



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**ESTUDIO Y SELECCIÓN PARA LA MEJORA ERGONÓMICA DEL PROCESO
DE EMPAQUE MANUAL EN UNA FÁBRICA DE PINTURAS**

José Ernesto Samayoa Beltrán

Asesorado por el Ing. Renaldo Girón Alvarado

Guatemala, octubre de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO Y SELECCIÓN PARA LA MEJORA ERGONÓMICA DEL PROCESO
DE EMPAQUE MANUAL EN UNA FÁBRICA DE PINTURAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JOSÉ ERNESTO SAMAYOA BELTRÁN

ASESORADO POR EL ING. RENALDO GIRÓN ALVARADO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
EXAMINADOR	Ing. Aldo Ozaeta Santiago
EXAMINADOR	Ing. Erwin Danilo González Trejo
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

ESTUDIO Y SELECCIÓN PARA LA MEJORA ERGONÓMICA DEL PROCESO DE EMPAQUE MANUAL EN UNA FÁBRICA DE PINTURAS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 14 de octubre de 2015.



José Ernesto Samayoa Beltrán

Guatemala, julio de 2018

Ingeniero
Juan José Peralta Dardón
Director de Escuela Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Por este medio hago de su conocimiento, que se procedió a la asesoría del trabajo de graduación del estudiante **José Ernesto Samayoa Beltrán**, el cual se titula: **"ESTUDIO Y SELECCIÓN PARA LA MEJORA ERGONÓMICA DEL PROCESO DE EMPAQUE MANUAL EN UNA FÁBRICA DE PINTURAS"**.

Luego de su revisión y corrección, considero que cumple con los objetivos propuestos, por lo cual apruebo el presente trabajo, solicitándole darle el trámite respectivo.

Atentamente,


Ing. Renaldo Giron Alvarado
Colegiado No. 5977



REF.REV.EMI.078.018

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ESTUDIO Y SELECCIÓN PARA LA MEJORA ERGONÓMICA DEL PROCESO DE EMPAQUE MANUAL EN UNA FÁBRICA DE PINTURAS**, presentado por el estudiante universitario **José Ernesto Samayoa Beltrán**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Julio O. Rojas Argueta
Ingeniero Mecánico Industrial
Colegiado 10,870

Ing. Julio Oswaldo Rojas Argueta
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, julio de 2018.

/mgp



REF.DIR.EMI.146.018

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ESTUDIO Y SELECCIÓN PARA LA MEJORA ERGONÓMICA DEL PROCESO DE EMPAQUE MANUAL EN UNA FÁBRICA DE PINTURAS**, presentado por el estudiante universitario **José Ernesto Samayoa Beltrán**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Juan José Peralta Dardón
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, octubre de 2018.



/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **ESTUDIO Y SELECCIÓN PARA LA MEJORA ERGONÓMICA DEL PROCESO DE EMPAQUE MANUAL EN UNA FÁBRICA DE PINTURAS**, presentado por el estudiante universitario: **José Ernesto Samayoa Beltrán** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

9/10/18
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, Octubre de 2018

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por cada bendición y suceso importante en mi vida, los cuales me permiten llegar a esta etapa de mi vida.
- Mis padres** Roberto Samayoa y Brenda Beltrán, por su cariño, apoyo, paciencia, sus consejos y esfuerzo; les dedico este logro.
- Mi hermano** Rúben Samayoa, por estar presente en mi vida.
- Mi abuelita** Marta Molina (q.e.p.d.) por su apoyo y sabiduría; siempre la recordaré.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por haberme abierto las puertas para realizar mis estudios en esta casa.
Facultad de Ingeniería	Por los conocimientos adquiridos en estos años de preparación académica.
Mis compañeros de estudio	Por los buenos momentos compartidos durante la carrera.
Ing. Renaldo Girón	Por su tiempo, ayuda y apoyo técnico en el desarrollo del presente trabajo.
Lic. Leonel Martínez	Por su apoyo y ayuda incondicional durante mis años de estudio.
Ing. Eddy Osorio	Por la ayuda brindada en la etapa final de mi carrera.
Grupo Solid	Por la oportunidad de realizar mi trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. La empresa.....	1
1.1.1. Ubicación de la empresa	1
1.1.2. Reseña histórica	4
1.1.3. Misión	5
1.1.4. Visión.....	6
1.1.5. Línea de productos	6
1.1.6. Estructura organizacional	13
1.1.6.1. Organigrama.....	13
1.1.6.2. Área de empaque	15
2. SITUACIÓN ACTUAL.....	17
2.1. Departamento de empaque	17
2.1.1. Descripción de puestos	17
2.1.2. Envasado manual	18
2.1.2.1. Envase.....	19
2.1.2.2. Empaque	21
2.1.2.3. Embalaje.....	22

2.1.3.	Diseño de línea	23
2.1.4.	Mobiliario y equipo	25
2.1.5.	Iluminación	26
2.1.6.	Ventilación.....	28
2.1.7.	Ruido	30
2.2.	Situación ergonómica.....	31
2.2.1.	Ergonomía en los puestos de trabajo.....	32
2.2.2.	Análisis de movimientos repetitivos.....	34
2.2.3.	Instrumentos y herramientas utilizadas	37
2.2.4.	Consecuencias en el departamento de empaque ...	39
2.2.4.1.	Consecuencias para operarios.....	40
2.2.4.2.	Consecuencias para el área.....	41
2.2.5.	Análisis de riesgos	42
2.2.6.	Detección de necesidades de capacitación.....	44
3.	PROPUESTA.....	47
3.1.	Evaluación con el método REBA	47
3.1.1.	Análisis de posturas corporales.....	59
3.1.2.	Resultados de la evaluación del método.....	84
3.1.3.	Interpretación de resultados	84
3.2.	Resultados de entrevistas no estructuradas	85
3.3.	Elaboración de propuestas ergonómicas	86
3.4.	Instrumentos y herramientas.....	87
3.5.	Mobiliario y equipo	89
3.6.	Capacitación	93
3.7.	Entorno físico	94
3.7.1.	Iluminación	94
3.7.2.	Ventilación.....	95
3.7.3.	Ruido	95

3.8.	Recomendaciones ergonómicas	95
3.9.	Análisis financiero.....	96
3.9.1.	Evaluación costo/beneficio	96
3.9.2.	VPN	99
3.9.3.	TIR.....	101
4.	IMPLEMENTACIÓN	107
4.1.	Propuesta de mejora en los puestos	107
4.2.	Evaluación de las propuestas con el método REBA.....	107
4.2.1.	Análisis de nuevas posturas	108
4.2.2.	Resultado de nuevas posturas	112
4.2.3.	Interpretación de resultados	113
4.3.	Capacitación del operario	113
4.4.	Control de actividades	114
4.5.	Ejercicios de estiramiento.....	114
4.6.	Precauciones en el puesto de trabajo	116
4.7.	Equipo para el puesto de trabajo.....	116
4.8.	Herramientas para el puesto de trabajo.....	117
5.	SEGUIMIENTO MEJORA CONTINUA.....	119
5.1.	Programas de capacitación	119
5.2.	Salud industrial	120
5.3.	Inspección del equipo de trabajo	121
5.4.	Inspección del entorno físico	122
5.5.	Evaluación con el método ergonómico	123
6.	RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL	125
6.1.	Grupo Solid y la RSE.....	125
6.2.	Cuidado del medio ambiente	125

6.2.1.	Residuos industriales	127
6.2.1.1.	Generación y disposición de residuos.....	127
6.2.1.1.1.	Residuos sólidos	129
6.2.1.1.2.	Residuos líquidos.....	130
6.2.1.2.	Tratamiento de residuos líquidos	131
6.2.2.	Programa de reciclaje	132
CONCLUSIONES.....		135
RECOMENDACIONES		137
BIBLIOGRAFÍA.....		139

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Trayecto, etapa 1	2
2.	Trayecto, etapa 2	3
3.	Categoría látex.....	7
4.	Categoría aceite.....	8
5.	Categoría anticorrosivo	9
6.	Categoría impermeabilizantes.....	10
7.	Categoría: especialidades.....	13
8.	Organigrama de la empresa.....	14
9.	Área de empaque.....	15
10.	Área de empaque.....	19
11.	Tipos de envases	20
12.	Empaques del producto	21
13.	Embalaje del producto.....	22
14.	Diagrama de recorrido.....	24
15.	Mobiliario y equipo	26
16.	Iluminación en el área	27
17.	Ventilación forzada.....	29
18.	Diagrama de Ishikawa.....	31
19.	Proceso a nivel del suelo	32
20.	Posición de pie	33
21.	Posición repetitiva 1	34
22.	Posición repetitiva 2	35
23.	Posición repetitiva 3.....	36

24.	Posición repetitiva 4.....	36
25.	Posición repetitiva 5.....	37
26.	Araña manual	38
27.	Uso de la llave de mano	39
28.	Posturas del tronco	48
29.	Posturas del cuello.....	49
30.	Postura de las piernas	50
31.	Modificador de la puntuación de las piernas.....	51
32.	Postura del brazo.....	52
33.	Postura del antebrazo.....	53
34.	Postura de la muñeca	54
35.	Método REBA, operador de envase sentado.....	59
36.	Método REBA, ayudante de envase A sentado	64
37.	Método REBA, operador de envase de pie.....	69
38.	Método REBA, ayudante de envase A de pie	74
39.	Método REBA, ayudante de envase B.....	79
40.	Martillo de goma	87
41.	Llave de tubo	88
42.	Espátula.....	88
43.	Llave de mano	89
44.	Mesa....	90
45.	Máquina cerradora.....	91
46.	Compresor de aire	92
47.	Tapete antifatiga	93
48.	Diagrama del flujo de caja de las propuestas	98
49.	Bosquejo de propuesta	108
50.	Parte superior	115
51.	Parte inferior	115
52.	Equipo de protección personal	116

53.	Herramientas dañadas	117
54.	Herramienta inservible	121
55.	Distribución de espacios de trabajo.....	122
56.	Señal de seguridad	123
57.	Contaminación de ríos	126
58.	Posible material a reciclar	128
59.	Materiales industriales sólidos	129
60.	Contaminación en ríos	130
61.	Esquema del proceso del tratamiento del agua	131
62.	Código de colores para reciclaje	133

TABLAS

I.	Iluminación en el lugar de trabajo	28
II.	Nivel de ruido	30
III.	Pago de prestaciones del Igss por accidente en quetzales.....	41
IV.	Puntuación del tronco.....	48
V.	Puntuación del cuello	49
VI.	Puntuación de las piernas	50
VII.	Modificador de la puntuación de las piernas	51
VIII.	Puntuación del brazo.....	52
IX.	Puntuación del antebrazo.....	53
X.	Puntuación de la muñeca.....	54
XI.	Puntuación A.....	55
XII.	Puntuación B.....	55
XIII.	Puntuación carga o fuerza	56
XIV.	Puntuación de agarre	56
XV.	Puntuación C.....	57
XVI.	Actividad muscular	57

XVII.	Tipo de acción.....	58
XVIII.	Operador de envase sentado, grupo A	60
XIX.	Operador de envase sentado, puntuación A.....	60
XX.	Operador de envase sentado, grupo B	61
XXI.	Operador de envase sentado, puntuación B.....	61
XXII.	Operador de envase sentado, puntuación final	62
XXIII.	RULA, operador de envase sentado, puntuación A	63
XXIV.	RULA, operador de envase sentado, puntuación B.....	63
XXV.	RULA, operador de envase sentado, puntuación C y D	63
XXVI.	Ayudante de envase A sentado, grupo A.....	65
XXVII.	Ayudante de envase A sentado, puntuación A	65
XXVIII.	Ayudante de envase A sentado, grupo B.....	66
XXIX.	Ayudante de envase A sentado, puntuación B	66
XXX.	Ayudante de envase A sentado, puntuación final	67
XXXI.	RULA, ayudante de envase A sentado, puntuación A	68
XXXII.	RULA, ayudante de envase A sentado, puntuación B	68
XXXIII.	RULA, ayudante de envase A sentado, puntuación C y D.....	68
XXXIV.	Operador de envase de pie, grupo A	70
XXXV.	Operador de envase de pie, puntuación A.....	70
XXXVI.	Operador de envase de pie, grupo B	71
XXXVII.	Operador de envase de pie, puntuación B.....	71
XXXVIII.	Operador de envase de pie, puntuación final	72
XXXIX.	RULA, operador de envase de pie, puntuación A.....	73
XL.	RULA, operador de envase de pie, puntuación B.....	73
XLI.	RULA, operador de envase de pie, puntuación C y D	73
XLII.	Ayudante de envase A de pie, grupo A.....	75
XLIII.	Ayudante de envase A de pie, puntuación A	75
XLIV.	Ayudante de envase A de pie, grupo B.....	76
XLV.	Ayudante de envase A de pie, puntuación B	76

XLVI.	Ayudante de envase A de pie, puntuación final	77
XLVII.	RULA, ayudante de envase A de pie, puntuación A	78
XLVIII.	RULA, ayudante de envase B de pie, puntuación B	78
XLIX.	RULA, ayudante de envase A de pie, puntuación C y D	78
L.	Ayudante de envase B de pie, grupo A	80
LI.	Ayudante de envase B de pie, puntuación A.....	80
LII.	Ayudante de envase B de pie, grupo B	81
LIII.	Ayudante de envase B de pie, puntuación B.....	81
LIV.	Ayudante de envase B de pie, puntuación final	82
LV.	RULA, ayudante de envase B de pie, puntuación A	83
LVI.	RULA, ayudante de envase B de pie, puntuación B	83
LVII.	RULA, ayudante de envase B de pie, puntuación C y D.....	83
LVIII.	Resumen de las puntuaciones finales.....	84
LIX.	Nivel de riesgo	85
LX.	Costos del equipo	97
LXI.	Beneficios del proyecto	97
LXII.	Análisis VPN	99
LXIII.	Resultados VPN	100
LXIV.	Resultados CAUE	101
LXV.	Análisis TIR	102
LXVI.	Primera ecuación TIR.....	102
LXVII.	TIR de las opciones.....	103
LXVIII.	Resumen del análisis financiero.....	104
LXIX.	Ángulos de la propuesta.....	109
LXX.	Puntuación del grupo A de la propuesta	109
LXXI.	Puntuación del grupo B de la propuesta	110
LXXII.	Puntuación A y B de la propuesta	111
LXXIII.	Puntuación C del operador y el ayudante	111
LXXIV.	Puntuación C de la propuesta, ayudante de envase B.....	112

LXXV. Puntuación final de la propuesta..... 112

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
db	decibel
Kg	Kilogramo
Km	Kilómetro
lx	Lux
psi	Libras por pulgada cuadrada

GLOSARIO

Acrílico	Material plástico que se obtiene por polimerización del ácido acrílico o de sus derivados.
Alquídic	Material utilizado en la protección antioxidante para rellenar y en la composición de esmaltes de acabado.
Bidón	Recipiente utilizado para contener, transportar y almacenar líquidos.
Catalizador	Sustancia que acelera o retarda una reacción química sin participar en ella.
Cognitivo	Es aquello que pertenece o que está relacionado al conocimiento.
Dotación	Conjunto de cosas con que se puede proveer a alguien o algo.
Elongación	Aumento accidental de la longitud de un miembro o nervio.
Epóxico	Material que brinda resistencias en condiciones extremas de temperaturas, impacto y arrastre de objetos.

EPR	Evaluación postura rápida, método de evaluación ergonómico.
Escoliosis	Desviación lateral de la columna vertebral.
Estireno	Compuesto químico, líquido, incoloro y aromático utilizado en la preparación de polímeros.
Floculación	Proceso químico mediante el cual se aglutinan sustancias coloidales en el agua.
IES	Illuminating Engineering Society of North America, organización técnica en aspectos de iluminación.
ISO	International Standardization Organization, es la entidad internacional encargada de favorecer normas de fabricación, comercio y comunicación en el mundo.
Látex	Sustancia de aspecto lechoso, que se obtiene de los cortes hechos en el tronco de algunos árboles.
LCE	Lista de comprobación ergonómica, es un método de análisis.
Lordosis	Curvatura de la columna vertebral con la convexidad, hacia la parte anterior.

Lumbago	Dolor reumático que afecta huesos y músculos de la parte lumbar de la espalda.
OCRA	<i>Occupational repetitive action</i> , método de análisis ergonómico.
OWAS	<i>Ovako working analysis system</i> , método de análisis ergonómico.
Palé	Armazón de madera, plástico u otro material empleado en el movimiento de cargas.
REBA	<i>Rapid entire body assessment</i> , método de análisis ergonómico.
Sedimentación	Acción de algunas partículas sólidas que se depositan en el fondo de un recipiente que contiene un líquido.
Vinilo	Material plástico de amplio uso industrial.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó como una propuesta ergonómica, enfocada a los puestos de empaque de una fábrica de pintura. El tipo de proceso que realizaban para empacar todos los productos a base de solventes era de forma manual, lo cual implicaba un gran esfuerzo por parte de los trabajadores debido a las posturas adoptadas.

Si bien la ergonomía toma en cuenta distintos factores como la iluminación, el sonido y la ventilación, en este caso se presentan las posturas corporales adoptadas durante el proceso de empaque; por lo que fue necesario el uso de un método ergonómico, el cual brinda un resultado que ayuda a establecer la necesidad de mejoras en cada puesto.

Siguiendo los parámetros de un trabajo manual, se busca que los cambios en las tareas de empaque sean con un equipamiento adecuado de mobiliario y herramientas, acompañado de charlas técnicas con el fin de que las personas beneficiadas logren obtener el mayor rendimiento posible de todo el nuevo equipo, en conjunto con una adecuada capacitación para velar por el cuidado de su salud.

Todo lo anterior tiene el fin de que las nuevas posturas presenten un menor impacto físico y mental, por medio de posturas más naturales y con menos movimientos repetitivos que afecten la salud del personal de envase y empaque de los productos a base de solvente.

OBJETIVOS

General

Establecer la viabilidad de un proyecto para el mejoramiento ergonómico en el proceso de empaque de una fábrica de pinturas por medio del análisis financiero.

Específicos

1. Determinar cuantitativamente el mejoramiento en las posturas corporales que adoptan los trabajadores al utilizar el método ergonómico.
2. Estimular aspectos emocionales para que el empleado se sienta valorado y comprometido con las metas de la institución.
3. Analizar los movimientos que deben realizar los operarios al momento de estar empacando las diferentes presentaciones del producto.
4. Identificar las herramientas y el entorno físico con que se cuenta para realizar las tareas de cada puesto.
5. Estudiar los esfuerzos físicos que son requeridos para cada trabajo del departamento.

INTRODUCCIÓN

Las empresas en la actualidad están conscientes de la seguridad y salud laboral, ya que el bienestar de los trabajadores de una compañía contribuye de manera directa a su éxito. Para toda organización industrial debe ser prioritario el mejoramiento continuo dentro de la relación e interacción de los trabajadores y los elementos de su entorno.

Tras identificar carencias en el departamento de empaque, se procedió a realizar un análisis con el propósito de identificar y determinar las consecuencias que afectan o dificultan la realización de las tareas y los procesos en esa área de trabajo.

Por ello en Grupo Solid, consideran prioritario aplicar métodos que proporcionen alternativas viables y efectivas a las necesidades actuales, donde la ergonomía juega un papel primordial en las actividades ejecutadas por los trabajadores en el proceso productivo. El análisis ergonómico de los puestos de trabajo en el departamento de empaque genera satisfacción, calidad y productividad en el desarrollo de las diferentes etapas del proceso.

El presente estudio se establece en los principios de la ergonomía, que permite analizar los factores físicos y ambientales para el beneficio de todos los involucrados en el área, ya que existen actividades ejecutadas por los trabajadores que representan riesgo para su salud, donde radica la importancia de la presente propuesta.

El primer capítulo es una recopilación general de los datos en torno a la empresa: ubicación, productos, historia, misión, visión y organigrama.

Al conocer la empresa, lo siguiente es identificar la situación actual; se fundamenta entorno a la ergonomía en el área de empaque; se analizarán los siguientes aspectos: mobiliario, herramientas, iluminación, sonido, ventilación y, principalmente, las posturas de los trabajadores.

Se presenta en el tercer capítulo una propuesta enfocada en un método ergonómico para establecer las soluciones con que se mejoraría el ambiente laboral.

El capítulo cuatro establece los requisitos necesarios para el correcto funcionamiento de la propuesta. Por último, se tratan temas básicos pero esenciales para que una empresa pueda mantenerse a la vanguardia: la mejora continua y la responsabilidad social empresarial.

