



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS**

**DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS**

**INGENIERÍA EN LOGÍSTICA Y TRANSPORTE**

**TEMA:**

“Optimización en el diseño de una bodega para una empresa que elabora fundas plásticas”

**INFORME DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN  
(DENTRO DE UNA MATERIA DE LA MALLA)**

**Previo a la obtención del Título de:**

Ingeniero en Logística y Transporte

**Presentado por:**

RONALD JAVIER CASTILLO PLÚA

GEOVANNY FERNANDO ORTEGA ORTEGA

Guayaquil-Ecuador

2013

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por ser mi fortaleza diaria; mi guía en todo momento, a la empresa de plásticos, al Ing. Guillermo Baquerizo, al Ing. Víctor Vega por brindarnos su apoyo en la realización de este proyecto, y a mis amigos: Byron, Mauricio, Jean Carlos, Patricio, Gabriel, Xavier, Freddy. Vayan para ellos mi más sincera gratitud.

Ronald Javier Castillo Plúa

Expreso mis infinitas gracias a Dios porque siempre me ha guiado por el camino del conocimiento y la sabiduría. Mi sincera gratitud y reconocimiento al Ing. Guillermo Baquerizo, al Ing. Víctor Vega por despejar nuestras inquietudes y ayudarnos en la elaboración de este proyecto, a la empresa de plásticos, a mis maestros, que me han permitido describir mis capacidades y han moldeado mi espíritu, proporcionándome conocimientos para trabajar y desenvolverme en este campo y a mi familia de manera muy especial, porque me han apoyado a lo largo de toda mi carrera, sin su ayuda no habría llegado hasta donde hoy estoy.

Geovanny Fernando Ortega Ortega

## DEDICATORIAS

A mis padres y hermano que son el centro de mi vida: con su amor y esfuerzo me han colocado en el sitio que he logrado. A toda mi familia por ser mis consejeros y refugio en las diversas situaciones que he vivido.

Ronald Javier Castillo Plúa

Con profundo entusiasmo, dedico el presente trabajo de investigación a aquellos que han sido y son en mi vida la fuerza vital que me impulsa a luchar, mis padres Geovanny y María del Carmen, quienes van a ver cristalizado su anhelo de que sea un profesional, a mis hermanas Ma. Fernanda y Ma. del Carmen que han sabido brindarme su apoyo incondicional y a todos quienes me han impulsado día a día para culminar con éxito mi carrera.

Geovanny Fernando Ortega Ortega

# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

---

Máster Guillermo Baquerizo Palma  
DIRECTOR DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN

---

Máster Heydi Roa López  
DELEGADO DE FCNM

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Informe del Proyecto de Graduación (dentro de una materia de la malla), nos corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

---

Ronald Javier Castillo Plúa

---

Geovanny Fernando Ortega Ortega

## RESUMEN

El presente proyecto se enfoca dentro de la bodega de materia prima y producto terminado de una empresa que elabora rollos y fundas plásticas, la cual presenta problemas como: inseguridad en la manipulación del material, mal almacenamiento y mezcla de productos de alto y bajo movimiento.

Se reestructurará el diseño de la bodega para mejorar la distribución de los productos en el espacio disponible haciendo uso de la clasificación ABC de inventario junto a un modelo matemático de localización de productos y el uso de estanterías en la materia prima para facilitar su manipulación.

Se realiza también un análisis de costo de la inversión en el diseño propuesto para determinar la rentabilidad y viabilidad del estudio, además de implementar políticas de almacenamiento, y un análisis comparativo de capacidad entre el diseño actual y el propuesto de la bodega.

## **ABSTRACT**

This project focuses within the warehouse of raw materials and finished products from a company that makes rolls and plastic covers, which presents problems like: insecurity in material handling, wrong storage and mixture of products of high and low motion.

It will restructure the warehouse design to improve the distribution of the products in the space using the classification inventory ABC with a mathematical model for locating products and the use of shelves in the feedstock to facilitate the manipulation.

It also will perform a cost analysis of investment in the proposed design to determine the profitability and viability of the study, in addition to implementing storage policies, and a comparative analysis of capacity between the current and the proposed design of the winery.

## ÍNDICE GENERAL

<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>II</b>
<b>DEDICATORIAS .....</b>	<b>III</b>
<b>TRIBUNAL DE GRADUACIÓN.....</b>	<b>IV</b>
<b>DECLARACIÓN EXPRESA .....</b>	<b>V</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>VI</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE GENERAL .....</b>	<b>VIII</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>XII</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>XIII</b>
<b>ABREVIATURAS .....</b>	<b>XV</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>XVI</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>XVIII</b>
<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>1</b>
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Problemática .....	2



