



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

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE BANDAS TRANSPORTADORAS Y PROPUESTA DE UN
NUEVO MÉTODO PARA LAS OPERACIONES LOGÍSTICAS (VOICE PICKING), EN LA
EMPRESA HENKEL LA LUZ, S.A.**

Pablo Roberto López Tejeda

Asesorado por el Ing. Edgar Álvarez Cotí

Guatemala, febrero de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE BANDAS TRANSPORTADORAS Y PROPUESTA DE UN
NUEVO MÉTODO PARA LAS OPERACIONES LOGÍSTICAS (VOICE PICKING), EN LA
EMPRESA HENKEL LA LUZ, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

PABLO ROBERTO LÓPEZ TEJEDA
ASESORADO POR EL ING. EDGAR ÁLVAREZ COTÍ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

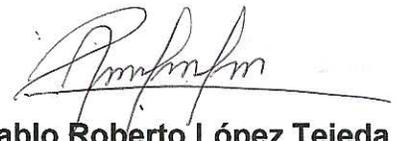
DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. María Martha Wolford de Hernández
EXAMINADORA	Inga. Nora Leonor García Tobar
EXAMINADOR	Ing. Esdras Feliciano Miranda Orozco
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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:

DISEÑO DE UN SISTEMA DE BANDAS TRANSPORTADORAS Y PROPUESTA DE UN NUEVO MÉTODO PARA LAS OPERACIONES LOGÍSTICAS (VOICE PICKING), EN LA EMPRESA HENKEL LA LUZ, S.A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 30 de septiembre de 2011.



Pablo Roberto López Tejada

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA**



FACULTAD DE INGENIERÍA

Guatemala, 10 de Mayo 2012

Ingeniero César Ernesto Urquizú Rodas
Director de Escuela Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ingeniero Urquizú

Atentamente me dirijo a usted para someter a consideración el trabajo de graduación con tema **DISEÑO DE UN SISTEMA DE BANDAS TRANSPORTADORAS Y PROPUESTA DE UN NUEVO MÉTODO PARA LAS OPERACIONES LOGÍSTICAS (VOICE PICKING), EN LA EMPRESA HENKEL LA LUZ, S.A.** del estudiante Pablo Roberto López Tejeda quien se identifica con número de carné 2007-14426

He asesorado y revisado el trabajo, y considero que llena satisfactoriamente los requisitos, por lo que recomiendo su aprobación

Sin otro particular me suscribo a usted

Atentamente

F. _____

Ing. Edgar Álvarez Cotí

Colegiado 3424

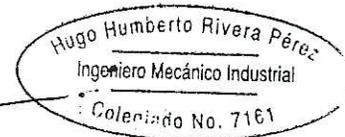
Asesor

Edgar Darío Álvarez Cotí
Ing. Mecánico Industrial
Colegiado No. 3424



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE BANDAS TRANSPORTADORAS Y PROPUESTA DE UN NUEVO MÉTODO PARA LAS OPERACIONES LOGÍSTICAS (VOICE PICKING), EN LA EMPRESA HENKEL LA LUZ, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Pablo Roberto López Tejeda**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, agosto de 2012.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

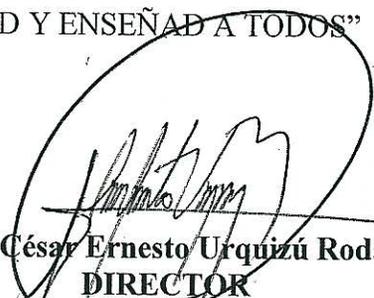


FACULTAD DE INGENIERIA

REF.DIR.EMI.015.013

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 **DISEÑO DE UN SISTEMA DE BANDAS TRANSPORTADORAS Y PROPUESTA DE UN NUEVO MÉTODO PARA LAS OPERACIONES LOGÍSTICAS (VOICE PICKING), EN LA EMPRESA HENKEL LA LUZ, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Pablo Roberto López Tejada**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, febrero de 2013.

/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: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE BANDAS TRANSPORTADORAS Y PROPUESTA DE UN NUEVO MÉTODO PARA LAS OPERACIONES LOGÍSTICAS (VOICE PICKING), EN LA EMPRESA HENKEL LA LUZ, S.A.**, presentado por el estudiante universitario: **Pablo Roberto López Tejeda**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, febrero de 2013

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por otorgarme la bendición de vivir y permitirme culminar con éxito otra meta en mi vida.
- Mis padres** Victor Servando López Culajay y Nydia Lissette Tejeda Poma de López. Por todo su amor y apoyo incondicional, por ser mi ejemplo y motivación.
- Mis hermanas** Adriana Lissette y Karin María López Tejeda. Por su apoyo, amor, confianza y todas las alegrías y momentos compartidos.
- Mis abuelos** Por su cariño, consejo y enseñanzas.
- Mis tíos** Por enseñarme que con esfuerzo y confianza en Dios todo se puede lograr, entre otras cosas.
- Mi familia** A todos ustedes con especial cariño.
- Mi novia** Ana Lucia Ramírez Escalante, por ser una importante influencia en mi vida, por su amor y apoyo en todas las fases de estudio de la carrera.

Mis amigos

A todos y cada uno de ustedes, por su confianza y amistad compartida con alegría, por apoyarme en la culminación de mi carrera.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Que me acompañó a lo largo de la carrera, permitiéndome culminarla con éxito.
La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser una importante influencia en mi carrera, por darme la oportunidad de obtener mis estudios.
Facultad de Ingeniería	En especial a sus catedráticos.
Mis papás	Por haber inculcado en mí principios y valores, que me han moldeado en la persona que soy, por que sin su apoyo y cariño no hubiera logrado alcanzar esta meta.
Ing. Edgar Álvarez Cotí	Por su valiosa asesoría y revisión del trabajo de graduación, así como, de su apoyo.
Henkel La Luz, S.A.	Por permitirme realizar el presente trabajo de graduación en dicha organización. En especial al Ing. Rafael Recinos.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	1
1.1. Historia del jabón, del detergente y del surgimiento de la empresa.....	1
1.1.1. Historia de Henkel	4
1.1.2. Historia de Fábrica La Luz, S.A.	6
1.1.3. Historia de Henkel La Luz, S.A.	6
1.2. Ubicación.....	8
1.3. Visión y valores	11
1.3.1. Visión y misión.....	11
1.3.2. Valores	12
1.4. Organigrama y descripción.....	14
1.5. Participación de mercado	16
1.6. Productos	18
1.6.1. Tipos de productos	18
1.6.1.1. Productos de limpieza.....	19
1.6.1.2. Detergentes en polvo	23
1.6.1.3. Jabones	26
1.6.2. Clasificación ABC de productos.....	28

2.	MARCO TEÓRICO	33
2.1.	Centro de distribución	33
2.2.	Cadena de suministros.....	33
2.3.	Tipos de organización de un almacén.....	34
2.3.1.	Caótico	35
2.3.2.	Organizado.....	35
2.4.	Equipo y materiales utilizados en el manejo de materiales	36
2.4.1.	Montacargas.....	36
2.4.2.	Tarimas	40
2.4.3.	Portatarimas	41
2.4.4.	Stretchfilm	42
2.5.	Voice picking.....	43
2.5.1.	Definición.....	43
2.5.2.	Ventajas	45
2.6.	Bandas transportadoras	45
2.6.1.	Tipos de bandas transportadoras.....	46
2.6.2.	Elementos de la banda transportadora	51
3.	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	55
3.1.	Equipo utilizado para el manejo de materiales.....	55
3.1.1.	Montacargas.....	56
3.1.2.	Portatarima.....	56
3.1.3.	Jaulas.....	57
3.2.	Procesos logísticos	58
3.2.1.	Recepción de producto terminado.....	58
3.2.1.1.	Objetivo	59
3.2.1.2.	Responsabilidades	59
3.2.1.3.	Proceso de recepción de jabones.....	60

	3.2.1.4.	Proceso de recepción de detergentes.....	62
	3.2.1.5.	Proceso de recepción de producto de limpieza	64
3.2.2.		Control de inventario.....	66
	3.2.2.1.	Objetivo.....	66
	3.2.2.2.	Responsabilidades.....	66
	3.2.2.3.	Lineamientos generales	67
	3.2.2.4.	Proceso de conteo físico de inventario	67
3.2.3.		Manejo y uso de picking	70
	3.2.3.1.	Objetivo.....	70
	3.2.3.2.	Responsabilidades.....	70
	3.2.3.3.	Lineamientos generales para manejo de picking.....	71
	3.2.3.4.	Proceso de abastecimiento de picking	72
	3.2.3.5.	Proceso de preparación de guía de carga.....	74
3.2.4.		Despacho de producto terminado.....	77
	3.2.4.1.	Objetivo.....	77
	3.2.4.2.	Responsabilidades.....	77
	3.2.4.3.	Proceso de despacho de producto terminado.....	78
3.3.		Estudio de ritmos de producción y tiempos estándar de carga de producto terminado.....	82
	3.3.1.	Ritmo de producción.....	82
	3.3.1.1.	Estudio del ritmo de producción de jabones	82

3.3.1.2.	Estudio del ritmo de producción de detergentes	86
3.3.1.3.	Estudio del ritmo de producción de productos de limpieza	90
3.3.2.	Tiempos estándar de carga de producto terminado	93
3.3.2.1.	Tiempo de carga en furgones.....	94
3.3.2.2.	Tiempo de la carga en camiones.....	95
3.3.2.3.	Tiempo de la carga en paneles.....	96
4.	PROPUESTA.....	97
4.1.	Diseño del sistema de bandas transportadoras	97
4.1.1.	Datos para el diseño de la banda transportadora....	97
4.1.2.	Tipos de banda transportadora	98
4.1.2.1.	Mecanismo de funcionamiento	98
4.1.2.2.	Material.....	99
4.1.3.	Trayectoria de la banda transportadora	102
4.1.4.	Diseño aplicado.....	104
4.1.5.	Estructura de sostenimiento	126
4.1.5.1.	Estructura a nivel de suelo	127
4.1.5.2.	Estructura de sostenimiento aéreo ...	127
4.1.6.	Protección de la banda en exteriores	128
4.1.6.1.	Descripción de la protección.....	128
4.1.7.	Layout.....	128
4.1.8.	Diseño del centro de acopio	130
4.1.8.1.	Objetivo	130
4.1.8.2.	Lineamientos	130
4.1.8.3.	Layout.....	130
4.1.8.4.	Personal necesario	131

	4.1.8.5.	Equipo y materiales.....	132
4.1.9.		Análisis y costos	132
	4.1.9.1.	Banda transportadora	132
	4.1.9.2.	Centro de acopio.....	133
4.2.		Propuesta del método despacho de producto terminado	134
4.2.1.		Descripción.....	134
4.2.2.		Equipo e instalación necesaria	136
4.2.3.		Capacitación del personal.....	141
4.2.4.		Manejo y uso de picking	142
	4.2.4.1.	Objetivo.....	142
	4.2.4.2.	Responsabilidades.....	142
	4.2.4.3.	Lineamientos generales	143
	4.2.4.4.	Proceso de abastecimiento de picking	144
	4.2.4.5.	Proceso de preparación de guía de carga.....	146
4.2.5.		Recepción de producto terminado	148
	4.2.5.1.	Objetivo.....	148
	4.2.5.2.	Responsabilidades.....	148
	4.2.5.3.	Proceso de recepción de jabones....	150
	4.2.5.4.	Proceso de recepción de detergentes.....	152
	4.2.5.5.	Proceso de recepción de producto de limpieza	154
4.2.6.		Control de inventario.....	156
	4.2.6.1.	Objetivo.....	156
	4.2.6.2.	Responsabilidades.....	156
	4.2.6.3.	Lineamientos generales	157

4.2.6.4.	Proceso de conteo físico de inventario.....	157
4.2.7.	Despacho de producto terminado	159
4.2.7.1.	Objetivo	160
4.2.7.2.	Responsabilidades	160
4.2.7.3.	Proceso de despacho	161
4.2.8.	Análisis de costos.....	164
5.	MANTENIMIENTO DE LA BANDA TRANSPORTADORA.....	169
5.1.	Mantenimiento preventivo	169
5.1.1.	Descripción.....	169
5.1.2.	Mano de obra	174
5.1.3.	Costo	174
5.2.	Mantenimiento correctivo	174
5.2.1.	Descripción.....	174
5.2.2.	Mano de obra	176
5.2.3.	Costo	176
6.	DIAGNÓSTICO DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL	177
6.1.	Datos generales	177
6.2.	Identificación y valoración de los impactos al ambiente	178
6.3.	Medidas de mitigación.....	180
	CONCLUSIONES.....	185
	RECOMENDACIONES	187
	BIBLIOGRAFÍA.....	189
	ANEXOS.....	191

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Logotipo de Henkel	5
2.	Surgimiento de Henkel La Luz, S.A.	7
3.	Porcentaje de ventas de marcas	8
4.	Acceso por la carretera Interamericana a Henkel La Luz, S.A.....	10
5.	Organigrama general Henkel La Luz, S.A.....	14
6.	Participación de mercado 2010.....	17
7.	Contribución de SKU estrellas de productos de limpieza al porcentaje de ventas	20
8.	Contribución de SKU estrellas de detergentes al porcentaje de ventas.....	24
9.	Contribución de SKU estrellas de jabones al porcentaje de ventas	28
10.	Cantidad de productos por clasificación ABC	29
11.	Cantidad de SKU clasificación A	30
12.	Cantidad de SKU clasificación B.....	31
13.	Cantidad de SKU clasificación C.....	31
14.	Cadena de suministros.....	34
15.	Almacén caótico	35
16.	Almacén organizado.....	36
17.	Montacargas clase 1	37
18.	Montacargas clase 2	37
19.	Montacargas clase 3	38
20.	Montacargas clase 4	38
21.	Montacargas clase 5	39

22.	Montacargas clase 7	39
23.	Pallet de madera	41
24.	Pallet de plástico	41
25.	Portatarimas	41
26.	Stretchfilm	42
27.	Equipo del operador.....	44
28.	Cinta plana.....	47
29.	Cinta cóncava	47
30.	Cinta tubular	48
31.	Cinta metálica	48
32.	Cinta portátil.....	49
33.	Tablero articulado	49
34.	Transportador por gravedad con rodillos libres.....	50
35.	Transportador de rodillos activos	51
36.	Cinta de banda.....	51
37.	Rodillos	52
38.	Estructura de soporte.....	52
39.	Tambor	53
40.	Mecanismo tensor.....	53
41.	Jaula	57
42.	Diagrama de flujo de la recepción de la producción de jabones	61
43.	Diagrama de flujo de la recepción de producción de detergentes	63
44.	Diagrama de flujo de la recepción de producción de los productos de limpieza.....	65
45.	Diagrama de flujo del conteo físico de inventario	69
46.	Diagrama de flujo del abastecimiento de picking	73
47.	Diagrama de flujo de la preparación de la guía de carga.....	76
48.	Diagrama de flujo de despacho de producto terminado.....	81
49.	Trayectoria de la banda transportadora	103

50.	Forma del tramo 1 y 4	109
51.	Forma del tramo 2.....	110
52.	Forma del tramo 3.....	112
53.	Tensiones en el tambor motriz	115
54.	Tipos de tambores a seleccionar	122
55.	Estructura a nivel de suelo	127
56.	Estructura de sostenimiento aéreo.....	127
57.	Layout de la banda transportadora	129
58.	Layout centro de acopio	131
59.	Etapas de un proyecto voice picking.....	135
60.	Diagrama de flujo mejorado de abastecimiento de picking	145
61.	Diagrama de flujo mejorado de la preparación de la guía de carga ...	147
62.	Diagrama de flujo mejorado de la recepción de jabones.....	151
63.	Diagrama de flujo mejorado de la recepción de detergentes	153
64.	Diagrama de flujo mejorado de la recepción de productos de limpieza	155
65.	Diagrama de flujo del conteo físico de inventario	159
66.	Diagrama de flujo mejorado del despacho del producto terminado ...	163

TABLAS

I.	Colindancia de Henkel La Luz, S.A.	9
II.	Visión, misión y valores de Henkel La Luz, S.A.	11
III.	Productos de la marca 123	16
IV.	Participación de mercado de Henkel La Luz, S.A.	17
V.	Cantidad de SKU y porcentaje de ventas por línea de producto	19
VI.	Características de productos de limpieza.....	21
VII.	Características de detergentes	25
VIII.	Características de jabones	27

IX.	Características de montacargas según clasificación	40
X.	Características del montacargas utilizado actualmente	56
XI.	Estudio preliminar de ritmo de producción de jabones	83
XII.	Estudio de ritmo de producción de jabones	84
XIII.	Estudio preliminar de ritmo de producción de detergentes	86
XIV.	Estudio del ritmo de producción de detergentes	87
XV.	Estudio preliminar del ritmo de producción de productos de limpieza ..	90
XVI.	Estudio de ritmo de producción de productos de limpieza	91
XVII.	Cálculo del factor de dificultad del trabajo	93
XVIII.	Tiempo normal de la carga en furgones	94
XIX.	Tiempo normal de carga de camiones	95
XX.	Tiempo normal de carga de paneles	96
XXI.	Datos para el diseño de la banda transportadora	97
XXII.	Descripción de productos base para el diseño	98
XXIII.	Materiales básicos para el tejido	99
XXIV.	Tipos de recubrimiento	100
XXV.	Resumen de materiales a utilizar en la banda	101
XXVI.	Características de cada tramo	104
XXVII.	Eficiencia de métodos de transmisión	114
XXVIII.	Coeficiente convencional de rozamiento	116
XXIX.	Valores K1	117
XXX.	Coeficientes de seguridad	119
XXXI.	Tejidos seleccionados	121
XXXII.	Diámetros de tambores en mm	122
XXXIII.	Motores comerciales	124
XXXIV.	Motores seleccionados	124
XXXV.	Resultados de diseño	126
XXXVI.	Costo de la banda transportadora	133
XXXVII.	Costo del centro de acopio	133

XXXVIII.	Promedio de despachos por transporte por día	138
XXXIX.	Requerimiento de horas para la carga de pedidos según transporte .	138
XL.	Terminal y auriculares para preparación guía de carga	140
XLI.	Terminal y auriculares para los operadores de montacargas.....	141
XLII.	Inversión inicial.....	164
XLIII.	Flujo de efectivo en condiciones normales.....	165
XLIV.	Flujo de efectivo pesimista	166
XLV.	Flujo de efectivo optimista.....	167
XLVI.	Mantenimiento preventivo (aspectos y acciones a tomar).....	173
XLVII.	Mantenimiento correctivo	175
XLVIII.	Costo anual del mantenimiento correctivo	176
XLIX.	Checlist de bajo impacto ambiental.....	183

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
H	Altura de la banda
c	Ancho de la banda
θ	Ángulo de inclinación de la banda
a.C.	Antes de Cristo
BASF	Badische Anilin und Soda Fabrik
HP	Caballo de fuerza
CCM	Campeón contra las manchas
f	Coefficiente de fricción
S1	Coefficiente de seguridad
Cía	Compañía
q2	Densidad lineal del material
q1	Densidad lineal del tejido de la banda
d.C.	Después de Cristo
ε	Eficiencia de la transmisión
η	Eficiencia del motor
FIFO	First in first out
Q	Flujo del material por hora
Te	Fuerza de tracción acumulativa del tejido
F1	Fuerza para mover banda en vacío
F2	Fuerza para mover el material
F3	Fuerza para mover verticalmente el material
Ft	Fuerza total
g	Gramos

h	Hora
DIN	Instituto alemán de normalización
Kg	Kilogramo
Kgf	Kilogramo fuerza
Kw/h	Kilowatt por hora
L	Largo de la banda
m	Metros
m/s	Metros por segundo
mL	Mililitros
min	Minutos
No.	Número
ISO	Organización internacional de estandarización
W	Peso mayor del producto
%	Porcentaje
Pm	Potencia del motor
P	Potencia teórica
l	Proyección horizontal
r	Radio del tambor motriz
s	Segundo
S.A.	Sociedad Anónima
SKU	Stock keeping unit
EP	Tejido de poléster y poliamida
RT	Tejido Rough top para inclinaciones
T2	Tensión abajo del tambor
T1	Tensión arriba del tambor
w	Velocidad angular
v	Velocidad de la banda
WMS	Warehouse management system

GLOSARIO

BASF	Badische Anilin und Soda Fabrik. Fábrica de soda y anilina.
Carbonato sódico	Sal blanca y translúcida de fórmula química Na_2CO_3 , usada entre otras cosas en la fabricación de jabón, vidrio y tintes.
CCM	Campeón contra las manchas.
Densidad lineal	Medida que resulta del cociente entre la masa y la longitud del cuerpo, se expresa en unidades de masa sobre longitud.
DIN	Instituto alemán de normalización
Divisiones verticales	Consiste en una discriminación de niveles jerárquicos de acuerdo con la clase, el grado y el tipo de decisiones que cada uno de estos niveles puede tomar. Los niveles básicos son: estratégico, táctico y operacional.

Enterprise resource planning	En español significa sistemas de planificación de recursos empresariales. Es un sistema de información gerencial que integra aspectos de la operación de producción como aspectos de distribución de una compañía.
Ergonomía	Aplicación de datos biológicos y tecnológicos para la correcta adaptación entre el hombre y la máquina.
FIFO	First in first out. En español se conoce como primeras entradas primeras salidas (PEPS). Es un método de valuación de inventario.
ISO	Organización Internacional de Estandarización.
Joint Venture	En español significa aventura conjunta. Es una alianza estratégica, en donde existe un acuerdo comercial de inversión conjunta a largo plazo.
Lay-out	Se traduce al español como disposición o plan. Es la distribución física de los elementos de un diseño.
Lavado de ebullición	Método que se utilizaba para lavar la ropa, consistía en pasar la ropa en agua en punto de ebullición, con este método se quitaban las manchas difíciles y se desinfectaba.

Picking	En español significa preparación. Es un proceso de la logística, en el que se recoge material, las unidades que se extraen pertenecen a una unidad de empaquetado superior.
Saponificación	Hidrólisis de ésteres en solución básica. Los productos son un alcohol y una sal carboxilato. El término quiere decir fabricación de jabón y se deriva del proceso por el que las grasas animales se convertían en jabón calentándolas con cenizas de madera.
Stock keeping unit (SKU)	En español se refiere a un número de referencia. Es un identificador usado en el comercio para el seguimiento de los productos y se refieren a entidades facturables.
Sulfanato	ión que tiene el grupo funcional SO_3 .
Tambor	Es el mecanismo por medio del cual se conduce la banda transportadora. Se le llama tambor motriz al que le transmite la potencia del motor.
Trama	Conjunto de hilos paralelos entre sí y al ancho de la banda.
Urdimbre	Conjunto de hilos paralelos que soportan la tensión en una banda transportadora, perpendiculares a los hilos de la trama.

Voice picking	Automatización de las operaciones de un almacén. Por medio de la tecnología voice, el WMS o ERP le indica al operador qué operación debe realizar.
Warehouse Management system	En español significa sistema de gestión de almacén. Es un programa informático que gestiona la operatividad de un almacén.

RESUMEN

El presente trabajo tiene como finalidad proponer dos mejoras en los procesos logísticos para incrementar el desempeño de la cadena de suministros. Debido al crecimiento de la demanda de los diversos productos realizados en la fábrica La Luz, S.A. se necesitará un manejo rápido y efectivo del producto terminado, así como, disminuir los inconvenientes de la falta de capacidad de manejo de materiales a futuro. Las dos mejoras que se proponen son una banda transportadora y la automatización voice picking.

El diseño de la banda transportadora se realiza según indica la Norma Alemana DIN 22.101 y la Internacional ISO 251. En el diseño se selecciona la potencia del motor, tipo de tejido de la banda, tipo de recubrimiento, tipo de estructura y los diámetros de los tambores a utilizar. La banda tiene un largo de 65 metros, inicia en la planta de detergentes y termina en el centro de acopio. La banda conduce con mayor rapidez el producto final de detergente, así como, acorta la distancia que se recorre para almacenar.

El voice picking, es una automatización en la que el operario recibe comandos de voz para realizar su trabajo, que son enviados desde una computadora por medio de un software especializado. El voice picking lo utilizarán las personas que realizan preparaciones y los operadores de montacargas que realizan despachos. El voice picking aumenta su productividad hasta en un 30% y disminuye los errores hasta un 99,99%. Al aumentar la productividad se necesita menos tiempo para realizar los despachos por lo que ya no se pagan las horas extras con las que se debía de contar para cumplir con los despachos.

OBJETIVOS

General

Incrementar el desempeño de la cadena de suministros de la fábrica Henkel La Luz S.A. por medio del aumento de la productividad de los procesos de manejo de materiales de producto terminado y de despacho al cliente en el centro de distribución.

Específicos

1. Recortar la cantidad monetaria invertida en el manejo de producto terminado desde que se termina su producción hasta que es almacenado.
2. Disminuir el tiempo utilizado para el manejo de materiales de producto terminado por medio de la utilización de una banda transportadora.
3. Aumentar la capacidad de despacho por medio de la disminución del tiempo invertido en preparar la carga.
4. Disminuir los atrasos que ocurren en el despacho de producto terminado, debido a errores humanos y de comunicación.
5. Aumentar la productividad del proceso de despacho de producto terminado a transportes.

6. Aumentar la seguridad de los procedimientos de manejo de materiales.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años la logística a tenido mayor auge en el país, las empresas han ido aumentando el porcentaje de dinero invertido en centros de distribución, manejo de materiales y otros procesos logísticos. Es de suma importancia mantener el porcentaje de costo de logística bajo, ya que el manejo de materiales y otros procesos de la cadena de suministros no agregan valor al producto. Esto lleva a revisar, analizar y proponer mejoras en la cadena de suministros para incrementar el desempeño de los procesos, disminuir el tiempo invertido en el manejo de materiales, minimizar la cantidad monetaria invertida en logística y promover la seguridad. De manera más general aumentar la productividad de los procesos de la cadena de suministros.

Se busca que la mejora de la productividad se dé a partir de la implementación de un sistema de bandas transportadoras, entre producción y el centro de distribución. Esto provocará la disminución del tiempo invertido en el manejo de materiales, así como, la reducción de diversos costos. Para ello, se requiere del diseño de la trayectoria y la mejor combinación entre bandas de gravedad y de motor. Junto a la banda transportadora se propone el diseño de un centro de acopio en el centro de distribución para entarimar el producto.

Se describe un método mejorado para el proceso de despacho. Este método disminuirá el tiempo de carga del transporte, aumentando la capacidad de atención del equipo de despacho. Mientras menor tiempo se invierte en el despacho más eficiente es el proceso.

Este nuevo método es automatizar el proceso de despacho, ya que es una máquina quien va guiando al operario en el traslado de pallets completos, así como, en la actividad de picking. Este método por su nombre en inglés es: voice picking.

Según lo planteado anteriormente, a continuación se presenta un análisis de los procesos de la cadena de suministros, para proponer mejoras que apoyadas con la tecnología alcancen la reducción de los costos, que la eficiencia de los procesos y el aumento de la seguridad. Obteniendo así un incremento notable de la productividad.

1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1. Historia del jabón, del detergente y del surgimiento de la empresa

Historia del jabón y del detergente

Henkel y otras empresas que proveen al mismo mercado, surgen de la necesidad de la sociedad de contar productos para lavar diferentes superficies. Es por esto que primero se presenta una breve historia del detergente y del jabón.

Se puede encontrar antecedentes del jabón en diferentes contextos históricos. La referencia más antigua del jabón data del 2 500 a.C., que se encuentra en las tablas de Lagas realizadas por los Sumerios, las cuales describen el procedimiento y cantidades de los materiales de la fabricación del jabón. Mil años después, en los papiros de Ebers se recopila como los egipcios elaboraban jabón con grasas animales o vegetales y cenizas de una sustancia llamada troma, de composición parecida al carbonato sódico. Los fenicios introdujeron los jabones entre los griegos y los romanos.

La fabricación del jabón fue un negocio importante en Florencia en el siglo VI, sin embargo, su introducción al resto de Europa fue lenta. La utilización de la cal, que desarrolla la función de una base en la saponificación y por consiguiente una función básica para la elaboración del jabón, se les atribuye a los árabes en el siglo VII d.C.; quienes fueron los que introdujeron el jabón en España y de aquí se expandió a regiones del mediterráneo.

El estudio de la estructura de las grasas de Chevreul en 1823 y el desarrollo del proceso de obtención del carbonato sódico realizado por LeBlanc en 1791 impulsaron el desarrollo del jabón.

En 1890 Kraft, químico alemán, produjo sin saberlo el primer detergente del mundo, el cual se mantuvo como curiosidad química, ya que no se reconoció la trascendencia de dicho descubrimiento. Los detergentes actuales están basados en las investigaciones de los Estadounidenses Harkins y Langmuir, entre otros.

En 1907 en Alemania, Henkel introduce el primer detergente en polvo del mundo, bajo la marca Persil. Los químicos H. Gunther y M. Hetzer de BASF elaboraron el primer detergente sintético comercial, el Nokal. De esta manera se da inicio al proceso de obtención de detergentes sintéticos. Para 1930 gran parte de las industrias ya fabricaban una amplia gama de detergentes sintéticos, que no dejaban residuo alguno. Nuevamente Henkel innovó en este mercado, introduciendo el primer detergente formulado con sulfatos de alcoholes grasos en 1932. Este detergente dejaba mucha espuma en lagos y ríos por lo que se buscó, por presiones legislativas, detergentes más biodegradables.

Desde entonces se le han introducido componentes que ayudan a mejorar la eficacia de lavado, como enzimas, activadores de blanqueo, controladores de espuma y abrillantadores. Actualmente para la fabricación del jabón y del detergente se exige tiempos cortos de lavado, biodegradabilidad, baja toxicidad, no irritabilidad a la piel y bajo precio.

Historia del detergente y jabón en Centro América y Guatemala

En Centro América el producto más antiguo que se conoce para lavar es el jabón de coche. Se denominaba jabón de coche a un jabón elaborado de grasa de coche y ceniza de leña. Este término es utilizado en varios países de Centroamérica. El jabón de coche es un producto artesanal que se elaboraba en las casas para lavar prendas de ropa, lavado del cabello, entre otros usos; también eran elaborados por personas para la venta en mercados y ferias, de esta manera mantenían a sus familias.

En 1920 fue fundada la Industria La Popular, S.A., por Federico Kong Ossaye, en Escuintla, Guatemala. Empieza fabricando jabón, luego fabrica productos de higiene para las amas de casa de todo el país. Sus marcas reconocidas son: Ambar, Espumil, Acticolor y Terso.

En 1940, en el mes de abril, Oscar Kong fundó Fábrica La Luz, S.A. en Mixco, Guatemala. La fábrica obtuvo su nombre debido a la producción de velas de sebo animal, las cuales eran elaboradas de forma artesanal. No mucho tiempo después empezó a producir jabones y detergentes.

En 1955 Colgate-Palmolive decide iniciar operaciones en Guatemala, escogiendo a Industria La Popular, S.A. como fabricante de sus detergentes y jabones. Esto duró hasta 1976, cuando Colgate-Palmolive monta su planta procesadora.

En 1963 se forma Industrias Unisola, S.A., que en el 2000 se convertiría en Unilever, con 50% capital Salvadoreño y 50% capital de Unilever.

Industrias Unisola, S.A. inicia operaciones en Guatemala en 1970 con la distribución del detergente Rinso, también distribuyen otras marcas como Mirasol, Lux, Sunslík, Continental, Xedex y Unox. Es hasta el 2000 cuando Industrias Unisola, S.A. se convierte en Unilever de Centro América y posteriormente en el 2007 se consolidó como Unilever AnCam, agrupación de nueve países de la región Andina y Centro América.

Henkel La Luz, S.A. surge en el 2003. En este año se hizo un acuerdo de Joint Venture entre Henkel & Cía. y Fábrica la luz, con el fin de formar una sociedad estratégica.

En 2008 Procter & Gamble abre su fábrica de detergentes, en una planta ubicada en Escuintla que cuenta con nueve mil metros cuadrados. La marca de los detergentes que se fabrican son: Ariel, Fab y Ace.

1.1.1. Historia de Henkel

Henkel & Cía. fue fundada por Fritz Henkel y otros dos socios en la ciudad de Aachen, Alemania el 26 de septiembre de 1876. Su primer producto fue un detergente en polvo a base de silicato de sodio. A diferencia de todos los productos similares de esa época, este detergente fue comercializado en paquetes de mano.

En 1907, en junio, Henkel desarrolló el primer detergente de acción automática llamado Persil. A partir de la creación del detergente Persil las amas de casa podían obtener ropa limpia, blanca y deslumbrante después de una sola ebullición sin frotar ni blanquear. Persil es actualmente el detergente No. 1 de Alemania y otros países Europeos.

El 29 de enero de 1923, Henkel fundó su primera subsidiaria: Henkel en Suiza. Hasta 1923 se mantuvo única filial de Henkel con una planta fuera de Alemania. A partir de esto Henkel ha comprado diferentes compañías para reforzar su posición en los diferentes mercados.

A lo largo de los años Henkel ha incursionado en tres grandes áreas:

- Lavandería
- Cuidado del hogar
- Cosméticos y tecnologías de adhesivo

La lavandería inició la historia de éxito de la compañía, contribuye con el 29% de las ventas mundiales de Henkel. Marcas como Schwarzkopf hace que el negocio de cosméticos de Henkel mantenga el liderazgo en el mercado, aportando con el 22% de las ventas. El negocio de las tecnologías de adhesivo hace el 48% de las ventas mundiales de Henkel. Las marcas más reconocidas son Loctite y Pritt. El logotipo de Henkel se muestra en la figura 1.

Figura 1. **Logotipo de Henkel**



Fuente: elaboración propia.

1.1.2. Historia de Fábrica La Luz, S.A.

En 1940, en abril, Oscar Kong fundó Fábrica La Luz, S.A. en Mixco, Guatemala. La fábrica obtuvo su nombre debido a la producción de velas de sebo animal, las cuales eran elaboradas de forma artesanal.

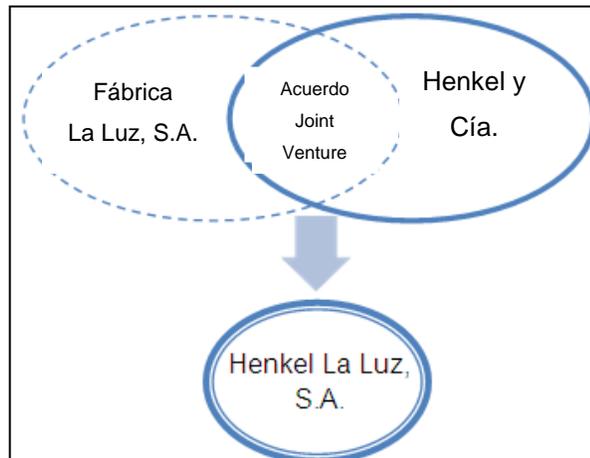
Casi de inmediato se agregó a la producción de detergentes en polvo, jabones de tocador, jabones de lavandería y productos de limpieza. Fábrica la Luz fue la primera empresa, en Guatemala, que produjo detergente y jabón de lavandería industrialmente. En poco más de 60 años Fábrica la Luz adquirió experiencia en el desarrollo de productos para el cuidado del hogar y ha logrado incursionar en los mercados de Centro América y el Caribe.