1. GENERALIDADES

1.1. La empresa

Grupo Solid, en su división Latin America Paint Corporation (LAPCO), es el mayor fabricante y distribuidor de pinturas y recubrimientos en Centroamérica; ofrece productos de alta calidad para los mercados domésticos, industrial, automotriz y madera. Cuenta con oficinas y operaciones propias en Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá.

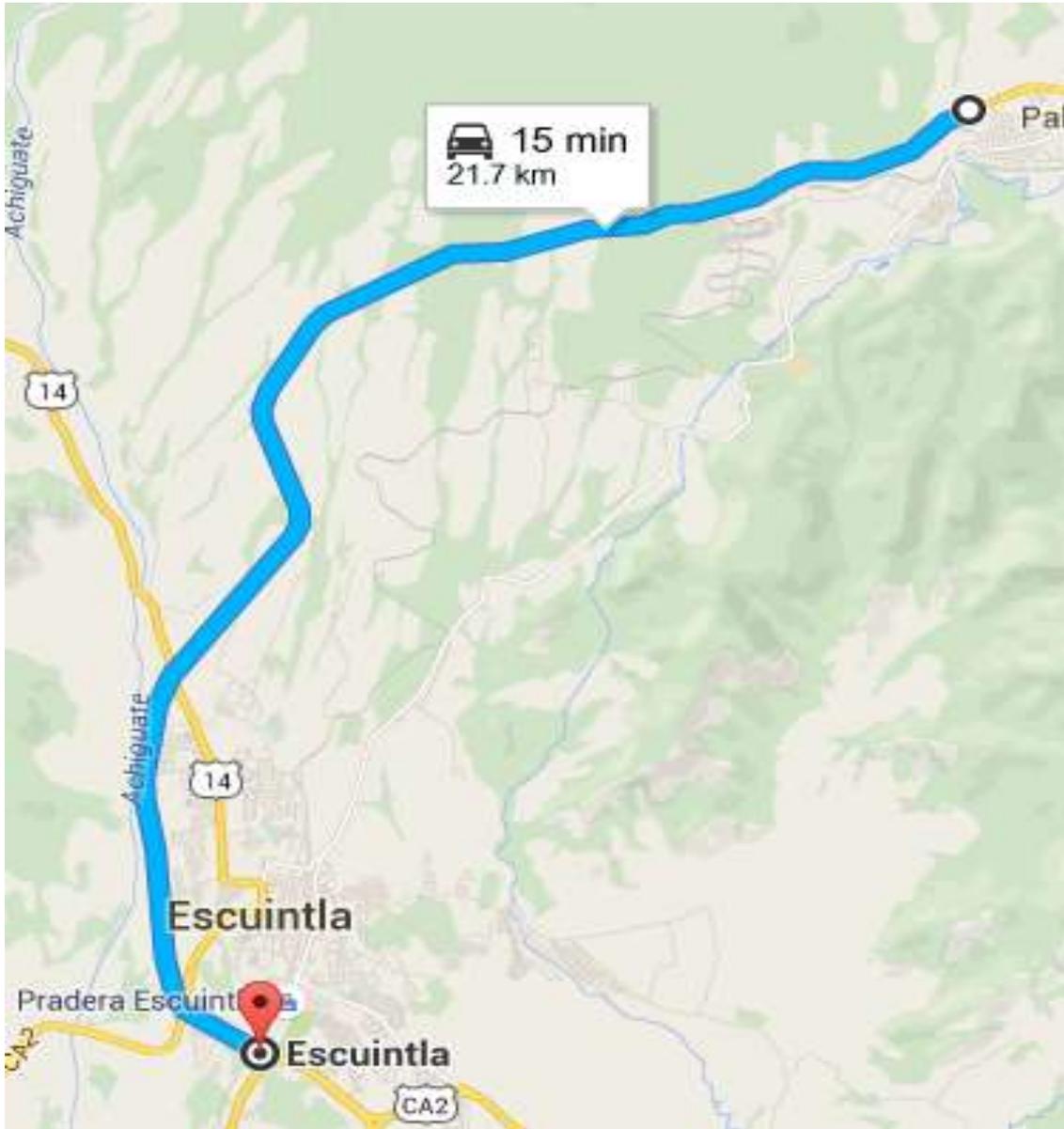
1.1.1. Ubicación de la empresa

Se encuentra ubicado en el kilómetro 63,5 del departamento de Escuintla, con dirección al municipio de Mazagua.

Para llegar a la empresa, la ruta más directa es la que se describe a continuación. Para esta ruta es necesario dirigirse por la carretera CA-9 en dirección al océano Pacífico, saliendo del municipio de Guatemala, pasando los municipios de Villa Nueva, Amatitlán y llegar a la bifurcación de la autopista y el pueblo de Palín.

Se debe tomar el peaje de la carretera Palín, Escuintla, se recorre en esta dirección 21,7 km, en este trayecto se pasara una salida hacia los municipios de Siquinalá y Santa Lucía Cotzumalguapa; quedando este tramo atrás se continua en la misma dirección.

Figura 1. Trayecto, etapa 1



Fuente: Google Maps.

www.google.com.gt/maps/dir/Garita+de+Control+de+Peaje+Marhnos,+Carretera+CA-9,+Palín/

Consulta: 8 de junio de 2015.

Al ubicar el segundo paso de desnivel, se toma el camino que conduce hacia Mazagua; en esta nueva ruta se deberá conducir por aproximadamente 3,9 km. las instalaciones de la empresa se encuentran a mano derecha; se ubica la entrada al finalizar una pared verde con vallas publicitarias de los productos de la compañía.

Figura 2. Trayecto, etapa 2



Fuente: *Google Maps*.

www.google.com.gt/maps/dir/Garita+de+Control+de+Peaje+Marhnos,+Carretera+CA-9,+Palín/

Consulta: 8 de junio de 2015.

1.1.2. Reseña histórica

Fundada en 1955, la compañía inicia en Guatemala con una tienda de pinturas Paleta, importando una marca internacional. Años más tarde, se expande a nivel nacional como precursor de una marca reconocida internacionalmente que contaba con fábricas en cada país de Centroamérica.

En 1977 abre una fábrica de pinturas en Guatemala y en 1981 adquiere las fábricas del mencionado proveedor internacional en Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua las que consolida en una sola en Guatemala.

A partir de ese año adquiere el derecho para distribuir dicha marca en el norte de Centro América e inicia la expansión de sus operaciones para El Salvador y Honduras.

En 1990 desarrolla la marca de pinturas Corona para el canal de distribución independiente, junto con una red propia llamada Deferret, que comercializa artículos relacionados con la pintura y ferretería.

En 1995 abre el canal de venta directa, Sytec, con una fuerza de ventas directa en Guatemala, El Salvador y Honduras; inicia operaciones de distribución en Nicaragua.

En 1997 adquiere el derecho de distribución de una reconocida marca internacional de productos para el repintado automotriz; en 1998 abre operaciones en Costa Rica y en 1999 en Panamá, ambas inician con el canal de distribución Corona.

En el año 2002 deja de ser licenciataria de la anteriormente mencionada marca internacional y se dedica al desarrollo de sus marcas propias Domestic, Corona y Sytec.

En el 2003 inicia operaciones de Sytec en Nicaragua, Costa Rica y Panamá y tiendas propias Paleta en El Salvador; desarrolla el concepto de franquicias de tiendas de pintura Corona Paint Center.

En el 2004 se convierte en el distribuidor exclusivo en la región de Internacional de Akzo Nobel para el mantenimiento industrial; en el 2005 comienza la distribución exclusiva de las marcas Wanda y Siekkens para cubrir las necesidades del mercado automotriz, junto con su propia marca: Nova.

En el 2006 extiende su cobertura de tiendas propias Paleta hacia Honduras, en puntos estratégicos en San Pedro Sula y Tegucigalpa.

En el 2012 por razones de crecimiento, la empresa cambia la ubicación de la fábrica que se encontraba en el municipio de Villa Nueva y se traslada al kilómetro 63,5 en el departamento de Escuintla.

1.1.3. Misión

Grupo Solid tiene la misión de proteger, mantener y embellecer ambientes, instalaciones, equipos y maquinaria industrial a través de la distribución y venta de pintura de alta calidad y de productos complementarios, por medio de un equipo de ventas integrado por asesores especializados enfocados a las necesidades de cada tipo de cliente.

1.1.4. Visión

Se fundamenta en la metodología de expansión de 4 dimensiones (4D), implementada en el 2008:

- Dimensión 1: número uno en pinturas en Centro América.
- Dimensión 2: diversificación, nuevos negocios.
- Dimensión 3: integración, nuevos negocios con materia prima de alto consumo.
- Dimensión 4: nuevos mercados: expansión a nuevos países.

1.1.5. Línea de productos

Dentro de los productos que comercializa la empresa para los diferentes mercados, se cuentan con una amplia variedad de los mismos para el recubrimiento de distintas superficies, para situaciones comunes para circunstancias más específicas; se clasifican en diferentes categorías:

- Látex: en esta categoría se tienen todas las pinturas a base de látex acrílica.
 - Pintura látex: acrílica para uso en exteriores e interiores de superficies de concreto, repello, block, madera y metal galvanizado, usada en ambientes agresivos y de gran altura.
 - Pintura látex acrílica: para superficies como concreto, repello, block y madera de uso preferencial en ambientes arquitectónicos.

- Pintura látex vinil acrílica: para uso en interiores y exteriores de ambientes moderados. De preferencia para cielos.
- Pintura látex acrílica: de gran resistencia a la corrosión y abrasión. Ideal para aplicar en superficies no ferrosas, como lámina galvanizadas.

Figura 3. **Categoría látex**



Fuente: *Látex*. www.pinturaspaleta.com/productos/latex. Consulta: 30 de junio de 2015.

- Aceite: conformado por las pinturas o esmaltes alquídicos
 - Esmalte alquídico brillante: con gran durabilidad y desempeño, para uso en acero estructural y mantenimiento. Para uso en trabajos de protección en acero en tanques, tuberías y señalizaciones.
 - Pintura alquídica de alto brillo: genera un acabado de alta dureza y buen color. Buena resistencia al desgaste y a la abrasión, producto adecuado a trabajos domésticos e industriales livianos.
 - Esmalte alquídico doméstico de alto brillo: buen cubrimiento y adherencia. Para ambientes moderados y trabajos de protección y decoración doméstico.

Figura 4. **Categoría aceite**



Fuente: *Aceite*. www.pinturaspaleta.com/productos/aceite. Consulta: 30 de junio de 2015.

- Anticorrosivos
 - Anticorrosivo para ambientes moderados: su principal característica es proteger las superficies del ataque de la humedad que pueda acelerar el proceso de corrosión.
 - Anticorrosivo de tipo industrial: ideal para ambientes agresivos, inhibiendo la corrosión eficientemente.
 - Anticorrosivo económico: uso doméstico para prevenir la corrosión en ambientes moderados.
 - Pintura de látex acrílica estirenada: resistente a la corrosión y abrasión.
 - Anticorrosivo alquídico de gran duración y buen desempeño: para uso en acero estructural y mantenimiento. Ideal para la protección de tanques de acero, tuberías y señalizaciones.

Figura 5. **Categoría anticorrosivo**

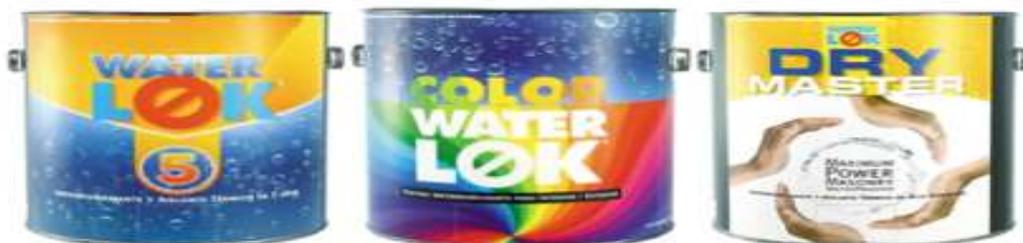


Fuente: *Anticorrosivo*. www.pinturaspaleta.com/productos/anticorrosivos. Consulta: 30 de junio de 2015.

- Impermeabilizantes

- Impermeabilizante y aislante térmico: no permite la filtración de humedad, disminuye la transferencia de calor por radiación y conducción al interior de construcciones; se puede aplicar en techos de concreto, lámina galvanizada y fibrocemento.
- Impermeabilizante de alto desempeño: bloquea y contiene el agua y la humedad; especial uso en paredes externas de tanques o pilas.
- Barniz transparente para paredes a base de silicona: formulado con hidrorrepelentes para dar protección a los materiales; sella la superficie evitando la penetración del agua.
- Impermeabilizante elastomérico: este producto tiene la propiedad de elongación que permite tolerar las deformaciones generadas por movimientos estructurales y cambios de temperatura.

Figura 6. **Categoría impermeabilizantes**



Fuente: *Impermeabilizantes*. www.pinturaspaleta.com/productos/impermeabilizante. Consulta: 30 de junio de 2015.

- Especialidades
 - Pintura para piscinas: es un recubrimiento con alta resistencia a químicos utilizados en agua clorada y a la alcalinidad; diseñada para ser utilizada en piscinas, tanques de recolección y fuentes ornamentales.
 - Pintura para techos: pintura látex acrílico de secado rápido; proporciona protección a la intemperie, resistente a quebraduras, desgaste, manchas, decoración, erosión y moho; ideal para usar en techos de lámina galvanizada, lámina de fibrocemento y tejas.
 - Ladrillo visto: producto transparente a base de terpolímero vinil acrílico, repele el agua; se puede aplicar en superficies verticales e inclinadas de piedra y ladrillo.
 - Pintura para pisos: producto látex de acabado mate, buena resistencia a la abrasión y tráfico peatonal; diseñado para ser usado en pisos de madera y concreto.
 - Acondicionador de superficie: producto látex, diseñado para ser aplicado en superficies que presentan poca adherencia.
 - Relleno de bloques: es un producto base de agua diseñado para dar un relleno a superficies porosas.
 - Pintura para pizarrón: producto formulado para ser utilizado en la fabricación y mantenimiento de pizarrón permite obtener un acabado conveniente.

- Acrílico primario: producto a base de resina acrílica, elaborado para ser usado como primario en superficies nuevas de concreto o cemento que puedan presentar problemas de alcalinidad.
- Anticorrosivo base agua: producto diseñado para ser aplicado en lámina galvanizada.
- Pintura para tráfico: producto de resina alquímica modificada con caucho clorado, diseñado para señalización en superficies de concreto o asfalto; elaborado para alto tráfico vehicular.
- Diluyente de grado epóxico: diluyente de una gran resistencia a los efectos de pérdida de brillo y mala nivelación en el momento de aplicación de sistemas epóxicos.
- Epóxico: altamente resistente a químicos, agua y abrasión, con un alto grosor de película; formulado a partir de resina epóxica.
- Retardante del fuego: producto del tipo acabado acrílico; posee una resina siliconada de alta resistencia a la temperatura.
- Pintura de aceite de linaza: brinda durabilidad y adherencia; permite prevenir la aparición de moho en superficies de metal.
- Catalizador: para acelerar el secado de esmaltes alquídicos sintéticos.
- Fragancia para pintura látex: crea una atmosfera agradable durante las etapas de aplicación y secado de la pintura.

Figura 7. **Categoría: especialidades**



Fuente: *Especialidades*. www.pinturaspaleta.com/productos/especialidades. Consulta: 30 de junio de 2015.

1.1.6. Estructura organizacional

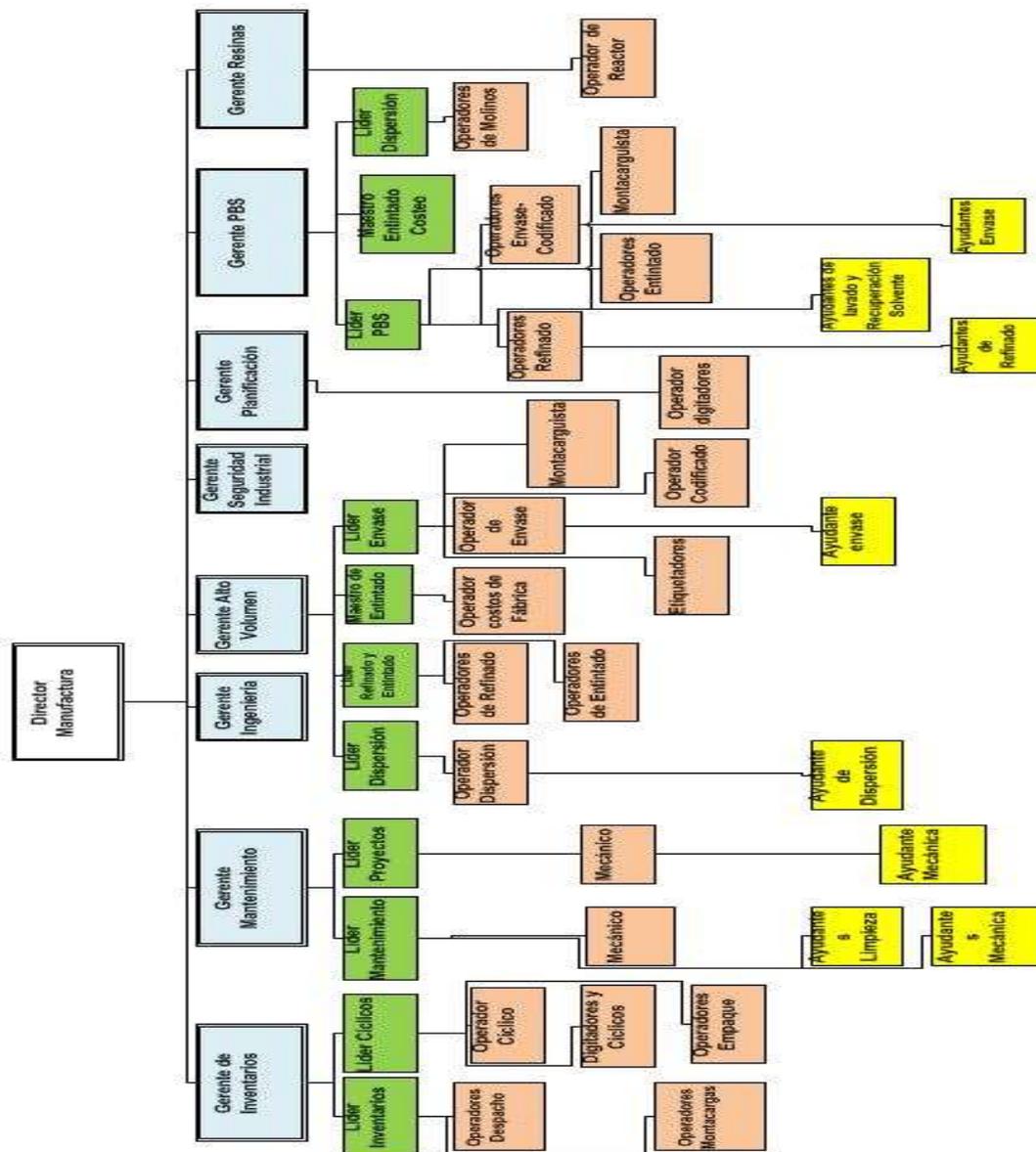
En toda empresa o institución es necesario tener debidamente definida la estructura de sus puestos de trabajo con la intención de facilitar el entendimiento de las funciones de cada uno para generar resultados positivos.

1.1.6.1. Organigrama

El organigrama de la fábrica de pinturas está estructurado en varios niveles jerárquicos: en el primer nivel está el director de manufactura; en el segundo nivel, todos los gerentes de los diferentes departamentos de la empresa; en el tercer nivel, los puestos líderes y en los siguientes niveles se encuentran los diferentes operadores y ayudantes de la empresa.

En la siguiente imagen y con la finalidad de facilitar la comprensión se presentan con detalle todos los puestos de la empresa.

