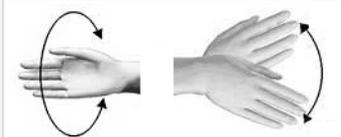


Figura 33. Lado Izquierdo-Muñeca Ayudante de Empaque Evaluación Propia utilizando Ergonautas-Toolbox2

Fuerzas ejercidas.

Indique las fuerzas ejercidas por el trabajador.

- La carga o fuerza es menor de 5 kg.
- La carga o fuerza está entre 5 y 10 Kgs.
- La carga o fuerza es mayor de 10 Kgs.



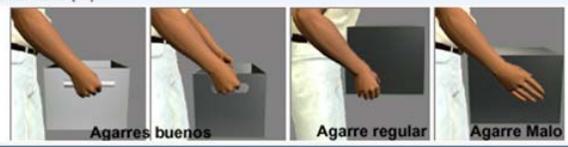
Indique además si....

- La fuerza se aplica bruscamente.

Tipo de agarre.

Indique el tipo de agarre de la carga manejada.

- Agarre Bueno (el agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio).
- Agarre Regular (el agarre con la mano es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable utilizando otras partes del cuerpo).
- Agarre Malo (el agarre es posible pero no aceptable).
- Agarre Inaceptable (el agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo).



Tipo de actividad muscular.

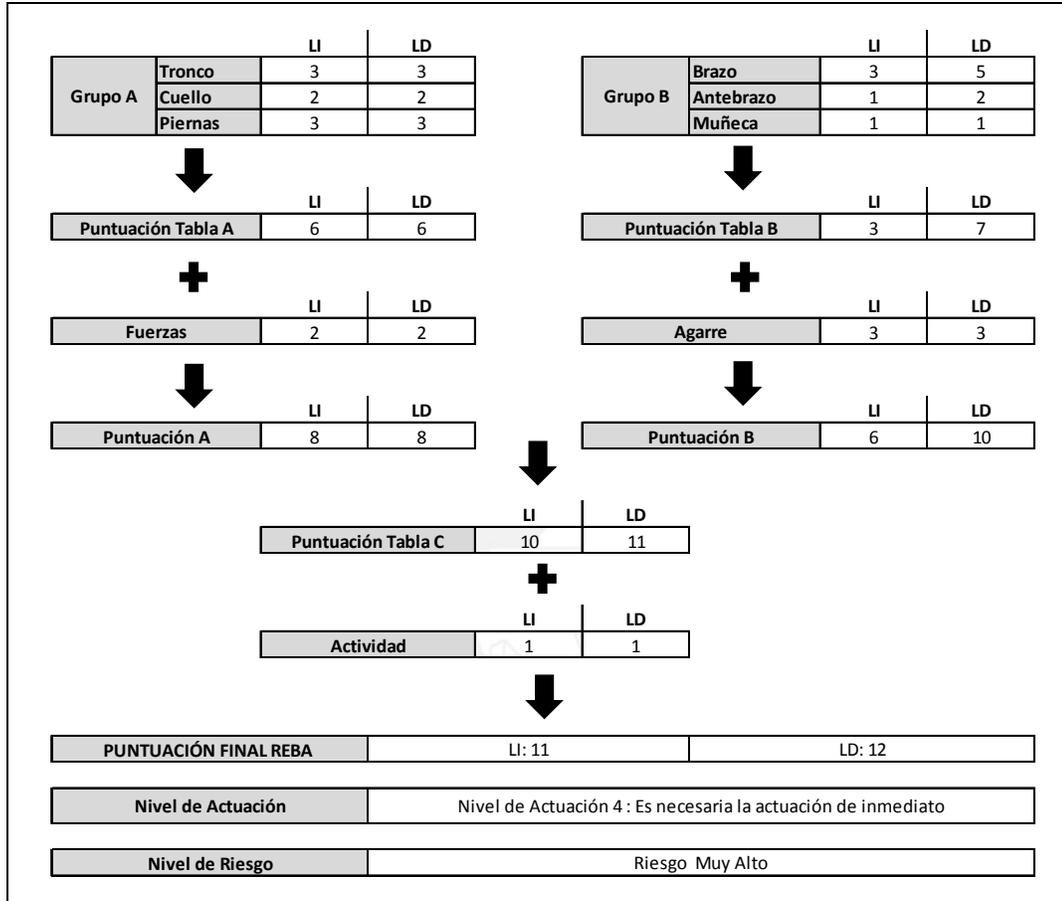
Indique el tipo de actividad muscular del trabajador.

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

Figura 34. Fuerzas ejercidas, tipos de agarre y actividad muscular Ayudante de Empaque Evaluación Propia utilizando Ergonautas-Toolbox2

Por último se presentará un cuadro resumen en la tabla 38 de valoración ergonómica para la zona izquierda y derecha correspondiente al ayudante de empaque.

Tabla 38. Cuadro resumen de valoración ergonómica para el Ayudante de Empaque – Zona Izquierda/Derecha



Evaluación Propia utilizando Ergonautas-Toolbox2

En los anexos 26 y 27 se podrán encontrar los resultados del método RULA para el traslado de rollos empacados. Mientras que en los anexos 28, 29, 30, 31, 32 y 33 se encontrarán los resultados del método REBA para el ayudante de empaque.

A continuación, en la tabla 39 se presentará el resultado de las posiciones más críticas de este puesto de trabajo usando los métodos RULA y REBA para el ayudante de empaque.

Tabla 39. Evaluación ergonómica para el Ayuda-004

Ayudante de Empaque		RULA	REBA
3.-	Trasladar rollo empacado		
	Levantar el rollo	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
	Cargar el rollo	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
	Colocar rollo en el almacén	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto

RIESGO MUY ALTO

Elaboración Propia

Interpretando los datos se obtiene que el proceso de empaque debería priorizarse debido a que su riesgo es muy alto seguido por la carga de trabajo en recepción de materia prima y por último el proceso de extensión.

En una tintorería, lo que más genera lesiones es la carga del material que pesa aproximadamente 20 kg, y eso se plasma en los procesos donde se tiene que realizar este levantamiento de peso. Por lo que una de las primeras alternativas será mejorar la forma de carga de estos rollos de tela de modo que no generen hernias o lesiones en la espalda.

CAPÍTULO 5: PROPUESTAS DE MEJORA PARA LAS ACTIVIDADES CON RIESGO CRÍTICO ERGONÓMICO

En el capítulo anterior se identificaron los puestos de trabajo con mayor riesgo de acuerdo a los métodos de evaluación NIOSH, RULA Y REBA. A continuación, se analizarán y se propondrán mejoras para su implementación en planta de modo que ese riesgo pase de alto o muy alto a medio o bajo. De esta manera se contribuirá con el bienestar del trabajador y con la empresa.

5.1. Mejoras en la actividad de recepción y pesaje de materia prima

Para hallar una solución a los problemas encontrados, se comenzará identificando la zona a controlar; con esta información se planteará una mejora para el área en mención.

5.1.1. Identificación de la zona a controlar

Para todas las actividades de carga de material, en este caso rollos de tela, se ha obtenido un puntaje acumulado alto en los métodos NIOSH y RULA, indicando que es un factor a mejorar.

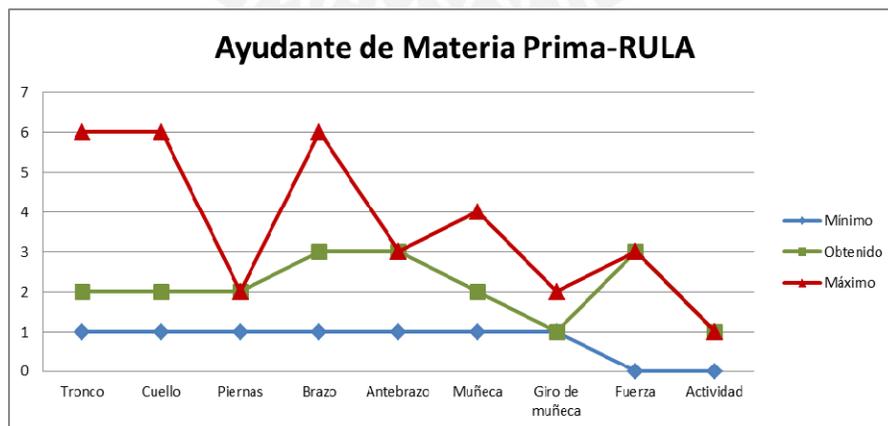


Figura 35. Comparativo de puntaje del AYUDA-001 utilizando el método RULA

Elaboración Propia

Como ya se reconoció el proceso, ahora corresponde identificar que partes del cuerpo del operario son los más afectados y utilizar mecanismos para reducir estas dolencias. Para esto se desarrollaron gráficos donde se muestran los límites de los puntajes del método RULA, REBA y el puntaje obtenido. Los gráficos se pueden visualizar en las figuras 35 y 36.