1.1.3. Historia de Henkel La Luz, S.A.

Henkel La Luz, S.A. surge en el 2003. A partir del acuerdo Joint Venture entre Henkel & Cía. y Fábrica La Luz, con el fin de formar una sociedad estratégica, en la figura 2 se muestra el surgimiento de Henkel La Luz, S.A. Con este acuerdo Henkel ha sido capaz de expandir su negocio a Centro América y el Caribe.

Henkel La Luz es una compañía que se dedica a la elaboración de detergentes, jabones de lavandería y productos de limpieza, los cuales han sido segmentados para satisfacer las necesidades de los diferentes clientes en Centroamérica y el Caribe.

Figura 2. **Surgimiento de Henkel La Luz, S.A.**

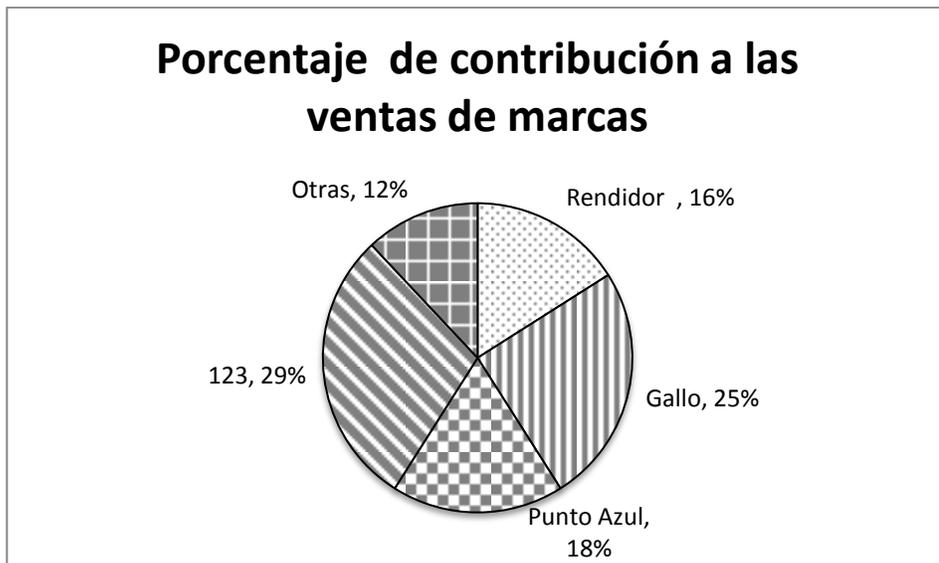


Fuente: elaboración propia.

A continuación se encuentran sus marcas más reconocidas y su respectivo porcentaje de contribución a las ventas totales. El porcentaje de contribución a las ventas totales se muestra en la figura 3.

- Rendidor (16%)
- Gallo (25%)
- Punto Azul (18%)
- 123 (29%)

Figura 3. **Porcentaje de ventas de marcas**



Fuente: elaboración propia.

1.2. **Ubicación**

La ubicación actual de la empresa es:

Departamento: Guatemala

Municipio: Mixco

Dirección: km 18,5 carretera Vieja a Antigua 16-81 Zona 1 de Mixco.

Descripción: La fábrica se ubica al lado de la carretera Vieja a Antigua. Esta parte de Mixco está situada en una montaña por lo que el terreno en donde se encuentra la fábrica presenta grandes pendientes. Contiguo al terreno de la fábrica se encuentra la finca La colmena, propiedad de Henkel La Luz, S.A.

Las colindancias de la fábrica se muestran en la tabla I.

Tabla I. **Colindancia de Henkel La Luz, S.A.**

	Norte	Sur	Oeste	Este
Descripción	Viviendas privadas y Carretera Vieja a Antigua.	Calle, viviendas privadas y terrenos con vegetación.	Carretera vieja a Antigua y finca La Colmena, propiedad de la fábrica.	Bosque Mixto

Fuente: elaboración propia.

Las vías de acceso a la fábrica son las siguientes:

El acceso principal es por la carretera Interamericana, kilómetro 16, se toma el carril auxiliar a Mixco, se atraviesa el parque y se continúa hacia la carretera Vieja a Antigua. Las calles de esta localidad son angostas por lo que el acceso se restringe a furgones de no más de 14,63 metros de largo. El acceso mencionado se muestra en la figura 4. El otro acceso es por San Lucas Sacatepéquez a través de la carretera Vieja a Antigua. El otro acceso es por San Lucas Sacatepéquez a través de la carretera Vieja a Antigua.

Figura 4. Acceso por la carretera Interamericana a Henkel La Luz, S.A



Fuente: <http://maps.google.com.gt/maps?hl=es&tab=wl>. Consulta: 5 de septiembre de 2011.

1.3. Visión y valores

La visión de una empresa es hacia donde se dirige en el mediano o largo plazo. La visión debe ser clara, corta y descriptiva. La misión es como la empresa hace para cumplir la visión. Los valores rigen la conducta y las relaciones con los clientes, proveedores, la comunidad y con el personal de la empresa. En la tabla II se presenta la visión, misión y los valores de Henkel La Luz, S.A.

Tabla II. **Visión, misión y valores de Henkel La Luz, S.A.**

Visión	Líder global en marcas y tecnologías.
Misión	Brindar al cliente productos de calidad que satisfagan sus necesidades, logrando contribuir con la sociedad desarrollando tecnologías que aporten valor y beneficios continuos.
Valores	Clientes Gente Finanzas Sustentabilidad Familia

Fuente: elaboración propia.

1.3.1. Visión y misión

Henkel tiene una visión corporativa, por lo que Henkel La Luz, S.A. también adopta esta visión. Es una visión que otorga sentido de dirección y destino; y captura la aspiración de ser el mejor en todo lo que se hace.

Un líder global en marcas y tecnologías.

La misión es el camino para llegar a la visión. La misión establece que la empresa desarrolla marcas para la satisfacción del cliente y al mismo tiempo desarrolla tecnologías para hacerlo. La misión se describe a continuación.

Brindar al cliente productos de calidad que satisfagan sus necesidades, logrando contribuir con la sociedad, desarrollando tecnologías que aporten valor y beneficios continuos.

1.3.2. Valores

Los valores guían las decisiones que se toman cada día; reflejando la cultura corporativa de Henkel. Los cinco valores son:

- Clientes
- Gente
- Finanzas
- Sustentabilidad
- Familia

A continuación se describe cada uno de estos valores.

- Colocar a los clientes en el centro de lo que se hace

Se anticipa, responde y cumple con las expectativas de los consumidores y clientes otorgando valor, calidad y las mejores marcas y tecnologías innovadoras. Se coloca a los clientes en el lugar más alto y en el centro de todo lo que se hace, se les ofrece valor agregado. Para ofrecer los mejores productos, con la mejor calidad y servicio sobresaliente se debe entender a los consumidores y clientes mejor que los competidores.

- Se valora, proporciona retos y se recompensa a la gente de la empresa

Todo el personal se trata con respeto y dignidad y se desarrolla las capacidades individuales. Se espera que todos sean responsables y trabajen a altos estándares. Se confía en los demás para el éxito de la empresa.

- Se impulsa un excelente desempeño financiero sustentable

La compañía está comprometida a aumentar el valor del negocio, así como, proveer un retorno competitivo para los accionistas. Se persiguen las prioridades estratégicas para alcanzar la meta financiera y hacer de Henkel aún más exitosa.

- Compromiso con el liderazgo de sustentabilidad

Se proveen productos, tecnologías y procesos que cumplen con los más altos estándares. Se tiene el compromiso con la seguridad e higiene de los empleados, la protección del ambiente y la calidad de vida en la comunidad en donde se opera.

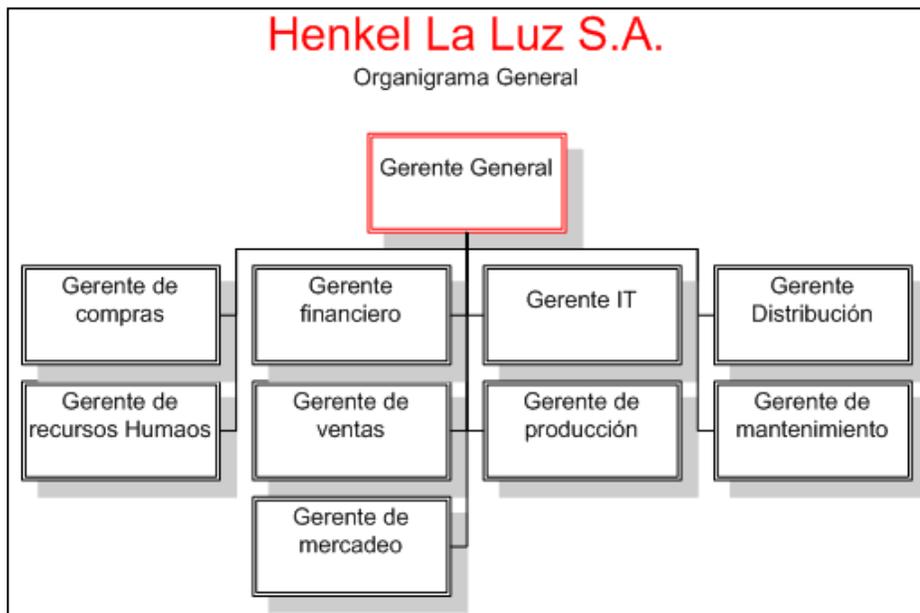
- Construcción de un futuro sobre los cimientos del negocio familiar

Se valora la continuidad del propósito y visión basado en una larga historia de éxito y un fuerte enfoque a los valores. Se toma como guía una visión a largo plazo que descansa sobre un espíritu empresarial justo y una sólida base financiera. El valor de la familia provee la oportunidad de operar a largo plazo. También funciona de soporte cuando se debe tomar una decisión estratégica difícil.

1.4. Organigrama y descripción

La organización de Henkel La luz, S.A. es de tipo vertical, cuenta con nueve diferentes departamentos que se relacionen horizontalmente. El organigrama general se muestra en la figura 5. Cada departamento tiene divisiones verticales para lograr los objetivos con la correcta asignación de responsabilidad y autoridad.

Figura 5. Organigrama general Henkel La Luz, S.A.



Fuente: elaboración propia.

Gerente general: se ocupa de la gestión de toda la compañía, con la ayuda de los demás gerentes supervisa todas las áreas y toma las decisiones claves que ayudan a mejorar la situación de la compañía.

Gerente de compras: dirige la planificación y administración de pedidos de la materia prima, empaque y cualquier cosa que la empresa necesite.

Gerente financiero: tiene a su cargo la contabilidad, tesorería y análisis financiero de la empresa, en especial de analizar la liquidez de la misma. Toma las decisiones administrativas y financieras para el buen desarrollo de las actividades de la compañía.

Gerente IT: es el encargado de todos los sistemas informáticos de la empresa, incluye la instalación, mantenimiento y administración.

Gerente de distribución: se responsabiliza de la administración de bodega, logística de transporte y entrega del producto.

Gerente de recursos humanos: administra todo lo referente al personal de la empresa. Desde el reclutamiento de personal hasta el despido del mismo. Se encarga del desempeño del personal en la compañía.

Gerente de ventas: se encarga de la venta de producto tanto en Guatemala como en Centro América y el Caribe.

Gerente de producción: es el responsable de todo lo referente a los procesos productivos, para lograr eficiencia y un producto de calidad.

Gerente de mantenimiento: su cometido es mantener en correcto funcionamiento toda la maquinaria y equipo de la empresa y mantener en óptimas condiciones las instalaciones de la compañía.

Gerente de mercadeo: se dedica a proporcionar al público una buena imagen corporativa. Tiene diversas funciones: diseñar campañas publicitarias, selecciona medios publicitarios, sugiere ideas de atención al cliente y realizar investigaciones de mercado para encontrar las necesidades del cliente.

1.5. Participación de mercado

Es el porcentaje de ventas que tiene la empresa respecto a las ventas totales del mercado. Henkel participa en el mercado de productos de limpieza, detergentes y jabones. Su participación de mercado ha ido en aumento desde el año 2009 con la introducción de la marca 123 en los productos de lavandería, estos productos se muestran en la tabla III.

Tabla III. **Productos de la marca 123**

Detergente 123	
Jabón 123	

Fuente: elaboración propia.

En la tabla IV se presentan las cinco organizaciones más importantes en el mercado en que se encuentra Henkel y su respectiva participación en el 2009 y 2010.

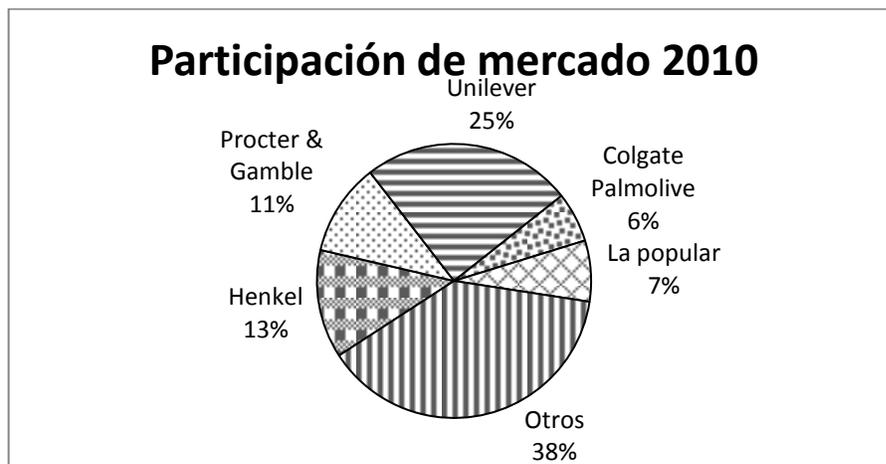
Tabla IV. **Participación de mercado de Henkel La Luz, S.A.**

Productor	2009	2010	Diferencia
	12,00%	12,80%	0,80%
Procter & Gamble	10,50%	10,90%	0,40%
Unilever	24,80%	24,80%	0,00%
Colgate Palmolive	5,70%	5,90%	0,20%
La Popular	7,40%	7,20%	-0,20%

Fuente: elaboración propia.

En el 2010, Henkel La Luz, S.A. tenía el 12,8% del mercado, dejándolo como el segundo con mayor porcentaje después de Unilever que tiene el 24,8%. En la figura 6 se muestra la posición de mercado para las principales 5 organizaciones en el 2010.

Figura 6. **Participación de mercado 2010**



Fuente: elaboración propia.

1.6. Productos

Henkel la Luz S.A. elabora detergentes, jabones y productos para el cuidado del hogar de consumo masivo. Estos han sido segmentados para sus clientes de Centroamérica y el Caribe para cubrir sus necesidades. Los productos combinan desempeño con responsabilidad hacia las personas y el ambiente.

1.6.1. Tipos de productos

Los productos realizados por Henkel La Luz, S.A. se dividen en tres áreas principalmente:

- Productos de limpieza
- Detergentes
- Jabones

Recientemente se empezó a comercializar un insecticida llamado Combat, en dos diferentes presentaciones. Este se toma en cuenta en productos de limpieza.

Se cuenta con alrededor de 180 SKU, esto debido a las diferentes formas de presentar el producto, ya sea por aroma, ingredientes, por peso o diferente cantidad de producto por empaque. Por ejemplo, el detergente 123OXIB tiene un ingrediente especial para la blancura, este lo hace diferente de los demás detergentes de la marca 123. Se vende en diferentes pesos, los cuales pueden ser 150, 500, 1 000, 1 500, 2 000 y 4 000 gramos.

El de 150 gramos se empaqueta en 15 o 36 unidades, aunque tienen el mismo peso el SKU es diferente por tener diferente cantidad de unidades en un empaque. Por lo que al final se tienen siete diferentes SKU del detergente 123OXIB y así, sucede con las demás marcas. La cantidad de SKU varía conforme se introducen nuevas presentaciones, peso y unidades por empaque.

En la tabla V se presenta la cantidad de SKU por línea de producto, así como, su respectivo porcentaje de ventas.

Tabla V. **Cantidad de SKU y porcentaje de ventas por línea de producto**

Línea de producto	Cantidad de SKU	Porcentaje de ventas
Productos de limpieza	85	7%
Detergentes	56	47%
Jabones	39	46%
Total	180	100%

Fuente: elaboración propia.

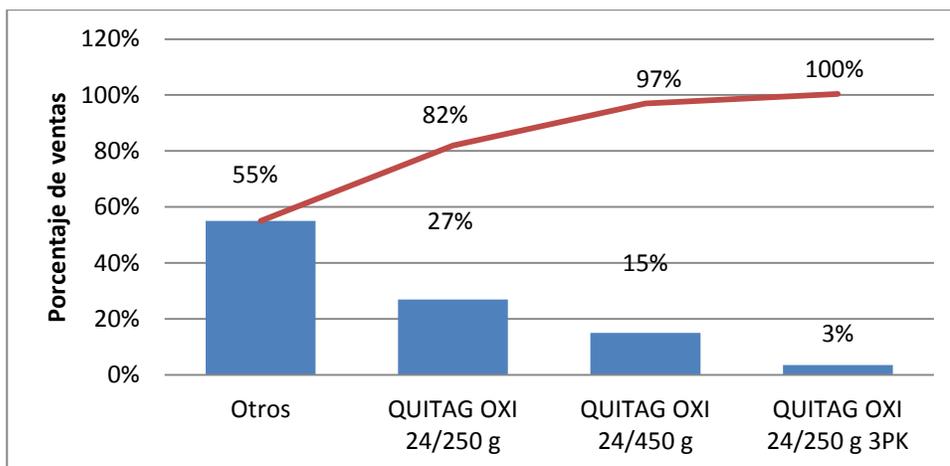
1.6.1.1. Productos de limpieza

Los productos de limpieza en su mayoría son líquidos, ayudan al cuidado del hogar con sus diferentes presentaciones, aromas y funciones. Cumplen con las exigencias de los consumidores. No todos los productos de limpieza son líquidos, se exceptúan los quitagrasas y el polvo Limpiol, que ayudan a la limpieza de superficies. Entre los productos de limpieza se encuentran las siguientes marcas:

- Limpiol
- Bref
- Lavafino
- Cielo
- Mas color

Existen tres SKU que contribuyen de gran manera al porcentaje de ventas de los productos de limpieza, estos SKU son de gran importancia porque generan el 45% de ventas en esta línea de productos. En la figura 7 se muestran estos SKU y su respectiva contribución al porcentaje de ventas de productos de limpieza.

Figura 7. **Contribución de SKU estrellas de productos de limpieza al porcentaje de ventas**



Fuente: elaboración propia.

Aunque el porcentaje más elevado es el de otros, este está compuesto por 81 productos por lo que no se puede comparar con el porcentaje de ventas de los SKU estrella.

En la tabla VI se muestran las diferentes marcas que se fabrican en el área de productos de limpieza. Se describen aromas y presentaciones de cada marca. También se resalta si posee acción desinfectante, acción limpiadora de superficies y acción limpiadora de ropa. Por último, se muestra si es capaz de remover grasa y si la fórmula tiene suavizante o no.

Tabla VI. **Características de productos de limpieza**

Producto	Polvo Limpio!	Limpio! desinfectante	Quitagrasa Limpio!	Lavaplatos Limpio!
Foto				
Aromas o presentaciones	1. Normal 2. Naranja 3. Limón	1. Canela 2. Lluvia fresca 3. Limón 4. Lavanda	1. Naranja 2. Limón 3. Ceniza 4. OXI	1. Limón 2. OXI
Desinfectante	No	Si	No	No
Limpia superficies	Si	Si	Si	Si
Limpia ropa	No	No	No	No
Quitagrasa	Si	No	Si	No
Suavizante	No	No	No	No

Continuación de la tabla VI.

Producto	Bref	Lavafino	Cielo Suavizante	Mas Color
Foto				
Aromas o presentaciones	1. Frescura de Pino 2. Lavanda 3. Lluvia fresca	1. Lavafino 2. Lavafino dark	1. Encanto de rosas 2. Ternura primaveral 3. Lavanda	1. Sin suavizante 2. Con suavizante
Desinfectante	Si	No	No	No
Limpia superficies	Si	No	No	No
Limpia ropa	No	Si	Si	Si
Quitagrasa	No	No	No	No
Suavizante	No	No	Si	Si

Fuente: elaboración propia.

1.6.1.2. Detergentes en polvo

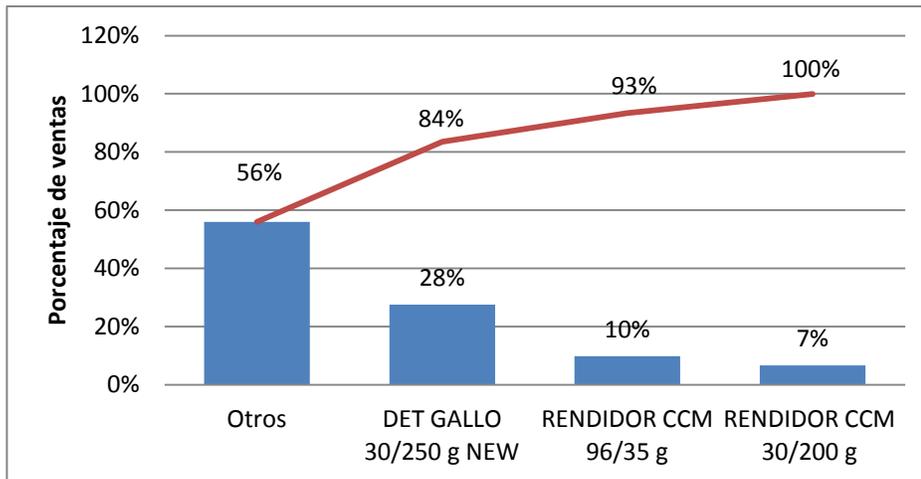
De la planta de detergente se obtiene producto en polvo en diferentes presentaciones. Los detergentes tienen de 15% a 20% de sulfanatos. Estos sulfanatos son obtenidos por medio de sulfonación. El resto está formado por compuestos como estabilizadores de espuma, blanqueadores y estabilizadores de la suspensión de la suciedad. En detergentes se cuenta con las siguientes marcas:

- Gallo
- Rendidor
- 123
- Purex

Al igual que los productos de limpieza, en los detergentes, existen tres SKU que contribuyen más que los demás productos con las ventas. En la figura 8 se muestra estos SKU y su respectiva contribución al porcentaje de ventas de detergentes. Los SKU contribuyen al 44% de ventas en esta línea de productos. El otro 56% de ventas está compuesto por cincuenta y tres productos, por lo que no tienen la misma importancia que los SKU estrella.

Aunque el porcentaje más elevado es el de otros, este está compuesto por 53 productos por lo que no se puede comparar con el porcentaje de ventas de los tres SKU estrella.

Figura 8. **Contribución de SKU estrellas de detergentes al porcentaje de ventas**



Fuente: elaboración propia.

En la tabla VII se muestran las diferentes marcas de detergentes. Se describe aromas y presentaciones de cada marca. También se indica si se venden solo a instituciones o no, si poseen abrillantadores, activadores de blanqueo, aroma, entre otras características.

Tabla VII. Características de detergentes

Producto	123	123 HD Industrial	123 OK Industrial	Rendidor	Gallo	Purex
Foto						
Presentaciones	1.OXI 2.Jazmín 3.Esencia flores	1. 123 HD	1. 123 OK	1. CCM 2.Lavanda	1.Fresco amanecer	1. Classic 2. Lavanda
Institucional	No	Si	Si	No	No	No
Limpia superficies	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Aroma	Si	No	Si	Si	Si	Si
Activadores de Blanqueo	Si	No	No	Si	Si	Si
Abrillantadores	No	No	No	Si	Si	Si
Biodegradable	Si	Si	Si	Si	Si	Si

Fuente: elaboración propia.

1.6.1.3. Jabones

Los componentes de los jabones son: silicato, soda caustica, ácido sulfónico, texapón, entre otros. Los jabones se dividen en dos:

- Detergentes sólidos

Los detergentes sólidos entran en la categoría de jabones. Entre estos se encuentran la marca: Taco Limpiol, con sus diferentes presentaciones sirve para lavar platos.

- Jabones de lavandería

Sirven para lavar ropa, pueden ser barra o bola. Cuentan con aroma, activadores de blanqueo y controladores de espuma. Entre los jabones de lavandería se encuentran las marcas:

- Casita
- Gallo
- Lavafino
- Punto azul
- 123
- Mighty Sud

En la tabla VIII se muestran las características de los jabones. Se enumeran las presentaciones de cada marca, se describe si es jabón de bola o de barra, si tiene aroma, activadores de blanqueo y si es biodegradable.

Tabla VIII. Características de jabones

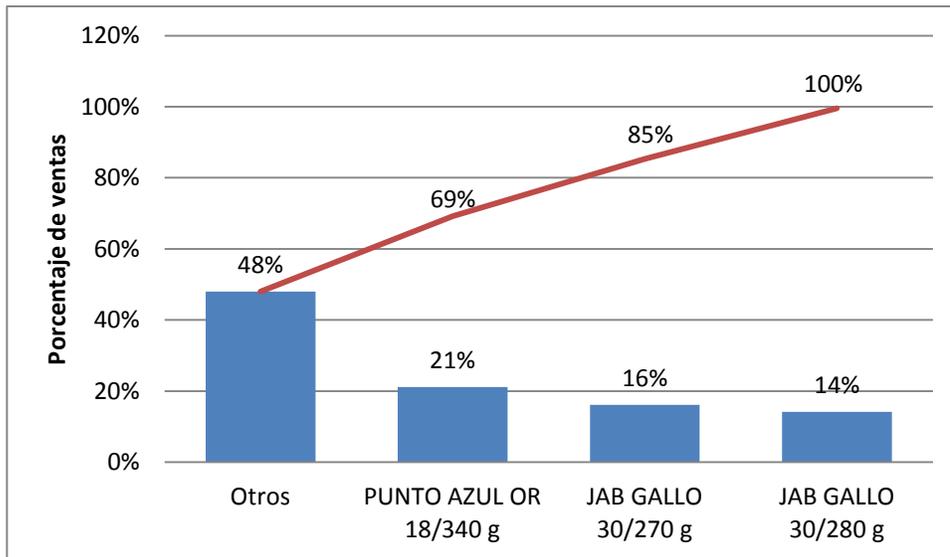
Producto	Casita	Gallo	Punto Azul	123	Mighty Sud	Lavafino
Foto						
Presentaciones	1. Casita	1. Fresco amanecer	1. Sábila 2. Ultra 3. OXI 4. OR	1. Natural	1. Mighty sud	1. Lavafino
Bola	Si	Si	Si	Si	No	No
Barra	No	No	Si	Si	Si	Si
Aroma	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Activadores de Blanqueo	No	Si	Si	Si	No	Si
Biodegradable	Si	Si	Si	Si	Si	Si

Fuente: elaboración propia.

Como en las áreas anteriores, en jabones, también se destacan tres SKU que contribuyen de mayor manera al porcentaje de ventas de jabones. En la figura 9 se muestran estos SKU y su respectiva contribución al porcentaje de ventas de jabones. Los tres SKU juntos hacen el 52% de las ventas de jabones.

El otro 48% de ventas está compuesto por treinta y tres productos, por lo que no tienen la misma importancia que los SKU estrella.

Figura 9. **Contribución de SKU estrellas de jabones al porcentaje de ventas**



Fuente: elaboración propia.

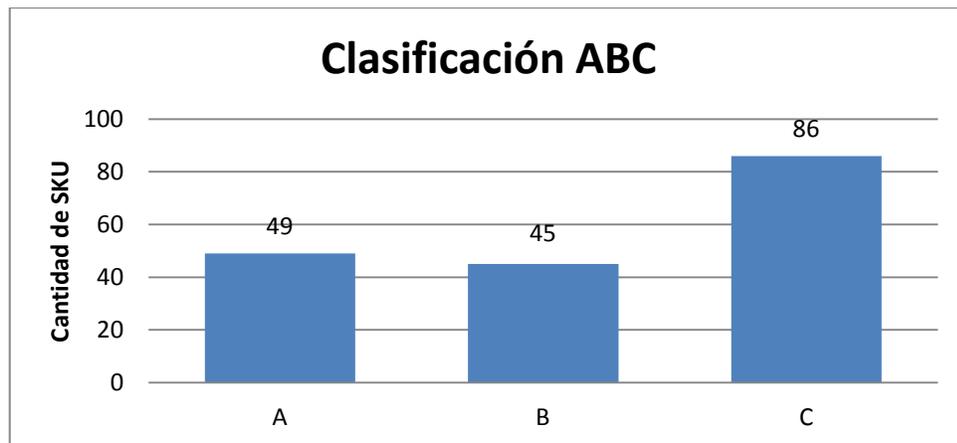
Aunque el porcentaje más elevado es el de otros, este está compuesto por 33 productos por lo que no se puede comparar con el porcentaje de ventas de los tres SKU estrella.

1.6.2. Clasificación ABC de productos

A continuación se presenta un análisis de la clasificación ABC de los productos. La clasificación está compuesta por tres tipos de productos, productos A, productos B y productos C. Si es un producto A es de alta rotación, si es B es de media rotación y si es C indica que es de baja rotación. Los productos de alta rotación tienen un promedio de 7 días de inventario, el de media rotación de 15 días de rotación y el de baja tiene 24 días de inventario.

Aproximadamente un 27% de los productos tienen clasificación A. Los productos tipo B forman el 25% del total. Los productos tipo C representan el 48% del total. Se puede observar como la regla de Pareto se aplica en los productos. Aproximadamente el 20% de los productos son los que tienen la mayor rotación de inventario y por consiguiente aproximadamente el 80% de las ventas, (ver figura 10).

Figura 10. **Cantidad de productos por clasificación ABC**



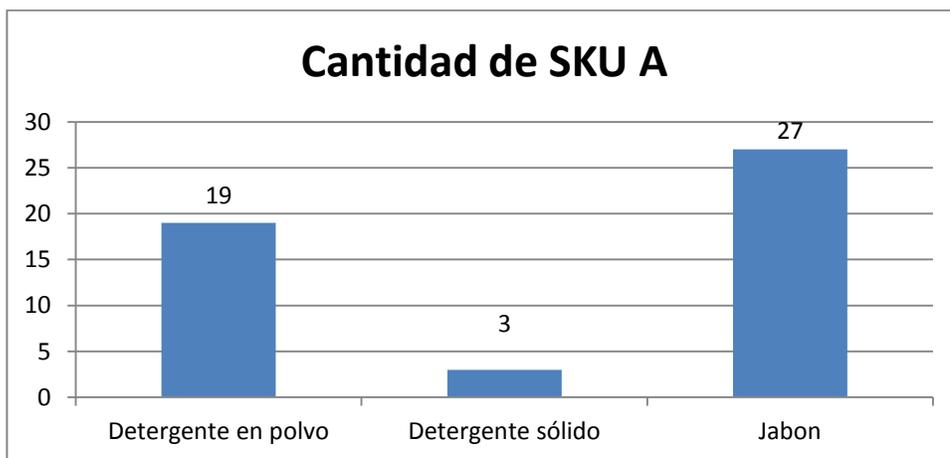
Fuente: elaboración propia.

Como se observará en la figura 11, diecinueve productos de detergente en polvo, veintisiete productos de jabones y tres de detergente sólido son los productos con mayor rotación. Las marcas que hacen los productos A son: Detergente Gallo, Detergente Rendidor, Taco Limpiol, jabón Lavafino, jabón Casita, jabón Gallo y jabón Punto Azul. Estos serían los productos tipo A y representan cerca del 80% de las ventas.

La cantidad de productos de la Clasificación A y B es casi la misma. Los productos tipo B son veintinueve de detergente en polvo, uno de detergente sólido y quince de productos de limpieza. Este tipo de productos contribuye al 15% de las ventas, (ver figura 12).

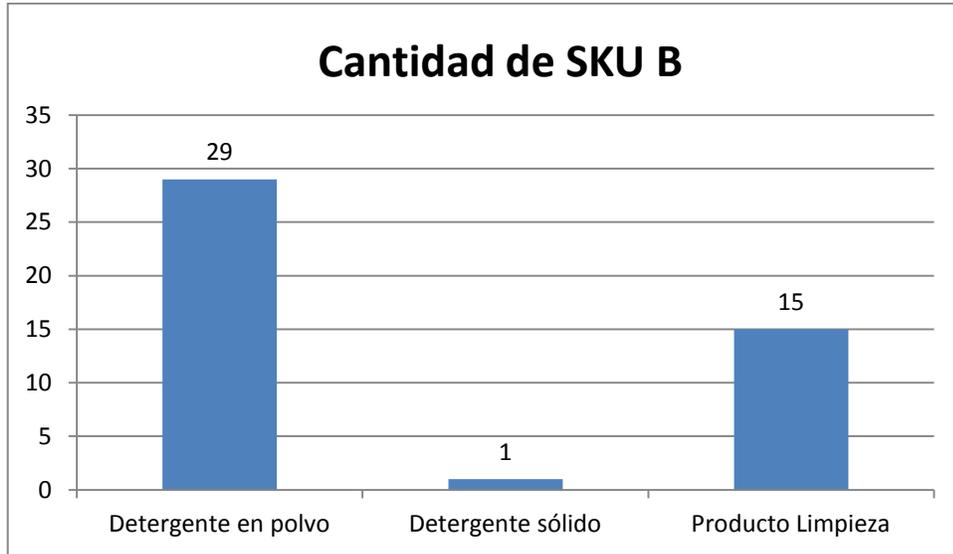
Los de menor rotación son los de la línea de productos de limpieza, con sesenta y ocho referencias en la clasificación C. El resto de productos C son ocho de detergente en polvo, dos de detergente sólido y dos de insecticida. Estos productos forman el 5% de las ventas, (ver figura 13).

Figura 11. **Cantidad de SKU clasificación A**



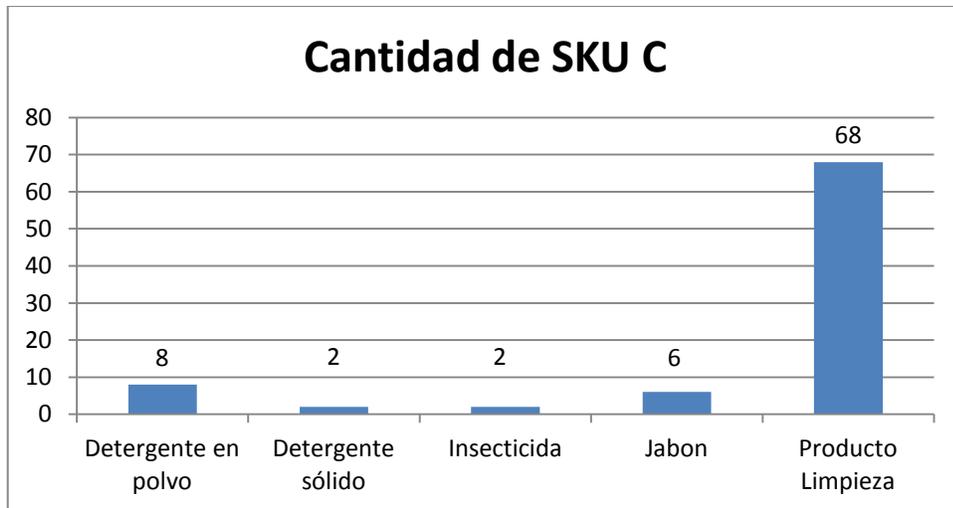
Fuente: elaboración propia.