Figura 8. Organigrama de la empresa



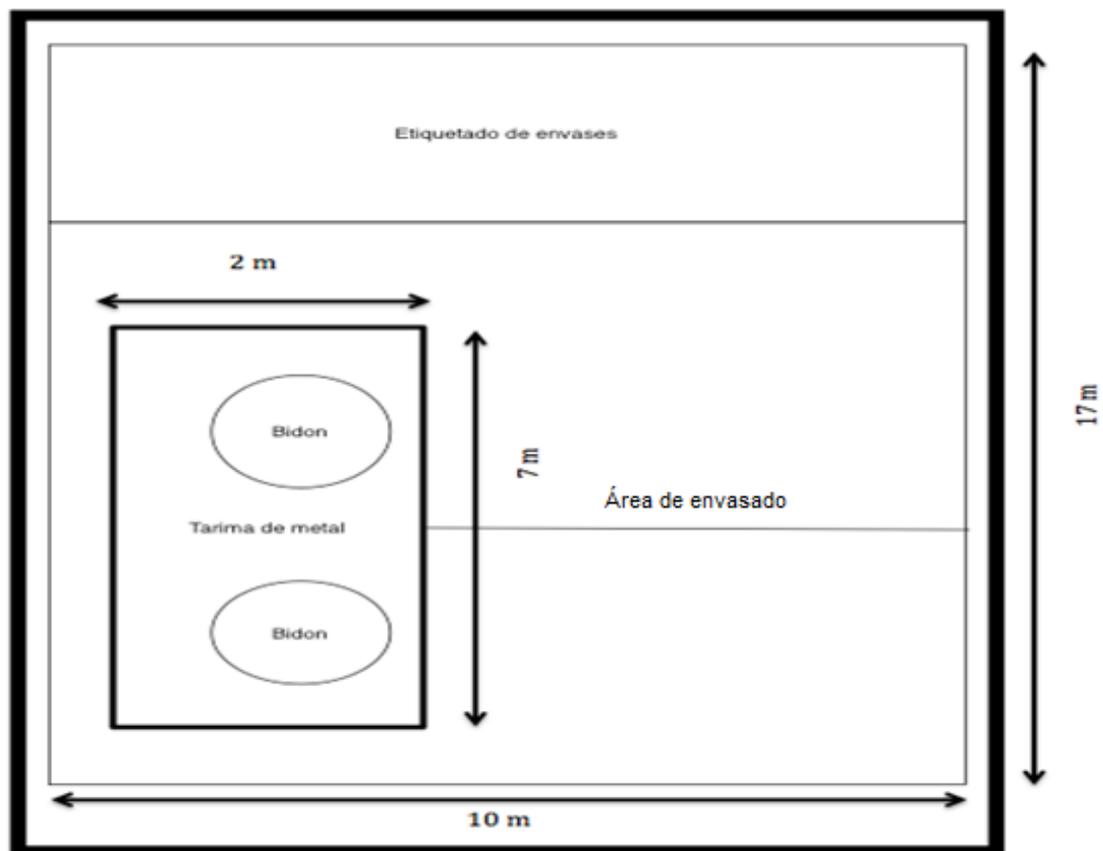
Fuente: Grupo Solid. Fecha: 10 de julio de 2015.

1.1.6.2. Área de empaque

Dentro de la empresa se tienen diferentes áreas de empaque cada una ubicada en los domos donde se producen sus diversos productos.

El presente estudio se enfoca en el área de empaque de los productos a base de solvente (PBS).

Figura 9. Área de empaque



Fuente: elaboración propia.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Departamento de empaque

El departamento de empaque se encarga de gestionar los procesos de envasado, sellado, empaque y embalaje de todos los productos elaborados en el área. También, registra la cantidad de producto envasado por cada lote fabricado, previo a ser trasladado a la bodega de producto terminado.

2.1.1. Descripción de puestos

Para realizar las tareas de envasado, empaque, embalaje y otras funciones afines al departamento se cuenta con grupos de tres personas y un etiquetador, los cuales van a tener que desempeñar operaciones específicas a lo largo del proceso.

- Operador de envase: este operario es el líder del equipo; debe supervisar que el bidón que se encuentra en la tarima sea el correcto previo a iniciar el proceso de envasado; será el encargado de verter el producto en el envase y posteriormente ponerlo al alcance del ayudante de envasado A.
- Ayudante de envase A: tiene la función de colocar y asegurar las tapas en los envases que ha procesado el operador de envase, después debe trasladar los envases al ayudante de envase B.

- Ayudante de envase B: debe ingresar los empaques primarios en los secundarios, para después colocarlos en el palé para lo que sería la etapa de embalaje. En caso de ser envases de cinco galones metálicos, él se asegura de ajustar la tapa al envase con la herramienta denominada araña manual.
- Etiquetador: su función es la de colocar las etiquetas de las diferentes marcas en los envases que serán utilizados en el proceso de empaque.

2.1.2. Envasado manual

El proceso de empaque de los productos fabricados en el área de PBS es considerado un proceso manual, debido a la falta de maquinaria y tecnología.

Para llevar a cabo el proceso de empaque, es necesario que por medio de un montacargas se traslade el bidón con el producto hacia una tarima; posteriormente, se adecua el mobiliario necesario para realizar el proceso de envasado; también, se trasladan los envases en los cuales se deposita el contenido que se encuentra en el bidón; al tener instalado lo anteriormente mencionado se inicia la etapa de envasado en la cual una persona por medio de una llave va vertiendo el producto; inmediatamente, una segunda persona se encarga de sellar el envase para evitar algún derrame; conforme se realiza las tareas, una tercera persona coloca todo en cajas para facilitar su manejo si en caso su volumen no es muy grande; después es acomodado y asegurado todo en un palé para efectuar su traslado con el montacargas hacia la bodega de producto terminado; queda así los deberes de limpieza del área previo a trabajar con otro lote.

Figura 10. Área de empaque



Fuente: elaboración propia.

2.1.2.1. Envase

Para el proceso de envasado se cuenta con una diversidad de tipos de envases los cuales se pueden clasificar por el tipo de material que están hechos y del cual se pueden encontrar dos: metal o plástico, respectivamente; o bien por el volumen de su contenido que sería de $\frac{1}{4}$ de galón, un galón y cinco galones.

Las presentaciones de $\frac{1}{4}$ de galón únicamente se tienen en metal; mientras que para un galón se tendrán ambos materiales, pero la presentación del galón plástico solo se utiliza en solventes; para cinco galones se cuentan con los dos materiales.

Figura 11. **Tipos de envases**



Fuente: elaboración propia.

2.1.2.2. Empaque

En el lugar de trabajo se utilizan dos tipos de empaques: el primario, los envases anteriormente explicados los cuales están en contacto directo con el producto; el segundo empaque es una caja la cual facilita el manejo y traslado del producto desde el área hasta el punto de venta.

El segundo empaque únicamente se utiliza con las presentaciones de $\frac{1}{4}$ de galón; se colocan seis unidades por caja y un galón del cual se depositan cuatro unidades por caja; para la presentación de cinco galones no se utiliza debido al volumen del envase.

Figura 12. **Empaques del producto**



Fuente: elaboración propia.

2.1.2.3. Embalaje

El proceso de embalaje permite asegurar y facilitar el proceso de traslado del producto a la bodega; para esta etapa se coloca todo en el palé de madera; de acuerdo al volumen de los envases, se regula la cantidad de producto por cada palé; para las presentaciones de $\frac{1}{4}$ se tendrán 105 empaques de seis unidades cada uno; cuando se trata del embalaje de un galón se agrupan 54 empaques de cuatro unidades y para el embalaje de unidades de cinco galones se tienen 36 por palé.

Figura 13. Embalaje del producto



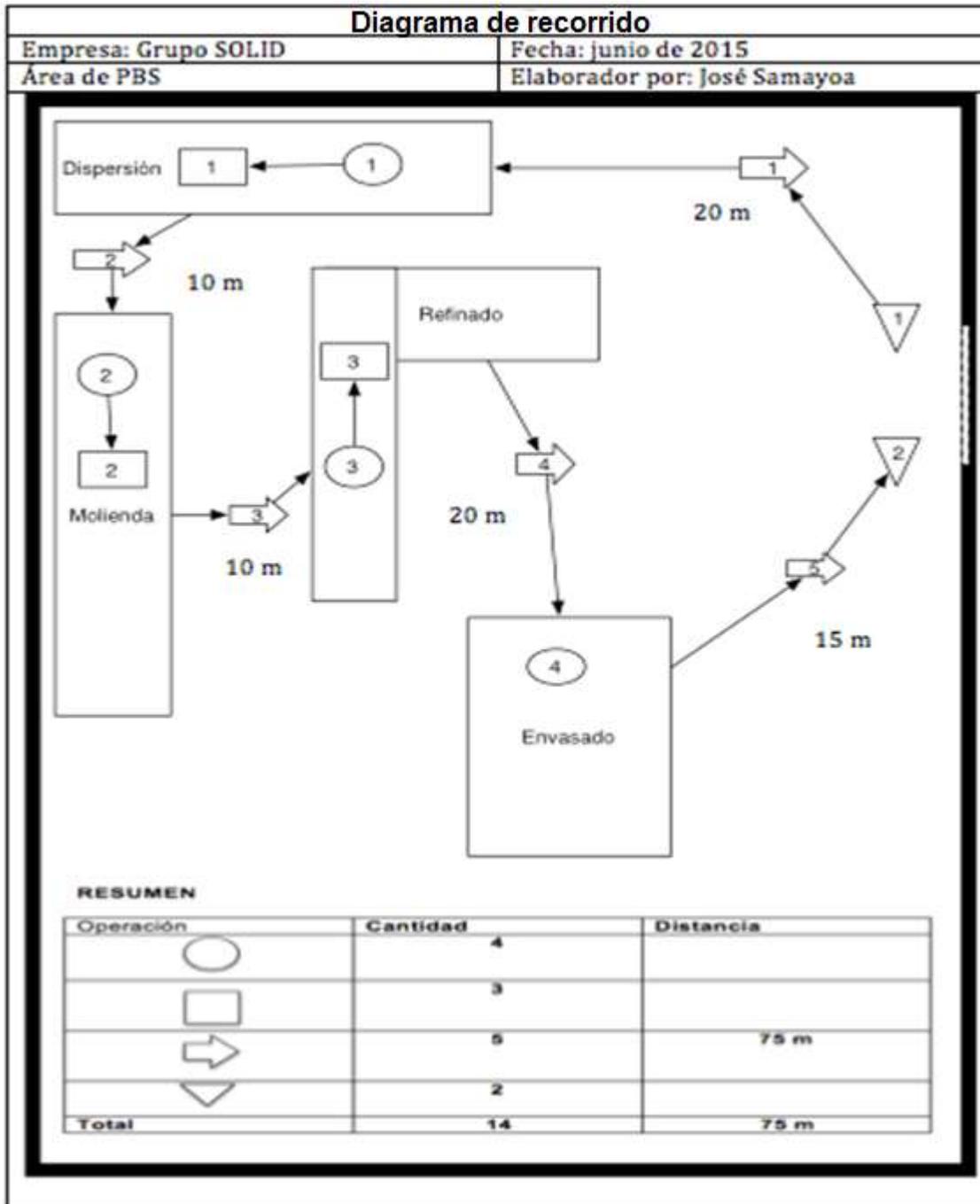
Fuente: elaboración propia.

2.1.3. Diseño de línea

Para la elaboración de la gran cantidad de productos que comercializa la empresa es necesario realizar los siguientes procesos.

- Etapa de dispersión: por medio de unas máquinas conocidas como dispersores se mezclan todos los materiales que requiere el producto, aditivos y pigmentos; el fin de este proceso es que todos los materiales obtengan un aspecto homogéneo.
- Etapa de molienda: la segunda etapa únicamente se aplica a ciertos productos: las pinturas de tránsito, vehículos y los que tienen una base de aceite; la función de la molienda es disminuir los componentes de la masa que se obtiene en la dispersión por medio del uso de un molino en el cual ingresa la masa homogénea obtenida en la dispersión; el fin de la segunda etapa es que el producto obtenga un mejor brillo y textura.
- Etapa de refinado: en un tanque agitador compuesto por un motor, se busca mezclar la masa de las etapas anteriores con otra serie de materiales como aditivos y tintes; esta etapa tiene la finalidad de adecuar los parámetros del *batch* con los estándares de la empresa: la tonalidad de la pintura, la viscosidad del producto, extraer el aire de la masa.
- Etapa de envase: es el proceso final del producto el cual se detalló en el punto 2.1.2 de este estudio.

Figura 14. Diagrama de recorrido



Fuente: elaboración propia.

2.1.4. Mobiliario y equipo

En el área de PBS se cuenta con el siguiente mobiliario para la elaboración de todas las tareas: desde el etiquetado, el envasado, el empacado hasta el embalaje del producto.

- Tarima de metal: se cuenta con una estructura metálica donde se colocan los bidones con el fin de generar una distancia apropiada entre el suelo y el ducto de afluencia del producto, espacio en el cual se colocan otros equipos que se detallan más adelante así como los envases mismos.
- Mesa ajustable: este equipo permite a los operarios realizar el proceso de envase desde una posición de pie; varía la altura los operarios pueden obtener el espacio necesario.
- Mueble de madera: presentan una inclinación donde se coloca un recipiente cilíndrico con malla; este mueble se utiliza cuando el proceso de envase se realiza al nivel del suelo.
- Cilindro metálico: tiene como objeto captar el producto proveniente del bidón para luego distribuirlo con más facilidad a los envases; evita así que se derrame el producto.
- Sillas plásticas: utilizadas únicamente por las personas que tienen la función de etiquetar los envases.
- Banco de madera: en este la persona encargada de la etapa de etiquetación coloca lo que son las etiquetas y el pegamento.

Figura 15. **Mobiliario y equipo**



Fuente: elaboración propia.

2.1.5. Iluminación

La iluminación es uno de los aspectos más importantes para la ejecución de tareas simples hasta para operaciones complejas; los beneficios de que en un lugar de trabajo se cuente con una iluminación adecuada pueden ser: que el trabajo realizado sea de una óptima calidad lo cual podrá significar un mejor rendimiento dado que en el lugar se tendrían condiciones adecuadas que al final pueden representar una disminución de accidentes.

Así como se presentan beneficios, también se tienen consecuencias de una iluminación escasa o excesiva; esto puede representar al operario enfermedades del tipo ocular y en el ambiente de trabajo se pueden presentar situaciones negativas u opuestas a los beneficios anteriormente detallados.

En la industria se tienen dos tipos de iluminación: la natural y la artificial; la iluminación natural es la que se genera por el sol de la cual se tienen dos tipos: la directa y la reflejada; la artificial es la que se va a generar por el uso de luminarias.

Para el área de PBS, se presentan ambas iluminaciones; durante el día se aprovecha la luz natural, aunque en ocasiones de nubosidad y lluvia durante el día al igual que en la noche se tiene que usar la artificial.

Figura 16. **Iluminación en el área**



Fuente: elaboración propia.

Para el cálculo de la iluminación en un lugar de trabajo en el área de empaque existen dispositivos denominados luxómetros o bien dispositivos electrónicos, instalando una aplicación.

En la siguiente tabla se presentan los valores en lux de la iluminación con que cuentan los operarios mientras realizan sus funciones; los valores presentados se obtienen de una aplicación para dispositivos electrónicos denominada luxómetro, versión 2.0, diseñada por KHTSXR.

Tabla I. **Iluminación en el lugar de trabajo**

Iluminación natural	Valor máximo en lux	Valor mínimo en lux
Mañana	320 Lx	225 Lx
Medio día	320 Lx	225 Lx
Tarde	320 Lx	225 Lx

Fuente: elaboración propia.

2.1.6. Ventilación

Es un elemento importante que se debe considerar en cada espacio ya que influye en la salud y la productividad de los ocupantes de cada ambiente; la ventilación busca reducir la temperatura que se genera por cada componente y ocupante en el lugar, que el nivel de oxígeno del aire sea el adecuado y disipar las partículas que contaminan el lugar.

En caso de no existir una adecuada ventilación en el lugar, se expone a que se desarrollen virus, hongos o que permanezcan remanentes de partículas tóxicas las cuales puedan afectar en un período de tiempo a los operarios de lugar con enfermedades o malestares como dolor de cabeza, náuseas, desvanecimientos y otros relacionados con las vías respiratorias.

En el lugar de estudio se presenta que se de ventilaciones: la primera es la natural la cual se obtiene por las puertas que se mantienen abiertas y la segunda es la forzada que se produce por medio de ventiladores los cuales se encargan de ingresar el aire al lugar y así mantener una adecuada ventilación.

Figura 17. **Ventilación forzada**



Fuente: elaboración propia.

2.1.7. Ruido

El ruido es otro de los elementos que se contemplan en la ergonomía, en este caso en la ambiental; la razón es para conocer la exposición de los operarios al ruido que se genera mientras realizan su trabajo.

Como en toda industria, las operaciones realizadas y la maquinaria generan una determinada cantidad de ruido la cual se puede medir por medio de un sonómetro o también con el uso de una aplicación para un dispositivo electrónico, denominado sonómetro, versión 1.8, elaborada por Splend Apps, de la cual se obtienen una serie de valores en decibeles que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla II. Nivel de ruido

Muestra No.	Valor mínimo dB	Promedio dB	Valor máximo dB
1	50	55	75
2	52	58	83
3	54	61	89
4	55	61	88
5	57	65	86
6	47	63	86
7	55	61	88
8	57	62	87
9	56	61	87
10	56	60	86
Promedio	53,9 decibeles	60,7 decibeles	85,5 decibeles

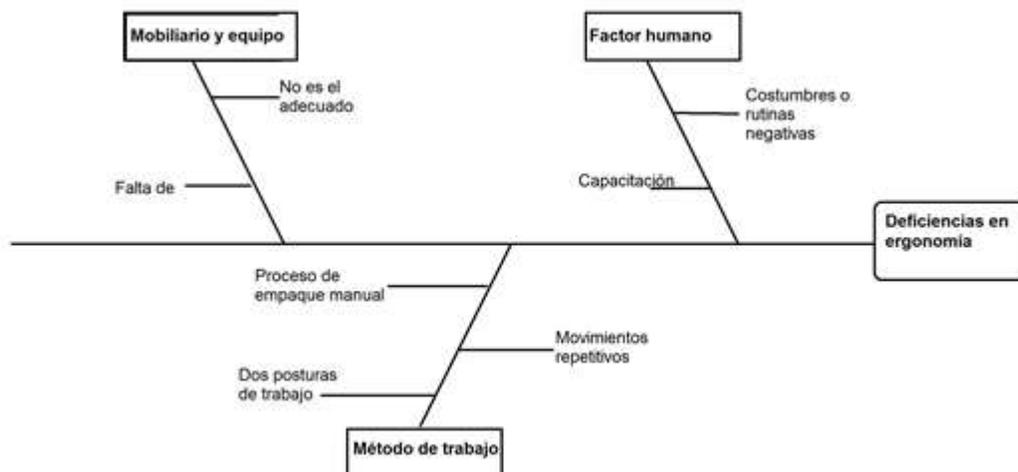
Fuente: elaboración propia.

2.2. Situación ergonómica

La ergonomía es una disciplina científica que busca analizar la relación e interacción entre el ser humano y los elementos que componen su entorno; tiene de referencia los factores físicos, cognitivos, sociales y ambientales, esto con el fin de mejorar y optimizar, el bienestar de las personas y la calidad de las tareas.

En el área de empaque de los productos a base de solvente, se presenta la problemática sobre las condiciones en que operan los trabajadores no son las más adecuadas debido a las posturas que adquieren al efectuar sus funciones; esto es debido a carencias en mobiliario, técnicas inadecuadas, mientras ejecutan los procesos a su cargo.

Figura 18. Diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia.

2.2.1. Ergonomía en los puestos de trabajo

Los operarios pueden ejecutar las funciones de envase, empaque y embalaje en dos posturas diferentes: la primera es a nivel del suelo y la segunda es de pie.

En la primera condición de trabajo los operarios utilizan los mismos envases de empaque para evitar tener que ejecutar sus funciones en cuclillas, esta acción genera un desorden en el lugar, en el caso de una emergencia podría convertirse en un accidente. La postura ergonómica que adoptan los trabajadores en combinación con las características del entorno físico hace que en esa postura las personas deban realizar su tarea; la que con el tiempo se puede convertir en malestar en la espalda, que es una de las dolencias que más se presenta en las personas que laboran en la industria.

Figura 19. **Proceso a nivel del suelo**



Fuente: elaboración propia.

En la segunda posición de trabajo, los operarios para realizar su labor están de pie; esta posición es cansada y puede representar para el operario dolores en la espalda, un gran cansancio si se mantiene durante largos periodos de tiempo, inflamación en pies o piernas; problemas sanguíneos sino se tiene la postura y el mobiliario adecuado para realizar su trabajo.