1.3. Hipótesis de trabajo.....	2
1.4. Justificación del problema .....	3
1.5. Objetivos .....	3
1.5.1. Objetivo general .....	3
1.5.2. Objetivos específicos .....	3
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>4</b>
2. MARCO TEÓRICO .....	4
2.1. Introducción.....	4
2.2. Estado del arte .....	5
2.2.1. Diseño de la bodega de materia prima del área de calzado en una Industria Plástica.....	5
2.2.2. Propuesta de reubicación y nuevo diseño de una fábrica de poliestireno expandido en el Distrito Metropolitano de Quito. ....	6
2.2.3. Diseño de una planta: MARMICOC ARGENTINA S.A. ....	7
2.2.4. Propuesta de Diseño de una Nueva Instalación de Almacenamiento para PINTULAC. ....	8
2.2.5. Reestructuración del diseño de la zona de picking en una bodega industrial.....	9
2.3. Marco conceptual .....	10
2.3.1. Logística de almacenes .....	10

2.3.2. Normas de almacenamiento .....	11
2.3.3. Objetivos de la distribución en planta.....	12
2.3.4. Configuración óptima de un diseño.....	13
2.3.5. Distribución Interna .....	14
2.3.6. Manejo de materiales .....	15
2.3.7. Sistemas de almacenamiento .....	16
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>18</b>
3. METODOLOGÍA A SEGUIR .....	18
3.1. Departamentos de la empresa de estudio que se afectan. ....	20
3.2. Cronograma de actividades.....	20
3.3. Diseño actual de la bodega de la empresa .....	22
3.3.1. Proceso operativo .....	22
3.3.2. Sistema de almacenamiento en bodega .....	27
3.3.3. Recopilación de datos.....	29
3.3.4. Clasificación ABC de la materia prima .....	31
3.3.5. Clasificación ABC de producto terminado.....	33
<b>CAPÍTULO 4 .....</b>	<b>36</b>
4. SOLUCIÓN PROPUESTA .....	36
4.1. Diseño propuesto para la bodega .....	36
4.2. Selección de estantería .....	37

4.3. Análisis de capacidad en el diseño propuesto.....	37
4.4. Modelo matemático para localización de productos por cliente .....	42
4.5. Resultados del modelo matemático.....	44
4.6. Costo de la inversión en diseño propuesto.....	46
4.7. Políticas de almacenamiento.....	49
4.8. Análisis comparativo: diseño actual vs propuesto .....	50
<b>CAPÍTULO 5 .....</b>	<b>51</b>
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	51
5.1. Conclusiones.....	51
5.2. Recomendaciones.....	53
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>54</b>
<b>ANEXO 1 .....</b>	<b>56</b>
<b>ANEXO 2.....</b>	<b>57</b>
<b>ANEXO 3.....</b>	<b>59</b>
<b>ANEXO 4.....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXO 5.....</b>	<b>66</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3-1 Metodología a seguir .....	19
Figura 3-2 Departamentos de estudio de la empresa .....	20
Figura 3-3 Sección de extrusión .....	24
Figura 3-4 Producto semielaborado.....	24
Figura 3-5 Producto Terminado.....	26
Figura 3-6 PT almacenado en pasillos.....	27
Figura 3-7 Almacenamiento en bodega de PT .....	28
Figura 3-8 Programa: ProduccionO .....	30
Figura 3-9 Programa: Optimus_Oracle .....	31
Figura 3-10 Porcentaje de clasificación ABC de MP .....	33
Figura 3-11 Porcentaje de clasificación ABC de PT .....	35
Figura 4-1 Medidas estándares para estanterías convencionales.....	36
Figura 4-2 Estantería convencional .....	37
Figura 4-3 Distribución de posiciones en el área de PT .....	42
Figura 4-4 Reporte de la solución en Gams .....	44
Figura 4-5 Distribución de los clientes según su tipo.....	45

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Distribución interna de un almacén.....	14
Tabla 3-1 Cronograma de actividades.....	21
Tabla 3-2 Detalle de MP en diseño actual.....	28
Tabla 3-3 Detalle de pallets con PT en diseño actual.....	29
Tabla 3-4 Ejemplo del historial de despacho 2012.....	29
Tabla 3-5 Ejemplo de resina usada en el 2012.....	30
Tabla 3-6 Detalle de clasificación ABC de MP.....	31
Tabla 3-7 Detalle de clasificación ABC de PT.....	34
Tabla 4-1 Distribución por zonas de MP.....	39
Tabla 4-2 Total de pallets por clasificación de MP.....	39
Tabla 4-3 Distribución por zonas de PT.....	40
Tabla 4-4 Total de pallets por clasificación de PT.....	41
Tabla 4-5 Especificación de área: devolución y recepción.....	41
Tabla 4-6 Costo de construcción de paredes.....	47
Tabla 4-7 Costos de estanterías.....	47
Tabla 4-8 Costo equipo de almacenamiento.....	48
Tabla 4-9 Costo de oficina.....	48
Tabla 4-10 Inversión total.....	49
Tabla 4-11 Cuadro comparativo entre los diseños.....	50