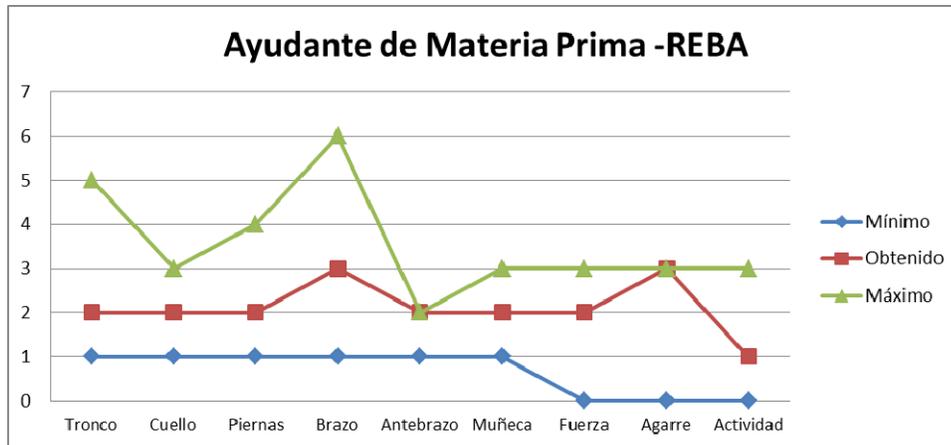


Figura 36. Comparativo de puntaje del AYUDA-001 utilizando el método REBA
Elaboración Propia

Según el método utilizado, las partes que elevan el puntaje del método RULA corresponden a las piernas y el antebrazo. Mientras que el método REBA muestra que la parte crítica es el antebrazo. De la misma manera influye la fuerza, forma de agarre y repetitividad ejercida en el proceso.

5.1.2. Propuestas de mejora

Uno de los principales problemas en el área es al descargar los rollos de tela del camión que los transporta. El hecho de cargarlos, bajarlos a la balanza para nuevamente levantarlos y llevarlos al almacén de materia prima causa daño al operario. Por ello se plantea:

1. El uso de parihuelas de 800x1000 mm por partidas, cada partida corresponde a 8 rollos con un peso total de 160 kg. La parihuela se muestra en la figura 37.



Figura 37. Parihuelas de 800x1000mm
Fuente: Maderera Victor Hugo E.I.R.L

2. La compra de rodadores para parihuelas con freno en las ruedas orientables; la capacidad máxima es de 500kg, pesa 32kg y sus dimensiones son 1010x810 mm. Se usará en el camión para poder movilizar las parihuelas y optimizar el espacio. En la figura 38 se muestra una ilustración de la misma.



Figura 38. Rodadores para parihuelas AW1883
Fuente: Comansa

3. Una apiladora hidráulica semi eléctrica con capacidad de carga igual a 1,000 kg y una altura de elevación de 2,450 mm. El peso del equipo es de 460 kg y tiene un ancho de 800 mm. La imagen de este equipo se podrá apreciar en la figura 39, este equipo se utilizará para el transporte y elevación de las parihuelas del camión al almacén de materia prima.

El nuevo procedimiento será de la siguiente manera:

- Utilizar la apiladora y recoger la parihuela de 160kg del camión y transportarla hacia la balanza de 1030 x 1030 mm.
- Pesar la partida y descontarle los kilogramos que pesa la parihuela
- Marcar los rollos con el peso y dueño del material.

- Utilizar la apiladora para transportar la partida hacia el área indicada en la zona de almacén y descargar las parihuelas.



Figura 39. Apiladora MS-1024
Fuente: Malvex del Perú

El funcionamiento actual y el impacto de la propuesta en el operario se verán en la figura 40.

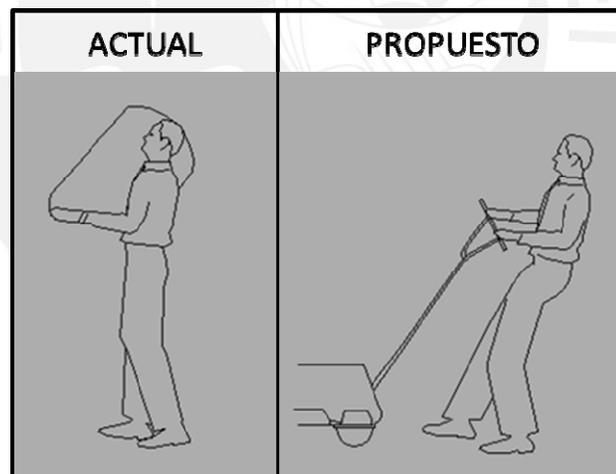


Figura 40. Posición actual vs Posición planteada
Elaboración Propia

5.2. Mejoras en la actividad de extensión de tela

A continuación, para la actividad de extensión de tela, se mostrará la parte del cuerpo donde se produce el mayor riesgo y se propondrá una solución para mejorar ese aspecto.

5.2.1. Identificación de la zona a controlar

Del operario de extensión se obtuvo un puntaje medio-alto. Como se aprecia en las figuras 41 y 42 esto se debe al impacto que se tiene en la zona del antebrazo y giro de muñeca así como la actividad, fuerza y agarre.

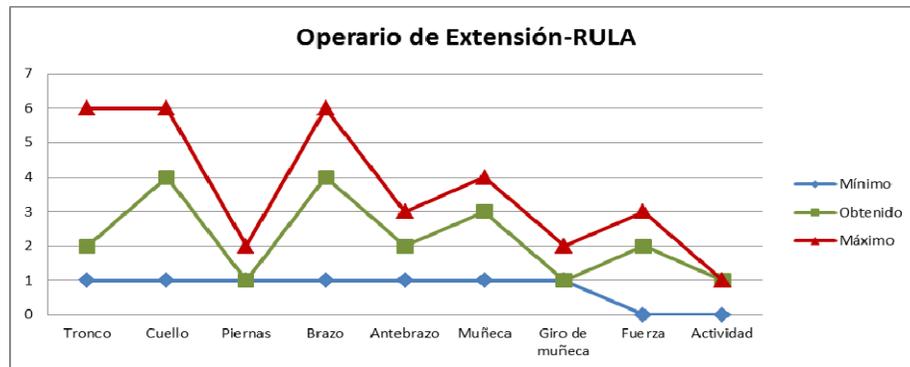


Figura 41. Puntaje del OPER-001 utilizando el método RULA
Elaboración Propia

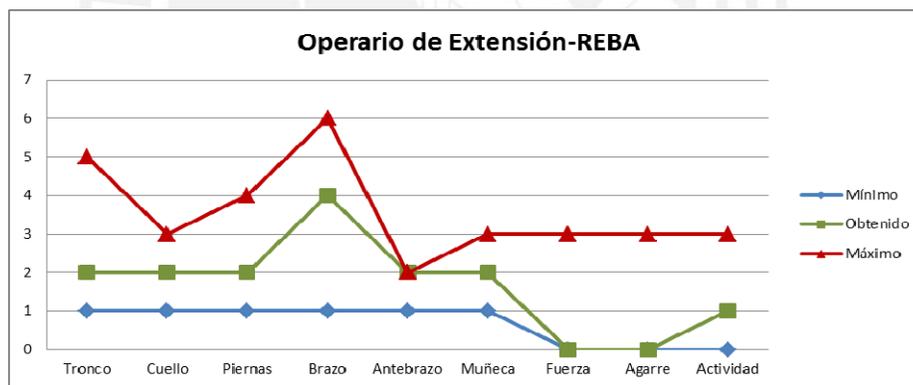


Figura 42. Puntaje del OPER-001 utilizando el método REBA
Elaboración Propia

Esto se produce ya que al momento de cargar la máquina el operario debe de flexionar su brazo en 150° y extender su muñeca. Además del impacto que hay sobre estas partes del cuerpo, esta máquina es totalmente peligrosa debido a la cercanía del operario con ella cuando está en funcionamiento. El operario deberá alzar la tela con la máquina prendida lo que podría ocasionar daño en la cabeza del mismo ante un movimiento inesperado. Es peligrosa porque en la parte superior tiene un tubo de acero

que se mueve para que la tela pueda ser extendida. Lo expuesto se puede visualizar en la figura 43.



Figura 43. Operario de extensión acomodando la tela extendida.

5.2.2. Propuestas de mejora

Como se puede apreciar está máquina no cuenta con las medidas óptimas para cuidar la seguridad del trabajador. Se conversó con la empresa para saber un poco más de la máquina y ellos indicaron que está era una adaptación; es decir que no se compró para este fin pero se modificó para no desecharla. Por lo que se recomienda comprar una máquina que pueda realizar este fin, y así poder mejorar la productividad del proceso y no poner en riesgo la salud del trabajador. Esta máquina se puede ver en la figura 44 posee una velocidad de 80 metros por minuto y cuenta con 1,800 mm de ancho del rodillo.



Figura 44. Máquina de extensión
Fuente: Hsing Cheng Machinery Industrial

El funcionamiento actual y el impacto de la propuesta en el operario se verán en la figura 45.

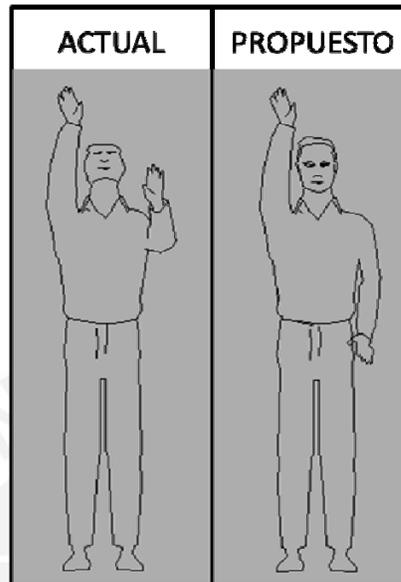


Figura 45. Posición actual vs Posición planteada
Elaboración Propia

5.3. Mejoras en la actividad de empaque

Al igual que la actividad de extensión de tela, se procederá a identificar las zonas más afectadas para plantear una alternativa que mejore la calidad de vida del operario y a la vez mejore la productividad de la empresa.

5.3.1. Identificación de la zona a controlar

Como se observa en las figuras 46 y 47, las zonas más afectadas son las piernas, brazos y antebrazo. La forma de agarre del rollo de tela terminado influye considerablemente en la puntuación así como la fuerza que se emplea.