Figura 20. **Posición de pie**



Fuente: elaboración propia.

2.2.2. Análisis de movimientos repetitivos

Para las operaciones de envasado, empaque y embalaje se requiere que los operarios realicen una serie de movimientos cíclicos por cada unidad procesada, los cuales al tener un ciclo de tiempo corto representan que se deba repetir la tarea múltiples veces por minuto; en algunos casos el movimiento inadecuado que con el pasar del tiempo pueda convertirse en una lesión.

- Operador de envase
 - Cada vez que necesitan envases debe girar sobre su cintura para alcanzarlos.

Figura 21. **Posición repetitiva 1**



Fuente: elaboración propia.

- En caso de que ejecuten el envasado con la mesa ajustable, se deben inclinar para alcanzar los envases que están en el suelo.

Figura 22. **Posición repetitiva 2**



Fuente: elaboración propia.

- Ayudante de envase A
 - Cuando el operario está de pie, mientras coloca las tapas, en ocasiones debe inclinarse para retirarlas de la caja donde se encuentran.

Figura 23. **Posición repetitiva 3**



Fuente: elaboración propia.

- Ayudante de envase B
 - Cuando se envasa el producto en presentación de cinco galones debe el operario trasladar el envase hacia el palé.

Figura 24. **Posición repetitiva 4**



Fuente: elaboración propia.

- Cuando ajusta la tapadera metálica en el envase de cinco galones con la herramienta denominada araña manual deben algunos operarios apoyarse sobre el instrumento y adoptar una mala postura repetitivamente.

Figura 25. **Posición repetitiva 5**



Fuente: elaboración propia.

2.2.3. Instrumentos y herramientas utilizadas

Para el cumplimiento de sus funciones, los trabajadores requieren hacer uso de herramientas comunes hasta algunas más especializadas al proceso.

- Martillo de goma: es el instrumento más utilizado durante el proceso, ya que permite ajustar la tapadera al envase sin causarle algún daño.
- Llave de tubo: con este artefacto colocan y ajustan la llave de paso que requiere el bidón para lograr controlar el flujo del producto que se está vertiendo.

- Araña manual: herramienta utilizada cuando envasan el producto en la presentación de cinco galones metálico, les permite doblar las pestañas de la tapadera, ajustándolas al envase.

Figura 26. **Araña manual**



Fuente: elaboración propia.

- Espátula: utensilio que permite raspar el producto que se encuentre en las paredes del bidón, para luego ser orientado por el ducto de vertido hacia los envases.
- Llave de mano: con esta pieza retiran un tapón que se encuentra en ducto del bidón.

Figura 27. **Uso de la llave de mano**



Fuente: elaboración propia.

2.2.4. Consecuencias en el departamento de empaque

Al ser la última etapa en la línea de producción, resulta crucial que el proceso sea ejecutado de manera productiva, debido a que un retraso en esta etapa representa que el producto se demore en ser procesado y entregado a bodega para su distribución; también, retrasa la ejecución de todo el producto que está en proceso; esto afecta el cumplimiento de las metas programadas a corto, mediano y largo plazo.

2.2.4.1. Consecuencias para operarios

De los riesgos en la salud que se pueden presentar al no tener puestos de trabajo ergonómicos para el trabajador se presentan tres tipos: fisiológico, psicológico y comportamiento.

Los riesgos fisiológicos, al presentarse en el operario representan un gran daño debido al malestar que mantiene el trabajador, también, debe ausentarse de su labor para ir por el médico por las secuelas del daño ocurrido.

Dentro de las enfermedades y lesiones que puede presentar una persona por una mala postura o un mal movimiento se tienen.

- Lumbago
- Lordosis
- Escoliosis
- Miopatías
- Trastornos musculo esqueléticos
- Daños en los tendones, músculos, nervios y articulaciones

El otro punto de vista es el de la condición psicológica que puede generar algún daño a futuro a la persona; ejemplos de esto es la sobrecarga de trabajo, depresión, ansiedad y el estrés los cuales terminarán convirtiéndose con el pasar del tiempo en una enfermedad.

El tercer riesgo que puede presentar una persona con respecto a la ausencia ergonómica es el comportamiento, lo cual está relacionado con la insatisfacción laboral; los problemas que puede sufrir el operario por la insatisfacción son actitud negativa y depresión.

Otras consecuencias entorno al operador que se pueden dar en caso de un accidente son: los gastos en transporte por atención médica, insumos médicos no contemplados en el tratamiento, disminución de los ingresos económicos, problemas familiares tanto en el aspecto económico y cambios en las rutinas diarias de la familia.

Tabla III. **Pago de prestaciones del Igss por accidente en quetzales**

Año	No. De casos	Monto pagado
2000	682	1 301,90
2001	580	1 432,50
2002	541	1 232,30
2003	520	1 320,10
2004	485	1 374,10
2005	443	1 444,20
2006	399	1 368,80
2007	415	1 441,00
2008	394	1 224,80
2009	302	1 122,70
2010	129	1 003,50

Fuente: Instituto Guatemalteco de Seguridad Social. *Boletín de prestaciones pecuniarias*.
http://www.igssgt.org/images/informes/subgerencias/boletin_pecuniario2010.pdf. Consulta: 27
 de octubre de 2017.

2.2.4.2. Consecuencias para el área

Las consecuencias generales para el área pueden ser: ausentismo de personal debido a la enfermedad o bien que la persona deba solicitar permiso para ir al médico y disminución en la productividad de los operarios debido a las condiciones laborales y la insatisfacción que sienten los trabajadores. Un estudio realizado por el Instituto Nacional de Estadística de España, en 2013,

indicaba la existencia de ausentismo en un 4,3 % por mal acondicionamiento del entorno

En caso de que la situación no mejore por parte de la empresa, los operarios pueden solicitar un cambio para desempeñar otra función o retirarse de la institución.

Es por ello que la ergonomía está dirigida a la prevención y el control de lesiones musculares y mejora las capacidades del trabajador y a su vez la producción; pasa por etapas o estudios que contemplen la distribución de la planta, las herramientas y el equipo adecuado al proceso con el que interactúan las personas.

Estudios realizados por Liao MH y Drury CG, demostraron que una modificación en la tarea de trabajo disminuyó en un 12 % el número de errores; otro estudio realizado por Marklin RW, Wilzbacher JR, demostró que se logró reducir en un 29 % el número de lesiones de columna y un 90 % de los trabajadores puedan desempeñaran cualquier actividad. En Guatemala, también, se encuentran casos favorables de la inversión en seguridad y salud como es el caso de la empresa JMB Internacional que en el 2001 logró reducir el ausentismo por enfermedad del 5 % al 1 %.

2.2.5. Análisis de riesgos

Conociendo las consecuencias en varios sectores de una institución, los cuales se clasifican como empresariales y personales, es necesario analizar los distintos tipos de riesgos que se pueden presentar para determinar los niveles de urgencia.

- Empresarial
 - Demoras en los procesos productivos: al no cumplirse con los períodos establecidos en la empresa, se puede presentar la probabilidad de que el cliente no reciba su producto en el plazo establecido, lo cuales generaría molestias. En caso de que los retrasos en el proceso de envasado continuaran, el área de empaque se podría ver saturada por el producto pendiente de proceso.
 - Incremento en los costos de inducción y capacitación: el personal de trabajo podría presentar su renuncia, lo cual obligaría a la empresa a iniciar contrataciones que requerirían un proceso de inducción.
 - Accidentes laborales: los operarios tienen la costumbre de utilizar los envases como asientos para obtener una mejor postura al momento de empacar el producto; esta acción representa que en el lugar de trabajo se genere un desorden el cual podría ocasionar un accidente. También, se presenta la situación de que en el área de empaque no todos los operarios utilizan el calzado industrial el cual los podría proteger de la caída de una herramienta o un envase.
 - Gastos médicos: en caso de una lesión o accidente de los trabajadores, la empresa deberá aplicar la asistencia o primeros auxilios médicos en la clínica de la empresa, mientras es trasladado a un centro asistencial.

- Personal
 - Problemas de salud: anteriormente, se mencionaron los distintos padecimientos que una persona puede sufrir si en su puesto de trabajo no se presenta la ergonomía, los cuales van a ir desde malestares físicos hasta aspectos mentales y emocionales.
 - Económico: Los gastos financieros a los cuales debe incurrir una persona por concepto de compra de medicina, también, el tiempo que deja de laborar para ir con el médico debiendo considerarse la visita al igual que el transporte.

2.2.6. Detección de necesidades de capacitación

Para este tipo de estudio resulta de mucha importancia que en la empresa se impartan capacitaciones a los operarios, las cuales deben cumplir con necesidades previamente reconocidas, por medio de una serie de pasos como la identificación de las necesidades de cada trabajador, enfocada en el contenido de los talleres. Para lo cual se pueden seguir una serie de pasos básicos, a través de los siguientes instrumentos.

- Encuesta
- Entrevista
- Observación
- Cuestionario
- Descripción y perfil de usuario
- Evaluación de desempeño

Debido a los beneficios que puede representar en los diferentes ámbitos laborales de los trabajadores, en la empresa se presentan programas de capacitación cada 15 días, que buscan que el empleado pueda crecer como persona por medio del mejoramiento de sus habilidades y capacidades, para lograr así la realización de la persona. Con el crecimiento del individuo, la empresa busca un mejoramiento en su trabajo lo cual permita a la institución alcanzar sus metas.

A pesar de los programas de capacitación que reciben los operarios es necesario que reciban pláticas de seguridad industrial debido a que en el momento de estar envasando y empacando el producto realizan una serie de acciones inseguras que podrían convertirse en accidente.

3. PROPUESTA

3.1. Evaluación con el método REBA

El método REBA que por sus siglas en inglés significa (*rapid entire body assessment*) se puede traducir como evaluación rápida de todo el cuerpo. Fue propuesto por Sue Hignett y Lynn McAtammey, se presentó en la entrevista (Applied Ergonomics) en el 2000, este método comprende la identificación de un estimado de 600 posturas.

Dicho método analiza las posiciones que son adoptadas por los miembros superiores del cuerpo, el tronco, cuello y las piernas; también, toma en cuenta la carga y el tipo de agarre.

Este método puede evaluar las posturas en forma estática y dinámica; también, puede analizar las posturas afectadas al realizar cambios inesperados en la postura por efecto de manejar cargas.

Tiene el fin de evaluar todas las posturas que pudiera generar lesiones del tipo músculo-esquelético; clasifica el nivel de riesgo que representa dicha postura.

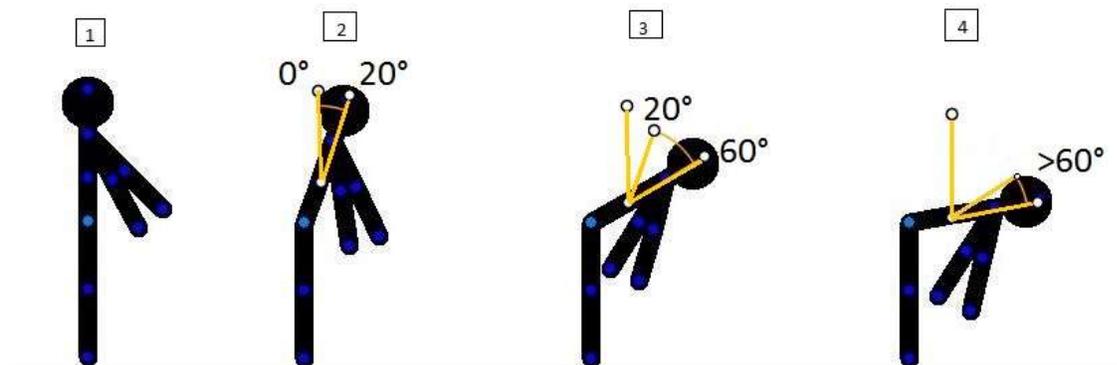
El método evalúa el riesgo que representan las posturas de una forma concreta pero independientemente, por lo que para evaluar un puesto se deben seleccionar las posturas más relevantes para su evaluación.

- Aplicación del método REBA

Para el uso del método es necesario seguir una serie de pasos:

- Se analiza el cuerpo en dos grupos: el grupo A se conforma por el tronco, cuello y piernas.

Figura 28. **Posturas del tronco**



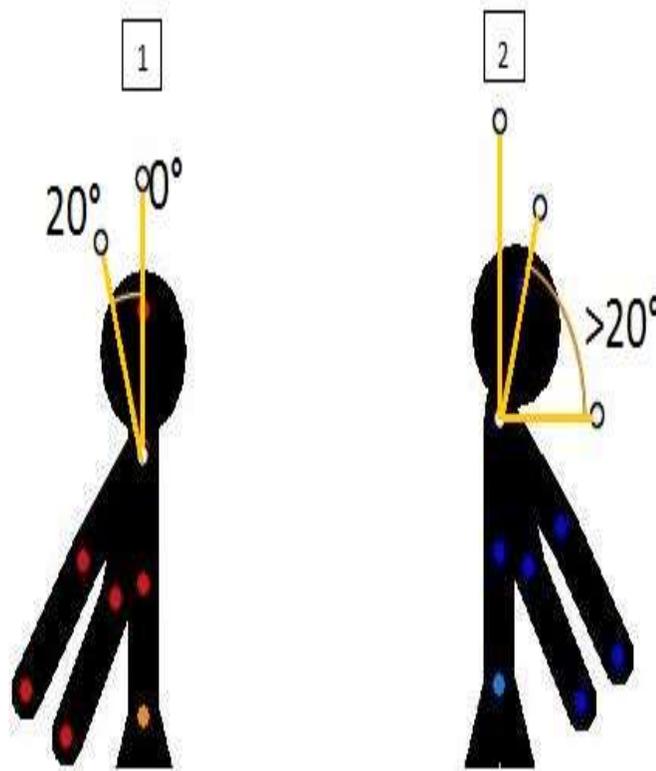
Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. **Puntuación del tronco**

Puntuación	Posición
1	Erguido
2	Flexión entre 0° y 20°
3	Flexión entre 20° y 60°
4	Flexión mayor a 60°
Modificador de la puntuación del tronco	
+1	Inclinación o torsión del tronco

Fuente: elaboración propia.

Figura 29. **Posturas del cuello**



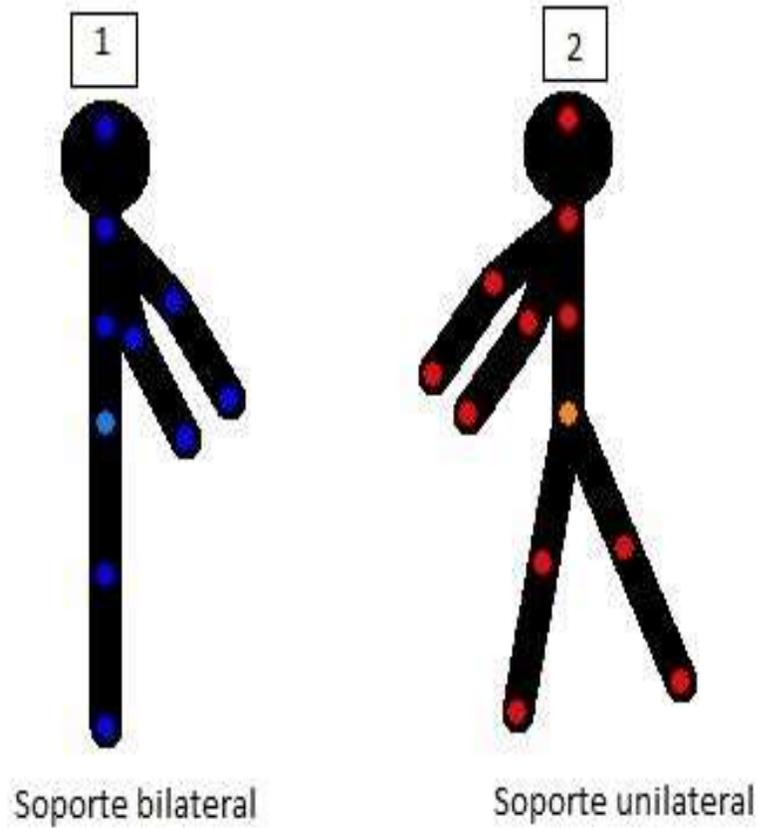
Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Puntuación del cuello**

Puntuación	Posición
1	Flexión entre 0° y 20°
2	Flexión mayor a 20°
Modificador de la puntuación del cuello	
+1	Inclinación o torsión del cuello

Fuente: elaboración propia.

Figura 30. **Postura de las piernas**



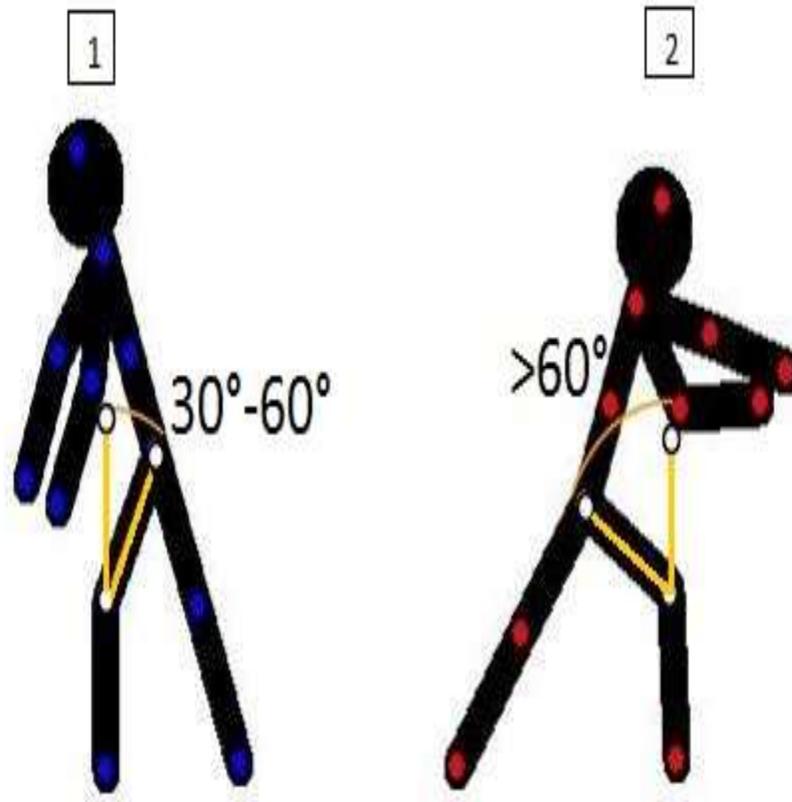
Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Puntuación de las piernas**

Puntuación	Posición
1	Soporte bilateral
2	Soporte unilateral o postura inestable

Fuente: elaboración propia.

Figura 31. **Modificador de la puntuación de las piernas**



Fuente: elaboración propia.

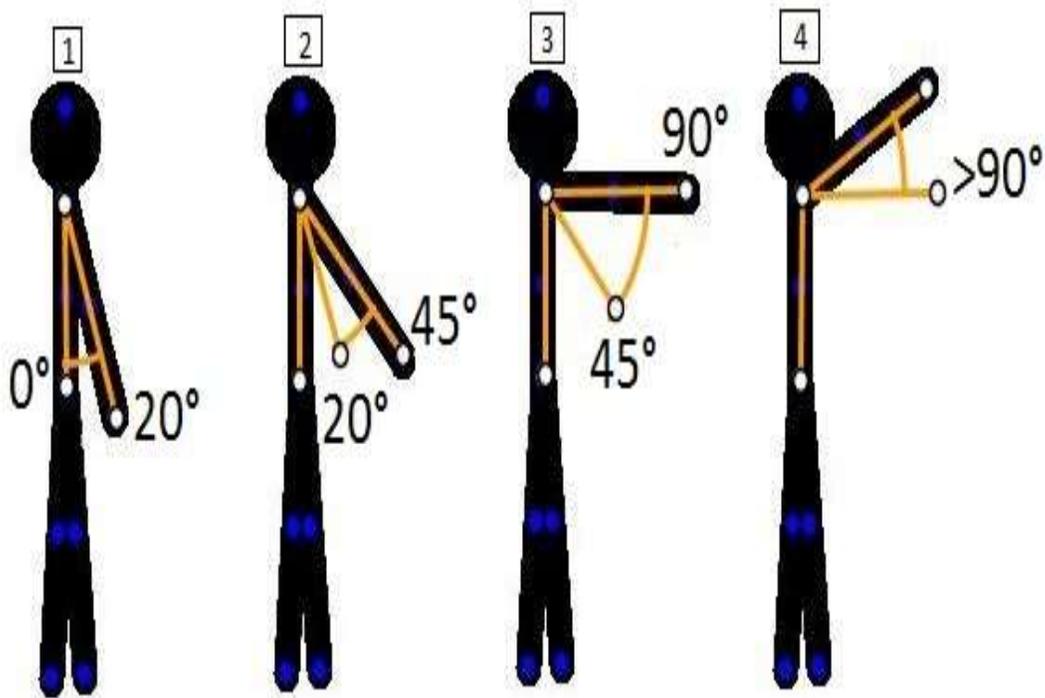
Tabla VII. **Modificador de la puntuación de las piernas**

Puntuación	Posición
+1	Flexión de una o ambas rodillas entre 30° y 60°
+2	Flexión de una o ambas rodillas mayor a 60°

Fuente: elaboración propia.