Tabla 5-1 Capacidad en pallets ..... 52

## ABREVIATURAS

A/D	Fundas de Alta Densidad
B/D	Fundas de Baja Densidad
FDA	Foods and Drug Alimentation
FEFO	First expired, first out
FIFO	First in, first out
Gams	General Algebraic Modeling System
KG	Kilogramo
M	Metro
MP	Materia Prima
PT	Producto Terminado
SKU's	Stock keeping Units
SLP	Systematic Layout Planning

## GLOSARIO

**Andén:** Sitio por donde se realiza la carga y descarga de los productos en los medios de transporte.

**Bultos:** Unidad de carga

**CORELAP:** Nombre de algoritmo de distribución de planta.

**Cross Docking:** Consistencia en un proceso de consolidación de productos y desconsolidación de varios pedidos.

**Clasificación ABC:** Método de categorización de inventario que consiste en la división de los artículos en tres categorías, A, B y C.

**Estibar:** Distribuir convenientemente la carga en un vehículo.

**Inventario:** Cantidad de recursos existentes para armonizar la oferta y la demanda en procesos de producción y servicios.

**Layout:** Diseño de planta / almacén.

**Logística:** Es el flujo de materiales e información dentro de la cadena de suministro, minimizando costos y maximizando el nivel de servicio. Abarca tres eslabones principales que es abastecimiento, almacenamiento y distribución.



**Pallet:** Soporte para cargas de productos

**Paquetización:** Consiste en la formación de una unidad de carga agrandada mediante la unión de varios embalajes de un mismo tipo a través de un material aglutinador.

**Picking:** Recolección de productos.

**Rack:** Sistema de estanterías.

**Rampa:** Plano inclinado para subir o bajar por él.

**SKU's:** Es un identificador, que tiene como objetivo permitir el seguimiento sistémico de los productos y servicios ofrecidos a los clientes. Cada SKU se asocia con un objeto, producto, marca, servicio, cargos, etc.

## INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se trata de complementar el uso de herramientas y conocimientos logísticos a las actividades en la bodega de una empresa de plásticos que ayudará a ubicar correctamente los productos y por ende a la reducción de tiempo de recolección y despacho.

El primer capítulo detalla los antecedentes de la empresa de estudio, la problemática en el almacenamiento, hipótesis de trabajo, justificación del problema y los objetivos del proyecto.

El segundo capítulo es para el estado del arte y marco teórico donde se describe la información necesaria a utilizar para el estudio.

El tercer capítulo, profundiza la metodología que se deberá seguir para cumplir con los objetivos planteados.

El cuarto capítulo abarca la solución propuesta en el diseño de la bodega junto con el uso de estanterías convencionales simples para la materia prima y producto terminado. Se utilizó un modelo matemático para localización de productos por clientes resuelto en GAMS. Además muestra el análisis de resultados y un cuadro comparativo del diseño actual con el propuesto.

El quinto capítulo comprende el resumen de los objetivos logrados y las recomendaciones propuestas para la viabilidad del estudio.

# Capítulo 1

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Antecedentes

La empresa plástica objeto de estudio se dedica a la fabricación de fundas plásticas naturales, pigmentadas, con y sin impresión, de todos los espesores y tamaños, además de rollos en baja y alta densidad y empaques laminados impresos hasta ocho colores.

Posee clientes de la industria alimenticia y de distribución masiva, por ello las importaciones de materias primas e insumos son aptos para el contacto con alimentos y aprobados por la Foods and Drug Alimentation (FDA).

Cuenta con una bodega donde se almacena la materia prima (MP) y el producto terminado (PT), en la cual, sólo éste último en un sistema de estanterías.

En el momento de realizar el almacenamiento no se considera ningún tipo de control en cuanto a la manipulación de los bultos, lo que ha provocado en varias ocasiones que el producto sea devuelto por alguna falla en la calidad, también

han existido devoluciones justamente por el retraso en la entrega del producto, debido a que en la bodega existe muchas veces un desorden continuo con los productos que retrasa la recolección de los bultos y en el despacho.

## **1.2. Problemática**

Actualmente la empresa está en proceso de reducción de costos logísticos en la bodega, pero para ello se deben mejorar algunos problemas que presenta esta área, como los siguientes:

- Inseguridad en la manipulación del material, al momento de ubicarlo sobre las estanterías, debido a que no tienen un montacargas.
- Mal almacenamiento de la materia prima y de los productos terminados, lo cual dificulta la recolección de los pedidos y por ende existen demoras en la gestión de despacho.
- Mezcla de productos de alto y bajo movimiento.

## **1.3. Hipótesis de trabajo**

- El retraso en el despacho, es por la incorrecta ubicación de los productos en bodega, y que a su vez afecta en la recolección del producto.
- El mal almacenamiento de los productos se debe a la falta de espacio en la bodega.