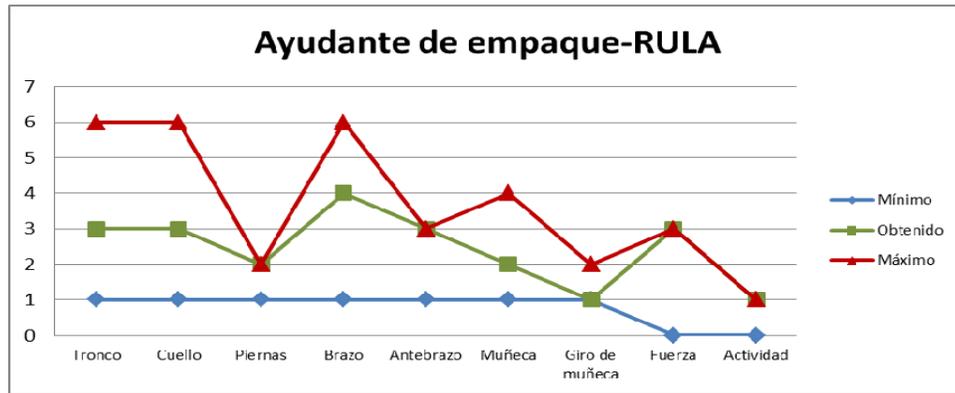


Figura 46. Puntaje del AYUDA-004 utilizando el método RULA
Elaboración Propia

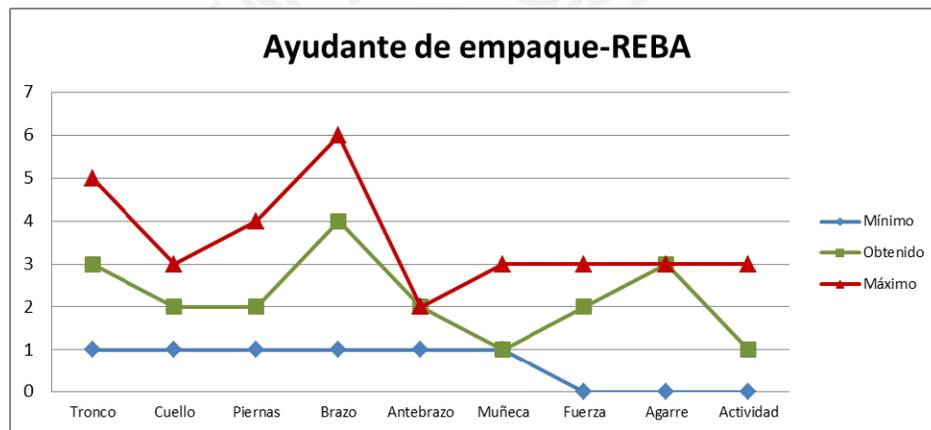


Figura 47. Puntaje del AYUDA-004 utilizando el método REBA
Elaboración Propia

5.3.2. Propuestas de mejora

En esta zona se plantea mejorar en dos aspectos:

- El uso de una carretilla especial como muestra la figura 48 para un rollo de tela máximo de 2 m de largo y con unas ruedas neumáticas de 210 mm para el traslado de material cilíndrico desde la mesa de empaque hasta la zona de producto terminado.
- Reordenar el almacén de producto terminado para que se puedan colocar en parihuelas. Si bien esta medida no contribuye con la zona identificada como crítica, se plantea realizar para que el operario no

sufra daño y se pueda hacer un buen uso de la apiladora propuesta en la primera mejora.

Con esta carretilla (figura 48) se podrá transportar el rollo de tela de la zona de empaque al almacén de producto terminado y ubicarla en la zona correspondiente. Esto evitará que se cause daño en las piernas y el brazo.



Figura 48. Carretilla de transporte
Fuente: Ruedas Hofer

Asimismo otro de los problemas que tiene el almacén es que esta elevado aproximadamente 16 cm lo que hace la movilidad más complicada. Para esto, se elaborará una rampa metálica donde los detalles en centímetros se apreciarán en la figura 49. Esta rampa se utilizará en la puerta de ingreso del almacén de producto terminado de modo que el trabajador no tenga que subir el peldaño para su ingreso.

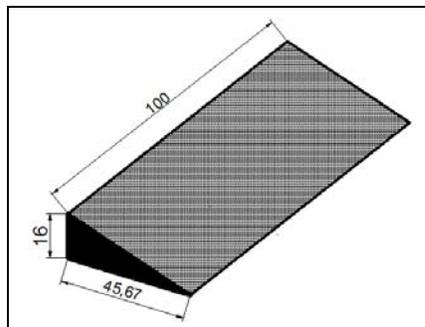


Figura 49. Detalle de la rampa metálica
Elaboración Propia

El funcionamiento actual y el impacto de la propuesta en el operario se verán en la imagen 50.

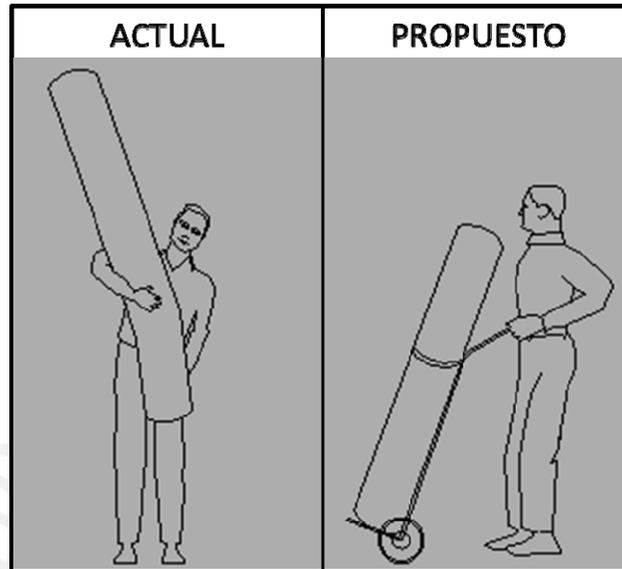


Figura 50. Posición actual vs Posición planteada
Elaboración Propia

5.4. Otras propuestas de mejora

Además de las propuestas mencionadas por cada puesto crítico que posee la empresa, se propondrá la realización de actividades complementarias que ayudarán al trabajador a mejorar su postura al realizar las actividades y a recordar que acciones debe o no debe de hacer.

5.4.1. Ejercicios de estiramiento y fortalecimiento

Además de la implementación de estos equipos que son de gran ayuda para el trabajador, se harán ejercicios al inicio y final de cada jornada para fortalecer los músculos, ya que en algunas ocasiones será necesario cargar algunos materiales. Los ejercicios de fortalecimiento mostrados en la figura 51 se realizarán en la mañana y los ejercicios de estiramiento al finalizar la jornada, estos tendrán una duración de 15 a 20 min. Además, se contarán con pausas de salud de 10 min a la mitad de cada jornada. Los ejercicios de estiramiento se apreciarán en el anexo 34.

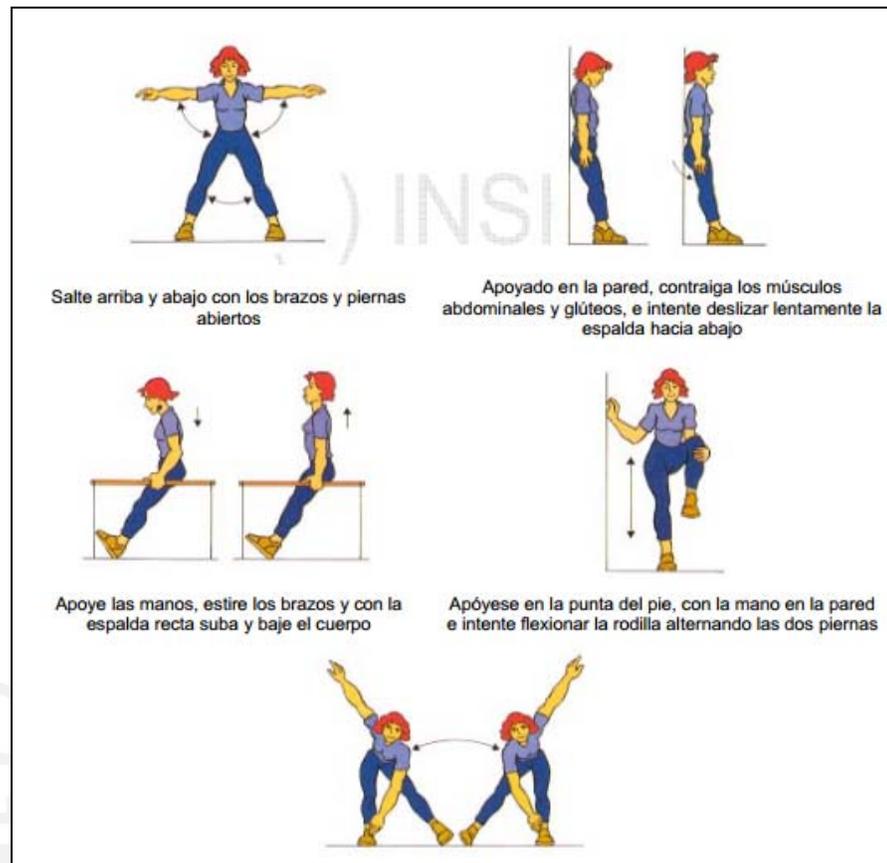


Figura 51. Ejercicios de fortalecimiento muscular
 Fuente: INSHT (2013)

5.4.2. Carteles informativos

Y para reforzar estos ejercicios se colocarán los manuales de carga en los alrededores de la empresa de manera que todos los operarios estén concientizados en cómo desarrollar sus actividades de manera más eficaz. Este manual se mostrará en la imagen 52. Asimismo, en el anexo 35 se encontrará la Manutención Manual de Cargas por el INSHT.