- Mientras que el grupo B está conformado por el brazo, el antebrazo y la muñeca.

Figura 32. **Postura del brazo**



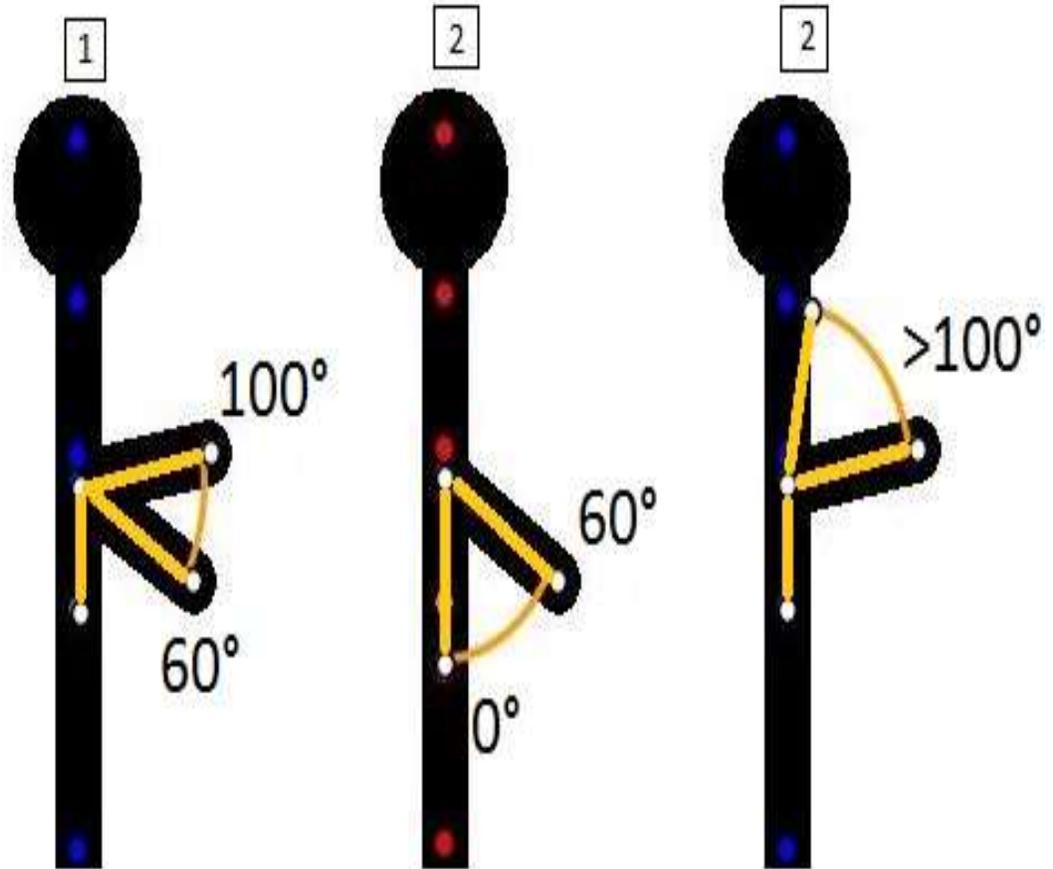
Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Puntuación del brazo**

Puntuación	Posición
1	Flexión entre 0° y 20°
2	Flexión entre 20° y 45°
3	Flexión entre 45° y 90°
4	Flexión mayor a 90°
Modificador de la puntuación del brazo	
+1	El brazo presenta rotación
+1	El hombro se encuentra elevado
-1	Se cuenta con algún apoyo

Fuente: elaboración propia.

Figura 33. **Postura del antebrazo**



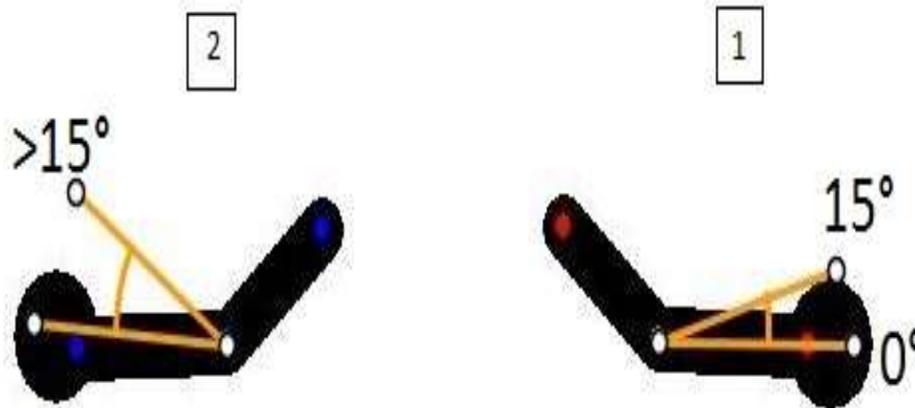
Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Puntuación del antebrazo**

Puntuación	Posición
1	Flexión entre 60° y 100°
2	Flexión entre 0° y 60° o mayor a 100°

Fuente: elaboración propia.

Figura 34. **Postura de la muñeca**



Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Puntuación de la muñeca**

Puntuación	Posición
1	Flexión entre 0° y 15°
2	Flexión mayor a 15°
Modificador de la puntuación de la muñeca	
+1	Presenta desviación lateral o torsión

Fuente: elaboración propia.

- Con cada grupo se analizan las posturas con su respectiva tabla, con la cual se obtiene un valor.

Tabla XI. **Puntuación 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			
Puntuación grupo A				Puntuación de carga				Modificador de carga				Puntuación A			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Puntuación 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	3	4	
3	3	4	5	4	5	5	
4	4	5	5	5	6	7	
5	6	7	8	7	8	8	
6	7	8	8	8	9	9	
Puntuación grupo B		Puntuación de agarre				Puntuación B	

Fuente: elaboración propia.

- La puntuación del grupo A se ve afectada debido a la aplicación de la carga o fuerza realizada durante la operación.

Tabla XIII. **Puntuación carga o fuerza**

Puntuación	Descripción
+0	Fuerza o carga menor a 5 kg
+1	Fuerza o carga entre 5 y 10 kg
+2	Fuerza o carga mayor a 10 kg
Modificador de la puntuación de la carga o fuerza	
+1	Aplicación de la fuerza de forma brusca

Fuente: elaboración propia.

- Caso similar, la puntuación del grupo B se modifica con relación en la puntuación por el tipo de agarre que se presenta.

Tabla XIV. **Puntuación de agarre**

Puntuación	Tipo de agarre
+0	Bueno: buen agarre y la fuerza es aceptable.
+1	Regular: puede ser requerido otras partes del cuerpo para realizar el agarre.
+2	Malo: no es aceptable la forma en que se ejecuta el agarre.
+3	Inaceptable: el agarre es inseguro a un usando otras partes del cuerpo.

Fuente: elaboración propia.

- Con las dos puntuaciones con sus respectivas correcciones, se procede la tabla C la cual brinda una nueva puntuación.

Tabla XV. **Puntuación C**

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
Puntuación C			Puntuación tipo de actividad muscular					Puntuación final				

Fuente: elaboración propia.

- El valor de la puntuación C puede sufrir modificaciones dependiendo del tipo de actividad muscular que se efectúa durante la actividad, con la cual ya se obtiene la puntuación final.

Tabla XVI. **Actividad muscular**

Puntuación	Tipo de actividad
+1	El cuerpo permanece estático por más de un minuto
+1	Se presentan movimientos repetitivos
+1	Cambios drásticos en la postura

Fuente: elaboración propia.

- Con la puntuación final se define el riesgo, lo cual determina la acción y la urgencia que se requieren en el puesto evaluado.

Tabla XVII. **Tipo de acción**

Puntuación final	Nivel de acción	Nivel de riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No se necesita
2-3	1	Bajo	Recomendada
4-7	2	Medio	Necesaria
8-10	3	Alto	Inmediata
11-15	4	Muy alto	Urgente

Fuente: elaboración propia.

- En caso de realizar modificaciones en el puesto se deberá volver a analizar con el método para ver si las mejoras generan una mejor postura.

Como se puede apreciar, este método da prioridad a las distintas posturas que adopta una persona mientras desempeña sus funciones; sumado a la información presentada de la situación actual resultaba evidente conocer el nivel de riesgo que presentaba la posición para el trabajador en sí, otros motivos para su selección era que contemplaba factores como los cambios drásticos en los movimientos del cuerpo, las fuerzas o cargas necesarias para desempeñar sus deberes y el agarre en este caso del producto final. De los anteriores razonamientos es claro que el método ergonómico más adecuado sería REBA.

3.1.1. Análisis de posturas corporales

El análisis que se encuentra a continuación es con base en los tres puestos de operarios con que cuenta la empresa para los procesos de envasado y empaque de sus diferentes productos; también, se encuentra una comparación de resultados entre los métodos ergonómicos REBA y RULA. Evidencia de esa forma que a pesar de las diferencias en el criterio de aplicación, el riesgo de la postura y el nivel de actuación presentaran similitudes.

- Operador de envase sentado

Figura 35. Método REBA, operador de envase sentado



Fuente: elaboración propia.

La imagen no permite la apreciación de la torsión a la cual el operador somete el tronco, al momento de alcanzar los diferentes envases. El cuello del trabajador al igual presenta una inclinación lateral; esta es la razón por la cual al tronco y el cuello se les debe sumar una unidad al momento de su análisis en la tabla del grupo A.

Tabla XVIII. **Operador de envase sentado, grupo A**

Grupo A				
Puntuación del	Descripción	Ponderación	Flexión del área	Puntuación
Tronco: 30°	20°<60°	3	1	4
Cuello: 77°	>20°	2	1	3
Piernas	Soporte bilateral	1	0	1

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Operador de envase sentado, puntuación 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	
Puntuación grupo A		Puntuación de carga				Modificador de carga				Puntuación A			
6		0				0				6			

Fuente: elaboración propia.

Para los miembros del grupo B también se presentan modificadores de puntuación, el primero es el brazo el cual presenta una rotación; por último, está la muñeca la cual, debido a la rotación en el brazo no se aprecia su ángulo; sumado a esto, esta parte se ve afectada por una desviación lateral que modifica su puntuación en la tabla del grupo B.

Tabla XX. **Operador de envase sentado, grupo B**

Grupo B				
Puntuación del	Descripción	Ponderación	Modificadores de puntuación	Puntuación
Brazo: 40°	20°<45°	2	1	3
Antebrazo: 11°	<60° o >100°	2	0	2
Muñeca	>15°	2	1	3

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Operador de envase sentado, puntuación 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	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9
Puntuación grupo B	Puntuación de agarre			Puntuación B		
5	0			5		

Fuente: elaboración propia.

La actividad muscular en la persona es repetitiva, por lo que el método recomienda aumentar la puntuación en una unidad.

Tabla XXII. **Operador de envase sentado, puntuación final**

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
Puntuación C			Puntuación tipo de actividad muscular					Puntuación final				
8			1					9				

Fuente: elaboración propia.

- Método RULA, operador de envase sentado

Tabla XXIII. **RULA, operador de envase sentado, puntuación A**

Puntuación del grupo A			
Parte	Puntuación	Modificación	
Brazo	2	0	2
Antebrazo	2	0	2
Muñeca	3	1	4
Giro de muñeca	1		1
		Puntuación A	4

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **RULA, operador de envase sentado, puntuación B**

Puntuación del grupo B			
Parte	Puntuación	Modificación	
Cuello	3	1	4
Tronco	3	1	4
Piernas	1		1
		Puntuación B	7

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. **RULA, operador de envase sentado, puntuación C y D**

Puntuación A	Actividad	Carga o fuerza	Puntuación C
4	1	0	5
Puntuación B	Actividad	Carga o fuerza	Puntuación D
7	1	0	8

Fuente: elaboración propia.

- Ayudante de envase A sentado

Figura 36. **Método REBA, ayudante de envase A sentado**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. Ayudante de envase A sentado, grupo A

Grupo A				
Puntuación del	Descripción	Ponderación	Flexión del área	Puntuación
Tronco: 32°	20° < 60°	3	0	3
Cuello: 42°	> 20°	2	0	2
Piernas	Soporte bilateral	1	0	1

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. Ayudante de envase A sentado, puntuación 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			
Puntuación grupo A				Puntuación de carga				Modificador de carga				Puntuación A			
4				0				0				4			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. Ayudante de envase A sentado, grupo B

Grupo B				
Puntuación del	Descripción	Ponderación	Modificadores de puntuación	Puntuación
Brazo: 24°	20° < 45°	2	0	2
Antebrazo: 20°	< 60° o > 100°	2	0	2
Muñeca: 40°	> 15°	2	0	2

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. Ayudante de envase A sentado, puntuación 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	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9
Puntuación grupo B	Puntuación de agarre			Puntuación B		
3	0			3		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. Ayudante de envase A sentado, puntuación final

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
Puntuación C			Puntuación tipo de actividad muscular					Puntuación final				
4			0					4				

Fuente: elaboración propia.

- RULA, ayudante de envase A sentado

Tabla XXXI. RULA, ayudante de envase A sentado, puntuación A

Puntuación del grupo A			
Parte	Puntuación	Modificación	
Brazo	2	0	2
Antebrazo	2	0	2
Muñeca	3	0	3
Giro de muñeca	1		1
		Puntuación A	3

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. RULA, ayudante de envase A sentado, puntuación B

Puntuación del grupo B			
Parte	Puntuación	Modificación	
Cuello	3	0	3
Tronco	3	0	3
Piernas	1		1
		Puntuación B	4

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. RULA, ayudante de envase A sentado, puntuación C y D

Puntuación A	Actividad	Carga o fuerza	Puntuación C
3	1	0	4
Puntuación B	Actividad	Carga o fuerza	Puntuación D
4	1	0	5

Fuente: elaboración propia.

- Operador de envase de pie

Figura 37. Método REBA, operador de envase de pie



Fuente: elaboración propia.

El operador de envase cuando se encuentra de pie presenta una puntuación aceptable, excepto por el cuello el cual está inclinado de forma lateral por lo que se debe incrementar la ponderación.

Tabla XXXIV. Operador de envase de pie, grupo A

Grupo A				
Puntuación del	Descripción	Ponderación	Flexión del área	Puntuación
Tronco: 0°	Erguido	1	0	1
Cuello: 0°	0°<20°	1	1	2
Piernas	Soporte bilateral	1	0	1

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. Operador de envase de pie, puntuación 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	
Puntuación grupo A		Puntuación de carga				Modificador de carga				Puntuación A			
1		0				0				1			

Fuente: elaboración propia.

Caso contrario son las partes que conforman el grupo B; inicia por el brazo que se encuentra separado del torso y la muñeca la cual se ve afectada por una desviación lateral; esto resulta en un aumento de la puntuación de los miembros anteriormente mencionados.

Tabla XXXVI. **Operador de envase de pie, grupo B**

Grupo B				
Puntuación del	Descripción	Ponderación	Modificadores de puntuación	Puntuación
Brazo: 71°	45°<90°	3	1	4
Antebrazo: 23°	<60° o >100°	2	0	2
Muñeca: 22°	>15°	2	1	3

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVII. **Operador de envase de pie, puntuación 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	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9
Puntuación grupo B	Puntuación de agarre			Puntuación B		
7	0			7		

Fuente: elaboración propia.

Las operaciones que ejecuta el operador son repetitivas a lo cual se debe aumentar la puntuación en una unidad debido al tipo de actividad muscular.

Tabla XXXVIII. **Operador de envase de pie, puntuación final**

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
Puntuación C			Puntuación tipo de actividad muscular					Puntuación final				
4			1					5				

Fuente: elaboración propia.

- RULA, operador de envase de pie

Tabla XXXIX. **RULA, operador de envase de pie, puntuación A**

Puntuación del grupo A			
Parte	Puntuación	Modificación	
Brazo	3	1	4
Antebrazo	2	0	2
Muñeca	3	0	3
Giro de muñeca	1		1
		Puntuación A	4

Fuente: elaboración propia.

Tabla XL. **RULA, operador de envase de pie, puntuación B**

Puntuación del grupo B			
Parte	Puntuación	Modificación	
Cuello	1	1	2
Tronco	2	0	2
Piernas	1		1
		Puntuación B	2

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLI. **RULA, operador de envase de pie, puntuación C y D**

Puntuación A	Actividad	Carga o fuerza	Puntuación C
4	1	0	5
Puntuación B	Actividad	Carga o fuerza	Puntuación D
2	1	0	3

Fuente: elaboración propia.

- Ayudante de envase A de pie

Figura 38. **Método REBA, ayudante de envase A de pie**



Fuente: elaboración propia.

En la imagen anterior, la persona que se encuentra como ayudante de envase A tiene el cuello con una torsión lateral lo cual genera un aumento en su puntuación en una unidad.

Tabla XLII. Ayudante de envase A de pie, grupo A

Grupo A				
Puntuación del	Descripción	Ponderación	Flexión del área	Puntuación
Tronco: 0°	Erguido	1	0	1
Cuello: 0°	0°<20°	1	1	2
Piernas: 0°	Soporte bilateral	1	0	1

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIII. Ayudante de envase A de pie, puntuación 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
Puntuación grupo A		Puntuación de carga			Modificador de carga				Puntuación A			
1		0			0				1			

Fuente: elaboración propia.

El método REBA indica que en caso de que el puesto presente una torsión lateral en la muñeca se modifique su puntuación de la misma en una unidad.

Tabla XLIV. Ayudante de envase A de pie, grupo B

Grupo B				
Puntuación del	Descripción	Ponderación	Modificadores de puntuación	Puntuación
Brazo: 0°	0°<20°	1	0	1
Antebrazo: 77°	60°<100°	1	0	1
Muñeca	0°<15°	1	1	2

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLV. Ayudante de envase A de pie, puntuación 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	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9
Puntuación grupo B	Puntuación de agarre			Puntuación B		
2	0			2		

Fuente: elaboración propia.

La repetición de movimientos se presenta nuevamente en la persona que funge en este puesto; lo cual hace necesario un incremento en la puntuación por el tipo de actividad muscular.

Tabla XLVI. **Ayudante de envase A de pie, puntuación final**

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
Puntuación C			Puntuación tipo de actividad muscular					Puntuación final				
1			1					2				

Fuente: elaboración propia.

- RULA, ayudante de envase A de pie

Tabla XLVII. **RULA, ayudante de envase A de pie, puntuación A**

Puntuación del grupo A			
Parte	Puntuación	Modificación	
Brazo	1	0	1
Antebrazo	1	0	1
Muñeca	1	0	1
Giro de muñeca	1		1
		Puntuación A	1

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVIII. **RULA, ayudante de envase B de pie, puntuación B**

Puntuación del grupo B			
Parte	Puntuación	Modificación	
Cuello	1	1	2
Tronco	2	0	2
Piernas	1		1
		Puntuación B	2

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIX. **RULA, ayudante de envase A de pie, puntuación C y D**

Puntuación A	Actividad	Carga o fuerza	Puntuación C
1	1	0	2
Puntuación B	Actividad	Carga o fuerza	Puntuación D
2	1	0	3

Fuente: elaboración propia.

- Ayudante de envase B de pie

Figura 39. Método REBA, ayudante de envase B



Fuente: elaboración propia.

El método REBA estipula que cuando una o ambas piernas se encuentran flexionadas en un ángulo mayor a 60° , su puntuación aumenta en dos unidades.