Figura 12. Cantidad de SKU clasificación B



Fuente: elaboración propia.

Figura 13. Cantidad de SKU clasificación C



Fuente: elaboración propia.

2. MARCO TEÓRICO

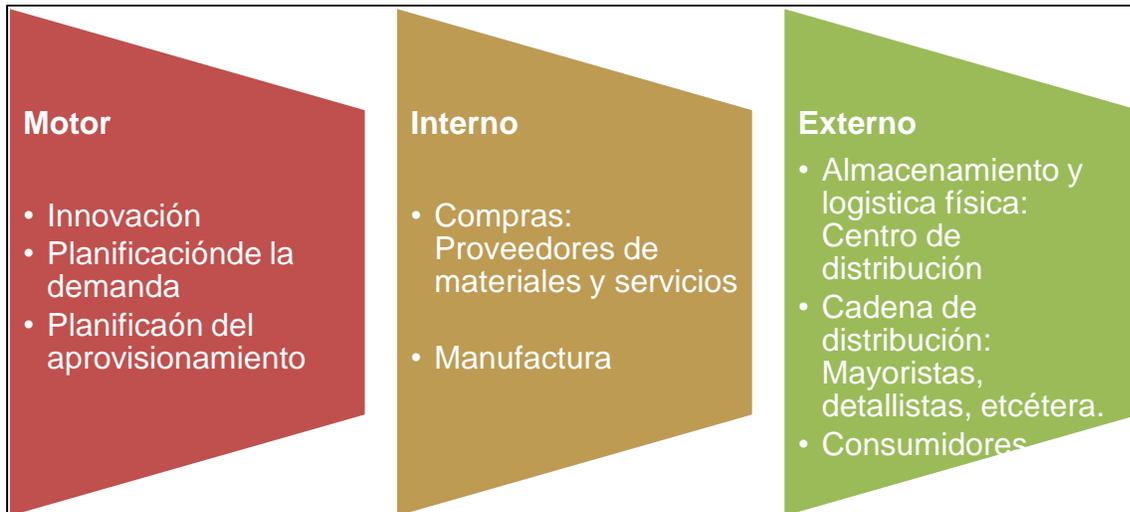
2.1. Centro de distribución

Es una infraestructura logística en la cual se almacenan productos y se embarcan órdenes de salida para su distribución al comercio minorista mayorista. Generalmente se constituye por uno o más almacenes, en los cuales ocasionalmente se cuenta con sistemas de refrigeración o aire acondicionado, áreas para organizar la mercancía y compuertas, rampas u otras infraestructuras para cargar los vehículos.

2.2. Cadena de suministros

La cadena de suministros está relacionada con los individuos y procedimientos involucrados en el flujo de materiales, productos, servicios, dinero e información hasta el consumidor final. Incluye los procesos desde los proveedores, producción, centros de almacenaje, distribuidores, detallistas hasta llegar al consumidor final. Todo se administra con el objeto de distribuir las cantidades correctas en los lugares y tiempos correctos manteniendo siempre una rentabilidad para todos los consumidores siempre en la mira de la satisfacción del consumidor final. En la figura 14 se describe la cadena de suministros.

Figura 14. **Cadena de suministros**



Fuente: elaboración propia.

La primera parte de la cadena de suministros es el motor, provee de información, necesidades y nuevos sistemas. Luego sigue la parte interna, esta consiste en lo que la compañía tiene control; abarca compras y proveedores. Por último está la externa, es la parte de la que la compañía tiene menos control; cubre en su mayoría la distribución hasta el consumidor

2.3. Tipos de organización de un almacén

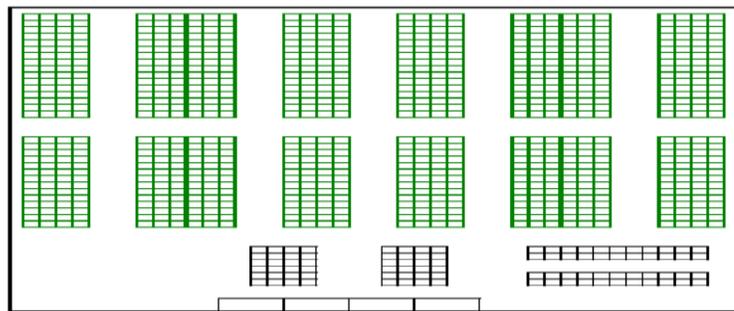
El almacén puede ser organizado físicamente de dos maneras: caótico y organizado.

Cada uno tiene sus ventajas y desventajas y pueden ser utilizados de acuerdo a las necesidades de almacenamiento de la organización.

2.3.1. Caótico

No existen ubicaciones preasignadas. El producto se ubica según el espacio disponible. Dificulta el control manual del almacén, ya que puede estar almacenado un SKU una semana y a la otra uno diferente. Acelera el almacenamiento de mercancías recibidas. Requiere un programa de computadora para la gestión del almacén, (ver figura 15).

Figura 15. Almacén caótico

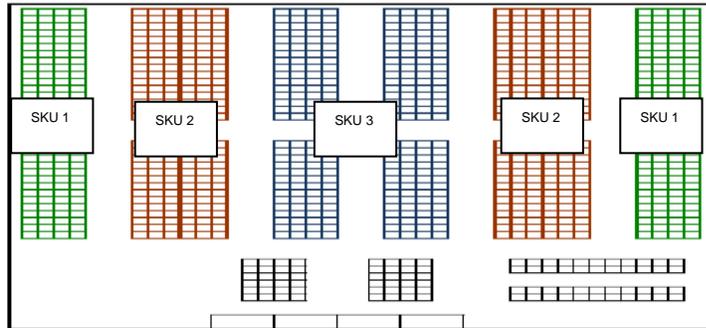


Fuente: elaboración propia.

2.3.2. Organizado

Cada ubicación tiene asignado un SKU específico. Se necesita una preasignación de espacio, por lo que la planificación debe hacerse con mucho cuidado. Este tipo de organización facilita la gestión del almacén. En esta forma de organización ya se sabe en qué parte del almacén se debe almacenar el producto, generalmente porque ese espacio tiene las características de almacenamiento requerido por el producto, (ver figura 16).

Figura 16. **Almacén organizado**



Fuente: elaboración propia.

2.4. **Equipo y materiales utilizados en el manejo de materiales**

Se utiliza montacargas, tarimas, portatarimas y stretch film como equipo y materiales en el manejo de materiales.

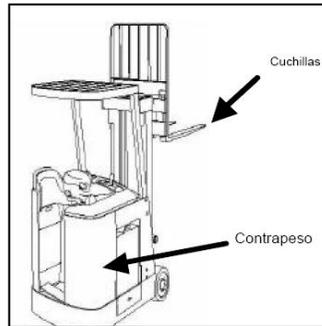
2.4.1. **Montacargas**

Un montacargas es un tipo de vehículo industrial motorizado. Tiene como propósito transportar, levantar, apilar, empujar y jalar cargas. Estos pueden ser impulsados mediante baterías, gas propano, combustible de gasolina o de diésel.

Estos vehículos están clasificados en siete tipos de acuerdo a sus características.

- Clase 1: motor eléctrico, vehículos de contrapeso (llantas sólidas y neumáticas). Operación silenciosa. Llantas sólidas para uso interno y llantas neumáticas para uso externo, (ver figura 17).

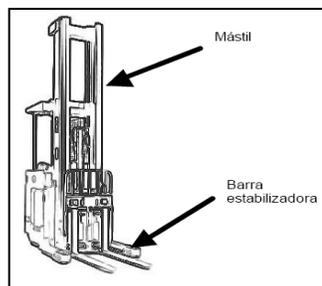
Figura 17. **Montacargas clase 1**



Fuente: <http://typemontacarga.blogspot.com/>. Consulta: 5 de noviembre de 2011.

- Clase 2: vehículos de motor eléctrico para pasillo angosto (llantas sólidas). Comúnmente el operador se encuentra parado, uso interno en pisos planos y lisos, (ver figura 18).

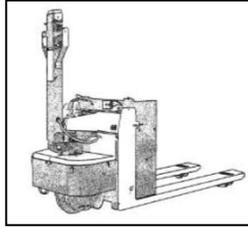
Figura 18. **Montacargas clase 2**



Fuente: <http://typemontacarga.blogspot.com/>. Consulta: 5 de noviembre de 2011.

- Clase 3: vehículos manuales con motor eléctrico o de pasajero (llantas sólidas). Utilizado en áreas donde el producto no necesita amontonarse, (ver figura 19).

Figura 19. **Montacargas clase 3**



Fuente: <http://typemontacarga.blogspot.com/>. Consulta: 5 de noviembre de 2011.

- Clase 4: vehículos de motor de combustión interna (llantas sólidas). Diseñado para superficies duras y lisas. Genera vapores que necesitan buena ventilación, (ver figura 20).

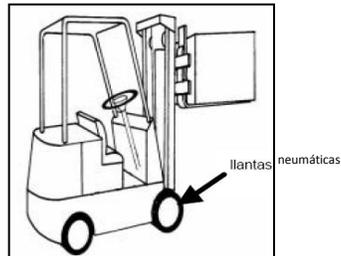
Figura 20. **Montacargas clase 4**



Fuente: <http://typemontacarga.blogspot.com/>. Consulta: 5 de noviembre de 2011.

- Clase 5: vehículos de motor de combustión interna (llantas neumáticas). Diseñado para superficies desiguales, soporta grandes inclinaciones de hasta 15%, (ver figura 21).

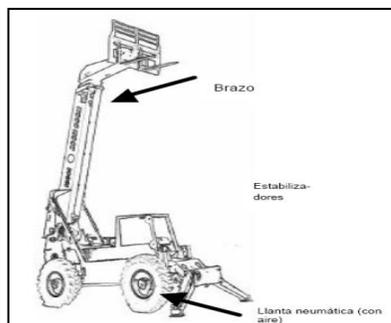
Figura 21. **Montacargas clase 5**



Fuente: <http://typemontacarga.blogspot.com/>. Consulta: 5 de noviembre de 2011.

- Clase 6: tractores de motor eléctrico y combustión interna (llantas sólidas y neumáticas). El material es transportado horizontalmente, sobre remolques.
- Clase 7: montacargas de terreno escabroso (llantas neumáticas). Especiales para la construcción, soporta grandes inclinaciones de hasta 45%, (ver figura 22).

Figura 22. **Montacargas clase 7**



Fuente: <http://typemontacarga.blogspot.com/>. Consulta: 5 de noviembre de 2011.

Las características de los tipos de montacargas descritos anteriormente se presentan en la tabla IX.

Tabla IX. **Características de montacargas según clasificación**

Clase	Capacidad (toneladas)	Tipo de motor	Altura máxima (m)
1	1,0-6,5	Eléctrico (48 o 80 V)	9,50
2	1,0-3,0	Eléctrico (48 o 80 V)	10,69
3	4,5-8,0	Eléctrico (24V)	-
4	1,0-15,5	Diésel, Gasolina o GLP (50-92.5 HP)	6,00
5	1,5-36,0	Diésel, Gasolina o GLP (53-148 HP)	6,00
6	1,0-10,0	Eléctrico o diésel	6,00
7	5,0-8,5	Diésel (110 HP)	17,00

Fuente: elaboración propia.

2.4.2. Tarimas

Son estructuras planas que soportan productos. Las tarimas o pallets son la base estructural de una unidad de carga que permite el almacenamiento y la eficiencia de manejo. Los materiales con los cuales están hechas son: madera (ver figura 23), plástico (ver figura 24), hierro y papel. La mayoría de tarimas soportan una carga de hasta 1 000 kilogramos. Las dimensiones de la tarima pueden variar pero la estandarizada es de 1 000X1 200 milímetros.

Figura 23. **Pallet de madera**



Fuente: <http://www.paletsmadrid.com>. Consulta: 5 de noviembre de 2011.

Figura 24. **Pallet de plástico**



Fuente: <http://beta.topalmacen.com/sr/-Palets/>. Consulta: 5 de noviembre 2011.

2.4.3. Portatarimas

Es un equipo que por medio de un elevador hidráulico eleva lo suficiente una tarima para que esta sea transportada manualmente por un operario. Son de fácil maniobrabilidad y de distintas capacidades, de hasta 5,0 toneladas. En la figura 25 se puede observar un portatarimas.

Figura 25. **Portatarimas**



Fuente: <http://www.alquilereschaco.com>. Consulta: 5 de noviembre de 2011.

2.4.4. Stretchfilm

Es una película de plástico altamente estirable que se envuelve alrededor de los productos para mantenerlos en su lugar, a la hora de transportarlos. La recuperación elástica mantiene los elementos fuertemente ligados. El material más común de este material es el polietileno de baja densidad, (ver figura 26).

Figura 26. **Stretchfilm**



Fuente: <http://www.interplas.com>. Consulta: 5 de noviembre de 2011.

Sus funciones son:

- Mejorar la estabilidad de los productos, formando una unidad de carga
- Manejo más eficiente y almacenamiento de unidades de carga
- Algún grado de protección contra el polvo y humedad

2.5. Voice picking

Voice picking se traduce a español como preparación por voz, la preparación es una actividad que consume tiempo y es una de las más costosas en un almacén. El voice picking automatiza dicha actividad.

2.5.1. Definición

Es una automatización de las operaciones de un almacén, bodega o centro de distribución que utiliza la tecnología voice. Esta tecnología emplea la voz como medio de comunicación entre el WMS y el operador, para obtener instrucciones. Reemplaza la pantalla en el envío de mensajes de la aplicación al operario y reemplaza el uso del teclado o el scanner por las palabras pronunciadas por el operario.

Se utiliza una voz sintetizada para dirigir a un operador en el almacén. Los operadores utilizan audífonos con micrófono, a través de este el WMS les comunica las operaciones a realizar. Para esto el WMS, utilizando la tecnología voice, convirtiendo la voz a texto y el texto a voz. Por ejemplo, para un despacho de tarima, el WMS le indica al operador de montacargas traer al muelle una tarima específica de ubicación específica. Al terminar la operación el operador de montacargas dice operación terminada. El WMS, después de interpretar la conversación le indica la siguiente operación.

Se deben grabar las conversaciones necesarias para el acomodo, reubicación, despacho, reabastecimiento y preparación, según sean necesarias en la bodega. En la figura 27 se observa el equipo del operador.

Las características del voice picking se enumeran a continuación:

- Utilización de tecnología voice
- Control de todas las operaciones logísticas
- Utilización de una terminal por operador
- Utilización de un WMS o ERP
- Comunicación inalámbrica entre la terminal y el WMS o ERP
- El operador tiene las manos libres
- Mayor concentración por parte del operario

Figura 27. **Equipo del operador**



Fuente: BERNINI, Sebastian. El uso de la tecnología de reconocimiento de voz.
www.sof2go.net/com/presentations/Voice_Picking_ES.ppt. Consulta: 5 de noviembre de 2011.

El costo del sistema de voice picking varía por diferentes factores como licencias, valor del equipo, cantidad de equipos y costo de integración a los equipos existentes. Según Logistics Resources International (LRI), empresa internacional de asesorías en logística, el valor de cada terminal varía entre un mil y tres mil dólares.

2.5.2. Ventajas

- Los errores se reducen porque que la concentración del operario es mayor debido a que tiene las manos libres.
- Mejora la productividad debido a las siguientes razones:
 - Mayor cantidad de productos procesados.
 - Posibilidad de trabajar en simultáneo (diálogo y manipulación), menor tiempo perdido.
 - Supresión de controles al fin del proceso.
 - Tareas de administración eliminadas.
- Mayor seguridad debido a que los ojos y manos están libres.
- Mejor ergonomía y facilidad de uso. Los audífonos no molestan al operario. Su facilidad de uso se debe a que el aprendizaje es simple.
- No importa si el operador sabe leer o no.

2.6. Bandas transportadoras

Las bandas transportadoras son mecanismos que transportan materiales en un recorrido fijo. Estas pueden operar ya sea en un plano horizontal, inclinado o vertical, dependiendo del producto y del diseño de la banda. En general, si el diseño tiene un cambio de dirección en el plano horizontal, se necesita más de una banda. La capacidad puede ser controlada al variar la velocidad y el ancho.

2.6.1. Tipos de bandas transportadoras

Los tipos de banda se dividen principalmente en dos. Cada una de estas categorías tiene otras subdivisiones.

- Con mecanismo de movimiento continuo
 - Plana
 - Cóncava
 - Tubular
 - Metálica
 - Portátil
 - Tablero articulado

- Desplazamiento directamente sobre rodillos o ruedas
 - Transportador por gravedad con rodillos libres
 - Transportador de rodillos activos

A continuación se describe cada una de las categorías en que se dividen las bandas transportadoras.

- Con mecanismo de movimiento continuo

Existen diversos materiales, como los productos a granel o cajas, para cuyo traslado se necesita una superficie de apoyo continua y consistente. Para esto se utilizan cintas. Los diferentes tipos de cintas son:

- Plana: usada para cargas como cajas o bolsas, la banda es soportada por rodillos o por travesaños planos. Se utiliza diferentes tipos de materiales para su manufactura como el caucho, (ver figura 28).

Figura 28. **Cinta plana**



Fuente: <http://www.fing.edu.uy/iimpi/academica/grado/transind/teorico/Clase4-Cintas.pdf>.

Consulta: 6 de noviembre de 2011.

- Cóncava: se usan para productos a granel. La banda es soportada por 3 o 5 rodillos de forma que los bordes se eleven con respecto al centro, formando la concavidad. Esto aumenta la capacidad de transporte, (ver figura 29).

Figura 29. **Cinta cóncava**

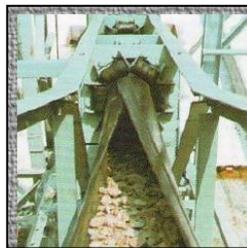


Fuente: <http://www.fing.edu.uy/iimpi/academica/grado/transind/teorico/Clase4-Cintas.pdf>.

Consulta: 6 de noviembre de 2011.

- Tubular: después de cargar la cinta, los bordes se pegan uno contra otro, envolviendo el producto. Se utiliza para prevenir contaminación. Se puede observar una cinta tubular en la figura 30.

Figura 30. **Cinta tubular**



Fuente: <http://www.fing.edu.uy/iimpi/academica/grado/transind/teorico/Clase4-Cintas.pdf>.

Consulta: 6 de noviembre de 2011.

- Metálica: es una cinta plana en la cual la banda es reemplazada por una malla de alambre o una cadena plana. Se usa ampliamente en la industria alimenticia, (ver figura 31).

Figura 31. **Cinta metálica**



Fuente: <http://www.fing.edu.uy/iimpi/academica/grado/transind/teorico/Clase4-Cintas.pdf>.

Consulta: 6 de noviembre de 2011.

- Portátil: bandas de pequeñas dimensiones que cuentan con ruedas para su transporte, (ver figura 32).

Figura 32. **Cinta portátil**



Fuente: <http://www.fing.edu.uy/iimpi/academica/grado/transind/teorico/Clase4-Cintas.pdf>.

Consulta: 6 de noviembre de 2011.

- Tablero articulado: consiste de tablillas contiguas o se solapan una sobre otra para formar una superficie continua, (ver figura 33).

Figura 33. **Tablero articulado**



Fuente: <http://www.fing.edu.uy/iimpi/academica/grado/transind/teorico/Clase4-Cintas.pdf>.

Consulta: 6 de noviembre de 2011.

- Desplazamiento directamente sobre rodillos o ruedas

Se utiliza para materiales que tienen una superficie de asiento suficientemente lisa. Estos rodillos están dispuestos en un bastidor fijo. Si se han de dejar caer sobre su superficie materiales pesados que la golpeen con fuerza, los rodillos pueden montarse sobre muelles que absorban el choque.

Los rodillos pueden ser:

- Transportador por gravedad con rodillos libres: este mecanismo tiene la capacidad de transportar materiales a gran distancia horizontal sin gasto alguno de energía ni ninguna otra atención. Dicha distancia está limitada por el desnivel necesario para utilizar la fuerza de gravedad, pero esta limitación puede salvarse intercalando, en el trayecto, unidades elevadoras que son tramos cortos de cinta transportadora con motor, (ver figura 34).

Figura 34. **Transportador por gravedad con rodillos libres**



Fuente: <http://www.fing.edu.uy/iimpi/academica/grado/transind/teorico/Clase4-Cintas.pdf>.

Consulta: 6 de noviembre de 2011.

- Transportador de rodillos activos: se utilizan cuando se necesita regular el movimiento de materiales o se han de realizar todas las operaciones al mismo nivel. Los rodillos tienen una fuerza motriz, (ver figura 35).

Figura 35. **Transportador de rodillos activos**



Fuente: <http://www.fing.edu.uy/iimpi/academica/grado/transind/teorico/Clase4-Cintas.pdf>.

Consulta: 6 de noviembre de 2011.

2.6.2. Elementos de la banda transportadora

- Cinta: es el elemento que transmite el movimiento al producto. Están hechas con un tejido base de poliéster, nailon, algodón, pvc o acero, cubierto con goma sintética. El tejido se escoge en base en la resistencia a la tracción, a los cortes, a los aceites y al fuego, (ver figura 36).

Figura 36. **Cinta de banda**



Fuente: <http://www.fing.edu.uy/iimpi/academica/grado/transind/teorico/Clase4-Cintas.pdf>.

Consulta: 6 de noviembre de 2011.

- Rodillos: son cilindros que giran sobre rodamientos. Existen dos clases de rodillos. Rodillos de trabajo son los que soportan la carga. Rodillos de dirección, en las cintas cóncavas mantienen los bordes levantados. En las cintas planas mantienen la banda centrada, (ver figura 37).

Figura 37. **Rodillos**



Fuente: <http://www.directindustry.es>. Consulta: 6 de noviembre 2011.

- Estructura de soporte: sostiene a los rodillos, generalmente es de metal. Ver figura siguiente:

Figura 38. **Estructura de soporte**



Fuente: <http://www.fing.edu.uy/iimpi/academica/grado/transind/teorico/Clase4-Cintas.pdf>.

Consulta: 6 de noviembre de 2011.

- Tambores: cada banda necesita por lo menos dos tambores, una que es el motriz y el otro de tensión. Se puede utilizar más tambores para cambiar la dirección o transmitir más potencia. También llamados tambores motrices, (ver figura 39).

Figura 39. **Tambor**



Fuente: <http://www.fing.edu.uy/iimpi/academica/grado/transind/teorico/Clase4-Cintas.pdf>.

Consulta: 6 de noviembre de 2011.

- Mecanismo tensor: con el uso la banda se estira por lo que este mecanismo mantiene la tensión o permite ajustarla. Suelen ser de gravedad o de tornillo, (ver figura 40).

Figura 40. **Mecanismo tensor**



Fuente: <http://www.fing.edu.uy/iimpi/academica/grado/transind/teorico/Clase4-Cintas.pdf>.

Consulta: 6 de noviembre de 2011.

3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

El voice picking es una automatización de las operaciones de un almacén, lo que afecta los procesos logísticos; debido a que los procesos logísticos serán diferentes en ciertos aspectos se realiza un análisis de la situación actual de los mismos, para luego mostrar la modificación con el uso del voice picking. Así también la descripción del equipo utilizado contribuye a la familiarización de los procesos logísticos.

Se presenta un análisis de tiempo de los ritmos de producción que afecta directamente al proceso de recepción de producto terminado; además se incluye el análisis de tiempo de la carga del producto terminado que afecta al proceso de despacho de producto terminado. Esto se realiza con el objeto de dimensionar ambos procesos.

3.1. Equipo utilizado para el manejo de materiales

Para el adecuado y eficiente manejo de materiales se necesitan diversos equipos como montacargas y portatarimas. Estos equipos mejoran la capacidad en el manejo de materiales, trasladando más material en menor tiempo. También se utiliza la jaula, que es una estructura para el movimiento y almacenamiento de detergente.

3.1.1. Montacargas

Como se expuso en el capítulo 2, el montacargas es un vehículo industrial motorizado, tiene como propósito transportar, levantar, apilar, empujar y jalar cargas. Actualmente, se utiliza un montacargas clase 5 de marca Toyota, capacidad de una tonelada y media, motor a gasolina de 50 caballos de fuerza, llantas neumáticas. Esta información se resume en la tabla X.

Tabla X. **Características del montacargas utilizado actualmente**

Clase de Montacargas	Capacidad (toneladas)	Tipo de motor	Altura máxima (m)
5	1,5	Gasolina (53 HP)	6,0

Fuente: elaboración propia.

3.1.2. Portatarima

El portatarimas se utiliza para distintas operaciones, entre ellas se encuentra la recepción de producto terminado, abastecimiento de picking, preparación de guía de carga y proceso de despacho. El portatarimas ayuda al operador a movilizar las tarimas al lugar deseado.

Actualmente, se utilizan portatarimas de marca Yale con capacidad de una tonelada y dispositivo hidráulico de levantamiento de carga.

3.1.3. Jaulas

Las jaulas (ver figura 41), son estructuras con forma de hexaedro de metal, que Henkel La Luz implementó para transportar y almacenar los detergentes. Se usan exclusivamente para los productos de detergentes. Las jaulas se utilizan por dos razones:

- La jaula no permite que la bolsa del detergente resbale durante su transporte.
- La jaula es una estructura de almacenamiento, en suelo plano se pueden colocar hasta 4 jaulas verticalmente.

Figura 41. **Jaula**



Fuente: Henkel La Luz, S.A.

3.2. Procesos logísticos

Según Logistics Resources International (LRI) logística se define como: el flujo de materiales, información y dinero entre los proveedores y consumidores. Los procesos logísticos son el conjunto de actividades que intervienen para lograr que este flujo sea continuo. Los procesos logísticos generales son: servicio al cliente, administración de inventarios, compras, transportes y almacenamiento.

A continuación se presentan los procesos logísticos de la compañía Henkel La Luz, S.A. que competen a este trabajo de graduación. Los cuales son:

- Recepción de producto terminado
 - Proceso de recepción de jabones
 - Proceso de recepción de detergentes
 - Proceso de recepción de productos de limpieza
- Control de inventario
- Manejo y uso de picking
- Preparación de guía de carga
- Despacho de producto terminado

3.2.1. Recepción de producto terminado

La recepción de producto terminado es el proceso en el que se recibe el producto de cada una de las plantas y se almacena. Dado que se tienen tres líneas de productos, también se tienen tres procesos de recepción de producto terminado, uno por cada línea de producto.

Estos procesos son:

- Proceso de recepción de jabones
- Proceso de recepción de detergentes
- Proceso de recepción de productos de limpieza

3.2.1.1. Objetivo

Garantizar las cantidades de producto terminado que se reciben de las plantas de producción, así como su correcta ubicación dentro de las bodegas, ya sea en racks o a piso.

3.2.1.2. Responsabilidades

Encargado de recepción de producción:

- Asegurar que la aduana esté disponible.
- Informar a su personal de los programas diarios de producción.
- Definir áreas de almacenamiento para el producto terminado.
- Resolver inmediatamente cualquier diferencia que se detecte en la verificación de la recepción.

Ayudante de recepción de producción:

- Poner a disposición del Departamento de Producción, las jaulas y las tarimas necesarias para el proceso.
- Trasladar el producto al Área de Aduana.
- Llenar correctamente etiqueta de identificación del producto y el formato de control de recepción de producción.

Operador de montacargas:

- Trasladar la producción a las áreas definidas por el encargado de recepción de producción.
- Completar el formato de recepción de producción.
- Trasladar jaulas o tarimas vacías a plantas de producción.

3.2.1.3. Proceso de recepción de jabones

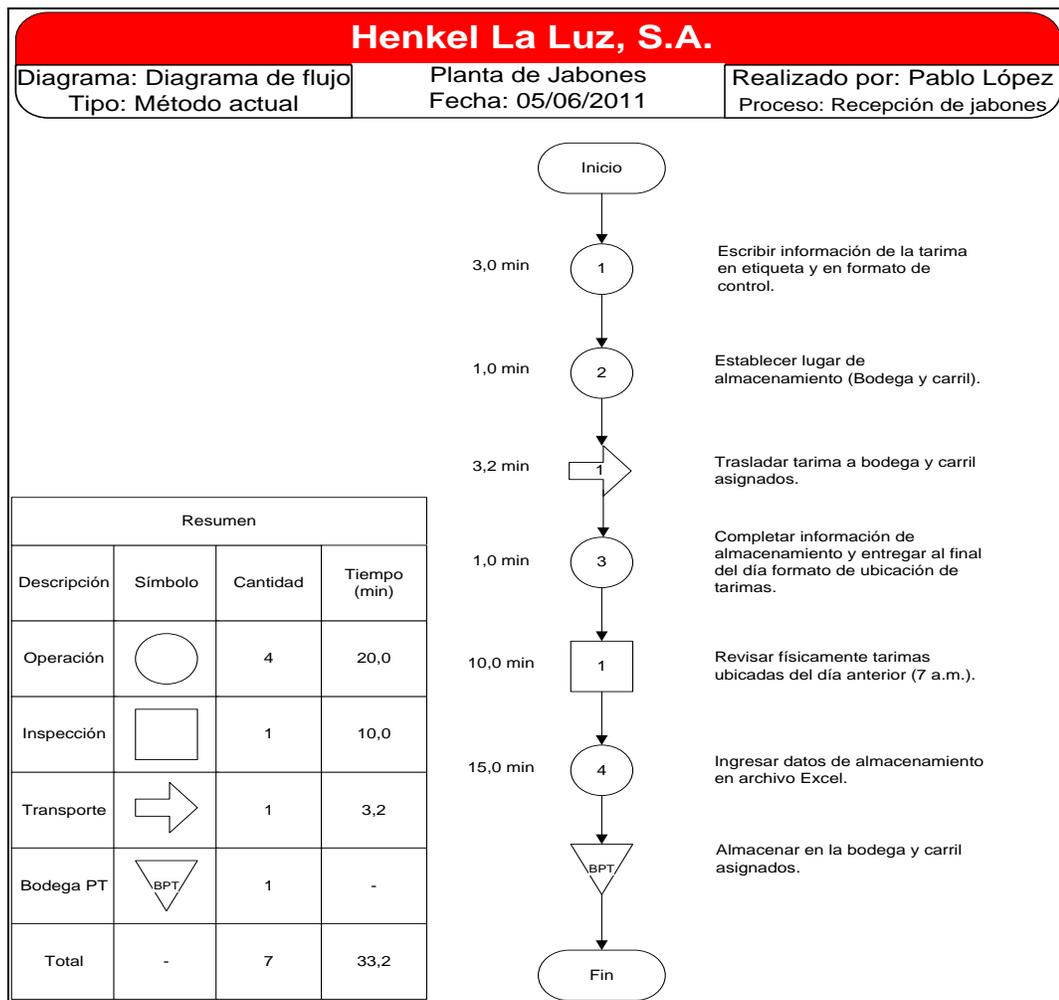
Al final de la línea de producción se reciben las cajas de jabones en donde se colocan en tarimas de madera, se les coloca stretch-film para luego ser almacenados.

- Descripción
 - Ayudante de recepción de producción, adhiere etiqueta de recepción de producción correspondiente a la tarima y anota en el formato de control de recepción de producción y coloca stretch-film a cada tarima.
 - El operador de montacargas traslada el producto al área definida por el encargado de recepción de producción. Seguido, el operador de montacargas completa la información requerida, al final del día se entrega al encargado de recepción de producción.
 - A las siete de la mañana el encargado de recepción de producción verifica físicamente las tarimas ubicadas el día anterior y durante el turno nocturno. El Oficinista ingresa los datos en archivo Excel.

- Diagrama de flujo

Este diagrama indica las operaciones que se realizan al recibir las cajas de jabón entarimadas. Comienza escribiendo la información correspondiente en la etiqueta y termina al almacenar el pallet.

Figura 42. **Diagrama de flujo de la recepción de la producción de jabones**



Fuente: elaboración propia.

3.2.1.4. Proceso de recepción de detergentes

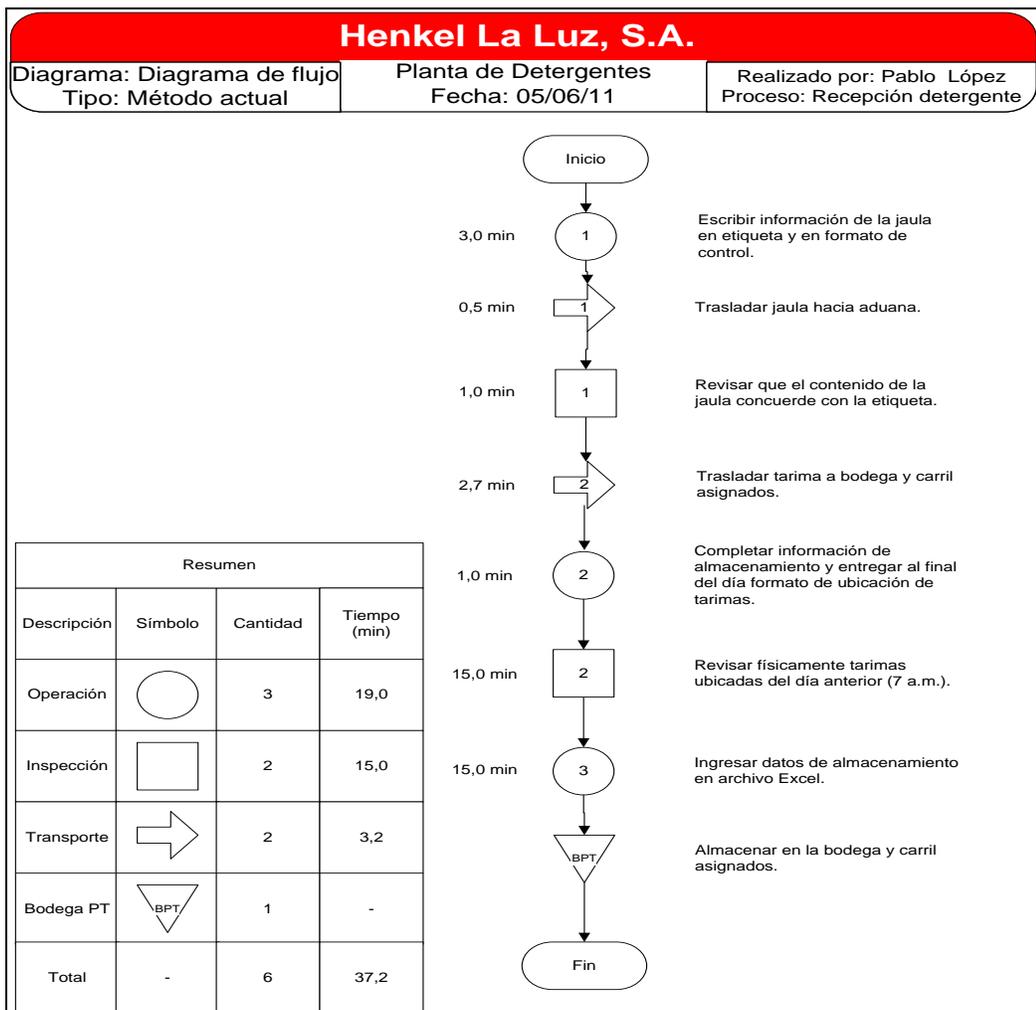
Los detergentes se reciben al final de la línea de producción dentro de bolsas, a esto se le llama bolsones. Cada bolsa trae cierta cantidad establecida de paquetes de detergente, que varía según el peso del empaque y la presentación. Se estiba en las jaulas, etiqueta y luego se almacena.