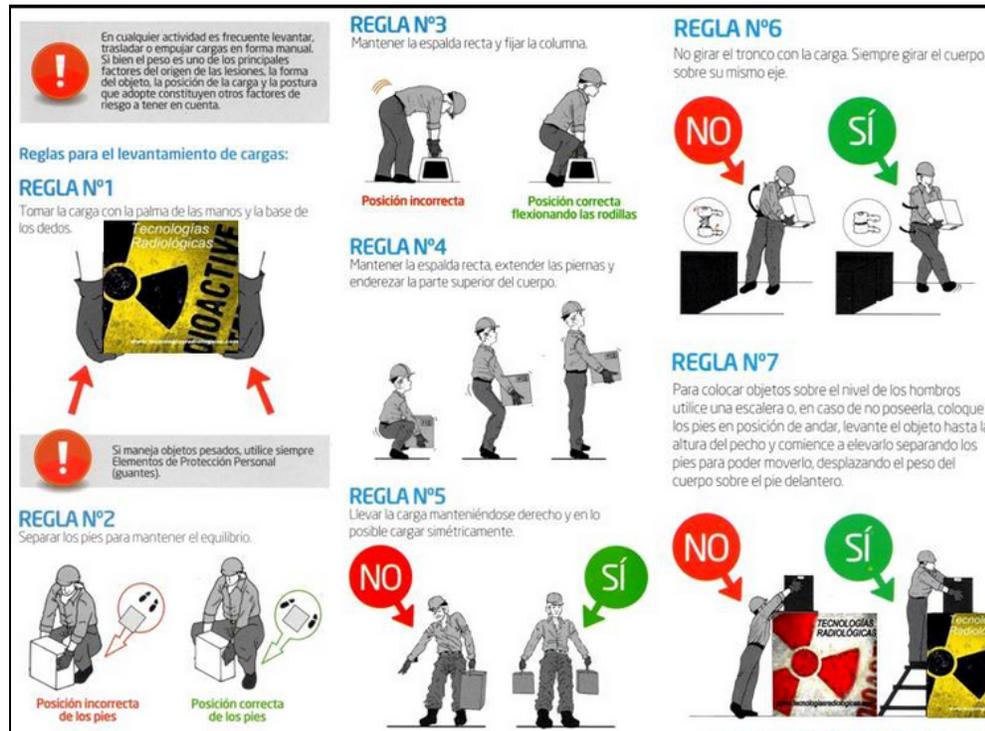


Figura 52. Medidas para el manejo manual de cargas.
Fuente: Tecnologías Radiológicas (2013)

5.5. Resultados de las mejoras en las actividades planteadas

A continuación, se mostrarán los resultados de la implementación de las mejoras propuestas anteriormente por cada actividad crítica de la empresa utilizando el software Ergonautas-Toolbox2.

5.5.1. Implementación de las mejoras propuestas

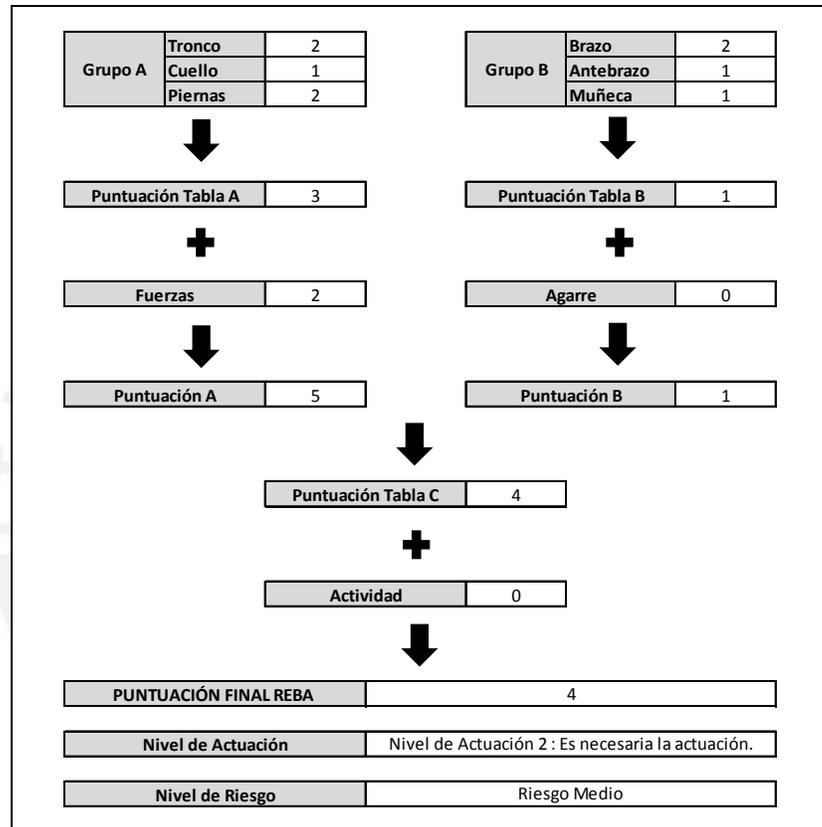
A. Actividad de Recepción y pesaje de Materia Prima

En esta actividad no se puede evaluar mediante el método NIOSH ya que el uso de una elevadora es una restricción para la aplicación del método. Por ello, en este caso se desarrollará el análisis de la mejora propuesta en el ítem 5.1.2 utilizando el método REBA y RULA

Se evaluó la posición más crítica de la mejora propuesta, es decir cuando el ayudante de empaque está empujando el elevador para llegar

hacia la balanza. Como muestra la tabla 40, utilizando el método REBA la puntuación final es 4 lo que nos indica un nivel de actuación 2-Riesgo Medio.

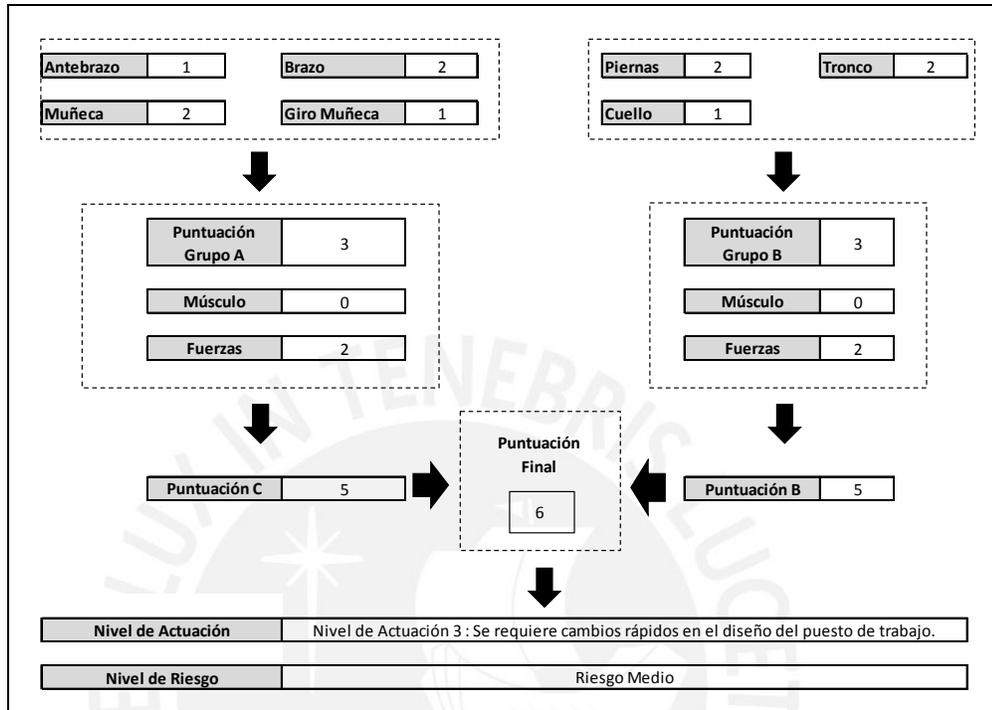
Tabla 40. Evaluación de la mejora propuesta para el AYUDA-001 utilizando el método REBA.



Elaboración Propia utilizando el Ergonautas-Toolbox2

Y la tabla 41 muestra la puntuación 6 obtenida usando el método RULA, lo que indica un nivel de actuación 3 correspondiente a un nivel de riesgo medio.

Tabla 41. Evaluación de la mejora propuesta para el AYUDA-001 utilizando el método RULA



Evaluación Propia utilizando el Ergonautas-Toolbox 2

Comparándolo con el análisis inicial se obtiene que el riesgo bajo de alto a medio tal como lo muestra la tabla 42.