Tabla L. Ayudante de envase B de pie, grupo A

Grupo A				
Puntuación del	Descripción	Ponderación	Flexión del área	Puntuación
Tronco: 96°	>60°	4	0	4
Cuello: 0°	0°<20°	1	0	1
Piernas: 56°	Postura ligera con flexión de <60°	2	1	3

Fuente: elaboración propia.

El ayudante de envase B es el único que debe cargar los envases de pintura ya llenos para trasladarlos a la tarima; en ambos casos, la cubeta que equivale a cinco galones y los empaques de cuatro galones sobrepasan la carga de 10 kg, que indica el método; lo cual hace necesario que se incremente la puntuación en dos unidades, sumado a lo mismo, ya que la fuerza se aplica bruscamente se aumenta el modificador de carga en una unidad.

Tabla LI. Ayudante de envase B de pie, puntuación 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	
Puntuación grupo A		Puntuación de carga				Modificador de carga				Puntuación A			
6		2				1				9			

Fuente: elaboración propia.

La persona de este puesto opera con el brazo separado del torso lo cual genera una modificación de la puntuación.

Tabla LII. **Ayudante de envase B de pie, grupo B**

Grupo B				
Puntuación del	Descripción	Ponderación	Modificadores de puntuación	Puntuación
Brazo: 82°	45°<90°	3	1	4
Antebrazo: 62°	60°<100°	1	0	1
Muñeca: 0°	0°<15°	1	0	1

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIII. **Ayudante de envase B de pie, puntuación 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	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9
Puntuación grupo B	Puntuación de agarre			Puntuación B		
4	0			4		

Fuente: elaboración propia.

El resultado final de este puesto se ve modificado por las repeticiones que ejecuta la persona; también, cuentan los cambios de postura que realiza; la actividad muscular en este caso aumenta el valor en dos unidades.

Tabla LIV. **Ayudante de envase B de pie, puntuación final**

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
Puntuación C			Puntuación tipo de actividad muscular					Puntuación final				
10			2					12				

Fuente: elaboración propia.

- RULA, ayudante de envase B de pie

Tabla LV. **RULA, ayudante de envase B de pie, puntuación A**

Puntuación del grupo A			
Parte	Puntuación	Modificación	
Brazo	3	1	4
Antebrazo	1	0	1
Muñeca	1	0	1
Giro de muñeca	1		1
		Puntuación A	4

Fuente: elaboración propia.

Tabla LVI. **RULA, ayudante de envase B de pie, puntuación B**

Puntuación del grupo B			
Parte	Puntuación	Modificación	
Cuello	1	0	1
Tronco	4	0	4
Piernas	2		2
		Puntuación B	5

Fuente: elaboración propia.

Tabla LVII. **RULA, ayudante de envase B de pie, puntuación C y D**

Puntuación A	Actividad	Carga o fuerza	Puntuación C
4	1	3	8
Puntuación B	Actividad	Carga o fuerza	Puntuación D
5	1	3	9

Fuente: elaboración propia.

3.1.2. Resultados de la evaluación del método

Con el análisis de las posturas corporales que adoptan los operarios en los diferentes puestos se aprecian las distintas puntuaciones finales obtenidas con el método.

Tabla LVIII. Resumen de las puntuaciones finales

Puesto	REBA final	RULA final
Operador de envase sentado	9	7
Ayudante de envase A sentado	4	5
Operador de envase de pie	5	4
Ayudante de envase A de pie	2	3
Ayudante de envase B de pie	12	7

Fuente: elaboración propia.

3.1.3. Interpretación de resultados

Con base en el método REBA y a las puntuaciones finales que se dieron de cada postura se, presenta un nivel de acción considerado de acuerdo al resultado; esto indica, el apremio en los cambios para cada postura evaluada.

Se observa que al comparar ambos métodos, se obtienen resultados similares:

- El puesto del ayudante de envase B presenta en ambos casos las puntuaciones más altas, lo que hace que el nivel de actuación sea prioritario.
- El operador de envase junto con el ayudante de envase A, al encontrarse sentados, presentan valores superiores a los mismos puestos estando de pie.

Tabla LIX. **Nivel de riesgo**

Puesto	Puntuación final	Nivel de riesgo	Actuación
Operador de envase sentado	9	Alto	Inmediata
Ayudante de envase A sentado	4	Medio	Necesaria
Operador de envase de pie	5	Medio	Necesaria
Ayudante de envase A de pie	2	Bajo	Recomendada
Ayudante de envase B de pie	12	Muy alto	Urgente

Fuente: elaboración propia.

3.2. Resultados de entrevistas no estructuradas

La obtención de la información resulta en un factor de importancia debido a su veracidad; para esta evaluación, su mejor fuente son los empleados del departamento de empaque del área de PBS.

El objetivo de las entrevistas al personal es involucrar opinión, sus sensaciones y sus sugerencias en lo relacionado al tema, con el fin de que las propuestas sean efectivas; debe tomar en cuenta no solo factores técnicos, también, las necesidades de las personas que fueron sujetos de estudio.

De los testimonios de los trabajadores actuales del departamento de empaque se resumen los siguientes puntos:

- En forma unánime los trabajadores expresan la necesidad de mejora en el departamento de empaque del área de PBS.
- Las lesiones o algún tipo de malestar físico no se presentan afortunadamente al momento de la elaboración de este trabajo de graduación; pero si son consideradas como un problema a futuro, la preocupación es un hecho, debido a personas de su círculo laboral y familiar que sí los padecen.
- El calor en ocasiones es incómodo, pero los trabajadores debido a que están acostumbrados a su clima y con una buena hidratación consideran que lo pueden tolerar.

3.3. Elaboración de propuestas ergonómicas

Con base en los resultados que muestra el método REBA, es posible apreciar que la postura más adecuada para el operador de envase y el ayudante de envase A, es cuando se encuentran de pie; la opción de que los dos puestos previamente mencionados ejecuten sus labores estando sentados de una manera más apropiada es descartada, se debe a dos razones: la primera debido a que para alcanzar los envases tendrían que cambiar su

postura al levantarse, seleccionar los envases y posteriormente volverse a sentar realizando esta actividad varias veces a lo largo del proceso. La segunda razón es una cuestión de equidad con el ayudante de envase B, ya que el mismo debe permanecer de pie en todo el momento del envasado y empaquetado del producto.

El ayudante de envase B fue el puesto que presento la puntuación más alta, por lo cual la nueva propuesta debe evitar cualquier actividad a nivel del suelo con el objetivo de reducir esfuerzos y cambios drásticos de la postura.

3.4. Instrumentos y herramientas

Las herramientas que actualmente utilizan los operarios del departamento de empaque funcionan adecuadamente para la ejecución de las tareas de empaque y envasado manual con que cuenta el área de PBS; son martillo, llave de tubo, espátula y llave de mano.

- Martillo de goma

Figura 40. **Martillo de goma**



Fuente: elaboración propia.

- Llave de tubo

Figura 41. **Llave de tubo**



Fuente: *Llave de tubo Stanley*. <http://www.herramientasexpress.com/llaves/284-llave-de-tubo-stanley.html>. Consulta: 22 de octubre de 2016.

- Espátula

Figura 42. **Espátula**



Fuente: *Espátula mango de madera*. <http://www.herramientasexpress.com/albanileria/171-espátula-1-mango-madera-c-hueco-cebra.html>. Consulta: 22 de octubre de 2016.

- Llave de mano

Figura 43. **Llave de mano**



Fuente: elaboración propia.

3.5. Mobiliario y equipo

Para que cambie las posturas que adoptan los trabajadores al momento de envasar y empaquetar el producto, se necesita que al ejecutar los procesos se cuente con lo siguiente:

- Mesas: un par distribuidas de forma que en una mesa los operarios realicen las funciones del departamento y la segunda sea dispuesta para la colocación de los envases previo a su uso. De un material resistente como el acero inoxidable; el alto debe ser ajustable para así adaptarse a las dimensiones de los envases y con el fin de preservar el mobiliario al igual que la zona de trabajo; para facilitar su traslado deben tener rueditas.

Figura 44. **Mesa**



Fuente: *Mesas de acero inoxidable con rueda*. www.estanteriaseme.com/mesas-de-acero-inoxidable-con-ruedas. Consulta: 20 de mayo de 2016.

- Máquina cerradora: dispositivo semiautomático que por medio de presión permite cerrar las tapaderas de envases como cubetas o galones. Con este equipo se evitaría que los operarios se deban arquear para aplicar la fuerza necesaria sobre la herramienta araña y de esa forma cerrar las cubetas metálicas.

Figura 45. **Máquina cerradora**



Fuente: *Herramienta semiautomática de cerrado*. www.ideal-pak.com/es/pdf-es/Maquinas-Cerradoras-CP5.pdf. Consulta: 20 de mayo de 2016.

- Compresor de aire: equipo complementario para la máquina cerradora la cual requiere para trabajar 80 psi.

Figura 46. **Compresor de aire**



Fuente: *Compresores de aire para trabajo industrial.*

www.herramientasymas.com/productos/campbell-hausfeld/linea-industrial/. Consulta: 23 de agosto de 2016.

- Tapetes antifatiga: adecuados para toda persona que sus labores requieren que estén de pie.

Figura 47. **Tapete antifatiga**



Fuente: *Tapetes industriales*. <http://elexsa.com/categoria-workplace/alfombras-industriales1/>.

Consulta: 4 de septiembre de 2016.

3.6. Capacitación

Las modificaciones en el área de trabajo, mejoras en las posturas del personal y en el equipo de trabajo, son importantes para la reducción del ausentismo, enfermedades o esfuerzos innecesarios; también, la mejora del ambiente de trabajo y la productividad del área.

Al generarse un cambio en el lugar, si se desea la obtención de resultados más óptimos, se requieren de capacitaciones al personal de trabajo esto con el fin que conozcan los objetivos de las mejoras, la forma adecuada de utilizar las nuevas herramienta y equipo a su disposición para sus labores diarias.

Para el tipo de propuesta que se presenta será requerido diferentes charlas técnicas. La primera plática debe estar a cargo de un fisioterapeuta, constaría sobre los errores más comunes respecto a su postura o esfuerzos innecesarios; y que al mismo tiempo permita conocer los movimientos o procesos adecuados para sus actividades de envasado y empaquetado. Acompañado a lo anterior todo el personal que pertenece al departamento de empaque debe conocer como operar correctamente las herramientas y el equipo que está a su disposición previniendo que se dañen o sufran un desperfecto.

3.7. Entorno físico

El lugar de trabajo del departamento de empaque va desde aspectos físicos como mobiliario y equipo hasta ambientales como iluminación, ventilación y ruido.

3.7.1. Iluminación

Las tareas de envase y embalaje son procesos simples y repetitivos, los cuales no requieren un nivel de iluminación alto. En una etapa previa de este trabajo se encuentra los niveles de iluminación natural del departamento de empaque: 320 Lx, máximo y 225 Lx, mínimo, los cuales proceden de una aplicación denominada luxómetro, versión 2.0, diseñada por KHTSXR.

Con base en normas de iluminación como la IES que establece para trabajos sencillos los rangos de 200 Lx, 300 Lx y 500 Lx o bien la norma ISO 8995 que para áreas de despacho, embalaje y manipulación específica un valor promedio de 300 Lx. De lo anteriores es apreciable que el departamento de empaque cuenta con una iluminación adecuada para sus funciones.

3.7.2. Ventilación

En el área de PBS se cuenta con la ventilación natural y la forzada; si bien con lo anterior logran mantener la temperatura del lugar, el nivel de oxígeno en el aire y la dispersión de las partículas de los productos fabricados. Puede resultar beneficioso al momento de envasar, que los operarios tengan un ventilador axial de piso o mesa y de esa forma se dispersen de manera inmediata los olores del lugar de trabajo; con esto los trabajadores evitarán inhalar los remanentes en el aire de las sustancias del proceso a su cargo.

3.7.3. Ruido

El nivel de ruido al que está expuesto el personal en promedio, con base en datos previos provenientes de la aplicación para dispositivos móviles Sonómetro, versión 1.8, elaborada por Splend Apps, es de 60,7 decibeles, el cual es un valor bajo y que no representa ningún peligro; mientras que los datos más altos son únicamente por la presencia del montacargas que llega a recoger el producto ubicado en las tarimas y tampoco excede los 85,5 decibeles. Por lo cual, en este aspecto no existe algún riesgo; si puede ser el punto de partida para que los trabajadores se acostumbren a usar el equipo de seguridad como los tapones para los oídos.

3.8. Recomendaciones ergonómicas

El balance adecuado entre el trabajo y el descanso: antes de que los trabajadores inicien su jornada laboral, sería favorable que realicen movimientos de estiramiento y calentamiento. Al igual que en sus períodos de descanso busquen disminuir la tensión que se acumula en su cuerpo en el transcurso de las horas trabajadas.

La diferencia de esfuerzos físicos que deben realizar los ayudantes del proceso de envasado, resulta ser mayor para aquel que debe trasladar y acomodar en la tarima el producto, a lo que debe sumarse también la repetitividad de movimientos. La rotación de funciones por parte de los trabajadores entre lotes de producción les permitiría equilibrar los esfuerzos, los estados de reposo y los movimientos que asumen los trabajadores durante sus funciones.

3.9. Análisis financiero

Una etapa crucial en toda propuesta de proyecto es el análisis financiero que se determinará con base en los costos y beneficios que genera el proyecto su viabilidad. Los beneficios que rodean esta propuesta no son primordialmente del tipo monetario, sino del trabajador, debido a que busca el mejoramiento en el ambiente de trabajo, por medio de cambios en el equipo que utilizan, acompañado de charlas técnicas.

Para fines prácticos del análisis financiero, se utilizan tres posibilidades para este trabajo de graduación: la primera es la versión que incluye mobiliario y maquinaria; la segunda opción únicamente consta con mobiliario y equipo y la tercera es y dejar la situación como se describe en el capítulo número dos.

3.9.1. Evaluación costo/beneficio

En la lista de los costos que se contempla para la mejora del lugar de trabajo se presentan los siguientes.

Tabla LX. **Costos del equipo**

Artículo	Cantidad	Costo del equipo en quetzales
Mesas	2	6 000,00
Tapetes antifatiga	2	500,00
Máquina cerradora	1	35 258,50
Compresor de aire	1	5 800,00
	Costo total en quetzales	47 558,50

Fuente: elaboración propia.

Al igual, los beneficios que presenta un proyecto de este tipo pueden ser.

Tabla LXI. **Beneficios del proyecto**

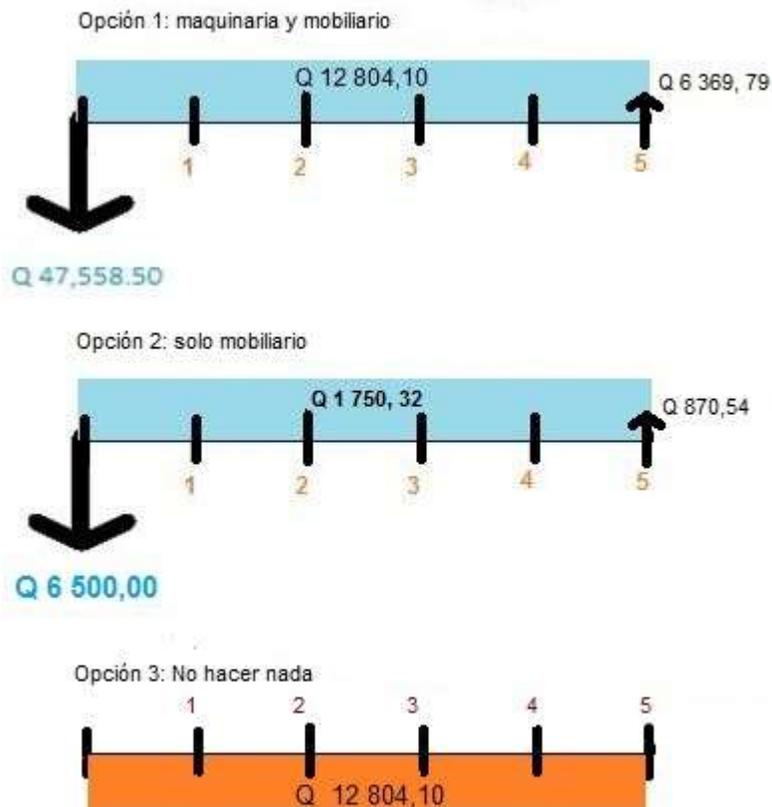
No.	Beneficio
1	Disminución de malestares físicos en el personal de trabajo, generado por las condiciones laborales.
2	El ausentismo por enfermedades del tipo músculo esquelético.
3	Reducción en los costos por incapacidad e indemnización
4	Las mejoras ergonómicas en puestos de trabajo, generan una menor fatiga.
5	Aumento de la productividad y calidad en el trabajo.
6	La valoración y el reconocimiento, por parte de las empresas, de su personal influye en la formación del sentido de pertenencia.

Fuente: elaboración propia.

En lo que respecta a las tres propuestas que previamente se mencionan, sus diagramas de flujo tendrían el siguiente aspecto; su duración, los proyectos se contemplan para un período de cinco años para que coincidan con el tiempo de la depreciación del mobiliario y la maquinaria.

Uno de los beneficios del proyecto que es posible cuantificar es la rotación de personal; para fines prácticos, se espera que el proyecto pueda prevenir que dos personas abandonen la institución o bien soliciten un cambio de puesto anualmente, durante un tiempo de cinco años. Sería un beneficio de prevención del 20 % sobre el salario anual de cada trabajador; el valor del porcentaje proviene de un estudio de la firma de consultores SH de México.

Figura 48. **Diagrama del flujo de caja de las propuestas**



Fuente: elaboración propia.

3.9.2. VPN

La técnica del valor presente neto, como lo indica su nombre, basa su análisis en el momento actual, lo que genera que todo gasto o ingreso que se puede dar en un futuro sea convertido a la actualidad.

Tabla LXII. **Análisis VPN**

		Montos en quetzales		
		Opción 1	Opción 2	Opción 3
Costo inicial		47 558,50	6 500,00	0
Costo anual		0	0	12 804,10
Valor de salvamento		6 369,79	870,54	0
Beneficio de prevención de rotación		12 804,10	12 804,10	0
Interés		10%	10%	No aplica
Tiempo		5 años	5 años	No aplica
Salario mínimo	Bonificación	Salario anual		
2 417,52	250,00	32 010.24		
20% salario anual		Beneficio anual por dos trabajadores		
6 402,05		12 804,10		

Fuente: elaboración propia.

Al momento de procesar los valores con la ecuación del VPN que se presenta a continuación.

- Opción 1

$$VPN = \text{Beneficio de prevención de rotación} + \text{Valor de salvamento} - \text{Costo inicial} - \text{Costo anual}$$

$$VPN = 12\,804,10[P/A, 10\%, 5 \text{ años}] + 6\,369,79[P/A, 10\%, 5 \text{ años}] - 47\,558,50 - 0$$

$$VPN = 12\,804,10(3,7908) + 6\,369,79(0,62092) - 47\,558,50 - 0$$

$$VPN = 4\,934,41$$

[Ecuación 1]

- Opción 2

$VPN = Beneficio\ de\ prevención\ de\ rotacion + Valor\ de\ salvamento - Costo\ inicial - Costo\ anual$

$$VPN = 1\ 750,32[P/A, 10\ \%, 5\ años] + 870,54[P/A, 10\ \%, 5\ años] - 6\ 500,00 - 0$$

$$VPN = 1\ 750,32(3,7908) + 870,54(0,62092) - 6\ 500,00 - 0$$

$$VPN = 675,65$$

[Ecuación 2]

De acuerdo a la ecuación anterior, las opciones de los proyectos presentados tendrían los siguientes resultados.

Tabla LXIII. **Resultados VPN**

VPN	Montos en quetzales
Opción 1	4 934,41
Opción 2	675,65

Fuente: elaboración propia.

- CAUE

El costo anual uniforme equivalente es otro método para comparar distintas propuestas de proyectos, con el detalle que los montos económicos para este análisis son convertidos en anualidades.

Con los mismos valores de las dos opciones de propuestas, solo que en este caso el valor inicial al igual que el valor de rescate son convertidos en anualidades; se darían los siguientes resultados.