- Descripción
 - Ayudante de recepción de producción, tomando como base el programa de producción, inicia el llenado de etiqueta de recepción de producción. El personal de producción termina de llenar la etiqueta.
 - El ayudante de recepción de producción traslada la jaula a la aduana y adhiere la etiqueta. El encargado de recepción de producción verifica el contenido de la jaula.
 - El operador de montacargas traslada el producto al área definida por el encargado de recepción de producción.
 - A las siete de la mañana el encargado de recepción de producción verifica físicamente las tarimas ubicadas el día anterior y durante el turno nocturno.
 - Oficinista ingresa los datos en archivo Excel.

- Diagrama de flujo

Este diagrama indica las operaciones que se realizan al recibir los bolsones colocados en las jaulas. Comienza escribiendo la información correspondiente en la etiqueta y termina al almacenar la jaula.

Figura 43. **Diagrama de flujo de la recepción de producción de detergentes**



Fuente: elaboración propia.

3.2.1.5. Proceso de recepción de producto de limpieza

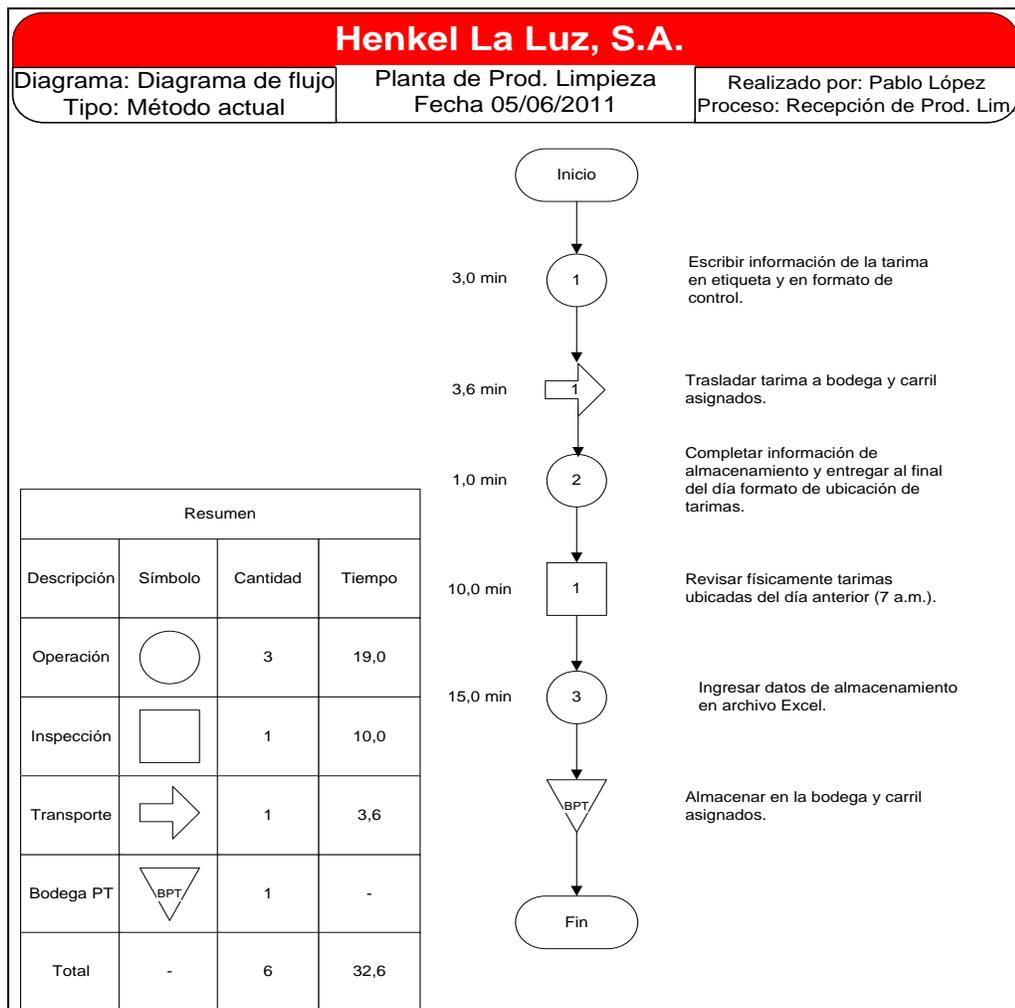
Los productos de limpieza se empaacan en cajas y llegan por medio de una banda transportadora a la aduana, a excepción de los quita grasa que están contiguos a la misma. Las cajas se estiban en tarimas de madera; estas tarimas completas se etiquetan y se almacenan.

- Descripción
 - El ayudante de recepción de producción llena la etiqueta de recepción de producción. Coloca stretch-film a cada tarima y adhiere la respectiva etiqueta.
 - Si es una tarima de quitagrasa se escribe en la etiqueta En observación.
 - Se llena el formato de control de recepción de producción.
 - El operador de montacargas traslada el producto al área definida por el encargado de recepción de producción.
 - A las siete de la mañana el encargado de recepción de producción verifica físicamente las tarimas ubicadas el día anterior y durante el turno nocturno.
 - Oficinista ingresa los datos en archivo Excel.

- Diagrama de flujo

Este diagrama indica las operaciones que se realizan al recibir las cajas colocadas en los pallets. Comienza escribiendo la información correspondiente en la etiqueta y termina al almacenar el pallet.

Figura 44. **Diagrama de flujo de la recepción de producción de los productos de limpieza**



Fuente: elaboración propia.

3.2.2. Control de inventario

Este control de inventario se realiza cada 15 días. Es llevado a cabo en conjunto por el jefe de turno y el encargado de recepción de producción de cada línea de productos.

3.2.2.1. Objetivo

Contar con informes periódicos del resultado de actividades y procesos de bodega para garantizar la exactitud del inventario de producto terminado. Así como, obtener el indicador de exactitud de inventario.

3.2.2.2. Responsabilidades

Jefe de turno:

- Revisar y evaluar la solidez y debilidades del sistema de Control Interno.
- Preparar informes periódicos con el resultado del trabajo y las conclusiones alcanzadas.

Encargado de recepción de producción:

- Ayudar al encargado de picking en el orden del área correspondiente en el picking, ya sea el área de jabones, detergente o de producto de limpieza.
- Justificar cualquier diferencia encontrada en el control de inventario.

Si existe alguna diferencia en el control de inventario y no es justificada plenamente, el Departamento de Contabilidad debe realizar un conteo selectivo de producto.

3.2.2.3. Lineamientos generales

- Las bodegas de producto terminado deben mantener el orden de tarimas y jaulas según línea y descripción de producto.
- Mantener un layout eficiente.
- Todas las tarimas deben estar identificadas con la etiqueta correspondiente.
- Al imprimir el reporte para conteo, no deben existir productos sin despachar, pendientes de facturar o documentos pendientes de operar.

3.2.2.4. Proceso de conteo físico de inventario

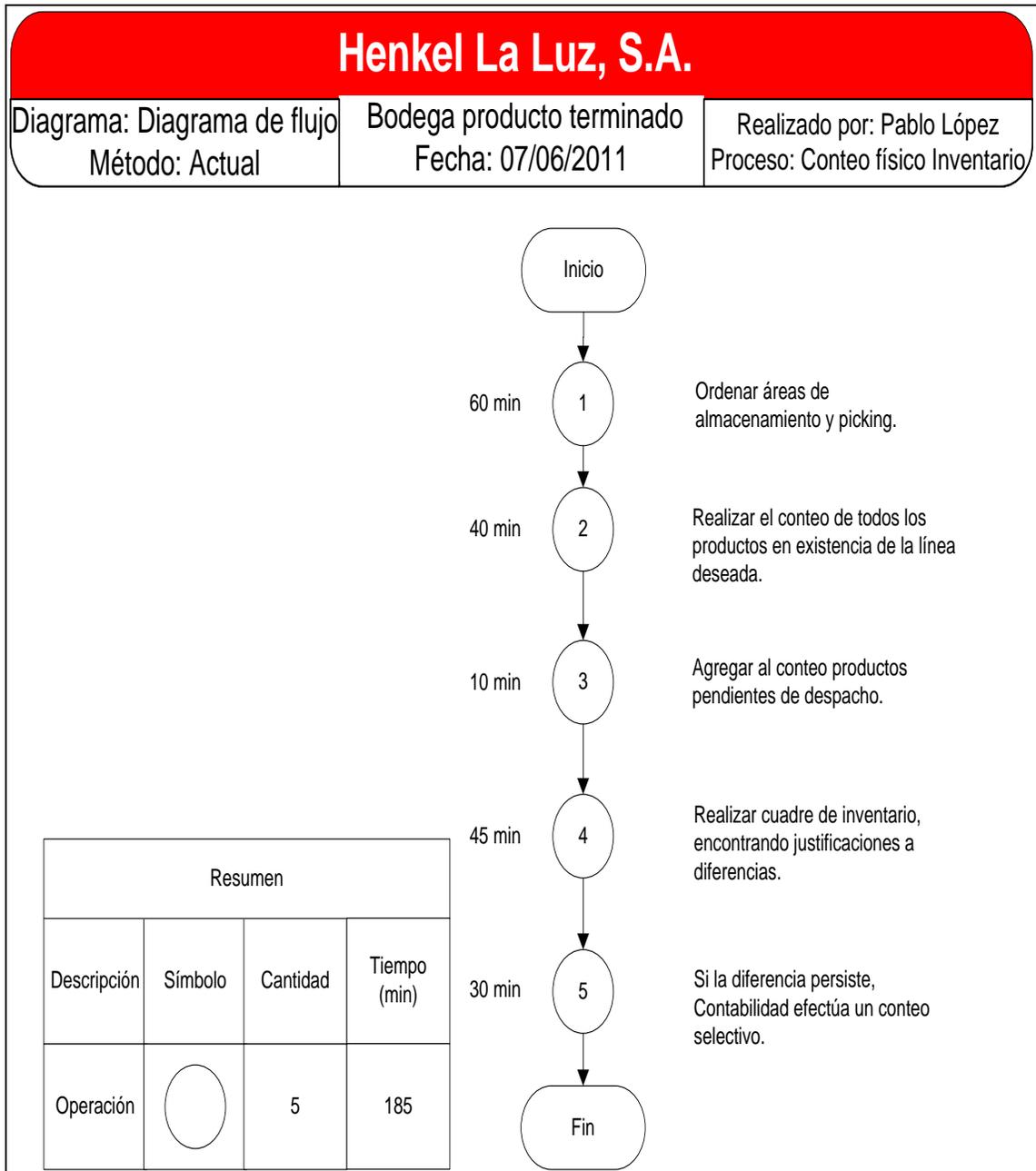
Este proceso es un control de la exactitud de inventario, asegura la detección y corrección de las diferencias del inventario.

- Descripción
 - Encargado de recepción de producción con ayuda del encargado de área de picking ordenan áreas de almacenamiento y picking.
 - El jefe de turno imprime formato para realizar conteo ciego de producto.

- Se realiza el conteo de todos los productos en existencia de la línea que se desea. Se agregan los productos pendientes de despacho.
 - Se realiza el cuadro de inventario, encontrando justificaciones a las diferencias encontradas.
 - Si no se puede eliminar la diferencia se solicita a Contabilidad que efectúe un conteo selectivo de productos y hacer los ajustes según el resultado.
- Diagrama de flujo

Este diagrama indica las operaciones que se realizan en el conteo físico de inventario. El proceso inicia al ordenar las áreas de almacenamiento y picking y finaliza en la operación de cuadrar el inventario.

Figura 45. Diagrama de flujo del conteo físico de inventario



Fuente: elaboración propia.

3.2.3. Manejo y uso de picking

El manejo y uso de picking está constituido por los procesos de abastecimiento de picking y el proceso de preparación de guía de carga. El picking es un área donde se tienen cierta cantidad de las referencias, que sirve para complementar pedidos de clientes.

3.2.3.1. Objetivo

Garantizar un área ordenada y con producto disponible para la preparación de las guías de carga del día.

3.2.3.2. Responsabilidades

Jefe de bodega/jefe de turno:

- Capacitar al personal para hacer eficiente el manejo y uso de picking.
- Supervisar y dar seguimiento al cumplimiento de las normas del manejo y uso de picking.

Encargado de picking:

- Mantener el área abastecida con los productos necesarios para realizar las guías de carga.
- Verificar que el personal utilice el área de forma ordenada.

Operador de montacargas:

- Desubicar las tarimas o jaulas y llevarlas al área de picking para que el mismo sea abastecido.

Encargado de despacho:

- Apoyar con el personal necesario para abastecer el área.

3.2.3.3. Lineamientos generales para manejo de picking

Para el abastecimiento del área de picking se define tres categorías de los productos según su rotación.

- Productos A: productos de alta rotación, se coloca un máximo de tres tarimas o jaulas completas y un mínimo de dos jaulas o tarimas completas más una incompleta, (ver figura 11).
- Productos B: productos de mediana rotación, se coloca un máximo de dos tarimas o jaulas completas y un mínimo de una jaula o tarima completa y una incompleta, (ver figura 12).
- Productos C: productos de baja rotación, se coloca un máximo de una tarima o jaula completa o incompleta, (ver figura 13).

El orden del producto en el área de picking es de forma ascendente según el código asignado al producto. Cada posición del área de picking está identificada con el código y el nombre del producto.

3.2.3.4. Proceso de abastecimiento de picking

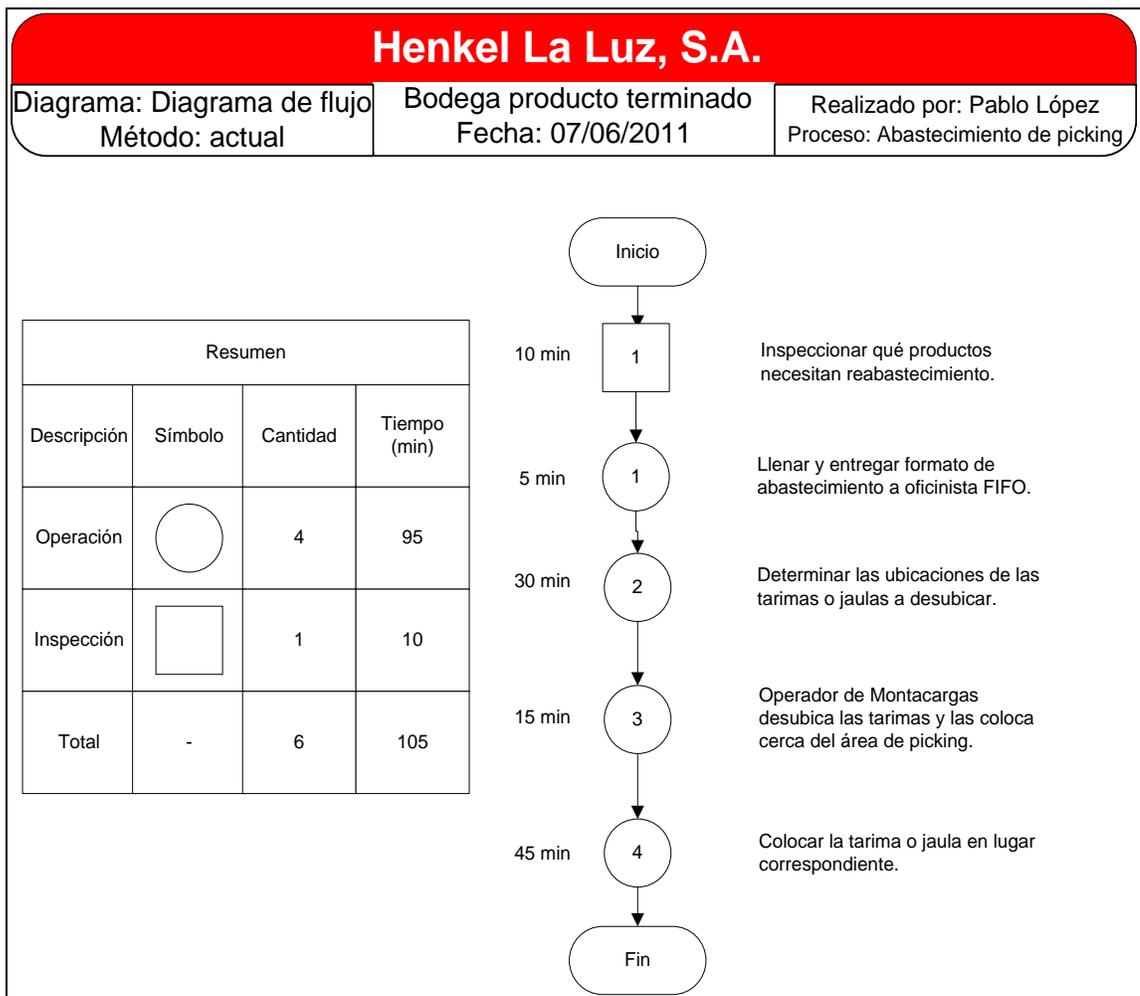
Al preparar las guías de carga la cantidad de productos en el Área de Picking disminuye, se utiliza este proceso para garantizar la disponibilidad para la realización de dichas guías de carga.

- Descripción
 - El encargado de picking, revisa diariamente si existe faltante en el Área de Picking, anota los SKU y nombre de los productos en el formato correspondiente y lo entrega al oficinista de FIFO.
 - El oficinista escoge las ubicaciones de dónde se tomará la tarima o jaula y le entrega el reporte al encargado de picking.
 - El encargado de picking recibe reporte de ubicaciones y se la entrega al operador de montacargas.
 - El operador de montacargas desubica la jaula o tarima y la coloca cerca del área de picking. Al concluir devuelve el reporte de ubicaciones al encargado de picking.
 - El encargado coloca jaula o tarima en la posición correspondiente, observando de no posicionar producto con material de empaque dañado.
 - El oficinista da de baja al día siguiente las tarimas o jaulas correspondientes.

- Diagrama de flujo

Este diagrama presenta las operaciones para abastecer de producto el área de picking. Comienza con una inspección al área para determinar que productos necesitan reabastecimiento y termina colocando la tarima o jaula en su lugar.

Figura 46. Diagrama de flujo del abastecimiento de picking



Fuente: elaboración propia.

3.2.3.5. Proceso de preparación de guía de carga

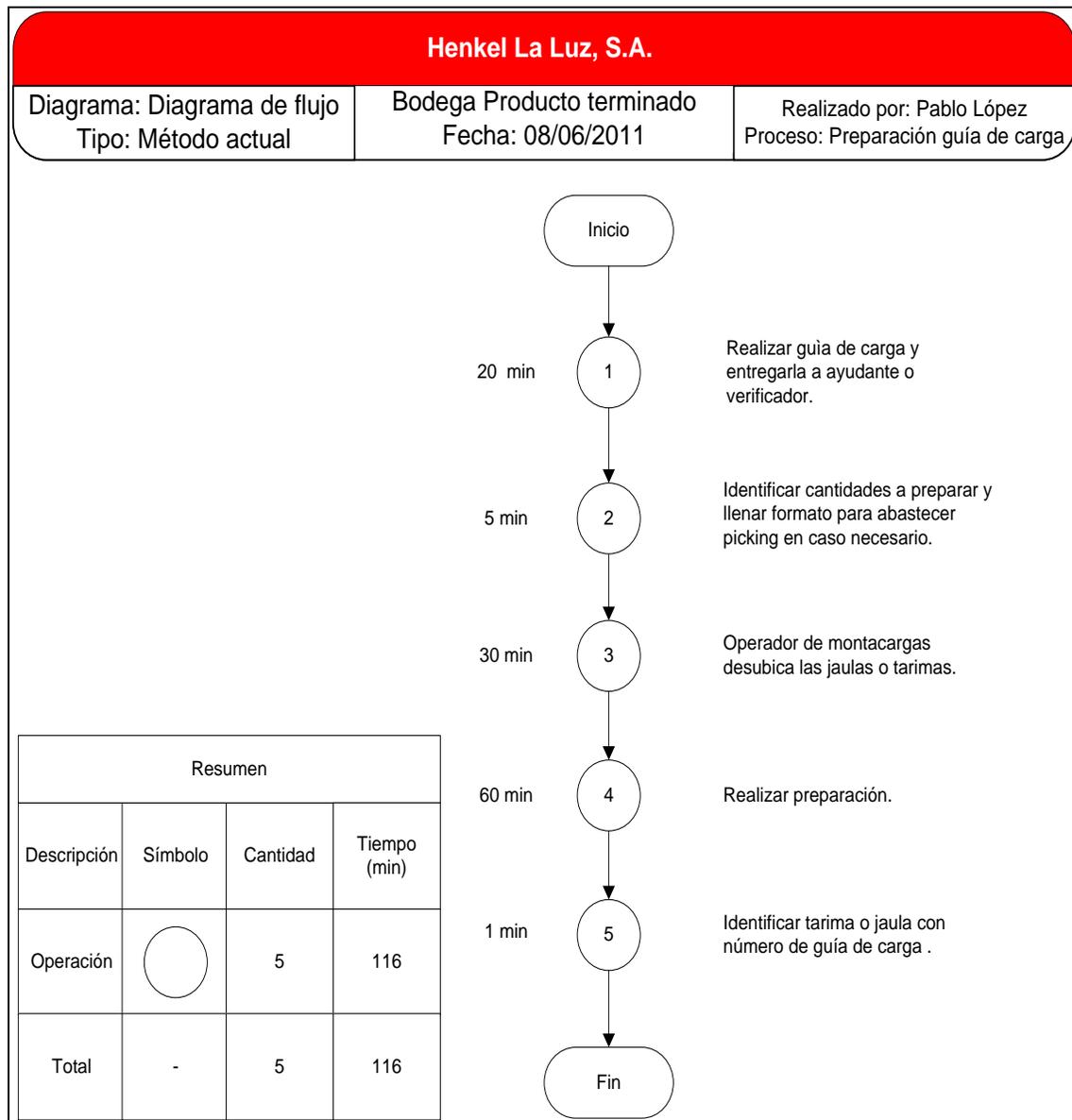
Los pedidos del cliente no necesariamente coinciden con la cantidad de producto en una tarima, por lo que se despacha la cantidad de tarimas completas que el pedido permita y la cantidad restante se debe obtener de una tarima o jaula del área de picking. Aquí surge el proceso de preparación de guía de carga. Por ejemplo, si la orden solicita 525 unidades y cada tarima cuenta con 100 unidades, entonces se deben 25 unidades mediante este proceso.

- Descripción
 - El encargado de despacho entrega al ayudante o verificador una guía de carga para preparar.
 - El ayudante o el verificador identifican las cantidades a preparar, se hace restando la cantidad total y la cantidad de producto de una, dos, tres o más tarimas o jaulas completas según sea el caso.
 - Con el fin de no desabastecer el picking si existen preparaciones mayores a la mitad de una tarima o jaula se debe pedir ubicaciones a oficinista para reabastecer picking.
 - Se anota los SKU y nombre de los productos en el formato correspondiente y se entrega al oficinista de FIFO.
 - El operador de montacargas realiza las desubicaciones.

- El ayudante o verificador inicia la preparación. Utilizando tarima de madera para jabones y productos de limpieza y jaula de metal para detergentes en polvo.
 - Al terminar se identifica cada tarima o jaula preparada con el número de guía de carga o nombre del transportista.
 - Se coloca la preparación en el lugar definido.
 - El ayudante o verificador informa sobre la preparación de la guía de carga y entrega documento a encargado de despacho.
- Diagrama de flujo

Este diagrama presenta las operaciones para la preparación de la guía de carga. Inicia con la entrega de la guía de carga al verificador y termina al identificar la preparación con el número de la guía de carga.

Figura 47. Diagrama de flujo de la preparación de la guía de carga



Fuente: elaboración propia.

3.2.4. Despacho de producto terminado

Es el proceso por el cual se carga el producto terminado al transporte, ya sea panel, camión o furgón, que lo llevará al cliente. Se cuenta con cinco muelles de carga que son utilizados para cargar camiones y paneles, así como cuatro estacionamientos para furgones.

3.2.4.1. Objetivo

Garantizar que el proceso de despacho es exacto en las cantidades deseadas por el cliente, siempre con una productividad adecuada para utilizar al máximo los recursos.

3.2.4.2. Responsabilidades

Encargado de despacho:

- Garantizar que el verificador y el transportista están cumpliendo con sus responsabilidades y que todo el procedimiento se lleve a cabo.
- Llamar y asignar rampa a transportista.
- Asignar verificador o ayudante a cada guía de carga.

Verificador:

- Garantizar que el producto despachado y lo impreso en la guía de carga es igual.
- Garantizar que el producto que se cargue esté en buen estado.
- Ver que el transportista cumpla con los requerimientos de seguridad en la carga.

- Llenar los formatos establecidos.

Transportista:

- Usar el equipo de protección personal.
- Colocar las carretillas en un lugar donde no interrumpa la carga.
- Verificar el producto que recibe.
- Colocar las jaulas o tarimas vacías una encima de otra y llevarlas al lugar asignado.
- Manipular adecuadamente el equipo y producto.

Jefe de transporte:

- Asignar proveedor de transporte entre las siete de la mañana y las dos de la tarde.
- Cuando no asigna proveedor de transporte en la guía de carga, solo imprime original para su preparación.

3.2.4.3. Proceso de despacho de producto terminado

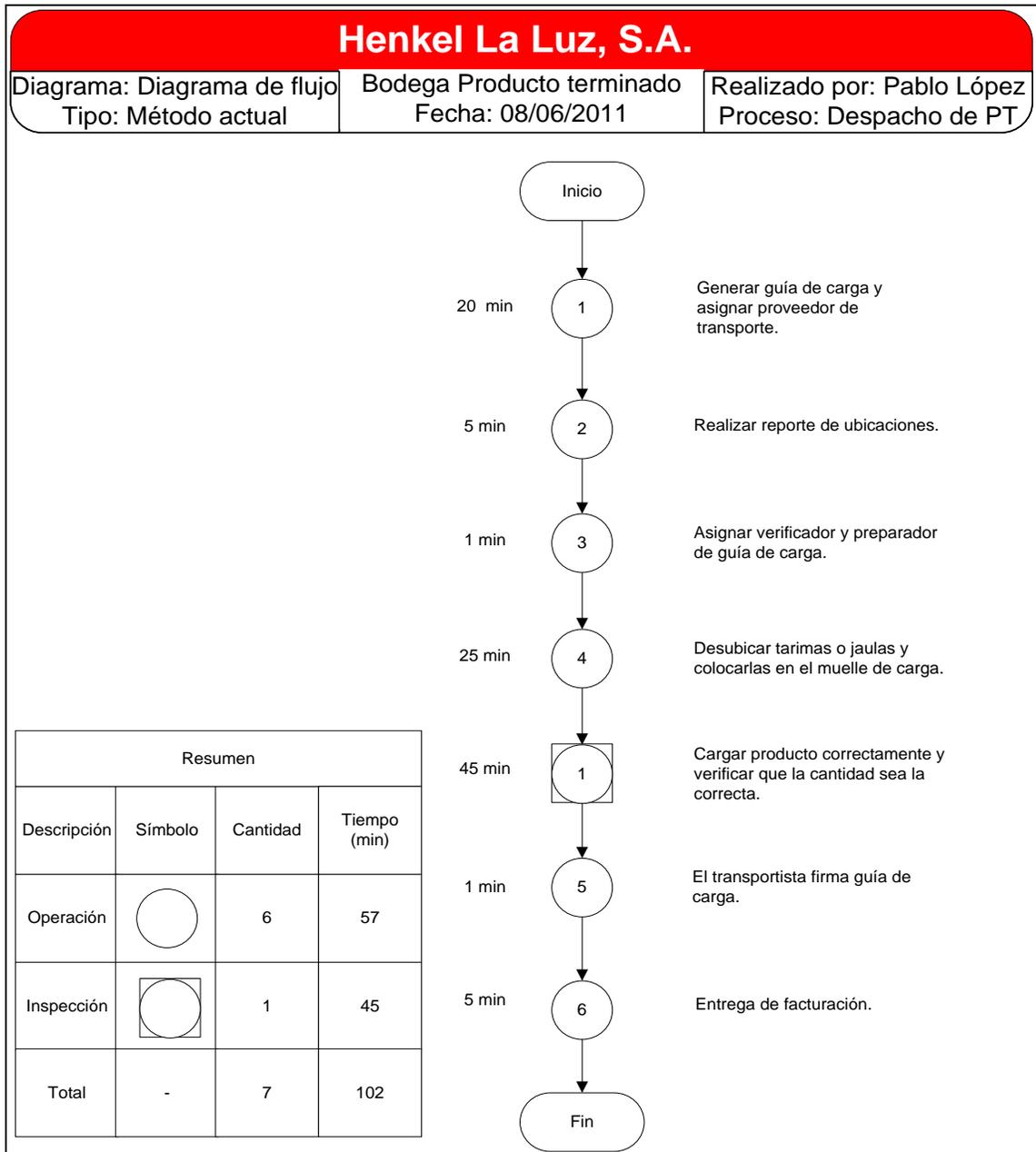
En este proceso se asigna proveedor de transporte. Se prepara y se carga el producto a los vehículos de transporte. Entregando por último la papelería correspondiente al piloto.

- Descripción
 - El encargado de transportes asigna proveedor de transporte.
 - Imprime original y dos copias de la guía de carga. Anota si se carga el mismo día o al día siguiente y asigna prioridad.
 - El oficinista revisa guía de carga para realizar el reporte de ubicaciones. Revisa en archivo Excel y cuidando el orden FIFO selección las posiciones para el reporte de ubicaciones. Si se necesita más del 50% de la tarima se adjunta una boleta para preparar el complemento del producto.
 - El oficinista entrega tres copias de guía de carga y reporte de ubicaciones a encargado de despacho y una copia de guía de carga al oficinista de contabilidad.
 - El encargado de despacho asigna verificador y preparador de picking, entregándole a cada uno una copia de guía de carga. La tercera copia se le entrega al transportista. Le entrega el reporte de ubicaciones a operador de montacargas.
 - El operador de montacargas traslada tarimas y jaulas completas al muelle de carga.
 - El transportista traslada la tarima o tarima al interior del furgón o camión, inicia el vaciado de jaula o tarima estibando el producto a piso dentro del furgón.

- El verificador se asegura que la cantidad de producto sea la correcta y que el estibado se realice correctamente. Paralelamente el transportista también verifica que la cantidad sea correcta.
 - Al terminar el transportista firma la guía de carga. El verificador sella, firma y archiva la guía de carga.
 - El operador de montacargas devuelve reporte de ubicaciones para que el oficinista rebaje las ubicaciones.
 - Asistente de facturación entrega original y copia de la factura al transportista. La guía de carga firmada por el transportista sirve como soporte de pago del flete.
- Diagrama de flujo

Este es uno de los procesos al que se le dedica la mayor cantidad de tiempo en un almacén. El diagrama muestra las operaciones del despacho de producto terminado. Inicia al generar guía de carga y asignar proveedor de transporte y termina al entregar la facturación al transportista.

Figura 48. Diagrama de flujo de despacho de producto terminado



Fuente: elaboración propia.

3.3. Estudio de ritmos de producción y tiempos estándar de carga de producto terminado

Para dimensionar de mejor manera los procesos logísticos se exponen a continuación los estudios de ritmo de producción y el estudio de tiempos estándar de carga de producto terminado. El estudio de ritmo de producción se relaciona con el proceso de recepción de producción, ya que a ese ritmo deben trasladarse y almacenarse las tarimas. El estudio de tiempos estándar de carga de producto terminado, como su nombre lo indica, mide el proceso de despacho de producto terminado.

3.3.1. Ritmo de producción

Dentro de la planta se manejan diferentes ritmos de producción como Bolsones/hora para la planta de detergente, Cajas/hora para la planta de jabones y productos de limpieza. El ritmo que interesa, por su aplicación al área de logística, es el de tarimas/hora ya que el almacenamiento es por tarima al igual que el despacho.

3.3.1.1. Estudio del ritmo de producción de jabones

Se realizó un estudio preliminar para determinar, por medio de la tabla de Westinghouse, el número de observaciones necesarias en función a la duración del ciclo y el número de tarimas que se fabrican al año. El resultado del estudio preliminar para jabones se presenta en la tabla XI.

Tabla XI. **Estudio preliminar de ritmo de producción de jabones**



Estudio de ritmo de producción

Fecha: 29/04/2011 Línea de producto Jabones
 Estudio: Preliminar Turno Diurno
 Realizado por: Pablo López

Hora Inicio	Hora Final	Cantidad de tarimas					Total de tarimas por hora
		JAB 123 BARRA 12/400 g	JAB GALLO 30/270 g	PTO AZ. ULTRA BARRA 18/330 g	JAB 123 18/270 g		
10:00	11:00	1	3	2	2		8
11:00	12:00	3	3	2	3		11
17:00	18:00	3	3	0	3		9
Promedio tarimas/hora							9,330
Hora por tarima							0,107

Fuente: elaboración propia.

Se obtiene la cantidad de tarimas en un año:

$$Tarimas\ al\ año = 9,33 \frac{tarimas}{hora} * 20 \frac{horas}{día} * 360 \frac{días}{año} = 67\ 176,00$$

Con más de 10 000 tarimas fabricadas al año y con un tiempo de 0,107 horas, se interpola en la tabla de Westinghouse, estableciendo 17 observaciones para este proceso. Debido a que los trabajadores se rotan, estos no tienen la especialización requerida, por lo que el método indica que se debe multiplicar por 1,5; siendo 26, la cantidad de observaciones a realizar. Las observaciones realizadas se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla XII. Estudio de ritmo de producción de jabones



Estudio de ritmo de producción

Fecha: 06/05/2011 Línea de producto Jabones
 Estudio: Actual Turno Diurno
 Realizado por: Pablo López

Hora Inicio	Hora Final	Cantidad de tarimas					Total de tarimas por hora
		JAB 123 NATURAL 18/270 g	JAB CASITA DE GALLO 24/260 g	PTO AZUL OR 24/330g NEW	JAB 123 BARRA 12/400g 3PK	PTO AZ PCOLOR 18/340 g	
09:00	10:00	2	2	2	2		8
10:00	11:00	2	4	1	3		10
11:00	12:00	2	3	2			7
12:00	13:00	2	3	2		3	10
13:00	14:00	3	2	2		2	9
14:00	15:00	3	3	3			9
15:00	16:00	3	4	1			8
Promedio tarimas/hora							8,83



Estudio de ritmo de producción

Fecha: 13/05/2011 Línea de producto Jabones
 Estudio: Actual Turno Diurno
 Realizado por: Pablo López

Hora Inicio	Hora Final	Cantidad de tarimas				Total de tarimas por hora
		JAB 123 BARRA 12/400 g	JAB GALLO 30/270 g	JAB 123 18/270 g	JAB 123 NATURAL 18/270 g	
09:00	10:00	0	3	3	2	8
11:00	12:00	3	3	3	0	9
13:00	14:00	3	4	3	0	10
14:00	15:00	3	3	2	0	8
15:00	16:00	3	3	3	0	9
16:00	17:00	2	3	3	0	8
Promedio tarimas/hora						8,67

Continuación de la tabla XII.