## **1.4. Justificación del problema**

Este trabajo representa una gran ayuda para ganar eficiencia y seguridad. Con el correcto diseño de una bodega se puede lograr la mejor manera de distribuir las estanterías, la clasificación de los productos, minimizar el riesgo de accidentes laborales, despachar en el tiempo adecuado, así como la reducción de costos en los desplazamientos innecesarios de los materiales, gastos energéticos y de tiempo.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo general**

Mejorar la distribución de los productos en el espacio disponible en la bodega de la empresa para el almacenamiento tanto de la materia prima como de los productos terminados.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

- Simplificar tráfico, permitir mayor flexibilidad y evitar accidentes.
- Organizar de mejor manera los productos en bodega.
- Reducir tiempos de recolección y despacho.

# Capítulo 2

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Introducción

El presente proyecto de graduación se desarrolla en una empresa plástica que tiene 19 años en el sector agro exportador, industrial, comercial y de consumo, ubicada en el Km. 10 ½ de la vía a Daule, en la Lotización Expogranos.

En el presente capítulo se analizan diferentes técnicas acerca de la optimización del diseño de bodegas, así como también se hace una recopilación de las opciones para determinar los módulos de almacenamiento y elegir aquella que maximice la capacidad, adicionalmente se presentan varias teorías y conceptos que ayudan al diseño general en una bodega, lo que servirá al logro de los objetivos planteados.

El problema de diseño de bodegas surge por la necesidad de asegurar el modo más eficiente para el manejo de productos que en ella se dispongan.

## **2.2. Estado del arte**

### **2.2.1. Diseño de la bodega de materia prima del área de calzado en una Industria Plástica.**

Este trabajo se enfoca dentro de una bodega la cual presenta problemas de almacenamiento y manipulación de materiales<sup>1</sup>.

El autor utilizó el método de algoritmo CORELAP con el que esperó obtener un flujo ideal para la bodega. Mediante el análisis de capacidad, escogió la opción que maximiza el almacenamiento y así se definió la mejor ubicación de los productos para reducir el recorrido y los tiempos de despacho.

Adicionalmente, utilizando la clasificación ABC de inventario se determinó un Plan de Auditoria a ser implementado en la bodega.

Finalmente, se realizó un análisis costo-beneficio para determinar la rentabilidad y viabilidad del estudio. [12]

---

<sup>1</sup> Diseño de la bodega de materia prima del área de calzado en una Industria Plástica. Paulina Moreno. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayas, Ecuador. 2009.



### **2.2.2. Propuesta de reubicación y nuevo diseño de una fábrica de poliestireno expandido en el Distrito Metropolitano de Quito.**

En este estudio para la ubicación óptima de la fábrica se implementaron dos modelos matemáticos. Uno considerando costos asociados al transporte, traslado de la fábrica y otro considerando criterios y ponderaciones con respecto a los clientes regulares de la fábrica<sup>2</sup>.

Para el desarrollo del diseño en la nueva ubicación utilizaron la metodología Systematic Layout Planning (SLP). En este modelo se requiere contar con la suficiente información de la empresa para lograr una comprensión de las funciones y las relaciones entre las actividades, a partir de lo cual se realiza un análisis del flujo de materiales y un análisis de la relación de las actividades. [1]

---

<sup>2</sup> Propuesta de reubicación y nuevo diseño de una fábrica de poliestireno expandido en el Distrito Metropolitano de Quito. Ana María Posligua Hernández, Carlos Arturo Huidobro Peralta. Unidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador. 2009.

### **2.2.3. Diseño de una planta: MARMICOC ARGENTINA S.A.**

En este documento de trabajo se muestra el proceso de rediseño de una planta manufacturera de ollas a presión y productos de menaje. El rediseño tuvo por objetivo transformar una planta de tipo taller a otra que asegura el flujo suave de sus productos a lo largo del proceso productivo<sup>3</sup>.

Con la modificación del diseño se tenía que incrementar la capacidad productiva, desde 2,500 unidades por mes a 15,000 unidades, en una primera etapa, y a 30,000, en una segunda etapa. Además mejoraron el uso del espacio, la calidad de vida de la planta y la motivación de los empleados, que perciben los cambios profundos en el sistema productivo.

Las principales ventajas de este diseño son las siguientes:

- Se simplifica el manejo y el movimiento de los materiales, que se realiza con mayor seguridad y se reduce el espacio necesario para una determinada cantidad de producción.
- Se facilita el control de la producción, con poca documentación escrita para el seguimiento de cada orden de trabajo en la planta, dado que el propio diseño va condicionando las prioridades de control. [7]

---

<sup>3</sup> Diseño de un layout de planta: MARMICOC ARGENTINA S.A. Enrique Yacuzzi, Diego Pinchuk, Rodolfo Wood, Sebastián Kakazu. Universidad del CEMA. Buenos Aires, Argentina. 2009

#### **2.2.4. Propuesta de Diseño de una Nueva Instalación de Almacenamiento para PINTULAC.**

En este trabajo se buscó dar una solución al problema de almacenamiento de la empresa PINTULAC<sup>4</sup>.