- Opción 1

$CAUE = \text{Beneficio de prevención de rotacion} + \text{Valor de salvamento} - \text{Costo inicial} - \text{Costo anual}$

$$CAUE = 12\,804,10 + 6\,369,79[A/F, 10\%, 5 \text{ años}] - 47\,558,50[A/P, 10\%, 5 \text{ años}] - 0$$

$$CAUE = 12\,804,10 + 6\,369,79(0,16380) - 47\,558,50(0,26380) - 0$$

$$CAUE = 1\,301,54 \quad \text{[Ecuación 3]}$$

- Opción 2

$CAUE = \text{Beneficio de prevención de rotacion} + \text{Valor de salvamento} - \text{Costo inicial} - \text{Costo anual}$

$$CAUE = 1\,750,32 + 870,54[P/A, 10\%, 5 \text{ años}] - 6\,500,00[A/P, 10\%, 5 \text{ años}] - 0$$

$$CAUE = 1\,750,32 + 870,54(0,16380) - 6\,500,00(0,26380) - 0$$

$$CAUE = 178,21 \quad \text{[Ecuación 4]}$$

Tabla LXIV. **Resultados CAUE**

VPN	Montos en quetzales
Opción 1	1 301,54
Opción 2	178,21

Fuente: elaboración propia.

3.9.3. TIR

Conocida como tasa interna de retorno, es un método que se enfoca en los ingresos y costos de un proyecto, específicamente, cuando el interés genera que la diferencia entre ingresos y salidas sea igual a cero; ese valor que produce la igualdad es interpretado como la tasa de rentabilidad.

Tabla LXV. **Análisis TIR**

	Montos en quetzales		
	Opción 1	Opción 2	Opción 3
Costo inicial	47 558,50	6 500,00	0
Costo anual	0	0	12 804,10
Valor de salvamento	6 369,79	870,54	0
Beneficio de prevención de rotación	12 804,10	12 804,10	0
Interés	10 %	10 %	No aplica
Tiempo	5 años	5 años	No aplica

Fuente: elaboración propia.

El primer paso para determinar la TIR, es la sustitución de valores en la ecuación de igualdad cero de la TIR, para conocer dos porcentajes en los cuales sus resultados ocasionan un cambio de signo.

Tabla LXVI. **Primera ecuación TIR**

Ecuación de igualdad cero de la TIR	Montos en quetzales			
	Tasa menor		Tasa mayor	
$0 = VP_{ing} - VP_{egr}$				
Opción 1	12 %	2 212,13	15 %	-1 469,66
Opción 2	12 %	303,52	15 %	-199,76

Fuente: elaboración propia.

Con los valores establecidos en el cuadro anterior ya es posible proceder a la siguiente ecuación para conocer el valor de la TIR.

$$TIR = Tasa\ menor + (Diferencia\ tasa\ mayor\ y\ menor) \frac{VPN\ con\ tasa\ menor}{Suma\ VPN\ de\ las\ 2\ tasas}$$

[Ecuación 5]

- Opción 1

$$TIR = 12\ \% + 3\ \% * \frac{2\ 212,13}{3\ 681,79} = 12\ \% + 1,81 = 13,81\ \% \quad [Ecuación\ 6]$$

- Opción 2

$$TIR = 12\ \% + 3\ \% * \frac{303,52}{503,28} = 12\ \% + 1,81 = 13,81\ \% \quad [Ecuación\ 7]$$

Tabla LXVII. TIR de las opciones

	Tasa interna de retorno
Opción 1	13,81 %
Opción 2	13,81 %

Fuente: elaboración propia.

De la ecuación anterior se establece que para ambos proyectos su tasa interna de retorno sería de 13,81 %, comparado con la tasa de descuento de 9,76 % para un interés de 10 % se concluye que ambas propuestas son aceptables.

También, en lo que respecta a los análisis del VPN y CAUE, se presenta que los proyectos muestran resultados favorables para su aceptación; se debe considerar en los resultados la diferencia en las inversiones para la ejecución del elegido, ya que el beneficio del segundo es proporcional a la diferencia de inversión de la primera. Como se observa, la tercera opción que consiste en

dejar la situación como se describe en el segundo capítulo, lo que generaría que el beneficio de prevención de rotación de los dos anteriores, se convierta en una pérdida de difícil visualización para la empresa.

Esto afirmaría la necesidad de la importancia para todos los involucrados en seleccionar y llevar a cabo alguna de las dos primeras propuestas anteriormente mencionadas.

Para concluir el análisis financiero de este proyecto se hacen las siguientes aclaraciones: el plazo de tiempo de cinco años es con la finalidad de contemplar el surgimiento de nuevas tecnologías así como el desgaste del equipo y su depreciación; el porcentaje de 10 % es significativo, debido a que los gastos del proyecto se aplican en el presente.

Tabla LXVIII. **Resumen del análisis financiero**

Criterios de aceptación o rechazo						
VPN CAUE	>0	Aceptar	TIR	>TD	Aceptar	TD= 9,76 %
	<0	Rechazar		<TD	Rechazar	
	=0	Indiferente		=TD	Indiferente	
Comparación de opciones						
	VPN	CAUE	TIR			
Opción 1	4 934,41	1 301,54	13,81 %			Mejor opción
Opción 2	675,65	178,21	13,81 %			

Fuente: elaboración propia.

Conclusión: de los valores obtenidos por medio del análisis financiero se aprecia que las dos opciones resultan ser aceptables por sus resultados positivos, el desempate en favor de la opción uno está dado gracias a que la misma contempla VPN y CAUE mayor que la opción dos; así como una solución para la postura del ayudante de envase al momento del sellado de la presentación de cinco galones metálico.

4. IMPLEMENTACIÓN

4.1. Propuesta de mejora en los puestos

Con base en el resultado con el método REBA efectuado en el capítulo anterior, es apreciable que el proceso de empaque y envasado realizado por los operarios mientras se encuentran de pie, es el que presenta una postura adecuada para el trabajo. La cual es susceptible a mejoras con la dotación del equipo adecuado: tapetes antifatiga ideales para el personal que labora de pie y junto con el acompañamiento de mesas de altura ajustable y fácil movilidad por medio de ruedas; la primera está destinada a las funciones del departamento, mientras la segunda sería para la colocación de los envases vacíos a un mejor alcance del personal; se evita así que se deban agacharse en reiteradas ocasiones para hacerse de ellos y que garantice un ambiente más ordenado.

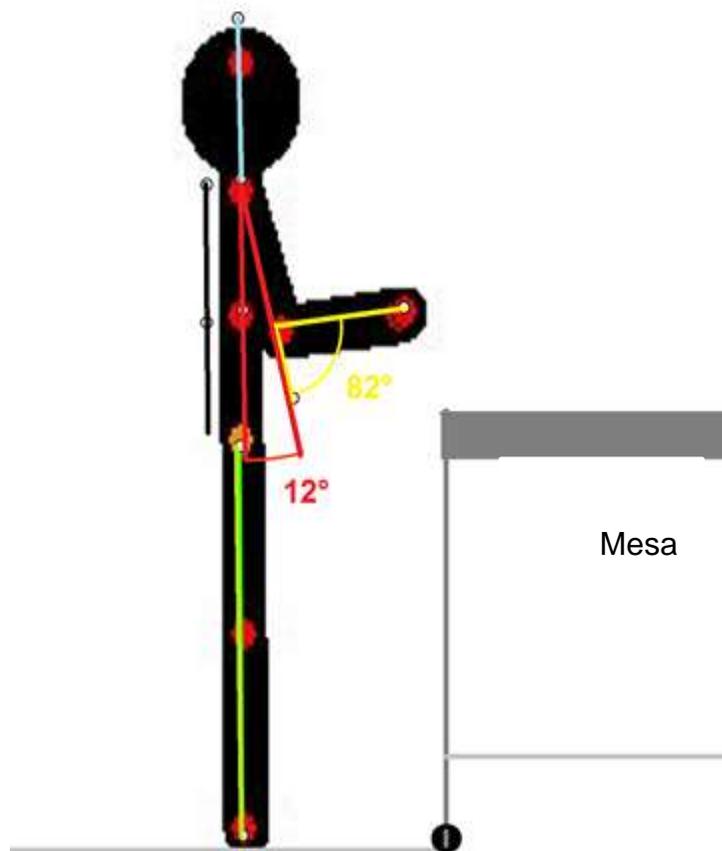
4.2. Evaluación de las propuestas con el método REBA

Al comprender la importancia de la postura que una persona adopta para llevar a cabo determinadas actividades, esto se puede ver reflejado en que el mismo método de análisis entre sus pasos de ejecución tiene la revisión de la propuesta para la determinación de las mejoras en las posiciones de los sujetos de estudio. Lo cual puede verse como una garantía de mejora en comparación a la situación actual.

4.2.1. Análisis de nuevas posturas

Para la comprensión de la colocación de los operarios para ejecutar sus actividades diarias, se inicia por el acto de que el equipo de envasado se encontrara rodeando la mesa de acero inoxidable, como se puede visualizar en la siguiente imagen.

Figura 49. Bosquejo de propuesta



Fuente: elaboración propia.

También, de la anterior imagen, se pueden considerar los ángulos de la postura para la revisión con el método REBA.

Tabla LXIX. **Ángulos de la propuesta**

Parte	Ángulo o posición	Puntuación
Tronco	Erguido	1
Cuello	Flexión entre 0° y 20°	1
Piernas	Soporte bilateral	1
Brazo	Flexión entre 0° y 20°	1
Antebrazo	Flexión entre 60° y 100°	1
Muñeca	Flexión entre 0° y 15°	1

Fuente: elaboración propia.

Conociendo los ángulos y las puntuaciones de la propuesta de las partes pertenecientes al grupo A, el siguiente paso es conocer el valor de la determinada como puntuación del grupo A.

Tabla LXX. **Puntuación del grupo A de la propuesta**

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
Puntuación grupo A: 1												

Fuente: elaboración propia.

De una forma similar se debe determinar la puntuación del grupo B, basándose para esta en la puntuación de los integrantes del grupo: brazo, antebrazo y muñeca.

Tabla LXXI. **Puntuación del grupo B de la propuesta**

Brazo	Antebrazo					
	1			2		
	Muñeca			Muñeca		
	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9
Puntuación grupo B: 1						

Fuente: elaboración propia.

Con la determinación de los valores de los grupos, el siguiente paso es establecer por medio de los modificadores de carga y agarre, correspondientes a las puntuaciones A y B según sea el caso. En el caso de la propuesta únicamente el ayudante de envase B es quien debe trasladar el producto hacia la tarima; por lo que se hace necesaria la aplicación de la puntuación de carga, mientras que el de agarre es obviado ya que el trabajador debería tomar el producto desde la mesa; facilita así su sujeción que es desde la mesa y la persona no requiere cambios de postura.

Tabla LXXII. **Puntuación A y B de la propuesta**

Puesto	Grupo A	Puntuación de carga	Puntuación A	Grupo B	Puntuación de agarre	Puntuación B
Operador de envase	1	+0	1	1	+0	1
Ayudante A	1	+0	1	1	+0	1
Ayudante B	1	+2	3	1	+0	1

Fuente: elaboración propia.

Con los valores de la puntuación A y B, la siguiente etapa es cruzar los valores para la determinación del valor C; para los puesto de operador de envase y el ayudante de envase A será el mismo.

Tabla LXXIII. **Puntuación C del operador y el ayudante**

Puntuación A	Puntuación B		
	1	2	3
1	1	1	1
2	1	2	2
3	2	3	3

Fuente: elaboración propia.

De los puestos de trabajo previamente mencionado, solo faltaría la puntuación C del ayudante de envase B, el cual por el modificador de carga se genera resultado mayor.

Tabla LXXIV. **Puntuación C de la propuesta, ayudante de envase B**

Puntuación A	Puntuación B		
	1	2	3
1	1	1	1
2	1	2	2
3	2	3	3

Fuente: elaboración propia.

4.2.2. Resultado de nuevas posturas

El último paso para la finalización del análisis de la propuesta por medio del método REBA, es la modificación de la puntuación C con los valores de la actividad muscular de cada puesto.

Tabla LXXV. **Puntuación final de la propuesta**

Puesto	Puntuación C	Tipo de actividad muscular	Puntuación final
Operador de envase	1	+2	3
Ayudante de envase A	1	+2	3
Ayudante de envase B	2	+1	3

Fuente: elaboración propia.

Los parámetros de la actividad muscular para los tres puestos son la repetitividad de movimientos, mientras que el operador y el primer ayudante estarían estáticos por más de un minuto.

4.2.3. Interpretación de resultados

El resultado final del análisis de la propuesta da como resultado un valor de tres, el cual es clasificado por el método como un riesgo bajo. En favor del planteamiento aun estarían los benéficos de los tapetes antifatiga, los cuales tienen como objetivo reducir los efectos en los operarios de trabajar de pie.

4.3. Capacitación del operario

El tipo de propuesta de trabajo requiere que la capacitación del personal se enfoque en dos aspectos generales: la primera sería entorno a su salud, precauciones al momento de estar laborando, el equilibrio entre la actividad física y el descanso, la importancia del equipo de protección personal, movimientos y posturas inadecuadas acompañado de sus respectivas correcciones. Una formación de este tipo es beneficiosa para todos los trabajadores de la empresa, al igual que repetirla cada cierto tiempo; esto debido a los cambios en el personal y mantener frescos los conocimientos de este tipo en cada persona.

La segunda sería una instrucción entorno al uso y el cuidado de todo equipo y herramienta con que se cuenta o se pueda tener, con el fin dar el mayor uso posible y rentabilizar la inversión; una enseñanza de ese tipo debe ser previa a su funcionamiento. Por último, algo valioso de crear con cada capacitación es el sentido de pertenencia con la institución, lo cual permitiría

que el empleado desde su punto de vista transmita a sus superiores una situación actual, la cual pueda ser cambiada o mejorada.

4.4. Control de actividades

El manejo correcto de todas las tareas y actividades entorno a los operadores es de beneficio, ya que de esa forma es posible programar actividades como charlas técnicas las que repercutirían en la moral y el crecimiento del personal. También, se podría dar el establecimiento de períodos de tiempo en los cuales los trabajadores que deben permanecer en una postura estática puedan realizar actividades de elongación para reducir de esa forma la tensión muscular por encontrarse de pie. Un aspecto extra sería el control de producto envasado lo que permitiría el intercambio de funciones entre los mismos operadores con la intención de equilibrar los esfuerzos físicos.

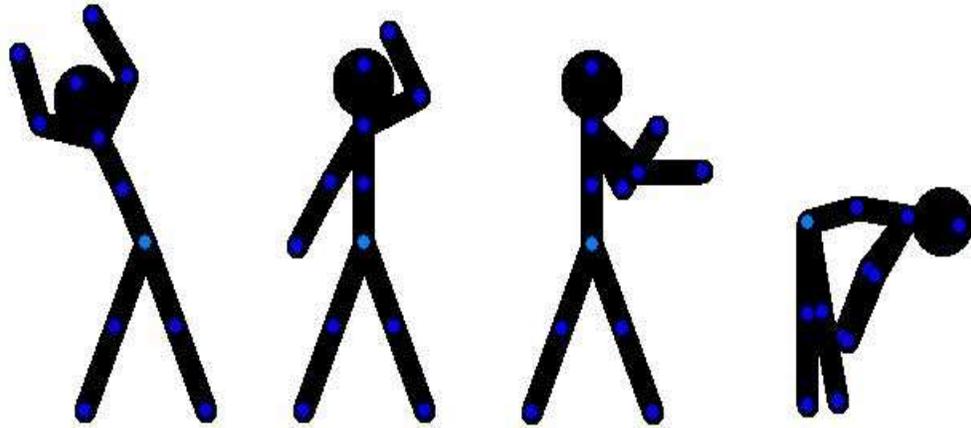
4.5. Ejercicios de estiramiento

Previo a que los trabajadores inicien con sus labores del día, es prudente que antes realicen una rutina de estiramiento, la cual permitirá que el sujeto que la realiza logre activar los músculos de su cuerpo. Resulta de mucha importancia que indistinto del tipo de ejercicio que la persona efectúa, este debe ser ejecutado de forma progresiva, evitando siempre cualquier tipo de dolor.

Las actividades de estiramiento que puede realizar un ser humano se pueden agrupar en forma general en la parte superior e inferior.

- Parte superior: brazos, espalda y cuello

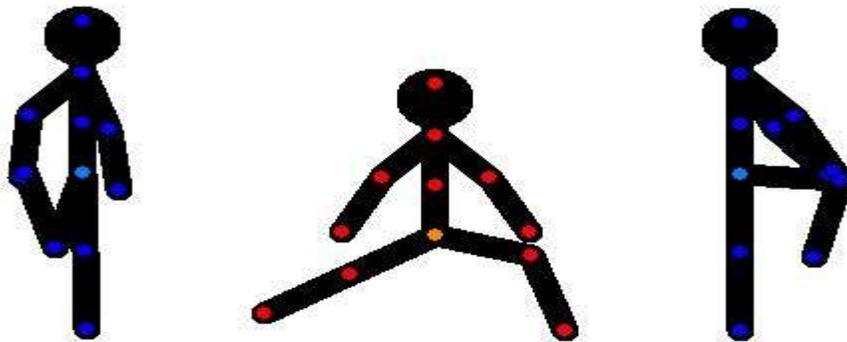
Figura 50. **Parte superior**



Fuente: elaboración propia.

- Parte inferior: piernas, tobillos y pies

Figura 51. **Parte inferior**



Fuente: elaboración propia.

4.6. Precauciones en el puesto de trabajo

La prevención de accidentes es una obligación para todos los miembros de una institución o empresa; pero a pesar de todas las precauciones que se puedan tomar, siempre existe el riesgo de un descuido o error puede suceder lo que deja como única medida reducir el daño del incidente con lo que sería el uso del equipo de protección personal, el cual dependiendo de la industria y las tareas que realice la persona puede conformarse por: casco, lentes, orejeras, mascarilla, guantes, faja y calzado industrial.

Figura 52. **Equipo de protección personal**



Fuente: *Equipo de protección personal*. <http://www.sismaconsultores.com/proteccionper.html>.

Consulta: 2 de noviembre de 2016.

4.7. Equipo para el puesto de trabajo

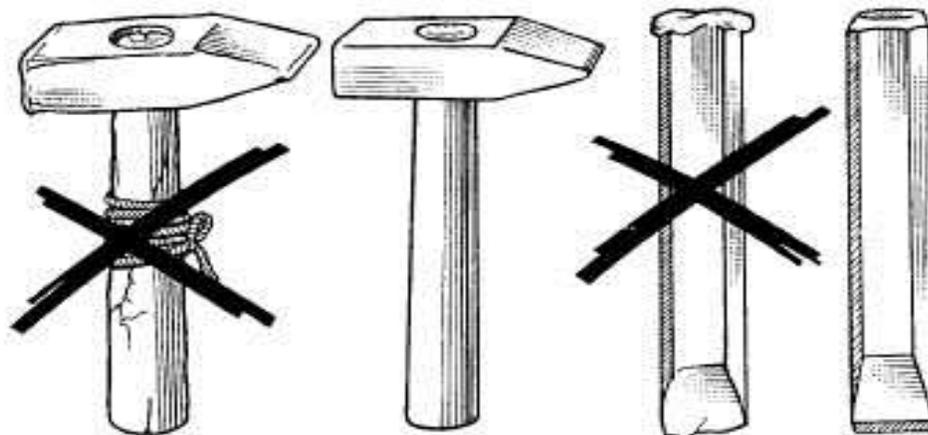
La propuesta contempla la adquisición de diferente equipo y mobiliario, cuyo correcto uso permitiría que las posturas adoptadas por los trabajadores presentarán una mejor condición; comenzando con las mesas las cuales deben contar con las características de ajustar la altura con el fin de adecuarse a las distintas presentaciones de envases así como ruedas que permitan su traslado en el lugar de trabajo de forma sencilla y sin dañarlas; otro beneficio de las mesas sería que el encargado del traslado del producto a la tarima no deba

agacharse a recoger; acompañado también de tapetes antifatiga en el lugar donde se posicione el personal durante el proceso de envasado y empaque con el objetivo de contrarrestar los riesgos por estar de pie, también, la máquina cerradora junto a un compresor de aire los cuales permitirán el cambio en el proceso de cerrado de las cubetas metálicas con la herramienta denominada araña manual primordialmente.

4.8. Herramientas para el puesto de trabajo

Se encuentran el martillo de goma, la llave de tubo y la espátula; es imperativo que cada instrumento en el lugar de trabajo se encuentre en óptimas condiciones, esto debido a que cualquier artefacto con daño o desgaste puede presentar un potencial daño para la persona que hace uso de él; también, generar complicaciones con su uso o bien que el trabajador improvise.