Estudio de ritmo de producción

Fecha: 17/05/2011 Línea de producto Jabones
 Estudio: Actual Turno Diurno
 Realizado por: Pablo López

		Cantidad de tarimas						
Hora Inicio	Hora Final	JAB PTO AZUL BARRA 18/340g	JAB GALLO 30/270g	JAB PTO AZUL ULTRA 18/340g				Total de tarimas por hora
10:00	11:00	2	5	1				8
12:00	13:00	2	3	2				7
13:00	14:00	2	5	3				10
14:00	15:00	2	4	2				8
15:00	16:00	2	4	3				9
16:00	17:00	2	4	3				9
Promedio tarimas/hora								8,50



Estudio de ritmo de producción

Fecha: 17/05/2011 Línea de producto Jabones
 Estudio: Actual Turno Nocturno
 Realizado por: Pablo López

		Cantidad de tarimas						
Hora Inicio	Hora Final	JAB GALLO 30/270g	JAB PTO AZUL ULTRA 24/340g	JAB CASITA DE GALLO 24/260 g	PTO AZ PCOLOR 18/340 g	PTO AZ PCOLOR 24/340 g		Total de tarimas por hora
19:00	20:00	3	3	3	1	1		11
20:00	21:00	4	3	5	3	0		15
21:00	22:00	3	2	3	3	0		11
22:00	23:00	3	3	4	2	0		12
23:00	00:00	3	2	4	2	0		11
00:00	01:00	4	2	2	2	0		10
01:00	02:00	4	2	5	2	0		13
Promedio tarimas/hora								11,67

Fuente: elaboración propia.

Tomando en cuenta los 326 datos, el promedio de tarimas por hora que la planta de jabones produce es de 9,41 tarimas por hora. El operador de montacargas debe ser capaz de transportar hasta 12 tarimas de jabones en una hora, para lograr almacenar todo el producto en el tiempo ordinario de trabajo, esto debido a los picos de producción.

3.3.1.2. Estudio del ritmo de producción de detergentes

Se realizó un estudio preliminar para determinar, por medio de la tabla de Westinghouse, el número de observaciones necesarias en función a la duración del ciclo y el número de tarimas que se fabrican al año. El resultado del estudio preliminar para detergentes se presenta en la tabla XIII.

Tabla XIII. Estudio preliminar de ritmo de producción de detergentes

		<u>Estudio de ritmo de producción</u>						
								
Fecha:	<u>29/04/2011</u>	Línea de producto				<u>Detergentes</u>		
Estudio:	<u>Preliminar</u>	Turno				<u>Nocturno</u>		
Realizado por:	<u>Pablo López</u>							
		Cantidad de tarimas						
Hora Inicio	Hora Final	Gallo 250 g	123 500 g	Rendidor CCM 1 000 g	Rendidor CCM 1 500 g	Rendidor CCM 2 000 g	Gallo 1 000 g	Total de tarimas por hora
20:00	21:00	5	2	2	0	0	1	10
21:00	22:00	6	1	3	1	0	0	11
22:00	23:00	4	3	2	3	1	2	15
Promedio tarimas/hora								12
Hora por tarima								0,083

Fuente: elaboración propia.

Se obtiene la cantidad de tarimas en un año:

$$\text{Tarimas al año} = 12 \frac{\text{tarimas}}{\text{hora}} * 20 \frac{\text{horas}}{\text{día}} * 360 \frac{\text{días}}{\text{año}} = 86\,400,00$$

Con más de 10 000 tarimas fabricadas al año y con un tiempo de 0,083 horas la tabla de Westinghouse establece 20 observaciones para este proceso. Debido a que los trabajadores se rotan, estos no tienen la especialización requerida, por lo que el método indica que se debe multiplicar por 1,5; siendo 30, la cantidad de observaciones a realizar. Las observaciones realizadas se encuentran en la tabla XIV.

Tabla XIV. **Estudio del ritmo de producción de detergentes**



Estudio de ritmo de producción

Fecha: 10/05/2011 Línea de producto: Detergentes
 Estudio: Actual Turno: Diurno
 Realizado por: Pablo López

Hora Inicio	Hora Final	Cantidad de tarimas						Total de tarimas por hora
		Gallo 250 g	Rendidor Lavanda 1 500 g	123 Jazmín 500 g	Rendidor Lavanda 2 000 g	Rendidor Lavanda 1 000 g	Gallo 100 g	
08:00	09:00	4	3	1	1	0	1	10
09:00	10:00	3	3	2	3	1	0	12
10:00	11:00	2	3	2	3	0	1	11
11:00	12:00	2	2	2	1	2	1	10
12:00	13:00	2	3	2	0	3	1	11
13:00	14:00	3	2	2	0	2	1	10
Promedio tarimas/hora								10,67

Continuación de la tabla XIV.



Estudio de ritmo de producción

Fecha: 10/05/2011 Línea de producto Detergentes
 Estudio: Actual Turno Nocturno
 Realizado por: Pablo López

		Cantidad de tarimas						
Hora Inicio	Hora Final	123 Jazmín 500 g	Gallo 250 g	Gallo 1 000 g				Total de tarimas por hora
08:00	09:00	3	5	3				11
09:00	10:00	2	4	6				12
10:00	11:00	3	3	4				10
11:00	12:00	2	4	5				11
12:00	13:00	2	4	5				11
13:00	14:00	2	4	4				10
Promedio tarimas/hora								10,83



Estudio de ritmo de producción

Fecha: 12/05/2011 Línea de producto Detergentes
 Estudio: Actual Turno Nocturno
 Realizado por: Pablo López

		Cantidad de tarimas						
Hora Inicio	Hora Final	Gallo 250 g	123 1 500 g	Gallo 100 g	123 OK	123 500 g		Total de tarimas por hora
20:00	21:00	5	2	1	2	2		12
21:00	22:00	5	2	1	3	3		14
22:00	23:00	3	3	1	4	1		12
23:00	00:00	5	2	1	4	3		15
00:00	01:00	4	1	1	1	2		9
01:00	02:00	5	1	1	3	0		10
Promedio tarimas/hora								12,00

Continuación de la tabla XIV.



Estudio de ritmo de producción

Fecha: 16/05/2011 Línea de producto Detergentes
 Estudio: Actual Turno Nocturno
 Realizado por: Pablo López

		Cantidad de tarimas						
Hora Inicio	Hora Final	Rendidor CCM 1 000 g	123 150 g	Gallo 250 g	Rendidor CCM 35 g	Rendidor Lavanda 2 000 g	Rendidor Lavanda 1 000 g	Total de tarimas por hora
21:00	22:00	7	3	3	1	0	0	14
22:00	23:00	5	3	2	0	0	0	10
23:00	00:00	3	2	2	0	0	1	8
00:00	01:00	2	4	3	1	0	1	11
01:00	02:00	2	3	2	0	0	1	8
02:00	03:00	2	3	2	1	1	1	10
Promedio tarimas/hora								10.17



Estudio de ritmo de producción

Fecha: 18/05/2011 Línea de producto Detergentes
 Estudio: Actual Turno Diurno
 Realizado por: Pablo López

		Cantidad de tarimas						
Hora Inicio	Hora Final	Gallo 2 000 g	123 4 000 g	Gallo 250 g	Gallo 1 000 g	123 1 000 g	Rendidor CCM 35 g	Total de tarimas por hora
10:00	11:00	2	1	2	4	1	1	11
11:00	12:00	2	1	2	4	2	0	11
12:00	13:00	1	1	2	5	1	1	11
13:00	14:00	2	0	2	4	0	1	9
14:00	15:00	1	1	2	4	2	0	10
15:00	16:00	2	1	2	4	0	1	10
Promedio tarimas/hora								10.33

Fuente: elaboración propia.

Tomando en cuenta los 30 datos, el promedio de tarimas por hora que la planta de detergente produce es de 10,8 tarimas por hora. El operador de montacargas debe ser capaz de transportar hasta 11 tarimas de detergente en una hora, para lograr almacenar todo el producto en el tiempo ordinario de trabajo, esto debido a los picos de producción.

3.3.1.3. Estudio del ritmo de producción de productos de limpieza

Se realizó un estudio preliminar para determinar, por medio de la tabla de Westinghouse, el número de observaciones necesarias en función a la duración del ciclo y el número de tarimas que se fabrican al año. El resultado del estudio preliminar para productos de limpieza se presenta en la tabla XV.

Tabla XV. **Estudio preliminar del ritmo de producción de productos de limpieza**



Estudio de ritmo de producción

Fecha: 29/04/2011 Línea de producto: Productos de Limpieza
 Estudio: Preliminar Turno: Diurno
 Realizado por: Pablo López

Hora Inicio	Hora Final	Cantidad de tarimas					Total de tarimas por hora
		LAVAFINO LIQ 12/900 mL	QUITAG OXI 24/450 g	DESINF CANELA 24/740 mL			
08:00	09:00	1	1	2			4
09:00	10:00	2	1	2			5
14:00	15:00	1	2	2			5
Promedio tarimas/hora							4,670
Hora por tarima							0,214

Fuente: elaboración propia.

Se obtiene la cantidad de tarimas en un año:

$$\text{Tarimas al año} = 4,67 \frac{\text{tarimas}}{\text{hora}} * 20 \frac{\text{horas}}{\text{día}} * 360 \frac{\text{días}}{\text{año}} = 33\ 624,00$$

Con más de 10 000 tarimas fabricadas al año y con un tiempo de 0,214 horas, se interpola en la tabla de Westinghouse, estableciendo 12 observaciones para este proceso. Debido a que los trabajadores se rotan, estos no tienen la especialización requerida, por lo que el método indica que se debe multiplicar por 1,5; siendo 18, la cantidad de observaciones a realizar. Las observaciones realizadas se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla XVI. **Estudio de ritmo de producción de productos de limpieza**



Estudio de ritmo de producción

Fecha: 13/05/2011 Línea de producto Productos de Limpieza
 Estudio: Actual Turno Diurno
 Realizado por: Pablo López

		Cantidad de tarimas				
Hora Inicio	Hora Final	BREFCOCINA TRIGG 12/500mL	CIELO E-ROSAS DOYP 24/500 mL	Mas color 18/1000 mL	MAS COLOR MP 9/2000 mL	Total de tarimas por hora
09:00	10:00	1	1	1	2	5
10:00	11:00	1	0	1	1	3
11:00	12:00	3	1	1	2	7
14:00	15:00	1	2	1	1	5
15:00	16:00	2	1	0	2	5
16:00	17:00	1	1	1	1	4
Promedio tarimas/hora						4,83

Continuación de la tabla XVI.



Estudio de ritmo de producción

Fecha: 17/05/2011 Línea de producto Productos de Limpieza
 Estudio: Actual Turno Diurno
 Realizado por: Pablo López

Hora Inicio	Hora Final	Cantidad de tarimas				Total de tarimas por hora
		QUITAG LIM 36/100 g	MAS COLOR MP 3/5000 mL	LAVAP LIQ ANTIBACTERIAL 12/500 mL	BREF LLUVIA DE FRESC 12/850 mL	
09:00	10:00	2	1	2	0	5
10:00	11:00	2	1	2	0	5
11:00	12:00	2	2	1	0	5
12:00	13:00	1	0	2	0	3
13:00	14:00	1	1	2	2	6
14:00	15:00	2	1	1	2	6
Promedio tarimas/hora						5,00

Fuente: elaboración propia.

Tomando en cuenta los 18 datos, el promedio de tarimas por hora que la planta de productos de limpieza produce es de 4,92 tarimas por hora. El operador de montacargas debe ser capaz de transportar hasta 6 tarimas de detergente en una hora, para lograr almacenar todo el producto en el tiempo ordinario de trabajo, esto debido a los picos de producción.

3.3.2. Tiempos estándar de carga de producto terminado

El producto final se distribuye a los clientes en tres diferentes transportes, siendo paneles, camiones y furgones. Las paneles que en promedio tienen capacidad de 5 toneladas se utilizan para clientes dentro del área metropolitana. Los camiones se utilizan para entrega de producto a cualquier parte de la nación, teniendo en promedio una capacidad de 10 toneladas. Los furgones se utilizan para las exportaciones a Centroamérica y el Caribe, tienen capacidad de hasta 18 toneladas. El tiempo de carga para cada transporte es diferente, a continuación se presenta el estudio de tiempo para cada uno.

Para la toma de tiempos se utiliza el método continuo de lectura de reloj. Se inicia el tiempo cronometrado en cuanto se asigna verificador a la guía de carga y se termina cuando el transportista firma la guía de carga. Para la calificación se utiliza el método de calificación objetiva. Esta calificación incluye dos factores, el factor de velocidad y el factor de dificultad del trabajo. El factor de velocidad varía en cada observación. Al ser la misma operación el factor de dificultad es el mismo en cada observación y en cada tipo de transporte; este factor es calculado en la tabla XVII. Ver anexo1 para porcentajes de ajuste.

Tabla XVII. **Cálculo del factor de dificultad del trabajo**

No.	Descripción	Letra de Referencia	Porcentaje de ajuste
1	Parte del cuerpo usado	E	8
2	Pedales	F	0
3	Uso de ambas manos	H	0
4	Coordinación ojo-mano	J	2
5	Requerimientos de manipulación	O	1
6	Peso	W	28
	Total	-	39

Fuente: elaboración propia.

Conforme a la tabla anterior, el factor de dificultad del trabajo es de 1,39. El factor de calificación se obtiene de multiplicar el factor de dificultad y el de velocidad. Este factor se le aplica al tiempo observado para obtener el tiempo normal. En cuanto a los suplementos se toma un factor de 1,12. Este factor se multiplica al tiempo normal para obtener el tiempo estándar.

3.3.2.1. Tiempo de carga en furgones

Los furgones se utilizan para las exportaciones. La colocación del producto en el furgón es realizada por dos personas de la empresa. Este es el transporte que requiere más tiempo para ser cargado, (ver tabla XVIII).

Tabla XVIII. **Tiempo normal de la carga en furgones**

Estudio de tiempos de carga

Transporte: Furgones Tiempo en: Minutos
Realizado por: Pablo López

No.	Tiempo observado	Factor velocidad	Factor esfuerzo	Calificación	Tiempo Normal
1	170	0,75	1,39	1,04	177,23
2	165	0,85	1,39	1,18	194,95
3	174	0,75	1,39	1,04	181,40
4	182	0,70	1,39	0,97	177,09
5	165	0,85	1,39	1,18	194,95
6	187	0,65	1,39	0,90	168,95
7	167	0,85	1,39	1,18	197,31
8	170	0,65	1,39	0,90	153,60
9	181	0,70	1,39	0,97	176,11
10	160	0,85	1,39	1,18	189,04
				Promedio	181,06

Fuente: elaboración propia.

$$TS = TN * suplementos = 181,06 * 1,12 = 202,79 \text{ min}$$

El tiempo estándar para cargar un furgón es de 202,79 minutos, es decir 3 horas con 23 minutos.

3.3.2.2. Tiempo de la carga en camiones

La colocación del producto en el camión es realizada por los ayudantes del transportista. El verificador sólo comprueba que el estibado es el correcto, así como, la cantidad de producto sea la solicitada, (ver tabla XIX).

Tabla XIX. **Tiempo normal de la carga de camiones**

Estudio de tiempos de carga

Transporte: Camiones Tiempo en: Minutos
Realizado por: Pablo López

No.	Tiempo observado	Factor velocidad	Factor esfuerzo	Calificación	Tiempo Normal
1	85	0,75	1,39	1,04	88,61
2	75	0,90	1,39	1,25	93,83
3	91	0,75	1,39	1,04	94,87
4	80	0,75	1,39	1,04	83,40
5	81	0,80	1,39	1,11	90,07
6	74	0,85	1,39	1,18	87,43
7	82	0,75	1,39	1,04	85,49
8	83	0,80	1,39	1,11	92,30
9	90	0,70	1,39	0,97	87,57
10	79	0,75	1,39	1,04	82,36
Promedio					88,59

Fuente: elaboración propia.

$$TS = TN * suplementos = 88,59 * 1,12 = 99,22 \text{ min}$$

4. PROPUESTA

En este capítulo se describe la propuesta tanto de la banda transportadora como del voice picking.

4.1. Diseño del sistema de bandas transportadoras

El sistema de bandas transportadoras consiste en cinco bandas que transportan el producto terminado de detergente hacia la bodega, en donde se paletiza y almacena.

4.1.1. Datos para el diseño de la banda transportadora

En la tabla siguiente se presentan los datos de diseño preliminares.

Tabla XXI. Datos para el diseño de la banda transportadora

Descripción	Dato
Tipo de producto a transportar	Detergente, empacado en bolsas de plástico
Longitud total de banda transportadora	65 m
Lugar de inicio	Planta de detergentes
Lugar de retorno	Bodega de producto terminado
Tipo de tensor	Tensor de contrapeso
Conexión de motor con rodillo motriz	Cadenas-catarinas
Clima	Al pasar por el patio, le afectará el sol y el viento

Fuente: elaboración propia.

Se necesita una descripción detallada del producto para el diseño de la banda transportadora, en la tabla siguiente se presenta el peso, el ancho y el largo del producto más pesado y del producto más grande. Se eligen estos productos ya que conforme a las características extremas del producto se debe diseñar la banda transportadora.

Tabla XXII. **Descripción de productos base para el diseño**

Línea de producto	Producto	Peso total (kg)	Ancho (cm)	Largo (cm)
Detergentes	Rendidor CCM 4/5 000 g	20,15	30,00	60,00
Detergentes	DET GALLO 10/1 000 g	10,44	40,00	70,00

Fuente: elaboración propia.

4.1.2. Tipos de banda transportadora

El tipo de banda transportadora depende del mecanismo de funcionamiento, material, recubrimiento y estructura. Se definió que el mecanismo de tensión será de contrapeso.

4.1.2.1. Mecanismo de funcionamiento

El diseño de la banda transportadora contempla un mecanismo de funcionamiento:

- Mecanismo de motor: en este mecanismo, el motor hace mover un rodillo que es el que transmite la fuerza tangencial y hace mover la cinta. También se vio este mecanismo en el capítulo 2 en la sección 2.6.1 Tipos de banda transportadora.

4.1.2.2. Material

- Tejido de la banda

La elección del tejido es lo más importante ya que esta es la que absorbe las fuerzas de tracción. Los diferentes tejidos estandarizados por las Normas DIN 22.102 e ISO 251 se muestran en la tabla siguiente:

Tabla XXIII. **Materiales básicos para el tejido**

Designación	Material de la tela
B	Algodón
Z	Tejido celular
P	Poliamida (Nailon)
E	Poliéster
D	Aramida
G	Tejido de vidrio

Fuente: <http://www.vulcaban.com/bandas.html>. Consulta: 7 de marzo de 2012.

Para el tejido de la banda se utiliza un tejido EP. Los tejidos EP están fabricados por dos tejidos, uno es el tejido de poliéster (E) que se utiliza para la urdimbre y el otro es el tejido de poliamida (P) utilizado para la trama.

Este tejido es el más utilizado para bandas transportadoras ya que proporciona resistencia a la rotura y al impacto, así como, un peso reducido. Un tejido EP se designa como EPX, siendo X el tipo de tejido, así como, la tracción acumulativa por milímetro de ancho de banda que soporta. La elección del tejido EP será acorde a la fuerza total transferida por la potencia que transmite el motor y se hará más adelante en el diseño aplicado.

Para la banda inclinada se selecciona un tejido tipo Rough top, que tiene en su superficie una rugosidad que le proporciona un alto coeficiente de fricción para evitar que el producto resbale, además amortigua y absorbe vibraciones.

- **Recubrimiento**

Los recubrimientos de goma se clasifican según sus propiedades mecánicas de resistencia, alargamiento y abrasión según se establece en las Normas DIN 22.102 y 22.13. En la tabla siguiente se observa esta clasificación. Ya que el producto a transportar no es abrasivo se escoge un recubrimiento estándar, tipo Y.

Tabla XXIV. **Tipos de recubrimiento**

	W	N	Y
	Muy anti abrasivo	Anti abrasivo	Estándar
Resistencia a la tracción (N/mm²)	8	25	20
Alargamiento longitudinal (%)	400	450	400
Abrasión (mm³)	90	120	125

Fuente: <http://www.vulcaban.com/bandas.html>. Consulta: 7 de marzo de 2012.

- Estructura

La estructura que sostiene la banda transportadora es de aluminio anodizado. El aluminio anodizado tiene una pequeña capa de óxido de aluminio, que protege al aluminio contra agentes atmosféricos, previniendo la corrosión y la oxidación.

En la tabla siguiente se presenta un resumen de los materiales a usar en la banda transportadora.

Tabla XXV. **Resumen de materiales a utilizar en la banda**

Elemento	Material
Tejido	Tejido EP
Recubrimiento	Recubrimiento de goma tipo Y
Estructura	Aluminio anodizado

Fuente: elaboración propia.

4.1.3. Trayectoria de la banda transportadora

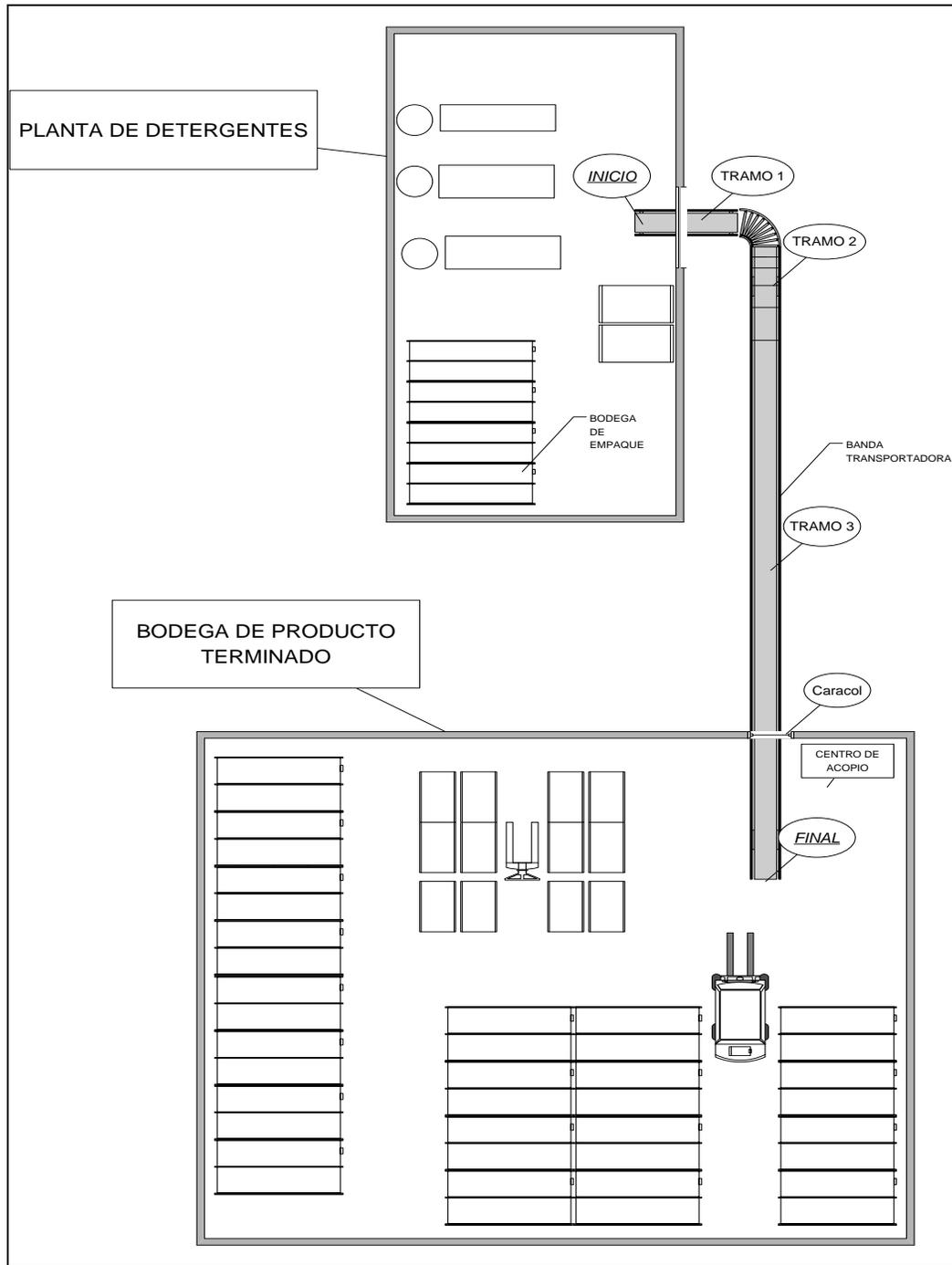
La banda transportadora inicia al final de las líneas de empaqueo de detergente, sale de la planta de detergentes y pasa el patio hasta llegar a la bodega de producto terminado, en donde se encuentra el centro de acopio.

Inicio: Planta de detergentes

Final: Bodega de producto terminado

De la planta de detergentes hacia el patio se encuentra la primera banda horizontal, luego de un giro de 90 grados se encuentra una banda ascendente. Luego de esta banda ascendente sigue una banda horizontal a una altura que no estorbe a los transportes que transiten por el patio. Esta banda llega hasta la bodega de producto terminado en donde se encuentra un caracol que disminuye la velocidad del producto y lo lleva hasta una altura en donde el personal puede tomarlo. Por último se encuentra una banda en donde se selecciona el producto y se coloca en la tarima y una banda de rodillos sin cinta, en donde se puede acumular producto. La trayectoria de la banda se muestra en la figura siguiente:

Figura 49. Trayectoria de la banda transportadora



Fuente: elaboración propia.

4.1.4. Diseño aplicado

El sistema se divide en cuatro bandas a las que se referirá como tramos.

Las características se presentan en la siguiente tabla.

Tabla XXVI. **Características de cada tramo**

Tramo	Tipo de banda	Capacidad	Dimensiones		
			largo (L)	altura (H)	proyección horizontal (I)
1 y 4	Horizontal con tambor motriz en el retorno	894 bolsones/h	2,00 m	-	-
2	Ascendente con tambor motriz en la carga	894 bolsones/h	9,30 m	4,65 m	8,05 m
3	Horizontal con tambor motriz en el retorno	894 bolsones/h	51,95 m	-	-

Fuente: elaboración propia.

- Velocidad de la banda transportadora

El estudio de ritmo de producción de detergentes que se presenta en el capítulo dos muestra que se hacen 11 tarimas/hora. Tomando en cuenta que cada tarima tiene 65 bolsones en promedio. La banda debe ser capaz de movilizar 715 bolsones/hora.

La banda se diseña para la producción de por lo menos 5 años por lo que hay que tener en cuenta el aumento de producción que se tendrá en los siguientes cinco años. La gerencia estima que en cinco años la producción aumentará un 25%. Por lo que el ritmo de traslado será de 894 bolsones/hora.

$$\text{ritmo de traslado} = 894 \text{ bolsones/hora}$$

La banda de 65 m tiene una capacidad de manejar 130 bolsones a la vez ya que se estima que cada 50 centímetros se coloca un bolsón. Por motivos de diseño se estima que la banda se utilizará al 85%, lo que da una capacidad de 110 bolsones a la vez.

$$\text{capacidad} = 110 \text{ bolsones/vez}$$

Se calcula las veces de llenado por hora (E)

$$E = \frac{\text{ritmo de traslado}}{\text{capacidad}} = \frac{894 \frac{\text{boslones}}{\text{hora}}}{110 \frac{\text{boslones}}{\text{vez}}} = 8,13 \text{ veces/hora}$$

La velocidad se calcula con la siguiente fórmula:

$$v = E * L = \frac{8,13 \text{ veces}}{\text{hora}} * 65 \text{ m} = 528 \text{ m/hora}$$

Donde:

$$v = \text{velocidad de la banda transportadora (m/s)}$$

$$E = \text{veces de llenado por hora}$$

$$L = \text{longitud de la banda (m)}$$

La velocidad de la banda en m/s a utilizar es:

$$v = 0,1468 \text{ m/s}$$

- Cálculo de la potencia teórica

El cálculo de la potencia teórica se realizará para cada tramo, ya que cada tramo tendrá un motor que impulsará el tambor motriz. La potencia se obtiene con el método analítico de cálculo de bandas del manual de PIRELLI.

El método analítico de cálculo de bandas se describe a continuación. Antes de calcular la potencia se calcula la fuerza necesaria para la banda, para esto se calculan dos o tres fuerzas, según la configuración de la banda.

- Fuerza para mover banda en vacío ($F1$)
- Fuerza para mover el material ($F2$)
- Fuerza para mover verticalmente el material ($F3$)

Si la banda es horizontal se calcula la fuerza $F1$ y $F2$, si la banda es ascendente se calculan las tres fuerzas, $F1$, $F2$ y $F3$.

Analizando cada fuerza

- Fuerza para mover banda en vacío

La ecuación que se utiliza para encontrar la fuerza para mover banda en vacío ($F1$) es:

$$F1 = f * q_1 * (I + I_n)$$

Donde:

f = coeficiente de fricción

q_1 = densidad lineal del tejido de la banda (kg_f/m)

I = proyección horizontal (m)

$I_n = 60 - 0,2 L$

$L = \text{largo de la banda (m)}$

I_n es un suplemento ficticio para incrementar la distancia entre ejes. Para bandas horizontales la proyección horizontal y el largo de la banda es lo mismo.

- Fuerza para mover el material

La ecuación que se utiliza para calcular la fuerza para mover el material (F2) es:

$$F2 = f * q_2 * (I + I_n)$$

Donde:

$f = \text{coeficiente de fricción}$

$q_2 = \text{densidad lineal del material (Kg}_f\text{/m)}$

$I = \text{proyección horizontal (m)}$

$I_n = 60 - 0,2 L$

$L = \text{largo de la banda (m)}$

I_n es un suplemento ficticio para incrementar la distancia entre ejes. Para bandas horizontales la proyección horizontal y el largo de la banda es lo mismo.

- Fuerza para mover verticalmente el material

La ecuación que se utiliza para calcular la fuerza para mover verticalmente el material (F3) es:

$$F3 = \frac{QH}{36 v}$$

Donde:

$$Q = \text{flujo de material por hora } \left(\frac{\text{ton}}{\text{h}}\right)$$

$$H = \text{altura de la banda (m)}$$

$$v = \text{velocidad de la banda } \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$$

$$Q = \text{ritmo de traslado} * \text{peso máximo}$$

La potencia teórica (P) se obtiene de la ecuación siguiente:

$$P = \frac{Ft * v * 0,9863}{75}$$

Donde:

$$Ft = \text{fuerza total} = F1 + F2 + F3$$

$$v = \text{velocidad de la banda (m/s)}$$

Los datos iniciales son:

Se toma la decisión de hacer el análisis con una banda de tejido EP 160

$$\text{Densidad lineal tejido de la banda} = q_1 = 0,456 \text{ kg}_f/\text{m}$$

$$\text{Coeficiente de fricción (banda de goma y metal)} = f = 0,5$$

Tomando en cuenta que el peso mayor del producto es de 20.15 kg y su dimensión lineal más pequeña de 0,30 metros se encuentra la densidad lineal del material (q_2).

$$q_2 = \frac{W}{a} = \frac{20,15}{0,30} = 67,17 \text{ kg}_f/\text{m}$$

Donde:

$W = \text{peso mayor del producto}$

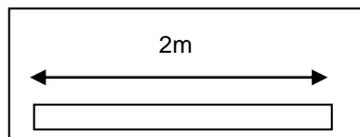
$a = \text{dimensión más pequeña del producto}$

$\text{Densidad lineal del material} = q_2 = 67,17 \text{ kg}_f/\text{m}$

- Tramo 1 y 4

El tramo uno y cuatro tienen las mismas dimensiones, por lo que el cálculo es el mismo para las dos. Es una banda horizontal donde la proyección horizontal y el largo de la banda es lo mismo. Se muestra en la figura 50.

Figura 50. **Forma del tramo 1 y 4**



Fuente: elaboración propia.

Se calcula la fuerza para mover banda en vacío (F_1)

$$F_1 = 0,5 * 0,4556 * (2 + 60 - 0,2 * 2) = 14,05 \text{ kg}_f$$

Se calcula la fuerza para mover el material (F_2)

$$F_2 = 0,5 * 67,17 * (2 + 60 - 0,2 * 2) = 2\ 068,84 \text{ kg}_f$$

La fuerza total (F_t) de la banda es la suma de F_1 y F_2

$$F_t = F_1 + F_2 = 2\ 068,84 + 14,05 = 2\ 082,89 \text{ kg}_f$$

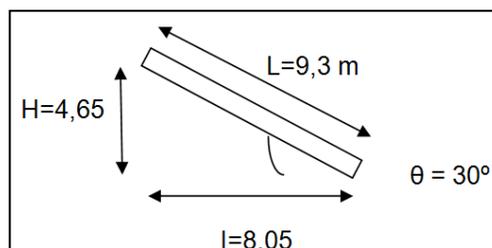
Se calcula la potencia teórica

$$P = \frac{2\,082,89 * 0,1468 * 0,9863}{75} = 4,02 \text{ HP}$$

- Tramo 2

Este tramo es ascendente con una longitud de 9,3 metros, se muestra en la figura siguiente:

Figura 51. **Forma del tramo 2**



Fuente: elaboración propia.

Debido a que la banda estará en el patio de maniobra de los transportes se debe tomar la altura máxima permitida de los mismos. La altura máxima para transporte pesado en Guatemala, según el reglamento para el control de pesos y dimensiones de automotores y sus combinaciones es de 4,15 metros. Tomando esta medida más el espacio de la banda transportadora de 0,50 metros, la altura de la banda es de 4,65 metros.

Con un ángulo de 30° se obtiene el largo de la banda (L) y la proyección horizontal (l).