Existe ineficiencia tanto en la recolección de pedidos como en la recepción de mercadería. Ante esto surgió la necesidad de consolidar toda la mercadería en un solo sitio de almacenamiento y por consiguiente la planificación de una nueva instalación de almacenamiento que disponga de suficiente capacidad.

El principal objetivo que se plantea en este trabajo es el de maximizar tanto la utilización del espacio de la bodega como la eficiencia de las operaciones de recepción, acomodo y embarque, considerando además el crecimiento futuro de la demanda de la empresa. [6]

---

<sup>4</sup> Propuesta de Diseño de una Nueva Instalación de Almacenamiento para PINTULAC. Dennise Alarcón Pinto, Sebastián Meneses Brugués. Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador. 2009.

### **2.2.5. Reestructuración del diseño de la zona de picking en una bodega industrial.**

En este artículo se presentó una propuesta orientada al mejoramiento de los procesos de distribución y picking en la bodega de una empresa del sector industrial, para lo cual se basaron en un modelo de distribución de los estantes del almacén que hace posible mejorar el sistema de recogida de órdenes, en donde se incluye como función objetivo la determinación del número óptimo de espacios y de estantes necesarios para el almacenamiento, buscando minimizar las áreas y espacios requeridos, así como las dimensiones óptimas del almacén en cuanto a longitud, ancho y altura del mismo<sup>5</sup>.

Para este modelo, utilizaron técnicas matemáticas exactas que permiten encontrar la mejor solución. El modelo está limitado a una serie de suposiciones, como:

- La instalación del almacén es de forma rectangular.
- Amplios pasillos entre los estantes y a lo largo de las paredes.
- Los materiales son puestos en el almacén a través de una puerta.
- Los materiales son almacenados en estantes dobles con acceso en ambos lados. [11]

---

<sup>5</sup> Reestructuración del diseño de la zona de picking en una bodega industrial. Martín Darío Arango Serna, Julián Andrés Zapata C., Jorge Isaac Pemberthy. Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia. 2010.

## **2.3. Marco conceptual**

### **2.3.1. Logística de almacenes**

Las cargas y descargas junto al proceso de almacenamiento en todo lugar es muy antiguo como el mismo ser humano, y data desde la agricultura, cuando el hombre necesita guardar una porción de semillas para la siembra y posterior cosecha. (*Comas Pullés, 1996*).

Un almacén eficaz tiene un impacto fundamental en el éxito global de la cadena logística. Para ello debe estar ubicado en el sitio óptimo, estar diseñado de acuerdo a la naturaleza y operaciones a realizar al producto, utilizar el equipamiento necesario y estar soportado por una organización y sistema de información adecuado.

Los almacenes son importantes por las siguientes razones:

- Guardan la materia prima en o cerca de su punto de ingreso al proceso de manufactura.
- Guardan los productos en proceso en diversos puntos a lo largo de la línea.
- Guardan los productos terminados con el fin de amortiguar desfases entre los ritmos de producción y demanda.

- Acumulan y consolidan los productos provenientes de varios puntos de manufactura para hacer un solo envío a clientes en común.
- Reciben, alistan y despachan envíos a clientes específicos.

### **2.3.2. Normas de almacenamiento**

**Colocar los productos en los alojamientos seleccionados:** De acuerdo al método de control de ubicación y localización de los productos seleccionados, ya sea en las estanterías o en las estibas seleccionadas, nunca sobre el piso.

**Reubicar los productos cuando sea necesario, garantizando la rotación:**

Cuando el producto incorporado se suma a una existencia anterior hay que reubicarlo garantizando la accesibilidad a los productos más próximos a vencerse para cumplir con el principio FEFO (por sus siglas en inglés): primero en vencerse, primero en salir.

**Verificar que se cumplan con las marcas gráficas:** Tanto antes de almacenarse, como en el almacén.

**Mantener actualizadas las entradas y salidas de productos (inventario):**

Controlar las existencias, en unidades solamente, de producto en almacén mediante el registro de movimiento de entrada, salida y existencia de los mismos.

**Mantener actualizado el registro de disponibilidad de alojamiento:** Para conocer en cada momento los alojamientos que se encuentran vacíos.

**Velar por el cumplimiento de las normas de manipulación y almacenamiento:** Para garantizar el control y custodia de los productos y la organización general y limpieza del almacén.

**Paquetización:** Mantener los productos organizados de forma tal que su conteo pueda ser realizado de forma rápida y efectiva, ya sea en estiba directa o estanterías.