Tabla 42. Comparativo del inicio y fin de la evaluación ergonómica

Ayudante en recepción de MP		Inicio de la evaluación	Fin de la evaluación
1	Método RULA	Riesgo Alto	Riesgo Medio
2	Método REBA	Riesgo Muy Alto	Riesgo Medio

Evaluación Propia

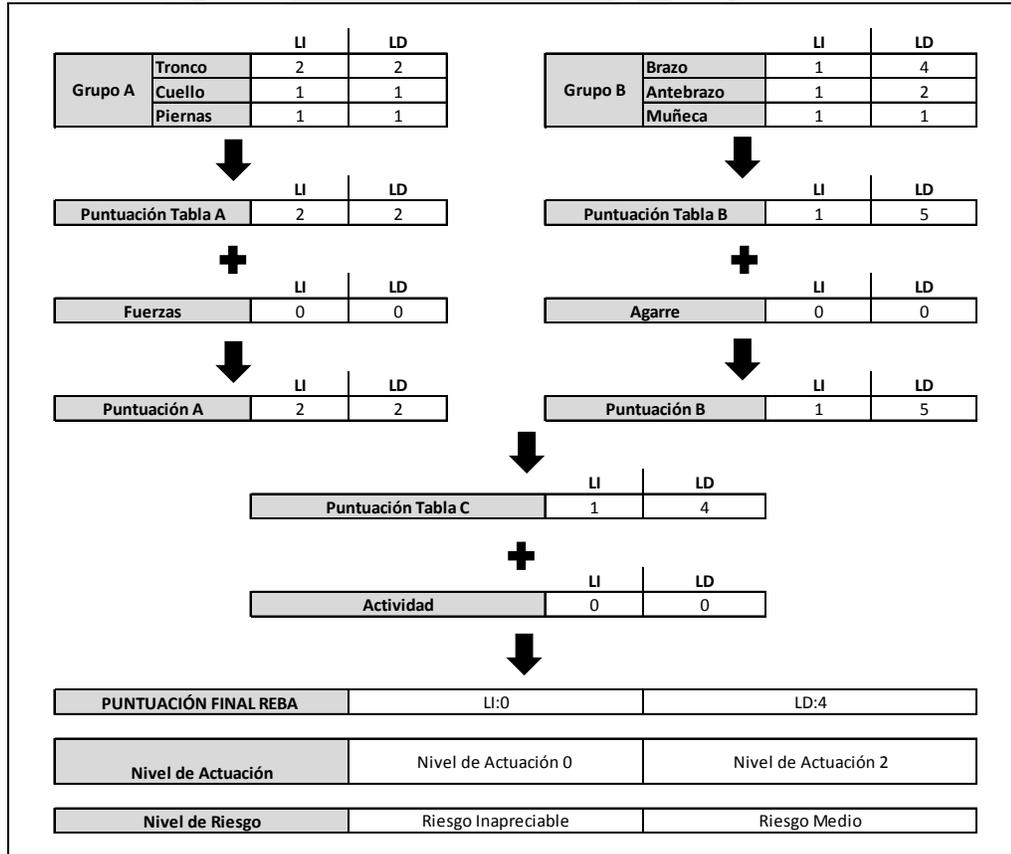
B. Actividad de extensión de tela

Al igual que la actividad en recepción pesaje de materia prima se desarrolló el análisis utilizando el método REBA y RULA con la mejora propuesta en el ítem 5.2.2. Se decidió evaluar al operario cuando este lanza la tela hacia la máquina en funcionamiento. En el método REBA la

puntuación final es 4 para el lado derecho del cuerpo y 1 para el lado izquierdo del cuerpo (tabla 43), lo que nos indica un nivel de actuación 4 – Riesgo Medio y 1 Riesgo Inapreciable respectivamente; mientras que en el método RULA la puntuación final es 4 para el lado derecho del cuerpo y 3 para el lado izquierdo del cuerpo (tabla 44) lo que nos indica un nivel de actuación 2 –Riesgo Bajo.

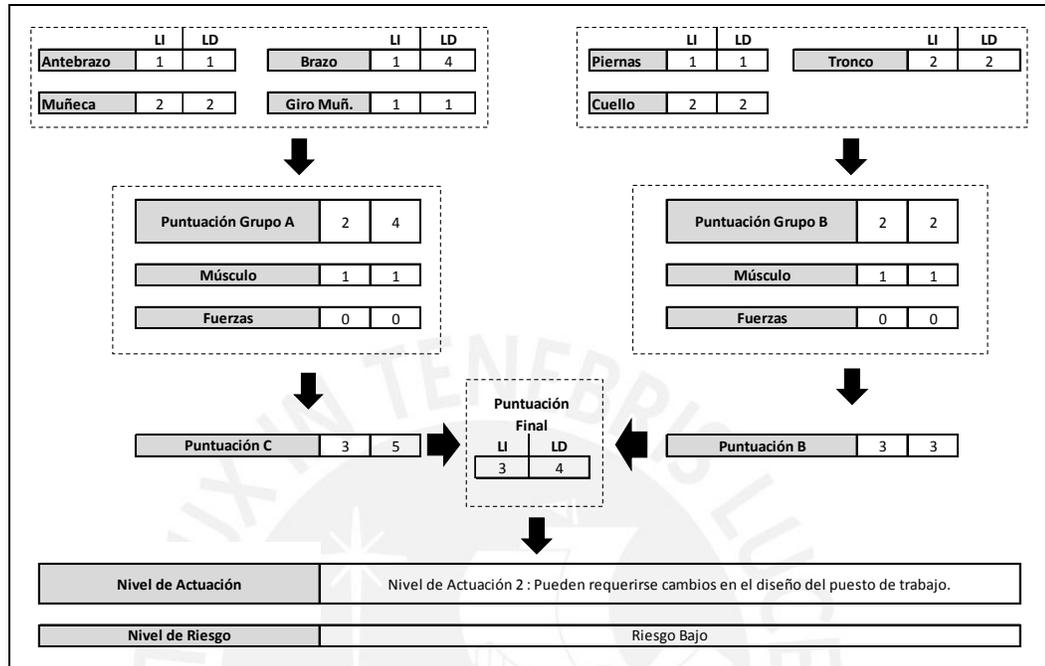
Comparándolo con el análisis inicial se obtiene que el riesgo bajo de alto a bajo. Esta comparación se apreciará en la tabla 45.

Tabla 43. Evaluación de la mejora propuesta del OPER-001 utilizando el método REBA para el lado izquierdo/derecho



Evaluación Propia utilizando Ergonautas Toolbox 2

Tabla 44. Evaluación de la mejora propuesta por el método RULA para el lado derecho del OPER-001 utilizando el método RULA



Evaluación Propia utilizando Ergonautas Toolbox 2

Tabla 45. Comparativo del inicio y fin de la evaluación ergonómica

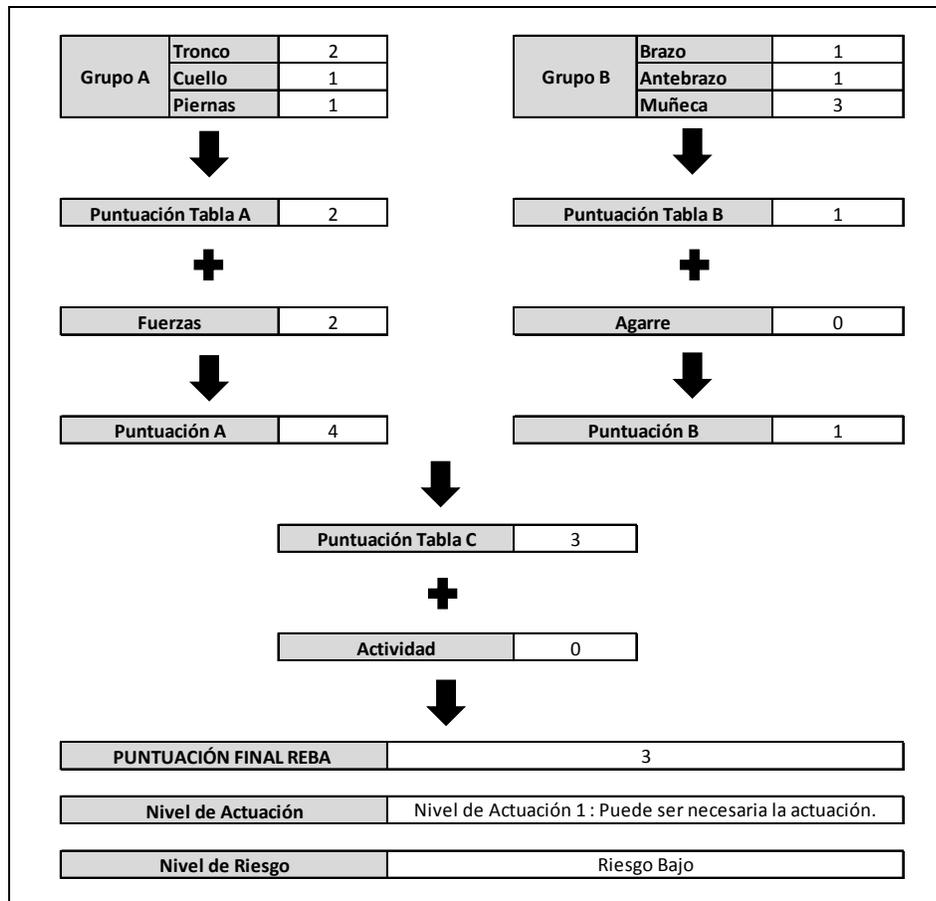
Operario de Extensión	Inicio de la evaluación	Fin de la evaluación
1	Método RULA	Riesgo Alto
2	Método REBA	Riesgo Medio