Se calcula la fuerza para mover banda en vacío (F1)

$$F1 = 0,5 * 0,4556 * (9,30 + 60 - 0,2 * 8,05) = 15,43 \text{ kg}_f$$

Se calcula la fuerza para mover el material (F2)

$$F2 = 0,5 * 67,17 * (9,30 + 60 - 0,2 * 8,05) = 2 273,37 \text{ kg}_f$$

Se obtiene las el flujo de material por hora en (t/h)

$$Q = 894 \frac{\text{bolsones}}{\text{hora}} * 20,15 \text{ kg}_f = 1 8014,1 \text{ kg}_f/\text{h}$$

$$Q = 18,01 \text{ t/h}$$

Se calcula la fuerza para mover verticalmente el material (F3):

$$F3 = \frac{18,01 * 4,65}{36 * 0,1468} = 15,84 \text{ kg}_f$$

La fuerza total de la banda es la suma de F1, F2 y F3

$$Ft = F1 + F2 = 14,05 + 2 273,37 + 15,84 = 2 303,26 \text{ kg}_f$$

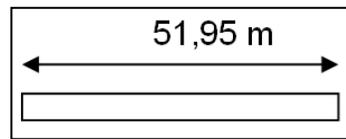
Se calcula la potencia teórica:

$$P = \frac{2 303,26 * 0,1468 * 0,9863}{75} = 4,45 \text{ HP}$$

- Tramo 3

El tramo tres es horizontal con el tambor motriz en el retorno, este tramo está a 4,65 metros de altura, se muestra en la figura 52.

Figura 52. **Forma del tramo 3**



Fuente: elaboración propia.

Se calcula la fuerza para mover banda en vacío (F1)

$$F1 = 0,5 * 0,4556 * (51,95 + 60 - 0,2 * 51,95)$$
$$F1 = 23,16 \text{ kg}_f$$

Se calcula la fuerza para mover el material (F2)

$$F2 = 0,5 * 67,17 * (51,95 + 60 - 0,2 * 51,95)$$
$$F2 = 3\ 410,89 \text{ kg}_f$$

La fuerza total (Ft) de la banda es la suma de F1 y F2

$$Ft = F1 + F2 = 23,16 + 3\ 410,89 = 3\ 434,05 \text{ kg}_f$$

Se calcula la potencia teórica:

$$P = \frac{3\ 434,05 * 0,1468 * 0,9863}{75} = 6,63 \text{ HP}$$

- Potencia del motor

Los métodos para conectar el motor con el tambor motriz son:

- Bandas-poleas
- Engranajes
- Cajas reductoras
- Cadenas-catarinas
- Combinación de los anteriores

Estos métodos de transmisión generan pérdidas que deben ser consideradas, otra pérdida que debe considerarse es la eficiencia del motor.

El cálculo de la potencia del motor (P_m) considerando estas pérdidas es:

$$P_m = \frac{P}{\varepsilon * \eta}$$

Donde:

P = potencia teórica (HP)

ε = eficiencia de la transmisión

η = eficiencia del motor

La eficiencia de motores eléctricos varía entre 85% y 95%. Para conocer la eficiencia de los métodos de transmisión se utiliza la tabla siguiente:

Tabla XXVII. Eficiencia de métodos de transmisión

Tipo de reducción	Eficiencia (%)
Poleas y bandas en V	94%
Catalina y cadena de rodillos	93%
Catalina y cadena de rodillos, lubricados en aceite	95%
Reductor de engranes helicoidales, una reducción	95%
Reductor de engranes helicoidales, doble reducción	94%
Reductor de engranes helicoidales, triple reducción	93%
Reductor de tornillo sin-fin (ratio 20:1)	90%
Reductor de tornillo sin-fin (ratio de 20:1 a 60:1)	70%
Reductor de tornillo sin-fin (ratio de 60:1 a 100:1)	50%
Reductor de engranes rectos (maquinados)	90%
Reductor de engranes rectos (fundidos)	85%

Fuente: Belt conveyor CEMA handbook. p.417.

El tipo de transmisión que se decidió usar es Catarina y cadena de rodillo, lubricados en aceite. Este tiene una eficiencia de 95% según la tabla de eficiencia de métodos de transmisión. La eficiencia del motor que se elige es del 85% suponiendo una eficiencia baja.

- Tramo 1 y 4

$$P_m = \frac{4,02}{0,95 * 0,85} = 4,97 \text{ HP}$$

- Tramo 2

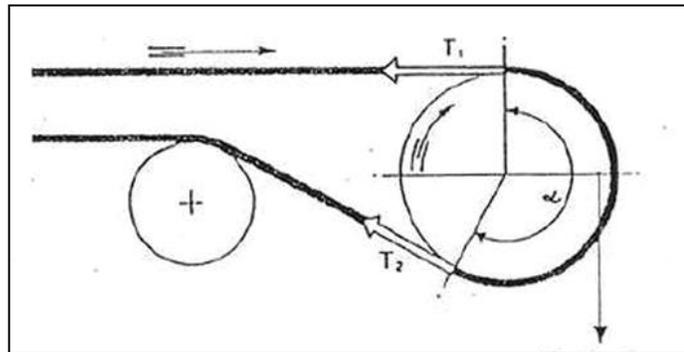
$$P_m = \frac{4,45}{0,95 * 0,85} = 5,51 \text{ HP}$$

- Tramo 3

$$P_m = \frac{6,63}{0,95 * 0,85} = 8,21 \text{ HP}$$

- Cálculo de la tensión máxima

Figura 53. **Tensiones en el tambor motriz**



Fuente: Manual de PIRELLI. p. 16.

Por la teoría de transmisión de potencia se sabe que el esfuerzo corresponde al par motriz transmitido y depende de la diferencia de tensiones de la parte tensada y la parte floja, esto se muestra en la siguiente ecuación.

$$F_t = T_1 - T_2$$

Donde:

T₁ = tensión arriba del tambor

T₂ = tensión abajo del tambor

Para que el tambor no deslice sobre la cinta sin transmitir movimiento se debe cumplir la siguiente relación:

$$\frac{T_1}{T_2} \leq e^{\alpha f}$$

Donde:

α = ángulo de contacto

f = coeficiente de rozamiento

De estas relaciones se deducen las dos siguientes:

$$T_1 \geq P \left(1 + \frac{1}{e^{\alpha f} - 1} \right) = PK_1$$

$$T_2 \geq P \left(\frac{1}{e^{\alpha f} - 1} \right) = PK_2$$

Donde los valores de K_1 y K_2 dependen del ángulo de contacto y del coeficiente de fricción.

Se adoptará un coeficiente convencional de rozamiento algo reducido respecto al real para obtener mayor seguridad de evitar el deslizamiento. La elección de este coeficiente de fricción se hace mediante la siguiente tabla:

Tabla XXVIII. **Coeficiente convencional de rozamiento**

TIPO DE TENSOR			
A tornillo		A contrapeso	
Tambor normal	Tambor revestido	Tambor normal	Tambor revestido
0,20	0,25	0,30	0,35

Fuente: manual de PIRELLI. p. 18.

El tensor a utilizar es de contrapeso y el tambor es normal, observando la tabla anterior se determina que el coeficiente convencional de rozamiento es 0,30.

Para obtener el valor de K_1 se busca en la tabla siguiente:

Tabla XXIX. Valores K_1

Arco abrazado α°	Coeficiente convencional de rozamiento			
	0,20	0,25	0,30	0,35
180°	2,15	1,84	1,64	1,50
200°	2,00	1,71	1,54	1,42
210°	1,94	1,67	1,51	1,38
220°	1,88	1,62	1,46	1,36
240°	1,77	1,54	1,40	1,30
300°	1,54	1,38	1,26	1,19
360°	1,40	1,26	1,18	1,12
420°	1,30	1,19	1,12	1,08
480°	1,23	1,14	1,08	1,05

Fuente: manual de PIRELLI. p. 18.

- Tramo 1

Con $f = 0,3$ y $\alpha = 180^\circ$ y la tabla de valores de K_1 se obtiene el valor de K_1 .

$$K_1 = 1,64$$

$$K_2 = K_1 - 1 = 1,64 - 1 = 0,64$$

$$T_2 = F_t * K_2 = 2\,082,89 * 0,64 = 1\,333,05 \text{ kg}_F$$

$$T_1 = T_2 + F_t = 1\,333,05 + 2\,082,89 = 3\,415,94 \text{ kg}_F$$

$$t_{\max} = T_1 = 3\,415,94 \text{ kg}_F$$

○ Tramo 2

Con $f = 0,3$ y $\alpha = 180^\circ$ y la tabla de valores de K_1 se obtiene el valor de K_1 .

$$K_1 = 1,64$$

$$K_2 = K_1 - 1 = 1,64 - 1 = 0,64$$

$$T_2 = F_t * K_2 = 2\,303,26 * 0,64 = 1\,474,09 \text{ kg}_F$$

$$T_1 = T_2 + F_t = 1\,474,09 + 2\,303,26 = 3\,777,35 \text{ kg}_F$$

$$t_{\max} = T_1 = 3\,777,35 \text{ kg}_F$$

○ Tramo 3

Con $f = 0,3$ y $\alpha = 180^\circ$ y la tabla de valores de K_1 se obtiene el valor de K_1 .

$$K_1 = 1,64$$

$$K_2 = K_1 - 1 = 1,64 - 1 = 0,64$$

$$T_2 = F_t * K_2 = 3\,434,05 * 0,64 = 2\,197,79 \text{ kg}_F$$

$$T_1 = T_2 + F_t = 2\,197,79 + 3\,434,05 = 5\,631,84 \text{ kg}_F$$

$$t_{\max} = T_1 = 5\,631,84 \text{ kg}_F$$

- Selección del tejido EP

Una vez se conocen las tensiones máximas de cada tramo se puede calcular el tejido EP que se utilizará.

La Norma DIN 22101 recomienda coeficientes de seguridad (s) elevados ya que existen esfuerzos adicionales como la flexión en los tambores, irregularidades en la carga, sobretensiones de arranque, envejecimiento de la carga, etcétera. Estos coeficientes se muestran en la tabla siguiente:

Tabla XXX. **Coeficientes de seguridad**

Numero de capas	De 3 a 5	De 6 a 9	más de 9
Coeficiente de seguridad	11	12	13

Fuente: <http://es.sribd.com/doc/55560290/calculo-de-bandas>. Consulta: 14 de marzo de 2012.

Se recomienda que el número de capas no sobrepase de 5, en la mayoría de diseños de banda se escoge el coeficiente 11. Es preferible que el tejido tenga el menor número de telas.

Al empezar el cálculo de la potencia se tomó la decisión de hacer el cálculo con un tejido EP160 con fuerza de tracción de tela de 160 Newton/milímetro, se sigue con esta decisión para el cálculo de número de telas de los tramos 1,3 y 4. En el tramo 2 se utiliza un tejido Rough top (TP) con fuerza de tracción de tela de 200 Newton/milímetro.

$$\text{Número de telas} = \frac{s * t_{\max} * 9,8067}{c * t_e}$$

Donde:

s_1 = coeficiente de seguridad

t_{\max} = tensión máxima en la banda

c = ancho de la banda mm

t_e = fuerza de tracción cumulativa del tejido N/mm

- Tramo 1 y 4

Se calcula el número de telas para el tramo 1

$$\text{Número de telas} = \frac{11 * 3\,415,94 * 9,8067}{800 * 160} = 2,88$$

El tejido a utilizar es un tejido EP160 con tres telas.

- Tramo 2

Se calcula el número de telas para el tramo 2

$$\text{Numero de telas} = \frac{11 * 3\,777,15 * 9,8067}{800 * 200} = 2,54$$

El tejido a utilizar es un tejido RT 200 con tres telas.

○ Tramo 3

Se calcula el número de telas para el tramo 3 con EP160, este dato es de 5 telas. Por recomendación de la Norma DIN22101 se debe disminuir este número de telas a menos de 5, por lo que se escoge un tejido EP200 para el cálculo.

$$\text{Número de telas} = \frac{11 * 5 * 631,84 * 9,8067}{800 * 200} = 3,79$$

Para este tramo se utilizarían 4 telas de tejido EP200.

En la tabla XXXI se muestran los tejidos seleccionados.

Tabla XXXI. **Tejidos seleccionados**

Tramo	Descripción tejido	largo (m)	ancho (mm)	tejido	Fuerza de tracción (N/mm)	telas
1 y 4	2,0 800 EP 480/3	2,0	800	EP	480	3
2	9,3 800 RT 600/3	9,3	800	RT	600	3
3	51,95 800 EP 800/4	52,0	800	EP	800	4

Fuente: elaboración propia.

- Selección de tambores

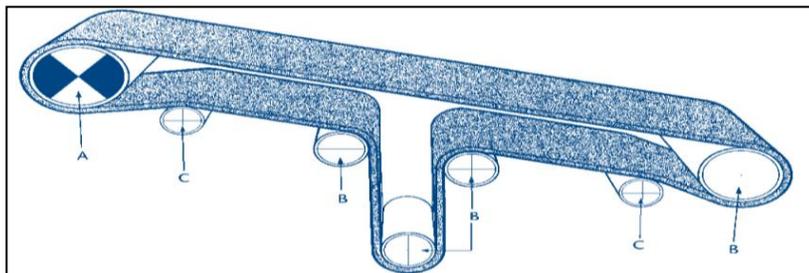
Una vez que se conoce el tejido y la cantidad de telas se pueden seleccionar los tambores y otros rodillos. La Norma DIN 22101 recomienda la tabla siguiente para la selección de tambores y rodillos, estos son de tamaño estándar. Con el número de telas y la fuerza de tracción individual de la tela se busca en la tabla los diámetros de los tambores y otros rodillos.

Tabla XXXII. **Diámetros de tambores en mm**

No. Telas	EP100			EP125			EP160			EP200			EP250 + EP315		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
2	160	160	125	200	160	160	250	200	160	320	250	200	-	-	-
3	200	200	160	320	250	200	400	320	250	500	400	320	630	500	400
4	320	250	200	400	320	250	500	400	320	630	500	400	800	630	500
5	400	320	250	500	400	320	630	500	400	800	630	500	1 000	800	630
6	-	-	-	630	500	400	800	630	500	1 000	800	630	1 200	1 000	800

Fuente: <http://es.scribd.com/doc/55560290/calculo-de-bandas>, Consultada: 14 de marzo de 2012.

Figura 54. **Tipos de tambores a seleccionar**



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/55560290/calculo-de-bandas>, Consulta: 14 de marzo de 2012.

- Tramo 1 y 4

Con el tipo de tejido EP160 y número de telas 3, se busca en la tabla y se determina que los diámetros en milímetros de los tambores y rodillos son:

- A-400
- B-320
- C-250

- Tramo 2

Con el tipo de tejido RT200 y número de telas 3, se busca en la tabla y se determina que los diámetros en milímetros de los tambores y rodillos son:

- A-500
- B-400
- C-320

- Tramo 3

Con el tipo de tejido EP200 y número de telas 4, se busca en la tabla y se determina que los diámetros en milímetros de los tambores y rodillos son:

- A-630
- B-500
- C-400

- Selección del motor

Con la potencia del motor y las revoluciones por minuto se puede escoger adecuadamente un motor. Los motores comerciales que se manejan se presentan en la siguiente tabla, se toma de los motores de SIEMENS.

Tabla XXXIII. **Motores comerciales**

Hp	0,5	0,75			1				1,5			
RPM	900	1 800	1 200	900	3 600	1 800	1 200	900	3 600	1 800	1 200	900

Hp	2				3				5			
RPM	3 600	1 800	1 200	900	3 600	1 800	1 200	900	3 600	1 800	1 200	900

Hp	7,5				10				15			
RPM	3 600	1 800	1 200	900	3 600	1 800	1 200	900	3 600	1 800	1 200	900

Fuente: SIEMENS. Catálogo general de motores eléctricos. p.24.

Se selecciona el motor de cada tramo según las exigencias de potencia de motor. El resultado se muestra en la siguiente tabla:

Tabla XXXIV. **Motores seleccionados**

Tramo	Potencia del motor	Potencia del motor seleccionado	RPM del motor seleccionado
1 y 4	4,97 HP	5,0 HP	900
2	5,51 HP	7,5 HP	900
3	8,21 HP	10,0 HP	900

Fuente: elaboración propia.

Se toman las revoluciones por minuto más pequeñas ya que es suficiente para obtener la velocidad requerida. Esto se demuestra a continuación.

$$v = w * r$$

Donde:

w = velocidad angular (rad/s)

r = radio del tambor motriz (m)

Y

$$w = \frac{900 \text{ rev}}{\text{min}} * \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = \frac{94.25 \text{ rad}}{\text{s}}$$

Tramo 1 y 4

El diámetro del tambor es de 0,40 metros.

$$v = w * r = 94,25 * 0,2 = 18,85 \text{ m/s}$$

Tramo 2

El diámetro del tambor es de 0,50 metros.

$$v = w * r = 94,25 * 0,25 = 23,56 \text{ m/s}$$

Tramo 3

El diámetro del tambor es de 0,63 metros.

$$v = w * r = 94,25 * 0,315 = 29,69 \text{ m/s}$$

En cada tramo la velocidad lineal es mayor a la de diseño ($0,1468 \text{ m/s}$), por lo que con la transmisión de potencia de catarina y cadena de rodillos se podrá obtener a dicha velocidad.

En la tabla siguiente se muestran los resultados del diseño del sistema de bandas transportadoras.

Tabla XXXV. **Resultados de diseño**

Tramo	Potencia (HP)	Ancho (m)	Tejido	Tipo de tensor	Diámetro tambor motriz (m)	Diámetro tambor retorno (m)
1 y 4	5,00	0,80	2,0 800 EP 480/3	Contrapeso	0,40	0,32
2	7,50	0,80	9,3 800 RT 600/3	Contrapeso	0,50	0,40
3	10,00	0,80	51,95 800 EP 800/4	Contrapeso	0,63	0,50

Fuente: elaboración propia.

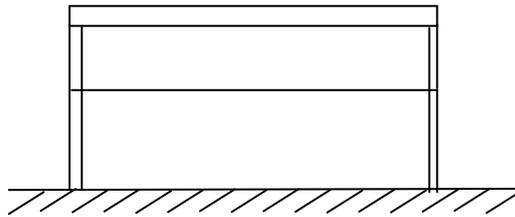
4.1.5. Estructura de sostenimiento

Normalmente se utiliza una estructura en celosía, también conocida como armadura. Esto es una estructura de barras rectas que forman triángulos planos, están interconectadas por nodos. A continuación se describe la estructura a nivel de suelo y de sostenimiento aéreo.

4.1.5.1. Estructura a nivel de suelo

Para la estructura a nivel de suelo no se utiliza en forma de celosía, sino más bien un tipo de caja de metal en que se soporta la banda. En la figura 55 se muestra la estructura a nivel del suelo.

Figura 55. Estructura a nivel de suelo

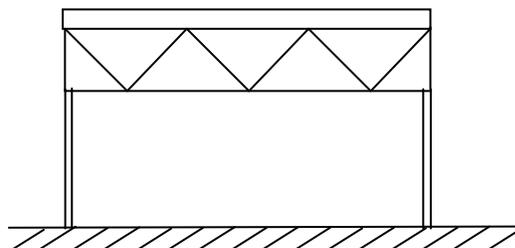


Fuente: elaboración propia.

4.1.5.2. Estructura de sostenimiento aéreo

Para la estructura de sostenimiento aéreo se necesita que soporte mayores luces, por lo que aquí si se aplica la estructura en celosía. En la figura 56 se muestra esta estructura.

Figura 56. Estructura de sostenimiento aéreo



Fuente: elaboración propia.

4.1.6. Protección de la banda en exteriores

La banda transportadora es de vital importancia para conducir el producto hacia su almacenamiento antes de su despacho, ya que la mayor parte de su estructura estará en el exterior debe protegerse de los agentes atmosféricos.

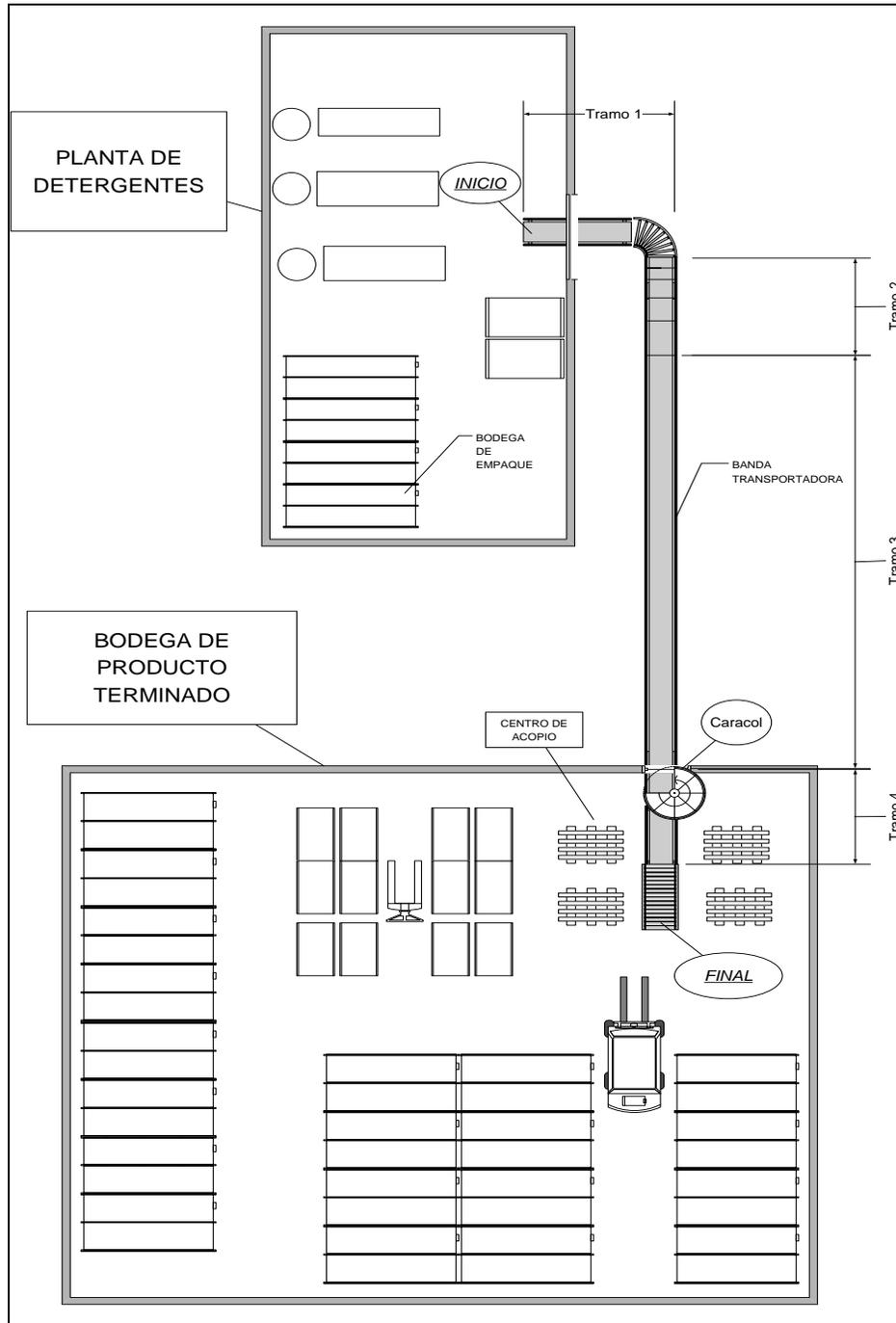
4.1.6.1. Descripción de la protección

El producto debe protegerse de agentes atmosféricos como el Sol y la lluvia. Para esto se utiliza una cubierta en forma semicircular, compuesta de bastidores de acero, tubos de metal y recubierta de lona. Esta cubierta protegerá de Sol, la lluvia y mantendrá lejos el polvo de la banda y del producto. Esto disminuirá el mantenimiento de la banda. Es de fácil instalación.

4.1.7. Layout

El layout de la banda transportadora se presenta en la figura 57. Se observan los cuatro tramos de la banda transportadora y el tramo de banda de rodillos para seleccionar productos. Así mismo, se observa el centro de acopio y el caracol que baja el producto a una altura apropiada para la preparación.

Figura 57. Layout de la banda transportadora



Fuente: elaboración propia.

4.1.8. Diseño del centro de acopio

El diseño del centro de acopio consiste en determinar los lineamientos, diseñar un layout eficiente, calcular el personal necesario, así como, el equipo y materiales que se utilizarán.

4.1.8.1. Objetivo

Recibir y acomodar sobre las jaulas los bolsones de detergentes con eficiencia, así como, garantizar la cantidad de producto recibido de la línea de producción.

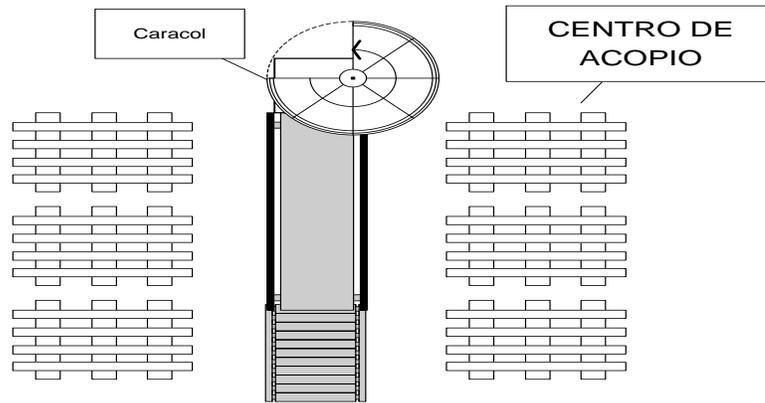
4.1.8.2. Lineamientos

- Mantener el centro de acopio ordenado
- Asegurarse de la disponibilidad de tarimas y jaulas
- Apagar la banda transportadora si algún bolsón se queda trabado

4.1.8.3. Layout

A continuación se presenta el layout del centro de acopio. Este diseño tiene la capacidad de paletizar entre seis y ocho productos diferentes. La altura de la banda es de 1,20 metros. Se utilizó un caracol para bajar el producto del tramo tres de la banda transportadora, que está a 4,65 metros, hasta la altura mencionada anteriormente.

Figura 58. **Layout centro de acopio**



Fuente: elaboración propia.

4.1.8.4. **Personal necesario**

Se tiene como dato la capacidad de preparación de jaulas

capacidad de preparación jaulas = 12 bolsones/min

Si la banda transportará a un ritmo de 894 bolsones/h, la cantidad de personal se calcula con la siguiente ecuación.

$$\text{Personal necesario} = \frac{\text{ritmo}}{60 * \text{capacidad}} = \frac{894}{60 * 12} = 1,24$$

Se establece que se necesita a dos personas en el centro de acopio, para que coloquen en la jaula el producto que viene de la planta de detergentes.

4.1.8.5. Equipo y materiales

El equipo necesario para las actividades del centro de acopio principalmente es el portatarimas. Es el mismo portatarimas que se tenía, marca Yale con capacidad de una tonelada y dispositivo hidráulico de levantamiento de carga.

Los materiales que se necesitan en el centro de acopio son pita, stretchfilm y disponibilidad de jaulas. La pita se utiliza para asegurar el producto de detergente en las jaulas.

Se cuenta con dos tipos de banda, una banda de cinta de dos metros, que es el tramo cuatro y una banda de rodillos en donde se puede acumular producto.

4.1.9. Análisis y costos

Se describen los costos en que se incurrirá por la adquisición e instalación de la banda transportadora, así como, del centro de acopio, que se instalará al final de la banda transportadora.

4.1.9.1. Banda transportadora

Sin tomar en cuenta la banda en el centro de acopio, el largo de la banda transportadora es de 63 metros. El costo de la banda transportadora depende de su largo. Se estima que cada metro de banda cuesta Q7 500. A este costo se agrega el costo de instalación para obtener la inversión inicial.

Tabla XXXVI. **Costo de la banda transportadora**

	Costo unitario (Q/metro)	Cantidad (metros)	Total (Q)
Banda transportadora	7 128,00	63	449 064,00
Instalación			20 000,00
Total			469 064,00

Fuente: elaboración propia.

La inversión inicial de la banda transportadora incluyendo su instalación es de 449 064,00 quetzales.

4.1.9.2. **Centro de acopio**

En el centro de acopio se encuentra una banda de cinta de dos metros, un caracol y una banda de rodillos de un metro y medio. Estos elementos representan el costo del centro de acopio. Estos se muestran en la tabla siguiente:

Tabla XXXVII. **Costo del centro de acopio**

	Costo unitario (Q/metro)	Cantidad (metros)	Total (Q)
Banda transportadora	7 128,00	3.5	24 948,00
Caracol			2 000,00
Total			26 948,00

Fuente: elaboración propia.

El total de la inversión inicial del centro de acopio es de Q26 948,00.

4.2. Propuesta del método despacho de producto terminado

Método propuesto

Se propone utilizar el voice picking como automatización de las operaciones logísticas del almacén.

Objetivo

Disminuir los errores de las operaciones logísticas y aumentar la productividad.

4.2.1. Descripción

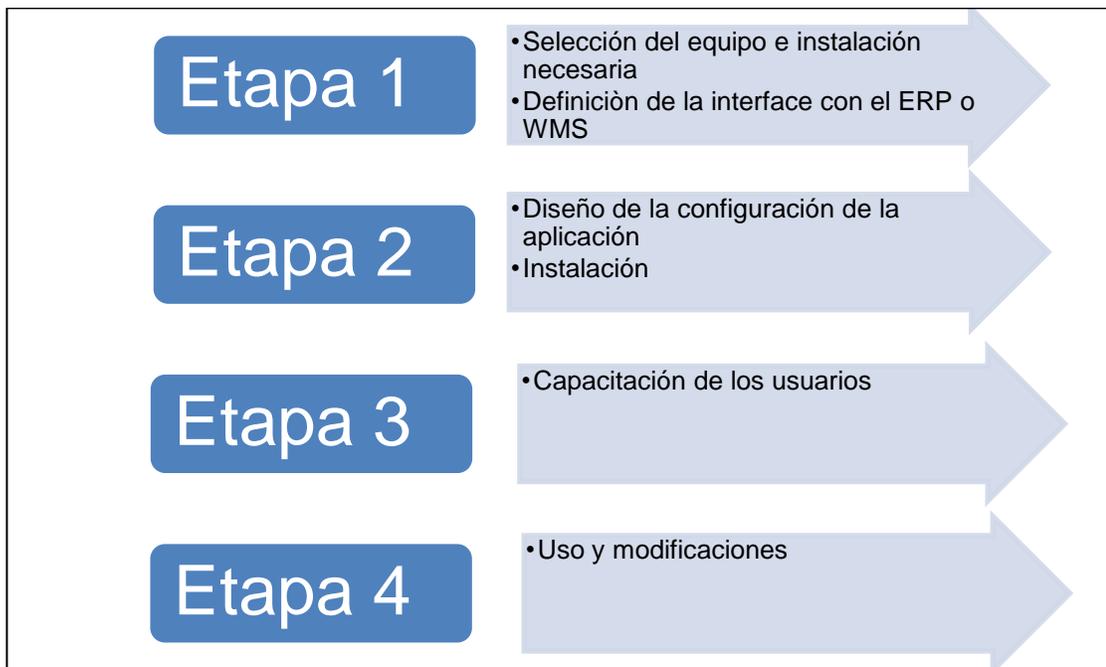
El voice picking, como se describió en el capítulo 2, es una automatización de las operaciones de un almacén. Por medio de la tecnología voice, el WMS o ERP y el operador se comunican para que se realicen las operaciones logísticas.

El habla es una de las formas de comunicación más utilizadas por el hombre, es por eso que la utilización de la tecnología voice resulta natural para el personal. Con el voice picking la comunicación es de un hombre con el software que le indica las actividades que debe realizar.

La puesta en marcha de esta tecnología es fácil, luego de la integración del voice picking con el WMS o ERP, al personal no le tomará más de un día en adaptarse a la automatización, no sin antes haber recibido la capacitación correspondiente.

Las etapas de un proyecto voice picking se muestran en la siguiente figura:

Figura 59. **Etapas de un proyecto voice picking**



Fuente: elaboración propia.

Etapa 1

En esta etapa se debe seleccionar el equipo e instalación necesaria, este paso se muestra en el inciso 4.2.2. También se define como se integrará el ERP o WMS con el software de voice picking.

Etapa 2

Se diseña la configuración y lleva a cabo de la integración del ERP o WMS con el software de voice picking. Se realiza y configura las instrucciones para cada proceso. También se procede a instalar la red inalámbrica.

Etapa 3

Se capacita a los usuarios de las terminales. Se les instruye del funcionamiento básico y de las instrucciones que recibirán del ERP. También se debe capacitar al administrador o encargado de los procesos que utilizan voice picking.

Etapa 4

Se realiza una prueba piloto, para evaluar el funcionamiento del voice picking. Si existiera algún inconveniente se deben realizar las modificaciones pertinentes.

4.2.2. Equipo e instalación necesaria

El voice picking requiere del siguiente equipo o instalación:

- ERP o WMS
- SoftwareRed y red inalámbrica
- Auriculares
- Terminales
- Accesorios

La empresa cuenta con un ERP, por lo que se utilizará la información del mismo para guiar al operador. Se hará una integración del software del voice picking y del ERP. De esta forma el ERP será capaz de comunicarse con el personal, para asignarle las actividades de preparación de guía de carga o de despacho de producto terminado.

Se instalará una red inalámbrica tipo WLAN basada en tecnología Wi-Fi. Esta red hace posible la comunicación entre el ERP y el personal. Los accesorios son: unidades de carga de las terminales y cinturón para que el operador lleve consigo la terminal. La cantidad de los accesorios es igual a la cantidad de las terminales.

Las terminales reciben la información por medio de la red inalámbrica y la convierten a voz, es de esta forma que el personal recibe las instrucciones. Vocollect es el líder en la aplicación de tecnologías voice en almacenes y centros de distribución. Su ventaja con respecto a los otros proveedores de esta tecnología es su sofisticado software de reconocimiento de voz. Es por esto que se eligen las terminales y demás accesorios de esta compañía.

Terminales para la preparación guía de carga

Estos terminales serán usados por el personal que realiza el proceso de preparación guía de carga, que se lleva a cabo en el área de picking. Para el cálculo de la cantidad de terminales se debe conocer cuántos despachos se realizan al mismo tiempo, el número de despachos al mismo tiempo da a conocer la cantidad de personal que debe preparar pedidos al mismo tiempo.

La tabla siguiente proporciona un promedio de despachos por transporte según estudio de ocho días.

Tabla XXXVIII. **Promedio de despachos por transporte por día**

	Cantidad de despachos			
	Furgones	Camiones	Paneles	Total
23/02/2011	10	15	2	27
24/02/2011	12	14	3	29
24/02/2011	13	18	4	35
01/03/2011	8	19	4	31
02/03/2011	10	19	2	31
03/03/2011	6	17	4	27
04/03/2011	8	15	4	27
05/03/2011	10	19	5	34
Promedio	9,63	17,00	3,50	

Fuente: elaboración propia.

Con este promedio de despachos por transporte y el tiempo de carga obtenido en el capítulo 3, se encuentra el requerimiento de horas de cada transporte. El resultado se muestra en la tabla siguiente:

Tabla XXXIX. **Requerimiento de horas para la carga de pedidos según transporte**

Transporte	Promedio de despachos al día	Tiempo de carga (h)	Requerimiento de horas
Furgones	9,63	3,05	29,36
Camiones	17,00	1,66	28,22
Paneles	3,50	0,80	2,80
		Total	60,38

Fuente: elaboración propia.