**Acciones para garantizar los despachos:** Realizar el control de las operaciones de manipulación y traslado de los productos hacia el área de formación de pedidos. [13]

### **2.3.3. Objetivos de la distribución en planta**

Los objetivos son los siguientes:

Circulación mínima; tanto de materiales como de personas, se debe tomar en cuenta:

- Reducir las distancias de los centros de trabajo más relacionados entre sí.
- Supresión de áreas ocupadas innecesariamente.
- Disminución de los retrasos y de los tiempos ociosos.

Seguridad, satisfacción y comodidad del personal:

- Asignación de actividades adecuadas a los trabajadores y maquinaria.
- Aumento de la seguridad de los trabajadores.
- Flexibilidad: Debe ser adaptable a cambios en el entorno: demanda, productos y procesos (relación con la frecuencia de la decisión). [10]

#### **2.3.4. Configuración óptima de un diseño**

Cuando se realiza el diseño de un almacén, se debe considerar la estrategia de entradas y salidas del almacén y el tipo de almacenamiento que es más efectivo, dadas las características de los productos, el método de transporte interno dentro del almacén, la rotación de los productos, el nivel de inventario a mantener, el embalaje y pautas propias de la preparación de pedidos.

En función de las operaciones que se planea desarrollar y de su volumen se debe tomar en cuenta lo siguiente:

Para un almacén que contendrá mercancía paletizada con un ABC muy marcado y donde prevalece el movimiento de pallets completos, una configuración de flujo en “U”, que es un único frente de recepción y expedición, y así optimiza los recorridos y ocupación de los montacargas.

Para una plataforma donde el cruce de andén es característico, el flujo en “I”: recepción y expedición en frentes opuestos, facilita el control de los diferentes procesos. También existen configuraciones mixtas, pero la selección final



dependerá de un análisis detallado de los recorridos, espacio disponible, sentido de las ampliaciones, fases de implementación, etc. [9]

### 2.3.5. Distribución Interna

En la siguiente tabla se detallan las zonas de un almacén.

<b>ZONA DE RECEPCIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Área de control de calidad</li> <li>• Área de clasificación</li> <li>• Área de adaptación</li> </ul>
<b>ZONA DE ALMACENAMIENTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona de baja rotación</li> <li>• Zona de alta rotación</li> <li>• Zona de productos especiales</li> <li>• Zona de selección y recogida de mercancías</li> <li>• Zona de reposición de existencias</li> </ul>
<b>ZONA DE PREPARACIÓN DE PEDIDOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zonas integradas: Picking en estanterías</li> <li>• Zonas de separación: Picking manual</li> </ul>
<b>ZONA DE EXPEDICIÓN O DESPACHO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Área de consolidación</li> <li>• Área de embalajes</li> <li>• Área de control de salidas</li> </ul>
<b>ZONAS AUXILIARES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Área de devoluciones</li> <li>• Área de envases o embalajes</li> <li>• Área de materiales obsoletos</li> <li>• Área de oficinas o administración</li> <li>• Área de servicios</li> </ul>

**Tabla 2-1 Distribución interna de un almacén**  
**Fuente: Bastidas, Edwin. Énfasis en Logística y Cadena de Abastecimiento [2]**

### 2.3.6. Manejo de materiales

La recepción es la preparación de las demás actividades de almacenamiento, consiste en simplificar el flujo de materiales a través del proceso de recepción y asegurarse que se necesite el menor trabajo posible.

Las operaciones realizadas en un almacén se detallan a continuación:

**Despacho directo;** los proveedores llevan la mercadería al cliente sin pasar por algún centro de distribución.

**El Cross-docking;** programa la entrega de la carga proveniente de los proveedores directamente al almacén, los materiales entrantes se clasifican de inmediato en sus pedidos salientes y éstos se transportan inmediatamente a su andén de salida, sin experimentar espera ni inspección y sin almacenar el producto.

**Programación de la recepción;** programa las cargas entrantes para satisfacer los requisitos de despacho diario y equilibrar el uso de los recursos.

**Preparación de recepción;** preparación adicional previa a su despacho, las actividades preparatorias incluyen:

- Preempaque en incrementos.
- Aplicación de las etiquetas necesarias.

- Medición de volumen y peso para planificar el almacenamiento y el transporte.

### **2.3.7. Sistemas de almacenamiento**

Para seleccionar las estanterías a utilizar, no pueden dejar de ser considerados:

- a) La adaptación a la carga.
- b) La selectividad de los productos.
- c) La frecuencia de entrada y salida.

Para el almacenamiento, los sistemas más populares son:

**Arrume en pallets:** son cargas unitarias estibadas una sobre otra y almacenadas sobre el piso en bloques de almacenamiento de 2 a 10 cargas de profundidad. La altura puede oscilar entre dos cargas y una altura determinada por los siguientes factores:

- Límites seguros aceptables.
- Facilidad de estiba de la carga.
- Peso de la carga.
- Condiciones del pallet.
- Restricciones para cargar en el piso.

- Clima (por ablandamiento del corrugado en condiciones de alta humedad).
- Capacidad del equipo para elevar las cargas.
- Compresión de la carga.
- Altura del edificio.