Evaluación Propia

C. Actividad de Empaque

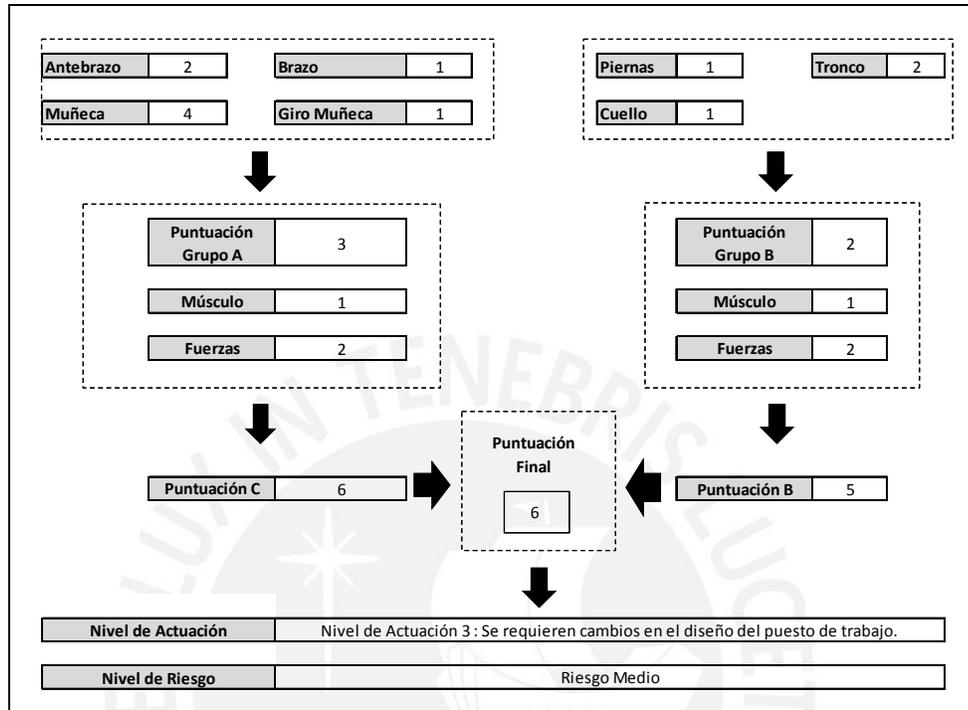
En esta actividad se tomó como posición crítica la tarea de trasladar el rollo de tela mediante el uso de una carretilla. Como muestran las tablas 46 y 47 se utilizó el método REBA y RULA para la evaluación de las mejoras propuestas en el ítem 5.3.2. Evaluando con el método REBA, la puntuación obtenida es 3 lo que nos indica un nivel de actuación 1 – Riesgo Bajo. Mientras que utilizando el método RULA la puntuación final es 6 lo que nos indica un nivel de actuación 3 –Riesgo Medio.

Tabla 46. Evaluación de la mejora propuesta para el AYUDA-004
utilizando el método REBA



Evaluación Propia utilizando Ergonautas Toolbox 2

Tabla 47. Evaluación de la mejora propuesta para el AYUDA-004 utilizando el método RULA



Evaluación Propia utilizando Ergonautas Toolbox 2

A continuación, en la tabla 48 se mostrará un comparativo con el nivel de actuación inicial y final del ayudante de empaque. De esta tabla se obtiene que el riesgo bajo de muy alto a medio bajo.

Tabla 48. Comparativo del inicio y fin de la evaluación ergonómica

	Ayudante de empaque	Inicio de la evaluación	Fin de la evaluación
1	Método RULA	Riesgo Alto	Riesgo Bajo
2	Método REBA	Riesgo Muy Alto	Riesgo Medio

Evaluación Propia

5.6. Impacto de la mejora en el operario

Como se ve en los gráficos de las zonas a controlar, el trabajador se tuvo que adecuar ante el entorno de la empresa y esto provoca malestar

al momento de realizar sus respectivas actividades. Esencialmente en las zonas de las piernas, brazos y antebrazo.

En el caso de los ayudantes de materia prima y empaque, su dolencia se debe al hecho de levantar cargas pesadas o aplicar fuerza en una determinada postura. Se conversó con los trabajadores y estos mencionaron que al inicio no se sentían tan incómodos, pero con el pasar de los meses comenzaron a sentir malestar en las zonas antes mencionadas.

Y es que las lesiones se desarrollan lentamente, perjudicando indirectamente a la empresa. Si un trabajador se siente incómodo en su puesto de trabajo o adolorido, no efectuará su labor de la mejor manera. Este intentará trabajar con molestias en la espalda, pequeños tirones en la pierna y dolores en la muñeca sin darse cuenta que se hace cada día más daño. Es por ello la importancia de investigar a tiempo que actividad produce este malestar. Y la manera de hallarlo es con un análisis ergonómico para la empresa textil.

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) recomienda informar a los trabajadores sobre las lesiones y los posibles síntomas que estas presentan para que los operarios recuerden por qué se está implementando esta mejora ergonómica y por qué deberían hacer de estas nuevas herramientas y/o posturas propuestas parte de sus actividades rutinarias.

CAPÍTULO 6: EVALUACIÓN ECONÓMICA

Además de la evaluación ergonómica es necesario evaluar la viabilidad económica de la implementación de las mejoras propuestas anteriormente. De esta manera los accionistas sabrán en números si es rentable o no invertir en las mejoras planteadas.

En este capítulo, se detallarán los cálculos seguidos para la obtención del flujo de caja y de los indicadores de rentabilidad para la implementación propuesta.

6.1. Impacto de las lesiones

Según la Oficina de Prevención de Riesgos Laborales de la Universidad Comillas (2014) los trastornos músculo esqueléticos son un conjunto heterogéneo de alteraciones o lesiones inflamatorias y/o degenerativas de músculos, tendones, articulaciones, etc., que afectan a todas las partes del cuerpo siendo las más comunes el cuello, la espalda y las extremidades superiores. Su principal síntoma es el dolor localizado óseo articular y muscular. Esto se origina cuando se realizan posturas forzadas, movimientos repetitivos, esfuerzos y manipulación de carga en el trabajo; estas producen pequeñas agresiones que con el tiempo y acumuladas se manifiestan a través de una lesión.

El gran impacto de estas lesiones se pueden entender mejor en la tabla 49 bajo tres perspectivas: Trabajador, Empresa y Sociedad.

“Las lesiones músculo esqueléticas constituyeron solo el 0.6% de los casos de las enfermedades profesionales evaluadas durante ese año, pero por otro lado estas lesiones generaron un 20% de todos los casos de trabajadores que fueron pensionado por invalidez. (Instituto Mexicano del Seguro Social, 2000)”. (Vallejo González, José Luis, 2002)

Tabla 49: Perspectiva del impacto de las lesiones

Trabajador	Empresa	Sociedad
<ul style="list-style-type: none"> Perdida de la salud y la calidad de vida. Falta de autonomía personal Disminución de los ingresos. Aumento de los gastos farmacéuticos, asistenciales, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> Absentismo Pérdida de Productividad Sustitución del trabajador Complementos Salariales Indemnizaciones 	<ul style="list-style-type: none"> Prestaciones económicas por incapacidad temporal o permanente Gastos derivados de ingresos hospitalarios, intervenciones, consultas, prestación farmacéutica, etc.

Fuente: Oficina de Prevención de Riesgos Laborales de la Universidad Comillas

(2014)

6.2. Inversión de las mejoras propuestas

6.2.1. Costos por implementación

A continuación, en la tabla 50 se detallarán los gastos que se incurrirán en la inversión de las propuestas de mejora planteadas en el capítulo anterior por cada actividad.

Tabla 50: Montos de implementación por áreas

Área de Recepción y pesaje de MP				
Equipo/material	Cantidad	Precio	+18% IGV	Precio Total
Parihuelas	30	S/. 100	S/. 18	S/. 3,540
Rodadores para parihuelas	4	S/. 650	S/. 117	S/. 3,068
Apiladora MS-1024	1	S/. 11,631	S/. 2,094	S/. 13,725
Subtotal				S/. 20,333
Área de Extensión				
Equipo/material	Cantidad	Precio	+18% IGV	Precio Total
Máquina de extensión	1	S/. 32,545	S/. 5,858	S/. 38,403
Subtotal				S/. 38,403
Área de Empaque y despacho				
Equipo/material	Cantidad	Precio	+18% IGV	Precio Total
Carretilla de transporte	1	S/. 350	S/. 63	S/. 413
Rampa metálica	1	S/. 150	S/. 27	S/. 177
Subtotal				S/. 590
Total				S/. 59,326

Elaboración Propia

Por lo visto anteriormente se obtiene que para comenzar con la implementación de máquinas y accesorios en la empresa, específicamente en los tres puestos de trabajo críticos, se necesitaría un total de 59,326 nuevos soles.

6.2.2. Costo por realización de estudio

Se deberá tomar en consideración el costo correspondiente al ingeniero encargado de realizar el estudio y la capacitación a los operarios y trabajadores de la empresa. Así como la visita cuatrimestral del mismo para verificar que se esté cumpliendo con el objetivo propuesto. El costo por visita de 4 horas es de S/.100.00 cada una. Para el primer año, se considerará solamente 2 visitas al año puesto que la implementación tomará un cuatrimestre; para el resto de años se considerarán 3 visitas anuales. Estos datos se apreciarán en la tabla 51.

Tabla 51: Costos de Capacitación y asesoría

Estudio de implementación ergonómica por 4 meses	S/.	10,000.00
Visita cuatrimestral (1er año)	S/.	200.00
Visita cuatrimestral (2-5 año)	S/.	300.00

Elaboración Propia

6.2.3. Costo por mantenimiento de máquinas y depreciación

Para hallar el costo de mantenimiento, se realizó la consulta con los vendedores de las máquinas a implementar y estos indicaron que el mantenimiento preventivo de la apiladora corresponde a 800 soles anuales; mientras que el monto del mantenimiento de la máquina de extensión es de 1,500 soles anuales. Se destinará 200 soles anuales para el mantenimiento de los demás equipos o materiales planteados.