Tomando en cuenta que se tiene 10,33 horas ordinarias en un día de trabajo como tiempo disponible y el requerimiento total de horas de despacho en un día, se procede a calcular la cantidad de pedidos al mismo tiempo.

$$\text{Despachos al mismo tiempo} = \frac{\text{Requerimiento}}{\text{tiempo disponible}}$$

$$\text{Despachos al mismo tiempo} = \frac{60,38}{10,33} = 5,84$$

Esta es la cantidad de despachos al mismo tiempo que se deberían hacer actualmente. El voice picking disminuye en un 25% el tiempo de preparación por lo que el requerimiento ahora es de 45,29 horas

$$\text{Despachos al mismo tiempo} = \frac{45,29}{10,33} = 4,38$$

Esto indica que se necesitan 5 terminales, debido al aumento de la productividad se espera que se utilicen 4 terminales y una se deje como comodín, por cualquier inconveniente. Las terminales seleccionadas y los auriculares se muestran en la tabla XL.

Tabla XL. **Terminal y auriculares para preparación guía de carga**

Equipo	Tipo	Cantidad	Características	Foto
Terminal	Talkman T1	5	El más pequeño y ligero de la industria	
			Entornos secos o no congelables	
Auriculares	SL-4	5	Diseño ligero	
			Conector IOC de Vocollect	
			Compatible con talkman t1	

Fuente: elaboración propia.

Terminales para los operadores de montacargas

Estos terminales son diferentes a los utilizados por los preparadores, la diferencia radica en que en lugar de utilizar auriculares la terminal tiene una bocina y micrófono para comunicarse con el operador del montacargas. Esto debido a que el operador del montacargas debe estar siempre atento a lo que pasa a su alrededor, con auriculares disminuye su percepción del ambiente.

Se tienen dos montacargas para despacho y tres para la recepción de la producción, con la banda transportadora se espera disminuir un montacargas en la recepción de producción. Se necesitan 4 terminales para montacargas. Las terminales seleccionadas se muestran en la tabla siguiente:

Tabla XLI. **Terminal y auriculares para los operadores de montacargas**

Equipo	Tipo	Cantidad	Características	Foto
Terminal para el montaje en vehículo	Talkman T5	4	Adaptador de corriente continua	
			Fácil montaje	

Fuente: elaboración propia.

4.2.3. Capacitación del personal

Aunque la adaptación al voice picking es rápida es necesario que el personal que lo utilizará conozca el equipo y la forma de trabajar de la tecnología. También se necesita que el personal se familiarice con los métodos mejorados de los procesos beneficiados con el voice picking, así como con el mismo equipo. Se involucra al personal para la realización del diálogo con ERP. De esta forma la familiarización con los comandos de voz es más rápida. El encargado de la capacitación será el proveedor.

La documentación es parte de cambiar los métodos de trabajo, por lo que a continuación se muestra cómo cambian los procesos logísticos por el uso del voice picking. Esta documentación se utiliza en las capacitaciones.

4.2.4. Manejo y uso de picking

Como se expuso en el capítulo 3 el manejo y uso de picking consiste en dos procesos, proceso de abastecimiento de picking y proceso de preparación de guía de carga.

4.2.4.1. Objetivo

Garantizar un área ordenada y con producto disponible para la preparación de las guías de carga del día.

4.2.4.2. Responsabilidades

Encargado de picking:

- Mantener el área abastecida con los productos necesarios para realizar las guías de carga.
- Verificar que el personal utilice el área de forma ordenada.

Operador de montacargas:

- Desubicar las tarimas o jaulas y llevarlas al área de picking para que el mismo sea abastecido.

Encargado de despacho:

- Apoyar con el personal necesario para abastecer el área.

4.2.4.3. Lineamientos generales

Para el abastecimiento del área de picking se define tres categorías de los productos según su rotación.

- Productos A: productos de alta rotación, se coloca un máximo de tres tarimas o jaulas completas y un mínimo de dos jaulas o tarimas completas más una incompleta, (ver figura 11).
- Productos B: productos de mediana rotación, se coloca un máximo de dos tarimas o jaulas completas y un mínimo de una jaula o tarima completa y una incompleta, (ver figura 12),
- Productos C: productos de baja rotación, se coloca un máximo de una tarima o jaula completa o incompleta, (ver figura 13).

El orden del producto en el área de picking es de forma ascendente según el código asignado al producto. Cada posición del área de picking está identificada con el código y el nombre del producto.

4.2.4.4. Proceso de abastecimiento de picking

Este proceso tiene cambios por la aplicación del voice picking, a continuación se describe el nuevo método.

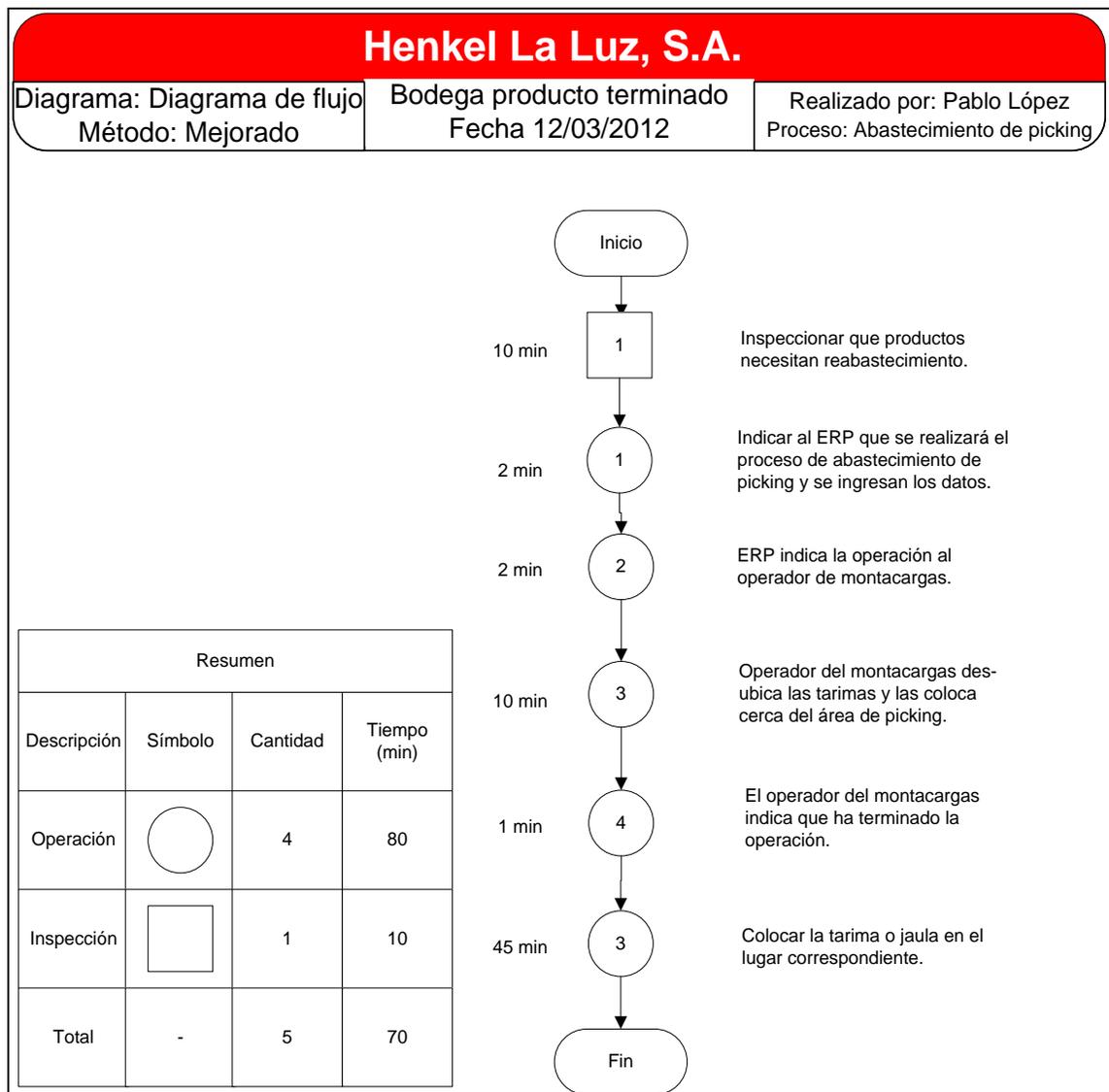
- Descripción
 - El encargado de picking, revisa diariamente si existe faltante en el área de picking, anota los SKU y nombre de los productos en el formato.
 - Se le indica al ERP que se necesita realizar el proceso de abastecimiento de picking y se ingresan los datos.
 - El ERP le indica la operación al operador de montacargas, quien desubica la jaula o tarima y la coloca cerca del área de picking.
 - El operador de montacargas indica que ha terminado la operación, para que el ERP de de baja las tarimas o jaulas correspondientes.
 - El encargado coloca jaula o tarima en la posición correspondiente, observando de no posicionar producto con material de empaque dañado.

- Diagrama de flujo

Este diagrama presenta la nueva secuencia de operaciones para abastecer de producto el área de picking.

Comienza con una inspección al área para determinar que productos necesitan reabastecimiento y termina colocando la tarima o jaula en su lugar.

Figura 60. Diagrama de flujo mejorado de abastecimiento de picking



Fuente: elaboración propia.

4.2.4.5. Proceso de preparación de guía de carga

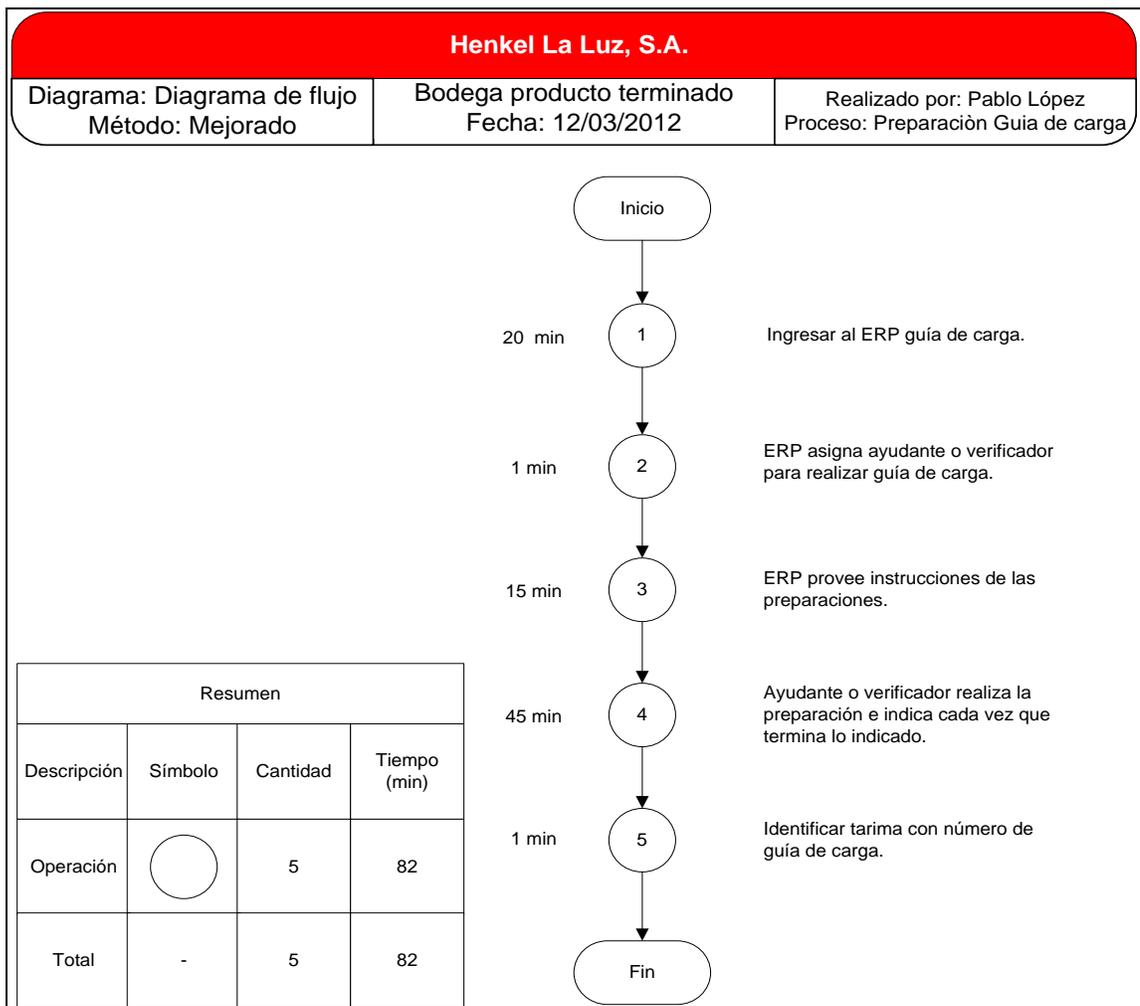
Los pedidos del cliente no necesariamente coinciden con la cantidad de producto en una tarima, por lo que se despacha la cantidad de tarimas completas que el pedido permita y la cantidad restante se debe obtener de una tarima o jaula del área de picking. Aquí surge el proceso de preparación de guía de carga. Por ejemplo, si la orden solicita 525 unidades y cada tarima cuenta con 100 unidades, entonces se debe preparar 25 unidades mediante este proceso.

- Descripción
 - Se ingresa al ERP la guía de carga. El ERP asigna un ayudante o verificador para preparar la guía de carga y provee las instrucciones de las preparaciones a realizar.
 - El ayudante o verificador inicia la preparación. Utilizando tarima de madera para jabones y productos de limpieza; jaula de metal para detergentes en polvo. Indica cada vez que termina lo indicado.
 - Con el fin de no desabastecer el picking las cantidades mayores a un 50% de una tarima o jaula, se realiza el proceso de abastecimiento de picking.
 - Al terminar se identifica cada tarima o jaula preparada con el número de guía de carga. Se coloca la preparación en el lugar definido.

- Diagrama de flujo

Este diagrama presenta las operaciones para la preparación de la guía de carga. Inicia con el ingreso de la guía de carga al ERP y termina al identificar la preparación con el número de la guía de carga.

Figura 61. **Diagrama de flujo mejorado de la preparación de la guía de carga**



Fuente: elaboración propia.

4.2.5. Recepción de producto terminado

La recepción de producto terminado es el proceso en el que se recibe el producto de cada una de las plantas y se almacena. Dado que se tienen tres líneas de productos, también se tienen tres procesos de recepción de producto terminado, uno por cada línea de producto.

La recepción de jabón y producto de limpieza cambian únicamente al final, ya que se ingresan los datos al ERP y no a archivo Excel como se hacía antes. La recepción de detergentes se ve modificada por la banda transportadora y el ingreso de los datos al ERP.

4.2.5.1. Objetivo

Garantizar las cantidades de producto terminado que se reciben de las plantas de producción, así como, su correcta ubicación dentro de las bodegas, ya sea en racks o a piso.

4.2.5.2. Responsabilidades

Encargado de recepción de producción:

- Asegurar que la aduana esté disponible.
- Informar a su personal de los programas diarios de producción.
- Definir áreas de almacenamiento para el producto terminado.
- Resolver inmediatamente cualquier diferencia que se detecte en la verificación de la recepción.

Ayudante de recepción de producción:

- Poner a disposición del Departamento de Producción, las jaulas y las tarimas necesarias para el proceso.
- Trasladar el producto al Área de Aduana.
- Llenar correctamente etiqueta de identificación del producto y el formato de control de recepción de producción.
- Revisar, confirmar y firmar el informe de producción.

Operador de montacargas:

- Trasladar la producción a las áreas definidas por el encargado de recepción de producción.
- Completar el formato de recepción de producción.
- Trasladar jaulas o tarimas vacías a plantas de producción.

Personal del Centro de Acopio:

- Colocar el producto de detergente correctamente en la jaula.
- Llenar correctamente la etiqueta de identificación del producto y el formato de control de recepción de producción.
- Revisar, confirmar y firmar el informe de producción.

4.2.5.3. Proceso de recepción de jabones

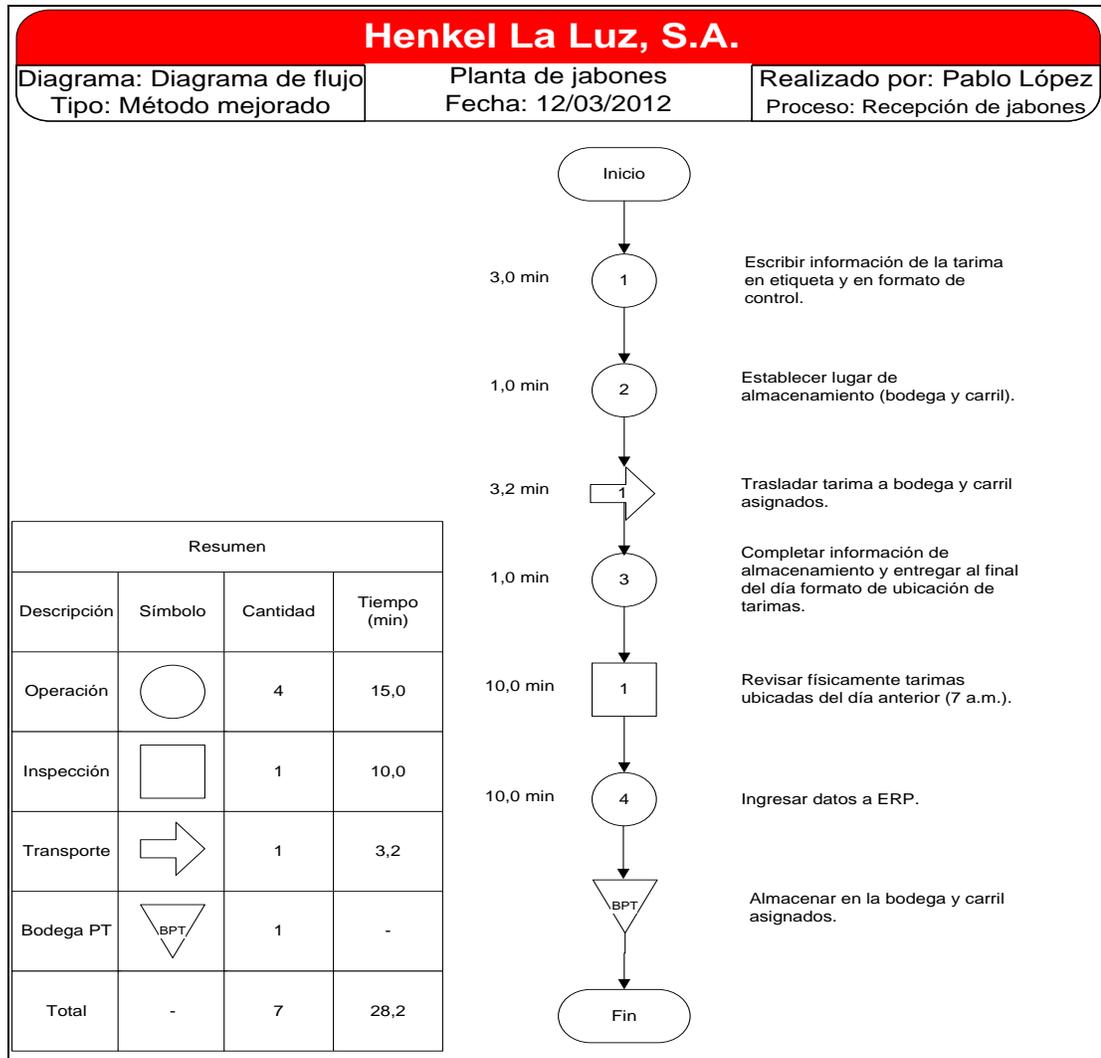
El proceso de recepción de jabones no está sujeto a grandes cambios, el único cambio que se aplica es que los datos de ubicación de tarimas se ingresan al ERP y no al archivo Excel como se hacía antes.

- Descripción
 - El ayudante de recepción de producción adhiere etiqueta de recepción de producción correspondiente a la tarima y anota en el formato de control de recepción de producción.
 - Coloca stretch-film a cada tarima.
 - El operador del montacargas traslada el producto al área definida por el encargado de recepción de producción.
 - El operador del montacargas completa la información requerida, al final del día la entrega al encargado de recepción de producción.
 - A las siete de la mañana el encargado de la recepción de producción verifica físicamente las tarimas ubicadas el día anterior y durante el turno nocturno.
 - Ingresar datos a ERP.

- Diagrama de flujo

Este diagrama indica las operaciones que se realizan al recibir las cajas de jabón entarimadas. Se diferencia al método anterior en que los datos ahora se ingresan al ERP y no al archivo en Excel.

Figura 62. Diagrama de flujo mejorado de la recepción de jabones



Fuente: elaboración propia.

4.2.5.4. Proceso de recepción de detergentes

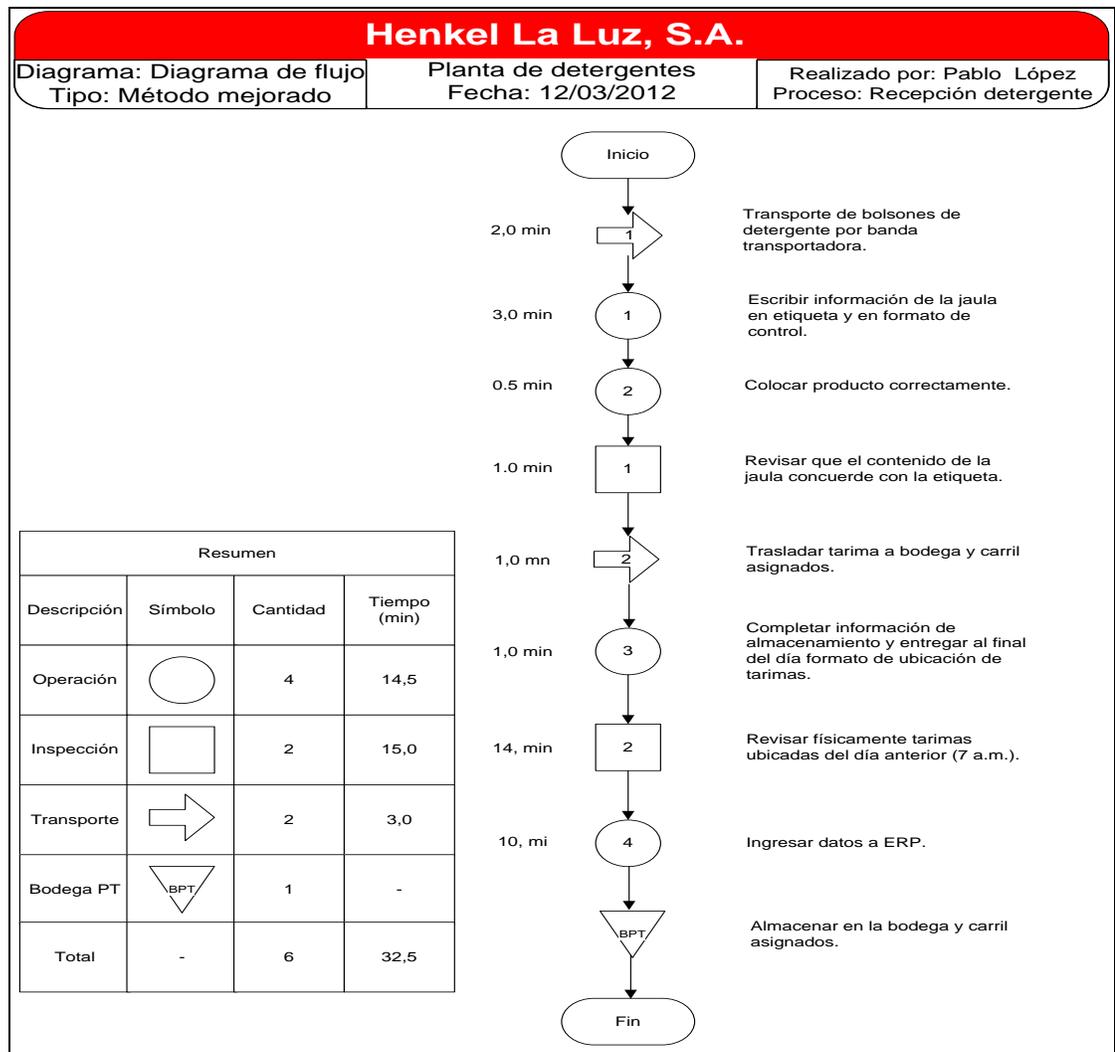
Este es el proceso de recepción que se mejora por medio de las dos propuestas de este trabajo de graduación. La primera mejora es el traslado del producto terminado hacia la bodega por medio de la banda transportadora, la segunda es el ingreso de la información de ubicación del producto es directamente al ERP y no al archivo Excel que se dejará de utilizar.

- Descripción
 - Transporte de bolsones de detergente desde la planta de detergentes hacia la bodega de producto terminado, por medio de la banda transportadora.
 - Personal del centro de acopio, tomando como base el programa de producción, inicia el llenado de etiqueta.
 - Personal del centro de acopio coloca el producto de detergente correctamente en la jaula y traslada la jaula a la aduana del centro de acopio y adhiere la etiqueta.
 - El operador de montacargas traslada el producto al área definida por el encargado de recepción de producción.
 - A las siete de la mañana el encargado de recepción de la producción verifica físicamente las tarimas ubicadas el día anterior y durante el turno nocturno.
 - Ingresar datos a ERP.

- Diagrama de flujo

Este proceso empieza con el traslado de bolsones de detergente por medio de la banda transportadora hacia el almacén y termina cuando se almacena el producto final.

Figura 63. Diagrama de flujo mejorado de la recepción de detergentes



Fuente: elaboración propia.

4.2.5.5. Proceso de recepción de producto de limpieza

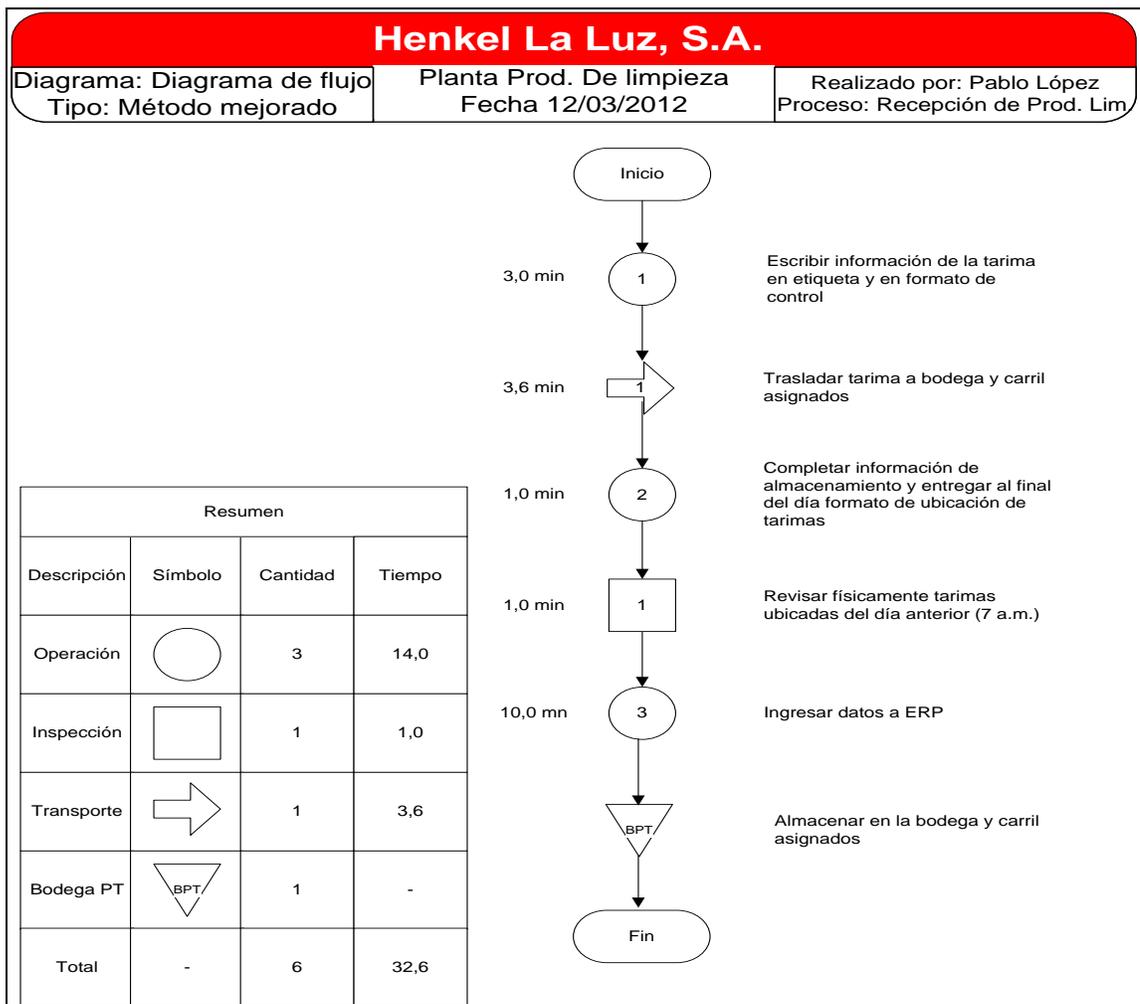
El proceso de recepción producto de limpieza no está sujeto a grandes cambios, el único cambio que se aplica es que los datos de ubicación de tarimas se ingresan al ERP y no al archivo Excel como se hacía antes.

- Descripción
 - El ayudante de recepción de producción llena la etiqueta de recepción de producción. Coloca stretch-film a cada tarima y adhiere la respectiva etiqueta.
 - Si es una tarima de quitagrasa se escribe en la etiqueta En observación.
 - Se llena el formato de control de recepción de producción.
 - El operador de montacargas traslada el producto al área definida por el encargado de la recepción de la producción.
 - A las siete de la mañana el encargado de la recepción de la producción verifica físicamente las tarimas ubicadas el día anterior y durante el turno nocturno.
 - Ingresar datos a ERP.

- Diagrama de flujo

Este diagrama indica las operaciones que se realizan en la recepción de productos de limpieza. Comienza escribiendo la información correspondiente en la etiqueta y termina al almacenar el pallet.

Figura 64. **Diagrama de flujo mejorado de la recepción de productos de limpieza**



Fuente: elaboración propia.

4.2.6. Control de inventario

El proceso de control de inventario no es modificado por ninguna de las dos propuestas de mejora, por lo que queda de la misma manera descrita en el capítulo 3.

4.2.6.1. Objetivo

Contar con informes periódicos del resultado de actividades y procesos de bodega para garantizar la exactitud del inventario de producto terminado. Así como obtener el indicador de exactitud de inventario.

4.2.6.2. Responsabilidades

Jefe de turno:

- Revisar y evaluar la solidez y debilidades del sistema de control Interno.
- Preparar informes periódicos con el resultado del trabajo y las conclusiones alcanzadas.

Encargado de recepción de producción:

- Ayudar al encargado de picking en el orden del área correspondiente en el picking, ya sea el área de jabones, detergente o de producto de limpieza.
- Justificar cualquier diferencia encontrada en el control de inventario.

Si existe alguna diferencia en el control de inventario y no es justificada plenamente, el Departamento de Contabilidad debe realizar un conteo selectivo del producto.

4.2.6.3. Lineamientos generales

- Las bodegas de producto terminado deben mantener el orden de tarimas y jaulas según la línea y descripción del producto.
- Mantener un layout eficiente.
- Todas las tarimas deben estar identificadas con la etiqueta correspondiente.
- Al imprimir el reporte para conteo, no deben existir productos sin despachar, pendientes de facturar o documentos pendientes de operar.

4.2.6.4. Proceso de conteo físico de inventario

Este proceso no se cambia, ya que ni la banda transportadora ni el voice picking afecta sus actividades de ninguna manera. Sigue siendo de vital importancia para garantizar la exactitud de inventario.

- Descripción
 - El encargado de recepción de producción con ayuda del encargado de área de picking ordenan las áreas de almacenamiento y picking.

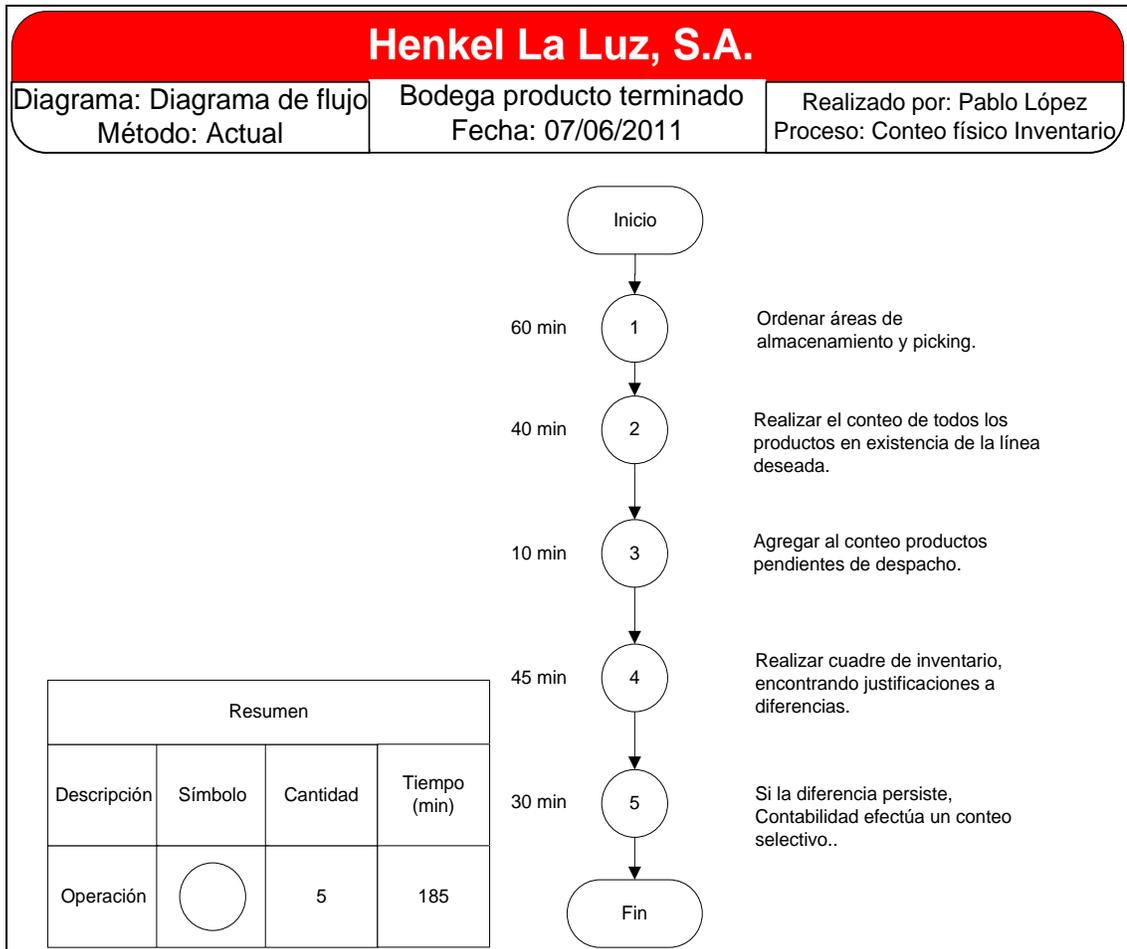
- El jefe de turno imprime un formato para realizar conteo ciego de producto.
- Se realiza el conteo de todos los productos en existencia de la línea que se desea.
- Se agregan los productos pendientes de despacho.
- Se realiza el cuadro de inventario, encontrando justificaciones a las diferencias encontradas.