**Estante de pallets de profundidad simple:** es una estructura sencilla de postes y travesaños de metal, da acceso inmediato a la carga almacenada.

Las estanterías de simple o doble profundidad también se conocen con el nombre de rack selectivas o convencional, permiten acceder de forma directa y unitaria a cada pallet sin necesidad de mover o desplazar las otras, generalmente es para carga paletizada, se utiliza cuando se tienen productos donde es importante el tipo, por ejemplo cuando hay algunas referencias y en cada referencia hay una mediana cantidad de volumen. La ventaja es que puede graduarse a diferentes niveles, la altura depende de la necesidad, perfecto control de stock; cada hueco es un pallet, máxima adaptabilidad a cualquier tipo de carga, tanto por peso como por volumen.

**Pallet con dos estándares de pallet,** el europeo 0.80x1.20 m de profundidad, manipuladas por el lado más estrecho. Con el mismo criterio constructivo se fabrican de 1x1.2 m, 1.2x1.2 m, 1.10x1.30 m.

## Capítulo 3

### 3. Metodología a seguir

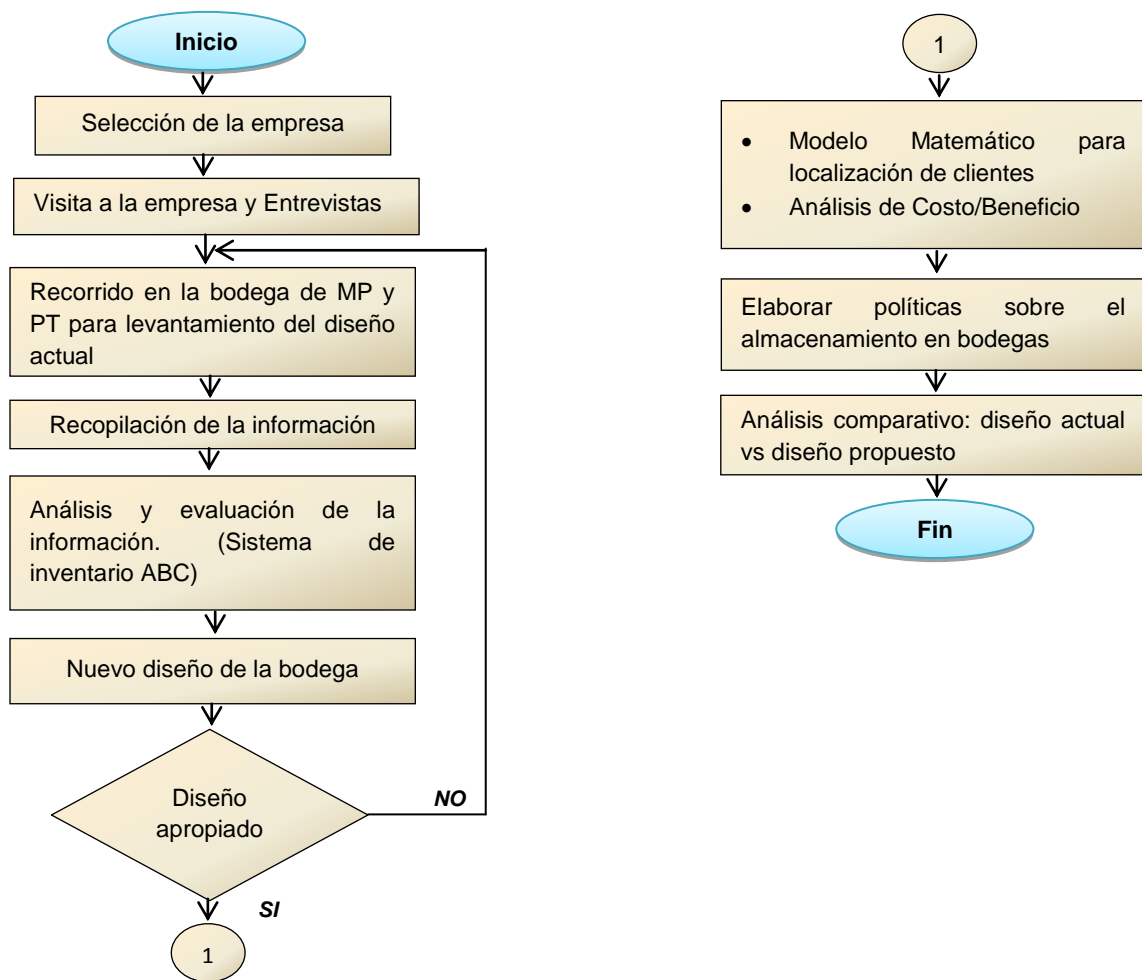
Con el levantamiento del diseño actual de la bodega se detectarán los problemas que existen en el almacenamiento, la distribución del espacio, equipos que utilizan, la unidad de carga, el flujo y la ubicación de los materiales además de conocer los documentos que se utilizan en cada operación. Se analizarán las diferentes alternativas de distribución y flujo de los productos terminados.