Para el caso del cálculo de la depreciación, se sabe que la vida útil de las máquinas corresponde a 10 años. Por ello se aplicó al monto 52,128 nuevos soles, correspondiente al costo de comprar una apiladora y una máquina de

extensión, un factor igual al 10% para hallar la depreciación anual. Esta depreciación corresponde a 5,212 nuevos soles.

6.3. Cálculo de ahorros y mejoras en la producción

A continuación se detallarán los cálculos realizados para la obtención del ahorro por mejora en la producción, reducción de tiempos por máquina detenida y el ahorro por ausentismo de los trabajadores.

6.3.1. Cálculo de ahorros por mejoras en etapas

Cuando se realizó el estudio de tiempos se encontró que la máquina de extensión actual extiende 40 m de tela en 2 minutos; mientras que la propuesta enviada por Hsing Cheng Machinery Industrial lo podría hacer en medio minuto.

Para hallar el ahorro por rollo de tela se hará uso de la fórmula de Enrique Álvarez y Aquiles Hernández para los cambios permanentes en la productividad: $\text{Ahorro} = \text{Salario por hora} * \text{Porcentaje de reducción del tiempo} * \text{tiempo de referencia}$.

En tabla 52 se encontrará el ahorro de producción por etapas, se halló que con los cambios propuestos se llegaría a un ahorro de 0.33 soles por cada rollo de tela que ingresaría a la planta.

Tabla 52: Ahorro por rollo de tela

Etapas	Actividad	Monto de Ahorro
Recepción y pesaje de MP	Recepción de MP	S/. 0.12
Extensión de tela	Nueva máquina de extensión	S/. 0.17
Recepción y pesaje de MP	Envío de PT	S/. 0.04
Total		S/. 0.33

Elaboración propia

Considerando el dato proporcionado por la empresa del total de telas producidas en el 2013 igual a 93,287 se obtiene un ahorro total de 30,549 soles para el primer año y considerando 10% como el incremento anual de

producción da como resultado un total de 186,505 soles por los primeros 5 años. Este incremento se apreciará en la tabla 53.

Tabla 53. Incremento anual del ahorro de producción

CONCEPTO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Aumento de producción	S/. 30,549	S/. 33,604	S/. 36,964	S/. 40,661	S/. 44,727

Elaboración Propia

6.3.2. Cálculo de ahorros por para de máquina

Según la empresa la máquina de extensión actual se malograba aproximadamente 1 vez cada 6 meses parando la producción 1 día. Según el dato de la empresa esta para en la producción equivale a no despachar 90 rollos al año.

Para obtener el ahorro del primer año por la paralización de la máquina de extensión se multiplicará el total de rollos que no se despacharán por el costo promedio de teñir un rollo de tela que es igual a 90 soles. Y para los siguientes años, se multiplicará por el aumento de la producción equivalente al 10%. Este incremento se verá en la tabla 54.

Tabla 54. Incremento anual del ahorro por para de máquina

CONCEPTO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ahorro por para de máquina	S/. 8,100	S/. 8,910	S/. 9,801	S/. 10,781	S/. 11,859

Elaboración Propia

6.3.3. Cálculo de ahorros por ausentismo

Durante los 9 años de funcionamiento de la empresa, ésta ha perdido un total de 6,616 horas en enfermedades y lesiones; el 61.6% equivalente a 4,076 horas corresponden a golpes, torceduras y lesiones músculo esqueléticas en las áreas donde se ha propuesto la implementación. Estos datos muestran cuánto daño ocasiona el mal uso de las herramientas de trabajo, el sobreesfuerzo y la mala postura. Esta acumulación de horas se puede apreciar en la tabla 55.

Tabla 55. Acumulación de horas por lesiones desde el 2005 hasta el 2013

N°	Enfermedad o Lesión	Recepción y pesaje de MP	Extensión de tela	Teñido	Centrifugado	Corte	Secado	Empaque
1	Torceduras/esguinces	671	0	0	0	0	0	361
2	Contusiones/Golpes/Hematomas	36	53	26	0	0	26	35
3	Quemaduras	0	0	360	0	0	840	0
4	Lumbalgias/Hernias	874	0	0	0	0	0	582
5	Heridas/Cortes	0	0	27	17	44	0	0
6	Tendinitis y bursitis	586	292	0	0	0	0	586
7	Otras	204	144	180	132	156	180	204

Elaboración Propia

Se conversó con la empresa y ellos indicaron considerar 6.73 soles para el costo de mano de obra de los operarios por hora y 4.8 soles para el costo de mano de obra de los ayudantes por hora. Además, indicó que por cada 8 horas perdidas un ayudante realiza 1 hora extra. Quiere decir que de 4,076 horas perdidas la empresa tendrá que contratar 509.5 horas de un ayudante para poder compensar esta ausencia. Este monto multiplicado por el costo de mano de obra del ayudante da el costo total de las horas extras por 9 años, el cual se muestra en la tabla 56.

Tabla 56. Ahorros por ausentismo

	9 años	1 año
Horas extras para compensar ausentismo	S/. 2,445.60	S/. 271.73

Elaboración Propia

Las lesiones no sólo causan horas extras para la empresa, también generan pérdida de dinero por descanso médico y gastos adicionales en los hospitales o clínicas. El dato de los gastos no cubiertos por el seguro se brindaron por la empresa. Para hallar el monto de descanso médico se tomaron en cuenta las horas perdidas (4,076) y el promedio del costo de mano de obra del operario y ayudante siendo este equivalente a 5.765 soles. Estos ahorros se aprecian en la tabla 57.

Tabla 57: Ahorros por descanso médico y gastos extras

	9 años	1 año
Descanso Médico	S/. 23,498.14	S/. 2,610.90
Gastos no cubiertos por el seguro	S/. 15,402.06	S/. 1,711.34
Total	S/. 38,900.20	S/. 4,322.24

Elaboración Propia

Según la data recogida de la empresa, se pudo obtener que el incremento de ausentismo es aproximadamente un 10% anual. En la tabla 58 se mostrará el monto global de ahorro por ausentismo para los próximos 5 años.

Tabla 58. Incremento anual del ahorro por ausentismo

CONCEPTO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ahorro por ausentismo	S/. 4,594	S/. 5,053	S/. 5,559	S/. 6,115	S/. 6,726
Horas extras por ausentismo	S/. 272				
Descanso Medico	S/. 2,611				
Gastos no cubiertos por el seguro	S/. 1,711				

Elaboración Propia

6.4. Cálculo de los indicadores de rentabilidad

Lo importante de un estudio ergonómico no es solo demostrar con palabras los beneficios que trae consigo el desarrollo de actividades, sino que mediante el uso de ciertos indicadores defender el proyecto. Es por ello que para medir la rentabilidad se utilizará el VAN y TIR.

Pero para poder utilizarlos se necesita expresar monetariamente los costos y beneficios de la implementación planteada. Por ello realizamos previamente un flujo de caja económico con el cual se obtendrán los datos necesarios para la obtención de los indicadores propuestos.

6.4.1. Costo de oportunidad

Según Beatriz Soto (2010), el costo de oportunidad se puede estimar a partir de la rentabilidad potencial de una inversión. Para este caso se utilizará un COK igual a 11.8%, el cual corresponde a la rentabilidad anual del negocio evaluado.

Al realizar la evaluación, se deberá tener en cuenta que la inversión de las mejoras propuestas deberán ser al menos igual que el costo de oportunidad; de lo contrario, la pérdida será superior a la inversión actual de la empresa.

En conclusión, el costo de oportunidad permitirá evaluar las mejoras propuestas y definir si es conveniente o no realizar la implementación.

6.4.2. Flujo de caja

Como se puede apreciar en la figura 53 el TIR es de 52% siendo mayor que el COK=11.8%.

El segundo indicador VAN corresponde al monto adicional que recibirían los accionistas si deciden ejecutar el proyecto en vez de invertir el dinero en otra actividad. Este monto es 75,231 soles. Continuando con el análisis, el periodo de recuperación es menor a 2 años.

Con todo lo antes expuesto se recomienda implementar las medidas planteadas, no solo por el beneficio económico para la empresa, sino por la mejora en la salud de los empleados lo que conlleva a un mejor clima laboral, mejora en la planta y la renovación de la imagen institucional.

CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑOS
I. COSTOS						
Costo por implementación	S/. 59,326.03					
Costos de Capacitación y Asesoría	S/. 10,200.00	S/. 300.00				
Estudio de Implementación ergonomica	S/. 10,000.00					
Visita cuatrimestral	S/. 200.00	S/. 300.00				
*Mantenimiento de las máquinas	S/. 2,500.00	S/. 2,500.00	S/. 2,500.00	S/. 2,500.00	S/. 2,500.00	S/. 2,500.00
*Depreciación de las máquinas	S/. 5,213	S/. 5,213	S/. 5,213	S/. 5,213	S/. 5,213	S/. 5,213
Costos Totales	S/. 69,526	S/. 8,013				
II. INGRESOS						
Aumento de producción	S/. 30,549	S/. 33,604	S/. 36,964	S/. 40,661	S/. 44,727	
Ahorro por para de máquina	S/. 8,100.00	S/. 8,910.00	S/. 9,801.00	S/. 10,781.10	S/. 11,859.21	
Ahorro por ausentismo	S/. 4,593.98	S/. 5,053.38	S/. 5,558.71	S/. 6,114.58	S/. 6,726.04	
Horas extras para compensar ausentismo	S/. 271.73					
De cansancio Médico	S/. 2,610.90					
Gastos no cubiertos por el seguro	S/. 1,711.34					
Ahorros Totales	S/. -	S/. 43,243.04	S/. 47,567.35	S/. 52,324.08	S/. 57,556.49	S/. 63,312.14
III. FLUJO ECONÓMICO						
Flujo Neto	S/. -69,526.03	S/. 35,230.24	S/. 39,554.55	S/. 44,311.28	S/. 49,543.69	S/. 55,299.34
IV. INDICADORES						
TIR						52%
VAN						S/. 75,231.11

Figura 53: Flujo de 5 años
Elaboración propia

CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

La causa habitual de las lesiones es el factor del trabajo repetitivo que afecta el sistema óseo muscular; las cuales son muy dolorosas y peligrosas al producir incapacidad. Al inicio, el trabajador solo sentirá dolor en la zona y cansancio al concluir su labor, luego puede volverse permanente. Esto se puede evitar eliminando los factores de riesgo y aumentando las pausas entre tareas.