Si no se puede eliminar la diferencia se solicita a Contabilidad que efectúe un conteo selectivo de productos y hacer los ajustes según el resultado.

- Diagrama de flujo

Este diagrama indica las operaciones que se realizan en el proceso de conteo físico de inventario. El proceso inicia al ordenar las áreas de almacenamiento y picking y finaliza en la operación de cuadrar el inventario. Esto no se ve modificado por las propuestas.

Figura 65. Diagrama de flujo del conteo físico de inventario



Fuente: elaboración propia.

4.2.7. Despacho de producto terminado

Este proceso es mejorado por medio del voice picking, se espera que aumente la productividad en un 30%, debido a que los operadores de montacargas y los preparadores cometerán menos errores y serán más rápidos ya no necesitan papeles para realizar su trabajo

4.2.7.1. Objetivo

Garantizar que el proceso de despacho es exacto en las cantidades deseadas por el cliente, siempre con una productividad adecuada para utilizar al máximo los recursos.

4.2.7.2. Responsabilidades

Encargado de despacho:

- Garantizar que el verificador y el transportista están cumpliendo con sus responsabilidades y que todo el procedimiento se lleve a cabo.
- Llamar y asignar rampa al transportista.
- Asignar verificador o ayudante a cada guía de carga.

Verificador:

- Garantizar que el producto despachado y lo impreso en la guía de carga es igual.
- Garantizar que el producto que se cargue esté en buen estado.
- Ver que el transportista cumpla con los requerimientos de seguridad en la carga.
- Llenar los formatos establecidos.

Transportista:

- Usar el equipo de protección personal.
- Colocar las carretillas en un lugar donde no interrumpa la carga.
- Verificar el producto que recibe.

- Colocar las jaulas o tarimas vacías una encima de otra y llevarlas al lugar asignado.
- Manipular adecuadamente el equipo y producto.

Jefe de transporte:

- Asignar proveedor de transporte entre las siete de la mañana y las dos de la tarde.

4.2.7.3. Proceso de despacho

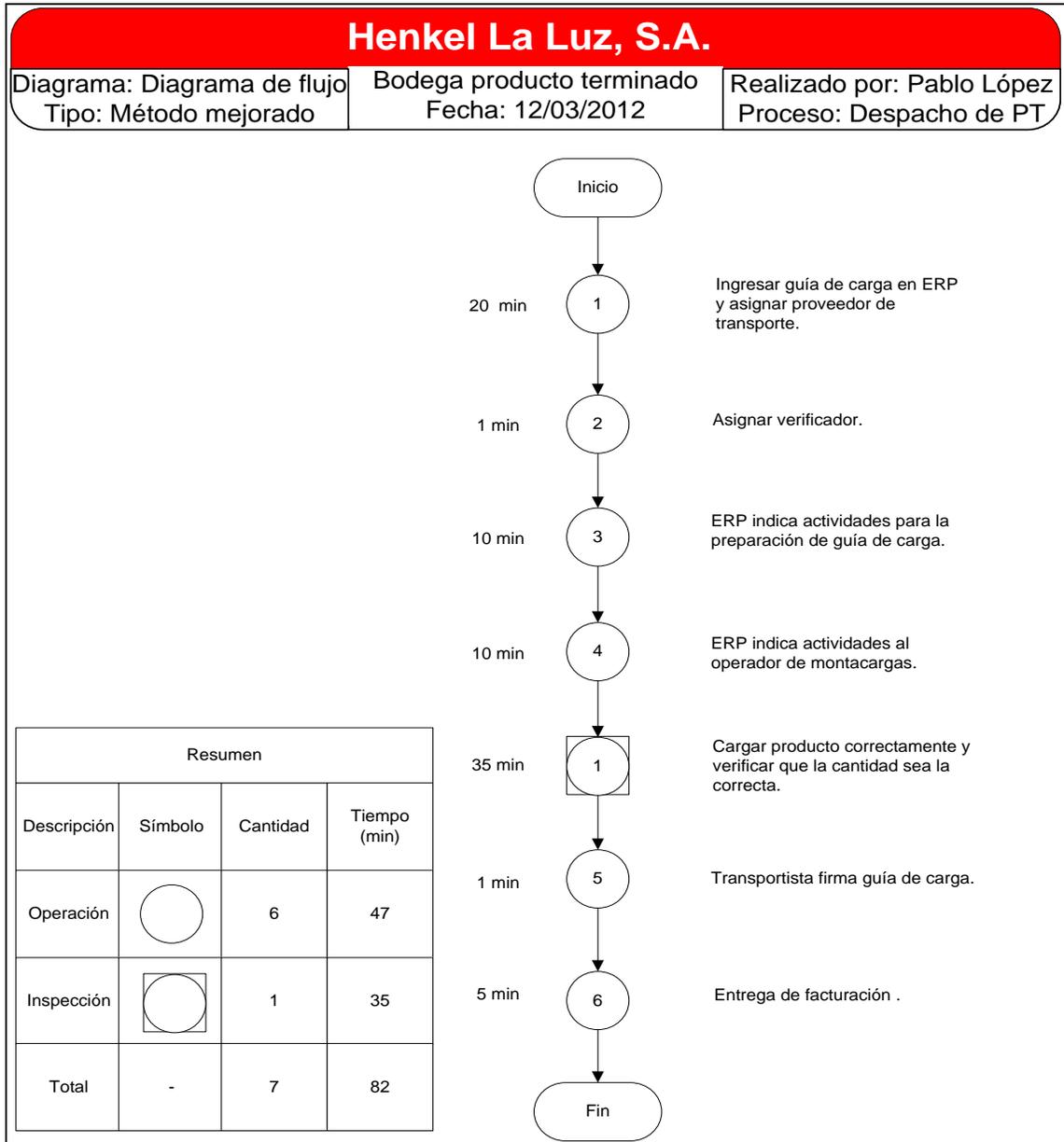
En este proceso se asigna proveedor de transporte. Se prepara y se carga el producto a los vehículos de transporte. Entregando por último la papelería correspondiente al piloto.

- Descripción
 - El encargado de transportes genera la guía de carga en el sistema ERP y asigna proveedor de transporte. Imprime dos copias de la guía de carga y se las entrega a encargado de despacho.
 - Encargado del despacho asigna verificador a guía de carga, entregándole una copia de guía de carga. La otra copia se la entrega al transportista.
 - ERP indica las actividades para completar la preparación de la guía de carga al verificador o ayudante asignados.

- ERP indica las actividades para completar la guía de carga al operador de montacargas, quien traslada tarimas o jaulas completas al muelle de carga.
 - El transportista traslada la tarima o tarima al interior del furgón o camión, inicia el vaciado de jaula o tarima estibando el producto a piso dentro del furgón.
 - El verificador se asegura que la cantidad de producto sea la correcta y que el estibado se realice correctamente. Paralelamente el transportista también verifica que la cantidad sea correcta.
 - Al terminar el transportista firma la guía de carga. El verificador sella, firma y archiva la guía de carga.
 - El asistente de facturación entrega original y copia de factura a transportista. La guía de carga firmada por el transportista sirve como soporte de pago de flete.
- Diagrama de flujo

Este es uno de los procesos al que se le dedica la mayor cantidad de tiempo en un almacén. El diagrama muestra las operaciones del despacho de producto terminado. Inicia al generar guía de carga y asignar proveedor de transporte y termina al entregar la facturación al transportista. La propuesta de voice picking disminuye el tiempo utilizado para despachar el producto terminado. El tiempo de despacho de producto terminado se reduce en 20 minutos con respecto al método anterior.

Figura 66. Diagrama de flujo mejorado del despacho del producto terminado



Fuente: elaboración propia.

4.2.8. Análisis de costos

La inversión inicial de la banda transportadora y el voice picking se muestra en la tabla siguiente:

Tabla XLII. Inversión inicial

	Costo unitario (Q)	Cantidad	Total (Q)
Banda transportadora	7 128,00	66,5 m	474 012,00
Instalación			20 000,00
Caracol			2 000,00
Total Banda transportadora			496 012,00
terminales	11 880,00	5	59 400,00
Terminales montacargas	19 800,00	4	79 200,00
Software			50 000,00
Red WI-FI			7 000,00
Total voice picking			19 600,00
Total voice picking y banda transportadora			691 612,00

Fuente: elaboración propia.

Los costos de mantenimiento preventivo y correctivo se determinan en el capítulo 5. Estos son los que se utilizarán para el análisis de VPN, VAUE y TIR.

La banda transportadora no genera ingresos, el voice picking tampoco, por lo que para obtener el VPN, VAUE y TIR los ingresos serán los ahorros que causa la implementación tanto de la banda como el voice picking. Por el uso de la banda se elimina el alquiler y gasolina de un montacargas, así como, el sueldo del operador de montacargas. El voice picking disminuye los errores, hasta un 99%, lo que provoca un ahorro en los gastos que se incurren en componer esos errores.

Al aumentar la productividad en un 25% por el voice picking el tiempo de trabajo disminuye. Por lo que ahora se utilizarán menos horas para realizar las actividades, el pago de esas horas menos representa también ahorros debido al voice picking.

Análisis en condiciones normales o esperadas

En la tabla siguiente se muestra el flujo de efectivo para 5 años de funcionamiento del voice picking y la banda transportadora. Se elige una tasa de interés del 10%. Esta proyección es en condiciones normales.

Tabla XLIII. **Flujo de efectivo en condiciones normales**

Año	0	1	2	3	4	5
Inversión inicial	-79 1612,0	0	0	0	0	0
Mantenimiento preventivo	0	-24 000,0	-24 000,0	-24 000,0	-24 000,0	-24 000,0
Mantenimiento correctivo	0	0	-1 500,0	-2 000,0	-3 000,0	-5 000,0
Ahorros por voice picking	0	145 643,2	145 643,2	145 643,2	145 643,2	145 643,2
Ahorros por 1 montacargas menos	0	232 196,0	232 196,0	232 196,0	232 196,0	232 196,0
total	-79 1612,0	353 840,2	352 341,2	351 842,2	350 843,2	348 844,2

Fuente: elaboración propia.

$$VPN = Q 49 2574,18$$

$$TIR = 34,31\%$$

$$VAUE = Q 129 939,83$$

Si se realiza la inversión la empresa ahorraría hoy Q49 2574,18, lo que indica que la inversión es satisfactoria. La inversión y operación de la banda transportadora y el voice picking ahorrarían Q129 939,83 anualmente.

Este es un ahorro importante y definitivamente disminuirá la cantidad monetaria invertida en el manejo de producto terminado. La TIR es elevada y se considera pertinente para realizar la inversión. El período de recuperación es de 1,24 años.

Análisis pesimista

En la tabla siguiente se muestra el flujo de efectivo para 5 años de funcionamiento del voice picking y la banda transportadora. Se elige una tasa de interés del 10%. Esta proyección es pesimista.

Tabla XLIV. **Flujo de efectivo pesimista**

Año	0	1	2	3	4	5
Inversión inicial	-79 1612,0	0	0	0	0	0
Mantenimiento preventivo	0	-26 400,0	-26 400,0	-206 400,0	-26 400,0	-26 400,0
Mantenimiento correctivo	0	0	-1 500,0	-2 000,0	-4 980,0	-8 300,0
Ahorros por voice picking	0	131 078,9	131 078,8	131 078,9	131 078,9	131 078,9
Ahorros por 1 montacargas menos	0	208 976,4	208 976,4	208 976,4	208 976,4	208 976,4
total	-79 1612,0	313 656,3	312 157,2	311 658,3	308 679,3	305 360,3

Fuente: elaboración propia.

$$VPN = Q 44 8516,54$$

$$TIR = 27,77$$

$$VAUE = Q 92 593,28$$

Siendo pesimista aún la inversión da resultados positivos, se ahorraría anualmente Q92 593,28.

Es casi el ochenta por ciento del ahorro en condiciones normales. Se obtendría, hoy, un ahorro de Q44 8516,54. El período de recuperación es de 2,53 años.

Análisis optimista

En la tabla siguiente se muestra el flujo de efectivo para 5 años de funcionamiento del voice picking y la banda transportadora. Se elige una tasa de interés del 10%. Esta proyección es optimista y se muestra en la tabla XLIII.

Tabla XLV. **Flujo de efectivo optimista**

Año	0	1	2	3	4	5
Inversión inicial	-79 1612,0	0	0	0	0	0
Mantenimiento preventivo	0	-21 600,0	-21 600,0	-21 600,0	-21 600,0	-21 600,0
Mantenimiento correctivo	0	0	-1 500,0	-2 000,0	-2 700,0	-4 500,0
Ahorros por voice picking	0	160 207,5	160 207,5	160 207,5	160 207,5	160 207,5
Ahorros por 1 montacargas menos	0	255 415,6	255 415,6	255 415,6	255 415,6	255 415,6
total	-79 1612,0	394 024,1	392 525,1	392 026,1	391 327,1	389 528,1

Fuente: elaboración propia.

$$VPN = Q 631 523,30$$

$$TIR = 40,54\%$$

$$VAUE = Q 166 594,25$$

Siendo optimista la inversión da resultados altamente positivos, se ahorraría anualmente Q166 594,25. Se obtendría, hoy, un ahorro de Q631 523,30. El período de recuperación de la inversión es de 1,01 años.

5. MANTENIMIENTO DE LA BANDA TRANSPORTADORA

Con el fin de conservar la banda transportadora y el servicio que provee, se realizan una serie de trabajos, a estos trabajos se les llama mantenimiento. En el mantenimiento es necesario equilibrar factores como la calidad del servicio, duración adecuada del equipo y costos mínimos de mantenimiento. A continuación se presenta el mantenimiento de la banda transportadora.

5.1. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo se planea con anticipación, dando como resultado una programación de mantenimiento. Este tipo de mantenimiento se realiza en momentos de menos impacto, es decir en momentos en donde no se necesita o no es muy necesario el funcionamiento del equipo.

5.1.1. Descripción

- Limpieza por medio de cepillos rodantes

Para evitar que partículas de polvo se introduzcan sobre el tramo de retorno, que podría atascar los rodillos, se utilizan cepillos rodantes.

Estos cepillos rodantes se colocan debajo del tambor para que descargue las partículas de polvo. Este es un mantenimiento preventivo y constante, que evita que los rodillos se atasquen.

- Centrado

El descentrado puede causar daños al equipo y al producto, deterioro de la banda transportadora y tiempos de inactividad. El descentrado puede ser causado por: Banda, los tambores, el producto, soporte de la banda y otras causas.

- Banda

La banda causa descentrado en las siguientes situaciones:

- Desgaste diferente.
- Diferencias de espesor en el lado izquierdo y derecho.
- Cuando la banda está curvada o deformada.
- Tensión incorrecta de la banda. Si la tensión es baja, la banda se moverá con libertad; si la tensión es alta no se puede realizar ninguna corrección.
- Construcción incorrecta del tejido.

- Producto

El producto causa descentrado, en las siguientes situaciones:

- Tiene una asimetría en el peso
- En los lugares de carga y descarga se descentra por fatiga

- Soporte de la banda

Las situaciones en que el soporte de la banda causa descentrado son:

- Rodillos descuadrados
- Diferencia en el acabado de la superficie
- Rodillos sucios

- Tambores motrices

- Los rodillos motrices no están en paralelo unos con otros
- Tamaño incorrecto del tambor motriz
- Diferencia de diámetro del tambor motriz

- Otras causas

- El viento puede mover la banda y causar descentrado.
- Cepillos rodantes o estáticos pueden causar más tensión en la banda.

- Mantenimiento preventivo para evitar el descentrado

- Revisar tensión de la banda.
- Revisar cualquier desgaste en la banda.
- Revisar si la banda esta curvada o deformada.
- Revisar alineación de rodillo motriz y rodillo de retorno
- Revisar alineación de rodillos.
- Limpiar rodillos.

- Revisar el diámetro del rodillo motriz en los dos extremos y el centro del mismo.
- Limpieza de la banda transportadora

Para alargar la vida funcional de la banda transportadora se debe aplicar una limpieza de sus partes para evitar desgaste y averías de los componentes mecánicos.

- Limpieza de banda y rodillos
 - Remover restos de detergente o restos de plástico de bolsas manualmente.
 - Prelavar con agua y limpiar con agente alcalino frío, que elimina polvo, grasa y aceite lubricante.
 - Enjuagar con agua y desinfectar con agente amonio cuaternario frío. Enjuagar con agua.
- Limpieza de motores
 - Limpieza del exterior de la carcasa
 - Remover carcasa y limpiar el interior
 - Revisar condición del devanado
- Lubricación

La lubricación disminuye la fricción que existe entre dos superficies, esto evita el desgaste; la lubricación también atenúa vibraciones y repele el polvo.

Lubricar rodamientos por lo menos cada 750 horas de uso, es decir, cada 35 días por lo menos. También se debe lubricar la cadena de la transmisión de potencia. La lubricación se debe hacer con una pistola de grasa manual con un máximo de una descarga por aplicación.

Tabla XLVI. **Mantenimiento preventivo (aspectos y acciones a tomar)**

Aspecto	Acción	Período de aplicación
Suciedad en los rodillos	Limpiar rodillos con agua, agente alcalino frío y agente amonio cuaternario frío	Mensualmente
Suciedad en la banda	Limpiar banda con agua, agente alcalino frío y agente amonio cuaternario frío	Mensualmente
Tensión incorrecta de la banda	Aumentar o disminuir la tensión de la banda por medio del mecanismo tensor	Semanalmente
Desgaste de la banda	Revisar si la banda sufre desgaste	Mensualmente
Deformidad de la banda	Revisar si la banda está deforme o curvada	Mensualmente
La carcasa del motor está sucia	Limpiar la carcasa del motor, eliminando las partículas de polvo	Quincenalmente
El interior del motor está sucio	Limpiar el interior del motor de partículas de polvo y aceite	Anualmente
Incorrecta lubricación en rodamientos	Lubricar rodamientos	Quincenalmente
Incorrecta lubricación en cadena-catarina	Lubricar cadena-catarina	Quincenalmente
Existen restos de detergente o plástico de bolsas	Remover manualmente	Diariamente

Fuente: elaboración propia.

5.1.2. Mano de obra

Del mantenimiento preventivo solamente la limpieza interna del motor conlleva a una parada extensa de la banda transportadora. Las demás actividades no conllevan mucho tiempo y se pueden realizar al inicio o finalización de la jornada de trabajo. Debido a esto se cree que se necesita solamente una persona para realizar el mantenimiento preventivo.

5.1.3. Costo

Para el mantenimiento preventivo se utiliza lubricante, agua, agente alcalino frío y agente amonio cuaternario frío. Se calcula que el valor del mantenimiento preventivo es de Q1 500 al mes. Al año se gastaría en mantenimiento preventivo Q1 8000.

5.2. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo se realiza cuando el servicio que provee el equipo o maquinaria no es de calidad o después del fallo para reparar averías. Es de vital importancia estar preparados contra estos fallos, ya que no se sabe cuándo sucederán y para no afectar las operaciones se debe eliminar la avería y regresar el equipo a su funcionamiento normal lo más rápido posible.

5.2.1. Descripción

El mantenimiento correctivo se divide por aspectos principales que son, centrado, banda, motor y estructura. Es decir que diferentes tipos de mantenimiento correctivo se puede realizar en estos aspectos. En la siguiente tabla se describe la avería y la acción a tomar para corregir dicha avería.

Tabla XLVII. **Mantenimiento correctivo**

Avería	Acción
Centrado	
Unión de la banda defectuosa	Unir la banda con un empalme nuevo
Rodillos desalineados	Alinear rodillos
Rodamientos están desgastados	Cambiar rodamientos
Tambor tiene diferentes diámetros en extremos	Cambiar tambor
Banda	
Banda curvada o deformada	Cambiar banda
Rotura del empalme	Cambiar el empalme
Desgaste abrasivo en una parte específica de la banda	Aplicar material de aporte para reparar la abrasión
Motor	
Devanado con signos de sobrecarga	Cambiar devanados
Excesiva vibración o rodamiento defectuoso	Cambiar rodamientos
Motor fundido	Cambiar motor
Estructura	
Parte de la estructura está doblada	Enderezar sin remover
La estructura está doblada considerablemente	Remover y enderezar

Fuente: elaboración propia.

5.2.2. Mano de obra

El mantenimiento preventivo es sólo en ciertas ocasiones, por lo que no es necesario personal que se ocupe de esta actividad exclusivamente. Lo que sí se debe tomar en cuenta es la capacitación del personal para conocer el tipo de avería de modo que pueda identificarla y proceder con la solución lo más rápido posible.

5.2.3. Costo

No se espera una avería sino hasta el segundo año de utilización de la banda transportadora. Es difícil calcular un costo de las averías, pero sí se puede proyectar un costo objetivo, es decir un costo máximo en que se debería incurrir en los siguientes años. Esto se muestra en la tabla siguiente.

Tabla XLVIII. **Costo anual del mantenimiento correctivo**

año	Costo anual de mantenimiento correctivo (Q)
1	0,00
2	1 500,00
3	2 000,00
4	3 000,00
5	5 000,00

Fuente: elaboración propia.

6. DIAGNÓSTICO DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL

6.1. Datos generales

Actividad: operación de banda transportadora

Descripción: el sistema de bandas transportadoras conducirá el detergente empacado, desde la planta de detergentes hasta la bodega de almacenamiento de producto terminado, en donde llega al centro de acopio y es entarimado para su almacenamiento.

Elementos: motores, banda, estructura de sostenimiento, rodillos, caja de reducción de velocidad y mecanismo de tensión.

Dirección del viento: el viento viaja en el área donde está ubicada la banda transportadora, predominantemente, de este a oeste.

Jornada de trabajo: se trabaja en dos jornadas, diurna y nocturna. La jornada diurna es de ocho horas ordinarias y dos horas y media extraordinarias. La jornada nocturna es de seis horas ordinarias y cuatro horas y media extraordinarias.

6.2. Identificación y valoración de los impactos al ambiente

- Impacto al aire

- Gases y partículas

Las acciones u operaciones de la operación de la banda transportadora no producen gases o partículas, tales como: polvo, vapores, humo, niebla, etcétera. La banda no produce gases o partículas, pero si puede acumular partículas de polvo.

- Ruido y vibraciones

Las operaciones sí producen sonidos y vibraciones, estas provienen de los motores que movilizan la banda transportadora. Estos sonidos o vibraciones no se consideran fuertes.

- Olores

No se emiten olores de ningún tipo como resultado de la operación de la banda transportadora.

- Efectos de la actividad en el agua

La actividad de la banda transportadora no tiene ningún efecto en el agua. No se necesita ningún suministro de agua para las actividades de la banda transportadora. Tampoco produce ninguna descarga de aguas residuales. Para su mantenimiento si se utiliza agua para limpiar la banda transportadora.

- Efectos de la actividad sobre el suelo

El volumen de desechos o desperdicios es menor al de una residencia (5 kilogramos por día). Estos desechos o desperdicios son de tipo basura común, como el plástico del empaque del aceite utilizado en el mantenimiento. Estos desechos por lo tanto no son desechos peligrosos ya que no son corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables o biológico infecciosos. No se efectúa ningún tipo de tratamiento de los desechos.

- Demanda y consumo de energía

El consumo de energía por unidad de tiempo de los 4 motores de la banda transportadora es de 430,82 kilowatt por hora en un día de trabajo. La forma de suministro de energía es del sistema público.

- Posibilidad de afectar la biodiversidad (animales, plantas, bosques)

El sitio donde se ubica la banda transportadora es conformado por tres áreas, planta de detergentes, patio y bodega de producto terminado por lo que no existen bosques, animales o plantas. La instalación de la banda transportadora no requiere efectuar corte de árboles y menos destrucción de hábitat de animales o plantas. Por las razones anteriores la actividad de la banda no puede afectar la biodiversidad del área.

- Efectos y riesgos derivados de la actividad

La actividad de la banda transportadora no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio. La actividad de la banda transportadora tampoco representa ningún riesgo para la salud de los trabajadores.

6.3. Medidas de mitigación

- Impacto al Aire

- Gases y partículas

Al no producir ningún tipo de gas o partículas no es necesaria ninguna medida de mitigación de este tipo. Para reducir la acumulación de partículas de polvo, en el mantenimiento de la banda transportadora, se considera limpiar con frecuencia.

- Ruido y vibraciones

El ruido y vibraciones producidos por la banda transportadora no son tan fuertes como para utilizar alguna medida de mitigación, tanto en la banda como en las personas.

- Olores

No se hace nada respecto a los olores ya que la actividad no produce ninguno.

- Efectos de la actividad en el agua

No se debe tomar ninguna medida de mitigación, ya que la banda no tiene ningún efecto en el agua.

- Efectos de la actividad sobre el suelo

A ser desechos comunes y desechos que no son peligrosos que produce la actividad de la banda transportadora, no se necesita ninguna medida de mitigación.

- Demanda y consumo de energía

Las medidas que se proponen para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía son:

- Mantenimiento de motores de bandas transportadoras

Esto está contemplado en el mantenimiento de la banda transportadora. El cambio de cojinetes, limpieza del interior, revisión de devanados mantiene alta la eficiencia del motor, por consiguiente el consumo de energía se mantiene bajo.

- Realizar y aplicar una programación de arranques de motor

El objetivo de esta programación es mantener lo más bajo posible el consumo de potencia, ya que una de las partes de la factura eléctrica se cobra según la potencia máxima consumida.

Mientras se mantenga baja la potencia consumida, menor va a ser el costo de la factura.

- Posibilidad de afectar la biodiversidad (animales, plantas, bosques)

En definitiva no se afecta a la biodiversidad del área en donde será instalada la banda transportadora, por lo que no es necesaria ninguna medida de mitigación.

- Efectos y riesgos derivados de la actividad

Como norma interna de la empresa los operarios deben usar zapato industrial para protección de cualquier objeto que pueda caerse y lastimar al mismo. Los zapatos industriales son el único equipo de protección personal necesario.

- Checklist de diagnóstico de bajo impacto ambiental

Para realizar esta evaluación de bajo impacto se utiliza como referencia un formato realizado por el Ministerio de Ambiente. En la tabla XLIX se presenta un checklist de diagnóstico de bajo impacto ambiental con el objetivo de ser utilizado en auditorías. Se verifica si existe algún riesgo o si se ha dejado de hacer algo para evitar estos riesgos. Si aparece algún sí, se debe analizar la causa y realizar un plan de mitigación o reactivación de las medidas anteriormente implantadas.

Tabla XLIX. **Cheklis de bajo impacto ambiental**

Nombre _____ Fecha _____
Operación _____

Aspecto	SI/No	Nota
Impacto al aire		
Las acciones de la operación de la banda producen gases o partículas.		
Las acciones de la operación de la banda producen ruido mayor a 95 dB.		
Las acciones de la operación de la banda producen algún tipo de olor.		
Impacto al agua		
Las acciones de la operación de la banda producen cambio de color en el agua.		
Las acciones de la operación de la banda producen olor en el agua.		
Impacto al suelo		
El volumen de desechos o desperdicios es mayor a 5 kg/día.		
Los desechos son peligrosos, ya sea que sean corrosivos, reactivos, tóxicos, biológico infecciosos o inflamables.		
Impacto a la biodiversidad		
Las acciones de la operación de la banda produce tala de árboles.		
Las acciones de la operación de la banda destruye el hábitat de animales o plantas.		
Efectos derivados de la actividad		
Las acciones de la operación de la banda representa un riesgo a los pobladores cercanos		
Demanda y consumo de energía		
Se abandonó el mantenimiento de motores de la banda.		
Se abandonó la programación de arranques de motor.		

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. La banda transportadora conduce el producto de detergente desde la planta hasta el centro de distribución, este recorrido lo hacía un montacargas por lo que por el uso de la banda se podrá prescindir de un montacargas y de todos los gastos que conlleva. Gastos como alquiler mensual, gasolina, salario del operador, prestaciones del operador, entre otros. Esto repercute en un recorte de los recursos invertidos en el manejo del producto terminado de detergente en un 19%.
2. Debido a que se deja de utilizar un montacargas por el uso de la banda transportadora, se reduce la utilización de horas hombre para el manejo de materiales. La reducción es de 222,6 horas hombre al mes, es decir, una reducción del 33,3% de las horas que se utilizaban antes de la banda transportadora para llevar el producto hacia el centro de distribución.
3. La automatización voice picking aumenta la productividad de los seis preparadores de la guía de carga, así como, de dos operadores de montacargas que llevan el producto al muelle, esto incide en una mayor capacidad de despacho ya que se necesita menos tiempo por cada guía de carga.
4. El voice picking disminuye errores hasta en un 99,99%, no permite atrasos por errores humanos que retardarían el proceso de despacho del producto terminado.

5. Actualmente, se necesita 10,33 horas para realizar los despachos diarios, con el voice picking se necesitará 8,00 horas, el tiempo disminuye en 2,33 horas. Despachando la misma cantidad en menor tiempo se asegura que la productividad aumenta en aproximadamente un 30%.
6. Existe una mayor seguridad tanto para los peatones como para los montacargas en el área de despacho debido a que se disminuye el tráfico de montacargas.
7. Con el voice picking el operador de montacargas posee una mayor concentración en el trabajo y se dedicará con más atención al manejo del vehículo, disminuyendo accidentes.
8. La implementación de la banda transportadora y del voice picking es rentable ya que disminuye los gastos de operación en el manejo de materiales. Su período de recuperación en condición de simulación normal es de 2,24 años, en condiciones óptimas será de 2,01 años y aún en condiciones pesimistas será de 2,53 años.

RECOMENDACIONES

1. Junto a la implementación de la banda transportadora y el voice picking se debe realizar un análisis sistemático del manejo del producto que permite obtener el trabajo de transporte y así, proponer un acomodo eficiente de los productos para disminuir las distancias recorridas, así como, el tiempo empleado por los operadores de montacargas en almacenar y desalmacenar el producto.
2. Aplicar el mantenimiento preventivo de la banda transportadora estrictamente, conforme lo estipulado en el capítulo 5, así como, lo definido en los manuales del fabricante para evitar cualquier avería y el paro total del transporte del producto hacia el centro de distribución.
3. Instalar primero la banda transportadora ya que el centro de acopio modificará el área de preparación y dificultará el uso del voice picking. Una vez que el centro de acopio esté terminado y el área de preparación reorganizada se podrá continuar con la implementación del voice picking, de lo contrario solo causará una disminución de la productividad.
4. Incluir a los operadores de montacargas y preparadores en la selección de los comandos del voice picking, ya que son ellos quienes usarán dichos comandos. Además, al incluirlos en el proceso de diseño, su aceptación a la nueva tecnología aumentará.

5. Analizar la instalación de voice picking en otro proceso de la empresa donde se mejore la productividad con el uso del mismo, el cual podría ser recepción de producción.

BIBLIOGRAFÍA

1. BALLOU, Ronald H. *Administración de la cadena de suministros*. 5a ed. México: Pearson Educación, 2004. 789 p.
2. BUDYNAS, Richard G.; NISBETT, J. Keith. *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*. 4a ed. México: McGraw-Hill, 2008. 1059 p. ISBN 978-0-07-3212193-2.
3. CARE, Francis A. *Química orgánica*. México, D.F: McGraw-Hill, 2006. 1245 p. ISBN 978-970-10-5610-3.
4. Conveyor Equipment Manufacturers Association. *Belt Conveyors for Bulk Materials*. 2da ed. Nuevo México: CEMA, 1979. 346 p.
5. FRAZELLE, Edward. *Logística de almacenamiento y manejo de materiales de clase mundial*. Sojo, Ricardo (trad.) Bogotá: Norma, 2006. 352 p. ISBN 978-958-04-9864-3.
6. Instituto Alemán de Normalización. *Deutsche Norm, Belt Conveyors for Bulk Materials: DIN 22101*. [en línea] Alemania: DIN, 2011. <http://es.scribd.com/doc/59536333/DIN-22101>. [Consulta: 04 de febrero de 2012].

7. Organización Internacional de Estandarización. *Conveyor belts with textile carcass widths and lengths*, ISO 251:2003. [en línea] <http://www.sis.se/en/materials-handling-equipment/continuous-handling-equipment/components-for-conveyors/iso-2512012>
Suiza: ISO, 2003. [Consulta: 4 de febrero de 2012].

8. SHIGLEY, Joseph E. MISCHKE, Charles R. *Diseño en ingeniería Mecánica*. México: McGraw-Hill, 1989. 883 p. ISBN 968-422-778-7

ANEXOS

Anexo 1. **Tabla de los ajustes por la dificultad, calificación objetiva**

Categoría No.	Descripción	Letra de referencia	Condición	Porcentaje de ajuste
1	Parte del cuerpo usada	A	Escaso uso de los dedos	0
		B	Muñeca y dedos	1
		C	Codos, muñeca y dedos	2
		D	Brazo, etc.	5
		E	Tronco, etc.	8
		E2	Levantar del piso con las piernas	10
2	Pedales	F	Sin pedales o un pedal con fulcro, bajo el pie.	0
		G	Pedal o pedales con fulcro fuera del pie	5
3	Uso de ambas manos	H	Las manos se ayudan entre sí o trabajan alternadamente	0
		H2	Las manos trabajan simultáneamente haciendo el mismo trabajo en piezas iguales	18
4	Coordinación de ojos y manos	I	Trabajo burdo, al tacto	0
		J	Visión moderada	2
		K	Constante, pero muy cercana	4
		L	Cuidadosa, bastante cercano	7
		M	Dentro de 0.4 mm	10
5	Requerimientos de manipulación	N	Puede manipularse burdamente	0
		O	solamente un control burdo	1
		P	Debe controlarse cuidadosamente	3
		Q	Frágil	3
		R	Muy frágil	5
6	Peso	Se identifica con la letra w, seguida por el peso o resistencia real		Ver anexo 2

Fuente: García Criollo Roberto, Estudio del trabajo ingeniería de métodos y medición del trabajo, p 221.

Anexo 2. **Tabla de los ajustes por peso, usada en la calificación objetiva**

Peso en KG	% de ajuste levantar con el brazo	% de ajuste levantar con la pierna	Peso en Kg	% de ajuste levantar con el brazo	% de ajuste levantar con la pierna	Peso en Kg	% de ajuste levantar con el brazo	% de ajuste levantar con la pierna
0.5	2.0	1.0	3.0	15.0	3.0	5.5	24.0	8.0
1.0	5.0	1.0	3.5	17.0	4.0	6.0	25.0	9.0
1.5	6.0	1.0	4.0	19.0	5.0	6.5	27.0	10.0
2.0	10.0	2.0	4.5	20.0	6.0	7.0	28.0	10.0
2.5	13.0	3.0	5.0	22.0	7.0	etc.	etc.	etc.

Fuente: García Criollo Roberto, Estudio del trabajo ingeniería de métodos y medición del trabajo, p. 222.