Figura 53. **Herramientas dañadas**



Fuente: *Seguridad, salud y bienestar en las obras de construcción.*

http://training.itcilo.it/actrav_cdrom2/es/osh/cinte/3.htm. Consulta: 2 de noviembre de 2016.

5. SEGUIMIENTO MEJORA CONTINUA

5.1. Programas de capacitación

Con los avances y nuevas tendencias que cada día surgen, resulta de mucha importancia que los miembros de una organización periódicamente tengan la oportunidad de actualizar sus conocimientos, lo cual debería permitirles cambiar de una forma positiva como realizan las actividades a su cargo. Una empresa que busca la superación y crecimiento de sus trabajadores también se ve beneficiada en factores como la competitividad ante otras instituciones, que el personal se sienta valorado y apreciado lo que repercute en un buen clima laboral.

La capacitación de personal puede ser dividida en diferentes tipos según sea la necesidad de una empresa, dentro de las cuales destacan: inducción, de trabajo y promocional. Para el cumplimiento de mejora y crecimiento del personal y de la empresa, son las dos últimas las cuales brindarán los resultados esperados.

- **Inducción:** son las capacitaciones que debe recibir todo personal después de su contratación y previo a iniciar actividades en la empresa, su fin es adecuar a la persona con el que sería su medio ambiente laboral.
- **Crecimiento de personal:** capacitación diseñada para la promoción del personal adecuado a puestos de una mayor jerarquía.

- De la empresa: es el crecimiento del individuo y de la empresa, por medio de la superación personal, mejora de capacidades y aptitudes que pueden caracterizar a una persona.

5.2. Salud industrial

La seguridad e higiene en el trabajo es un tema prioritario entre los trabajadores y la empresa; para cada uno de los involucrados se podrán presentar puntos claves por los cuales deberán procurar un ambiente adecuado para todos los que formen parte del mismo.

Por el lado de los empleados, son ellos los que tienen el riesgo de sufrir una lesión o enfermedad tanto en el presente como en el futuro debido a la posibilidad de accidentes ya que las condiciones del lugar presentan carencias en seguridad y deficiencias en higiene.

Mientras que las empresas tienen el compromiso de garantizar un ambiente sano y adecuado para su personal, con tal de evitar sanciones, multas e indemnizaciones por el lado económico. Al igual, problemas con sus integrantes por falta de motivación y baja productividad.

Toda acción que puedan considerar los involucrados para el mejoramiento de la salud industrial será de un carácter preventivo, teniendo para esto la referencia de incidentes previos para el reconocimiento de las prioridades. Las cuales pueden ser de carácter ergonómico de uno o varios puestos. Aspectos ambientales como son el ruido, la iluminación, la ventilación y contaminación de sustancias químicas. Factores entorno a herramientas, maquinaria y el lugar de trabajo debido al desconocimiento de su correcto uso, falta de mantenimiento y condiciones indebidas. Para cada situación de riesgo que pueda existir su

prevención dependerá del esfuerzo de los involucrados tomando acciones concretas que van desde capacitaciones, programas de mantenimiento eficientes, señalización de riesgos y requisitos necesarios para el personal en las diferentes zonas de trabajo y equipos de protección personal cada trabajador de acuerdo a los riesgos que se puedan presentar y finalizando con equipo de primeros auxilios.

5.3. Inspección del equipo de trabajo

La disposición de un ambiente de trabajo adecuado es vital desde la salud física y mental del trabajador hasta para la productividad de la empresa, lo cual resulta de beneficio para todas las partes que se mantengan las condiciones; pero conforme el paso del tiempo resulta natural que se genere un desgaste tanto en el equipo y herramientas utilizado por el personal y debido que son ellos los primeros en apreciarlo, se vuelve relevante la comunicación con encargados o superiores para el cambio o reparación de lo que se encuentre afectado y de esa forma puedan evitar accidentes.

Figura 54. Herramienta inservible



Fuente: elaboración propia.

5.4. Inspección del entorno físico

En un negocio que se dedica a la fabricación de productos, se presenta una gran cantidad de actividades especialmente el traslado de personas, materia prima, herramientas, producto terminado y de los dispositivos o vehículos que trasladen alguno de los anteriores; estos procesos de traslado generan cambios constantes e importantes para una empresa, todo el movimiento en el lugar hace necesario que todo trabajador deba estar plenamente consciente de donde se encuentra; permite así la capacidad de localizar salidas de emergencia, puntos de reunión en caso de emergencia, espacios restringidos y por último zonas de transporte peatonal y de vehículos.

Figura 55. **Distribución de espacios de trabajo**



Fuente: elaboración propia.

La inspección de los espacios de trabajo puede ser mejorada y fácil comprensión para todas personas, si en este se presenta una adecuada señalización la cual cumpla la función de indicar: rutas de evacuación, requisitos de equipo de protección y advertir riesgos.

Figura 56. **Señal de seguridad**



Fuente: elaboración propia.

5.5. Evaluación con el método ergonómico

Junto con el método REBA, existen otra serie de herramientas ergonómicas, las cuales al igual permiten verificar el estado de cualquier puesto de trabajo; algunos de estos métodos tienen un sistema de evaluación más rápido y sencillo como son el OWAS, LCE, EPR y OCRA.

Lo anterior resulta importante al momento de verificar la postura que pudo adoptar el trabajador en un futuro, debido a factores como el desgaste en el equipo, herramientas y, también, por un acomodamiento natural por parte del operario en su puesto.

De esas evaluaciones se podrán obtener los resultados que permitirán hacer los ajustes o modificaciones necesarias para que el lugar de trabajo brinde las condiciones necesarias para la persona que se encuentra laborando en dicho espacio en todo momento.

6. RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL

6.1. Grupo Solid y la RSE

Grupo Solid es una empresa con más de 60 años desde su fundación en 1955, desde esa fecha la empresa se abre camino en diferentes mercados en Latinoamérica y ampliando su línea de productos. El crecimiento de la compañía es acompañado por la responsabilidad social; inicia principalmente, con el cumplimiento de las leyes laborales y del medio ambiente; con el cumplimiento de lo anterior la RSE presenta distintas líneas de acción pero una misma intención el impacto positivo en la sociedad.

Las acciones que puede seguir un negocio con RSE van desde la ética y transparencia. El apoyo al capital humano para que logren su máximo potencial, acciones responsables que beneficien a la comunidad donde se ubica la empresa y el cuidado del medio ambiente.

6.2. Cuidado del medio ambiente

Todos los seres humanos juegan un papel importante en la conservación y cuidado de los recursos naturales del planeta; comienza con aspectos básicos como el depósito de la basura en contenedores adecuados para su manejo y tratamiento; además, la responsabilidad con los distintos productos que son adquiridos continuamente y fabricados por las grandes industrias para el cumplimiento de las demandas del consumidor.

Figura 57. **Contaminación de ríos**



Fuente: elaboración propia.

Es fundamental que lo anterior sea logrado a nivel mundial, debido a que la contaminación en el medio ambiente se genera en distintas formas haciendo que su propagación alcance regiones ajenas a donde se origina.

En la actualidad, las industrias velan por la calidad de sus productos y de sus procesos de que los mismos no repercutan en la contaminación ya que por el flujo de información que existe; resulta sencillo para los consumidores informarse sobre un incidente ecológico en el que se pudiera ver involucrada una empresa.

6.2.1. Residuos industriales

Son los sobrantes que se generan de los distintos procesos que ejecutan las empresas en la elaboración de un producto, los cuales se clasifican en dos tipos: inertes y contaminantes. Los primeros no representan un riesgo a la contaminación a la naturaleza. Caso contrario los segundos pueden ser tóxicos, corrosivos, inflamables o de difícil degradación en el medio ambiente.

6.2.1.1. Generación y disposición de residuos

Los residuos industriales son el resultado de las distintas actividades que realizan los negocios con el fin de fabricar o transformar un producto; los insumos utilizados en el proceso, limpieza y mantenimiento con una estrecha relación con la actividad industrial.

Algunos ejemplos básicos de residuos industriales son:

- Papel de oficina
- Residuos alimenticios
- Barnices
- Pintura
- Residuos textiles
- Empaques de productos recibidos

Para la disposición de residuos las empresas pueden recurrir a diferentes técnicas; la principal es una producción que genere menos residuos o encontrarle un aprovechamiento en otro proceso; otra forma es el manejo de métodos que por medio de un proceso físico, químico o biológico depuren o separen la sustancia contaminante para su traslado a un vertedero autorizado;

el uso de incineradoras especiales permite una reducción del volumen pero con la negativa de que gases y cenizas del proceso son dañinos y la forma más eficaz siempre que el residuo no repercuta en el medio ambiente es el reciclaje.

Los materiales de empaque utilizados por las industrias manufactureras para el traslado de sus productos, son desechados en forma general cuando llegan a distribuidores o bien al consumidor final; en algunas ocasiones, la disposición de estos elementos se hace de forma descuidada o bien se usan de forma negligente, por lo que su reciclaje se pierde.

Figura 58. **Posible material a reciclar**



Fuente: elaboración propia.

6.2.1.1.1. Residuos sólidos

En la industria los materiales sólidos tienen una función básica en su contención y traslado, tanto de la materia prima como del producto terminado; como la papelería para funciones administrativas y aspectos internos del negocio. Al momento de que estos elementos cumplen con su función, serán desechados de acuerdo a sus características y posibles consecuencias ambientales.

Si un residuo representa un riesgo al ambiente y los seres vivos, este debe ser manejado con precaución para que su disposición no genere un daño al ecosistema donde se ubicará; por otro lado, cuando no es considerado peligroso puede ser dispuesto de una manera más ordinaria o en el mejor de los casos entrar en un proceso de reciclaje como el caso del cartón y el aluminio.

Figura 59. **Materiales industriales sólidos**



Fuente: elaboración propia.

6.2.1.1.2. Residuos líquidos

El agua juega un papel vital para todos los seres vivos, tan importante que en las industrias desempeña un papel fundamental debido a la gran variedad de procesos en que puede ser utilizada: generar energía, limpieza y traslado de materia prima y desechos, elaboración de productos en industrias alimenticias, metalúrgicas y textiles; en trabajos de limpieza de las instalaciones y servicios básicos de las personas que laboran en el lugar. La diversidad de usos que recibe el agua genera en cada ámbito la posibilidad de que se encuentren contaminantes muy particulares como metales, detergentes, pesticidas y los productos químicos; lo anterior se puede presentar de dos formas: suspendidos o disueltos.

El uso del agua en diferentes industrias, pasando por negocios particulares y hasta las actividades del hogar, genera una contaminación masiva la cual sumada al poco tratamiento que reciben estas aguas residuales previo a su ingreso a lo que son los afluentes o ríos en cuestión, los cuales tampoco pueden depurar el agua y así únicamente se dispersan los contaminantes afectando a todo ser vivo.

Figura 60. **Contaminación en ríos**



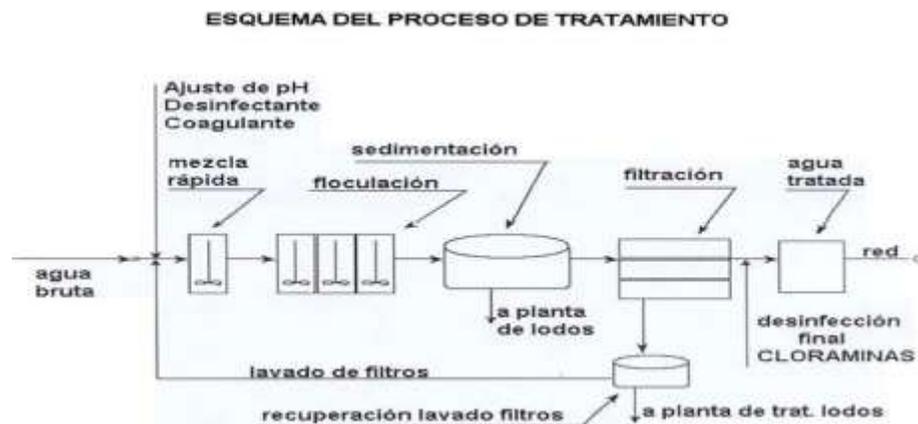
Fuente: elaboración propia.

6.2.1.2. Tratamiento de residuos líquidos

Las empresas están obligadas a procesar sus aguas industriales previo a liberarlas al medio ambiente o bien reutilizarlas; para el logro de lo anterior pueden recurrir a distintos procesos: físico, biológico y químico.

Estos procedimientos pueden ser combinados con el fin de que el tratamiento garantice un resultado óptimo, como el fisicoquímico que reciben los líquidos en la elaboración de pintura. El método inicia con un proceso físico de sedimentación y flotación con la intención de retener todos los sólidos; posteriormente, da inicio lo que son las técnicas químicas de coagulación y floculación en que se aglomeran todas las partículas sólidas restantes como sedimentos en el fondo de un tanque del cual podrán ser extraídas con facilidad; todos los sólidos serán agrupados para su traslado a un lugar adecuado; mientras que el agua debe ser oxigenada para el mejoramiento de su calidad antes de regresar al medio ambiente.

Figura 61. Esquema del proceso del tratamiento del agua



Fuente: *Tratamiento del agua*. http://www.elaguapotable.com/tratamiento_del_agua.htm.

Consulta: 18 de noviembre de 2016.

6.2.2. Programa de reciclaje

Diariamente, en la empresa se generan residuos de distinta procedencia: restos de comida, envolturas plásticas, envases plásticos, envases de aluminio, papel de oficina y cartón entre otros tipos de desechos. Lo anterior es depositado en ciertos puntos ubicados dentro de las instalaciones para que pueda ser extraída por un servicio de recolección de basura lo cual es el método más sencillo para su manejo, pero que en cuestiones ecológicas no. Esto dado que elementos de plástico, aluminio, papel y cartón pueden ser reciclados.

El programa de reciclaje tiene la finalidad de crear conciencia y mostrar la importancia de la misma para el medio ambiente y todos los seres vivos. Al momento de que cada persona comprenda lo anterior, la siguiente etapa es la determinación de los lugares y contenedores adecuados para cada elemento.

Algunos puntos claves para el programa de reciclaje son la cafetería en la cual aparte de los depósitos de basura para los sobrantes de comida son fundamentales:

- Un receptor para los residuos de aluminio como las latas de refrescos o sodas.
- Un contenedor para residuos plásticos como pueden ser envases de gaseosas.

La empresa al tener destinados los espacios para la recolección de la basura se presenta la posibilidad de que en los mismos se agrupen elementos como:

- Cartón de las cajas en que reciben algunos elementos como envases o tapaderas para el proceso de envasado de la pintura.
- Papel de oficina de uso diario y que por su relevancia no es archivado.

Al momento de que el volumen de material a reciclar es suficiente, la tercera etapa sería la contratación de una empresa recicladora que recoja el material para reprocesarlos.

La identificación de los contenedores para el reciclaje, puede ser por medio de alguna imagen, texto o bien por un color específico; este código de colores presenta variaciones especialmente cuando se trata de recipientes plásticos o metálicos, normalmente, ubicados en un receptor amarillo. El criterio varía al momento de separar el metal y el plástico, ya que uno de los materiales es dispuesto al contenedor rojo, cuando no existen desechos de hospitales. Mientras que para los otros materiales el criterio es más constante: azul para papeles o cartones, verde, vidrio y naranja, material orgánico.

Figura 62. **Código de colores para reciclaje**



Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. La propuesta más adecuada para solventar la situación que se describe es la primera opción, la cual contempla la adquisición de maquinaria y mobiliario, acompañado de una constante capacitación para la obtención de resultados favorables en las posturas de los trabajadores y de un análisis financiero favorable hace viable el proyecto.
2. El método ergonómico utilizado determina un valor numérico, el cual se relaciona con un factor de riesgo; al disminuir el mismo se reducen los aspectos negativos en relación a lesiones que puedan llegar a presentarse por una mala postura corporal a través del tiempo.
3. Para que una persona pueda llegar a tener como metas personales las mismas que la empresa donde labora, es necesario que se sienta valorado y parte de algo más grande. De esa forma, se identificara con el fin primordial de la institución.
4. El proceso de empaque y envasado de pintura presenta movimientos sumamente repetidos, acompañado de períodos de tiempo muy cortos para el llenado de los envases. Esto puede convertirse en una actividad monótona.
5. Tanto las herramientas como el mobiliario para el proceso de envasado se pueden considerar como de uso común ya que van desde mesas, espátulas, llaves de tubo, martillos de goma; la más extraña sería una máquina cerradora para las cubetas metálicas.

6. Los esfuerzos físicos son muy similares para todos los empleados comenzando por el de mantener una postura estática por períodos de tiempo cercanos a la media hora; el otro gran esfuerzo sería el de la persona que traslada los envases hacia la tarima que pueden ser desde cubetas hasta paquetes de cuatro galones.

RECOMENDACIONES

1. Todo cambio o mejora en torno a la ergonomía para un puesto de trabajo, debe contemplar de forma seria el sentir y la opinión de la persona que ocupe el puesto; debido a que, si el operador no se llegara a sentir cómodo, todos los recursos invertidos se perderían, al igual que el rendimiento en la productividad se vería afectado igualmente.
2. Los programas de mantenimiento son vitales cuando se trata de extender el período de vida útil de una máquina, al igual que para las herramientas. Al garantizar la prolongación de tiempo del equipo la empresa se ve beneficiada en no tener que invertir en forma constante debido a negligencia.
3. La iluminación resulta ser un factor ambiental que puede influir drásticamente en la postura de una persona al momento de efectuar una tarea, lo cual hace necesario que toda empresa supervise la iluminación en el lugar de trabajo constantemente.
4. El uso de métodos para el análisis ergonómico brindan una idea básica de la situación actual para una persona con pocos conocimientos en el tema, lo que hace ampliamente recomendado buscar la opinión de una persona experta en el tema que pueda considerar las distintas ramas de la ergonomía a la vez.

BIBLIOGRAFÍA

1. CACHUTT, Crisdalith. *Propuesta de mejoras ergonómicas en el área de mecanizado de una empresa metalmecánica*. [En línea]. <http://www.bvsst.org.ve/documentos/tesis/tesis_DD123aochoa.pdf>. [Consulta: 10 de diciembre de 2015].
2. CAÑAS DELGADO, José. *Ergonomía en los sistemas de trabajo*. Granada, España: Blanca Impresores, 2011. 178 p.
3. CRUELLES RUIZ, José Agustín. *Ingeniería industrial: métodos de trabajo, tiempo y su aplicación a la planificación y mejora continua*. México: Alfaomega, 2013. 830 p.
4. Ecología hoy. *Residuos industriales*. [En línea]. <<http://www.ecologiahoy.com/residuos-industriales>>. [Consulta: 20 de marzo de 2016].
5. FABARRA TORRES, Juan Carlos. *Trabaje menos y rinda más: ergonomía –antropometría*. Ecuador: CODEU, 2011. 136 p.
6. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo*. 2ª ed. México: McGraw Hill, 2005. 458p.

7. Mapfre. *Evaluación multitarea de la carga física*. [En línea]. <<http://www.mapfre.com/documentacion/publico/i18n/catalogoimagenes/grupo.cmd?path=1024049>>. [Consulta: 15 de diciembre de 2015].
8. NIEBEL, Benjamín; FREIVALDS, Andris. *Ingeniería industrial, Métodos, estándares y diseños de trabajo*. 12ª ed. México D.F: McGraw Hill, 2009. 586 p.
9. PÉREZ, Thelia. *Rotación de personal, ¿cuánto le cuesta a tu empresa?* [En línea]. <<http://www.shdemexico.com/2017/04/28/rotacion-de-personal-cuanto-le-cuesta-tu-empresa/>>. [Consulta: 21 de noviembre de 2017].
10. RAMÍREZ CAVASSA, Cesar. *Ergonomía y productividad*. 2ª ed. México: Limusa, 2006. 433 p.
11. RAMIREZ, F. *Tratamiento del agua*. [En línea]. <http://www.elaguapotable.com/tratamiento_del_agua.htm>. [Consulta: 18 de noviembre de 2016].
12. Seguros Caracas. *La importancia de la ergonomía en la empresa*. [En línea]. <<https://www.seguroscaracas.com/paginas/bibliotecadigital/PDF/1/Documento/Ergonomia/ergoimportanciadelaergonomia.pdf>>. [Consulta: 21 de diciembre de 2015].
13. Universidad Politécnica de Valencia. *Método REBA*. [En línea]. <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>. [Consulta: 17 de diciembre de 2015].