El estudio muestra que si es rentable realizar el proyecto, el TIR económico es igual a 52% siendo 40.2% superior al COK indicado. Asimismo, el periodo de recuperación es menor a 2 años, este indicador revela al accionista lo rentable que sería la implementación. No sólo por lo económico sino por el beneficio social que esto conlleva.

Las lesiones también puede solucionarse con un monitoreo constante de los procesos. Muchas veces los trabajadores están tan habituados a realizar sus tareas de una manera, así les cause dolor, que cuando se les indica realizar las actividades de otra manera lo realizan un día y después regresan a su rutina. Por ello es necesario verificar el buen funcionamiento de la implementación ergonómica para que cumpla con los objetivos propuestos y deseados por la empresa.

Para poder saber si el procedimiento de implementación es el adecuado, o está siendo bien recibido por los trabajadores es necesario contar con indicadores mensuales y anuales para poder obtener un comparativo y evaluar si las mejoras están siendo aceptadas. Es por ello lo importante de la retroalimentación para que los trabajadores se involucren, la empresa mejore y mantenga una continuidad en su nueva estrategia.

7.2. Recomendaciones

Realizar marcas en el suelo de las áreas de la planta para que los trabajadores sepan por donde transitar y conservar los pasillos despejados evitará lesiones.

Es necesario que los ejercicios de fortalecimiento y ejemplos físicos del manual de cargas sean realizados antes de ejercer sus actividades. Esto mejorará las posturas en el trabajo, ritmos y fuerzas ejercidas.

Al realizar la evaluación a través de los métodos ergonómicos cerciorarse de reconocer muy bien los procesos productivos y observar las actividades de cada trabajador mínimo 5 secuencias para que pueda obtener los datos reales. Esto debido a que cuando el trabajador se siente observado, muchas veces varía la manera en cómo realiza la actividad; pero luego regresa a sus hábitos.

Una adecuada planificación ayuda a no tener errores o que estos sean mínimos. Es importante contar un plan previo a la implementación, de esta manera los trabajadores sabrán que el cambio es serio y la empresa se preocupa por ellos.

Conversar con la empresa y conocer el porqué del deseo de la implementación y lo que espera lograr con la misma. Esto se recomienda para poder llegar a una misma meta. Es importante mencionar que para que las implementaciones consigan el objetivo deseado, toda la empresa debe estar involucrada con la implementación y esté dispuesta a cambiar para obtener una mejora en su área: en el físico de los trabajadores y en la productividad de la jefatura.

BIBLIOGRAFÍA

- Actividad Física en los lugares de trabajo, 2014. Promoción de salud en México. Consulta 8 de Abril del 2014.
(http://www.promocion.salud.gob.mx/dgps/descargas1/programas/2_actividad_fisica_interiores.pdf).
- CARRUITERO NARVÁEZ, Andrea Judith. Análisis y Mejora Ergonómica de puestos de trabajo de una línea de fabricación de envases de vidrio. Tesis de titulación de Ingeniería. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería. Consulta 2012.
- CRUZ GOMEZ, J. Alberto, GARNICA GAITÁN, G. Andrés. Principios de Ergonomía. Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 2001.
- Gestión de Riesgo en la Seguridad Informática. Word Press Consulta Agosto del 2012.
(http://protejete.wordpress.com/gdr_principal/analisis_riesgo/)
- GONZÁLEZ MAESTRE, Diego. Ergonomía y psicología (5ª edición). Madrid: Editorial FC, 2008.
- GUELAUD, F., BEAUCHESNE, M.N., GAUTRAT, J. Y ROUSTANG G., 1977. Ergonautas. Consulta: 16 de Agosto del 2012.
(<http://www.ergonautas.upv.es/metodos/lest/lest-ayuda.php>)
- Guía Técnica para la evaluación y control de los riesgos asociados al manejo o manipulación manual de carga. Ministerio del trabajo-Gobierno de Chile. Consulta 20 de Agosto del 2012.
(http://www.dt.gob.cl/1601/articles-95553_recurso_1.pdf)

- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. Consulta 18 de Agosto del 2012.
(<http://www.insht.es/MusculoEsqueleticos/Contenidos/Formacion%20divulgacion/material%20didactico/EcuacionNIOSH.pdf>)
- LÓPEZ, Darwin, 2011. Diseño de Puestos de Trabajo. Diapositivas de clase. Universidad Nacional Experimental Antonio José de Sucre. Dirección de Investigación y Postgrado Ergonomía y Cibernética. Consulta 19 de Agosto del 2012.
- MC CORMICK, Ernest J. Ergonomía. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1980.
- MELO, José Luis. Ergonomía Práctica. Argentina: Fundación MAPFRE S.A, 2009.
- MÓNDELO, Pedro R., GREGORI, Enrique, BLASCO, Joan, BARRAU, Pedro. Ergonomía 3. México: Editorial Alfaomega, 1999.
- MOORE, J.S. y GARG, A., 1995. Ergonautas. Consulta 16 de Agosto del 2012. (<http://www.ergonautas.upv.es/metodos/jsi/jsi-ayuda.php>)
- Oficina de Prevención de Riesgos Laborales de la Universidad Pontificia Comillas. Consulta: 15 de Enero del 2014.
(http://web.upcomillas.es/servicios/documentos/serv_rrhh_trastor_musc.pdf)
- PALOMINO GUERRA, Milagros. Análisis Ergonómico de una línea de empaque de galletas. Tesis de titulación de Ingeniería. Lima: Pontificia

Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería.
Consulta 2011.

- PANERO, J Y ZELNIK, M. Las dimensiones humanas en los espacios interiores. Estándares antropométricos. México: Gustavo Gili, 1984.
- Primer Encuentro Minero de Estudios en Ergonomía, 2009. Accesibilidad Cotidiana y Tercera Edad. Consulta 6 de Setiembre del 2011. (<http://www.ded.ufv.br/workshop/docs/anais/2009/AN%C3%81LISE%20ERGON%C3%94MICA%20DO%20TRABALHO%20COMO%20PROPOSTA%20PARA%20MELHORIA.pdf>)
- RAMÍREZ CAVASSA, César. Ergonomía y Productividad. México: Editorial Limusa, 2008.
- Real Academia Española. Consulta: 15 de Enero del 2013. (<http://lema.rae.es/drae/?val=ergonom%C3%ADa>)
- Revista Académica de Economía, 2009. Observatorio de la economía Latinoamericana. Consulta 6 de Setiembre del 2011. (<http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/cu/2009/lacr.htm>)
- Revista Gestión Práctica de Riesgos Laborales, Nº 46, Pág. 14, Sección Tendencias, 01 de Febrero de 2008. Consulta: 20 de Enero del 2014. (<http://riesgoslaborales.wke.es/articulos/la-rentabilidad-de-la-ergonom%C3%ADa>)
- RIVAS, Roque Ricardo. Ergonomía en el diseño y la producción industrial. Buenos Aires: Editorial Nobuko, 2007.
- SALVATIERRA MANCHEGO, Miguel Ángel. Evaluación y propuesta de mejoras ergonómicas y de salud ocupacional para el proceso de

fabricación de un montón de acero simple sin accesorio. Tesis de titulación de Ingeniería. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería. Consulta 2013.

- SOTO, Beatriz . (2010) ¿Qué es el costo de oportunidad?. Consulta 29 de Junio del 2014.
(<http://www.gestion.org/economia-empresa/costos/38904/que-es-el-costo-de-oportunidad/>)
- Tecnologías Radiológicas, 2013. Medidas a tener en cuenta para el manejo manual de cargas. Consulta 8 de abril del 2014.
(<http://tecnologiasradiologicas.blogspot.com/2013/04/medidas-tener-en-cuenta-para-el-manejo.html>)
- Universidad Politécnica de Cataluña. Consulta: 15 de Noviembre del 2011. (<http://www.upctools.com/>)
- Universidad Politécnica de Valencia. Consulta: 19 de Diciembre del 2013. (<http://www.ergonautas.upv.es/>)
- VALENCIA, Adolfo, 2012-I. Ergonomía Industrial. Material de enseñanza. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias en Ingeniería. Consulta 15 de Agosto del 2012.
- VALLEJO GONZÁLEZ, José Luis (2002) Ergonomía Ocupacional S.C. Lesiones músculo esqueléticas de origen ocupacional . Consulta 15 de Enero del 2014.
(<http://www.ergocupacional.com/4910/20743.html>)

- WATERS, 1994. Revista Ingeniería de la Construcción. Consulta el 08 de Noviembre del 2012. (http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50732011000300003&script=sci_arttext)
- ZINCHENKO, V. MUNÍPOV, V. Fundamentos de Ergonomía. Moscú: Editorial Progreso, 1985