Con el análisis de los Stock Keeping Units (SKU's) se determinarán las políticas de inventario más idóneas para llegar a lograr un nivel óptimo de inventario que permitan reducir los costos y aumentar el nivel de servicio. Esto también permitirá realizar la clasificación de los materiales de acuerdo a su rotación ABC en base al flujo de salida y consumo monetario.

En el diseño de la bodega que se propondrá, se tomará en cuenta la ubicación y espacio que se requiere para los productos ABC, el tipo de estantería que se

debe utilizar de acuerdo a la unidad de carga, los nuevos equipos a implementar y las políticas de almacenamiento.

La figura 3-1 muestra el diagrama de flujo de la metodología a seguir.



**Figura 3-1 Metodología a seguir**  
Fuente: Los autores

### 3.1. Departamentos de la empresa de estudio que se afectan.

En la recolección de los datos que son necesarios para el cumplimiento del presente proyecto se ven involucrados los siguientes departamentos:



Figura 3-2 Departamentos de estudio de la empresa  
Fuente: La empresa objeto de estudio

### 3.2. Cronograma de actividades

Se detalla a continuación la planificación y logística del proceso de desarrollo para la elaboración del presente proyecto de graduación, en cada una de sus etapas, indicando las distintas actividades que son necesarias para el cumplimiento de éstas, con su respectivo período de tiempo (semanal).

Actividad	Mes																		
	Mayo			Junio			Julio			Agosto			Septiembre						
	13 - 19	20 - 26	27 - 31	3 - 9	10 - 16	17 - 23	24 - 29	8 - 14	15 - 21	22 - 28	29 - 31	5 - 11	12 - 18	19 - 25	26 - 31	2 - 8	9 - 15	16 - 22	23 - 30
Selección del tema de proyecto	■																		
Visita a la empresa		■																	
Levantamiento del diseño actual de la bodega		■	■																
Recolección de datos			■	■	■	■													
Análisis y evaluación de datos					■	■	■												
Nuevo diseño de la bodega							■	■											
Análisis costo beneficioso									■	■									
Elaborar políticas sobre almacenamiento en bodega										■	■								
Análisis comparativo entre diseño actual vs diseño propuesto												■	■						
Elaborar correcciones en el documento														■					
Finalización de detalles en documento y Sustentación																■	■	■	■

**Tabla 3-1 Cronograma de actividades**  
Fuente: Los autores



### **3.3. Diseño actual de la bodega de la empresa**

La bodega tiene una dimensión de 24 m de ancho y 17.5 m de largo, lo cual da como total de área 420 m<sup>2</sup>, donde se almacenan los productos. Posee una puerta que comunica con la sección de impresión y sellado, además una altura de 6m hasta la parte más elevada.

Se puede visualizar un levantamiento a escala de esta bodega realizado en AUTOCAD que consta en el Anexo 1, en este se podrá observar la distribución física de todos los elementos que la conforman.

#### **3.3.1. Proceso operativo**

En la bodega trabajan en total 8 personas: 1 jefe de bodega, 1 asistente de bodega, 2 choferes y 4 estibadores.

El jefe de Bodega debe realizar las siguientes actividades:

- Elaboración y digitación de ingresos y egresos de bodega.
- Control de ingreso y egreso de productos.
- Preparación de despachos de mercadería.
- Organización de la bodega.
- Toma de inventario físico.

**Con respecto a la materia prima** el bodeguero recibe el contenedor, junto con el personal de bodega y estibadores.

- Una vez ingresada esta mercadería, debe emitir el comprobante de ingreso de bodega, el cual cuenta de un original y dos copias. El original es enviado al Departamento de Finanzas para realizar la liquidación de esta compra, la copia de color rosado es entregada al Departamento de producción para ser registrada en el sistema computarizado y archivada en una carpeta y la copia de color celeste se queda con el bodeguero como comprobante para sus controles.
- El bodeguero dispone del espacio físico donde van a estar almacenadas, con el personal de estibación procede a estibar.
- La materia prima es manipulada mediante una transpaleta manual.
- Se almacena en la bodega a temperatura ambiente, en un lugar seco y a diario un encargado procede a realizar la limpieza en esta área para evitar la acumulación de polvo.
- El encargado del área de extrusión una vez que ha recibido su orden de producción realizará una solicitud de entrega de materiales para que el bodeguero realice el traslado de dichas materias primas.
- Así mismo, cada vez que se realiza la entrega de materia prima a la sección de extrusión, el bodeguero emite el comprobante de egreso de

bodega, pero especifica en su concepto que se trata de un traspaso interno de materiales.



**Figura 3-3 Sección de extrusión**  
Fuente: La empresa objeto de estudio

**En cuanto a rollos (producto semi-elaborado)** se realiza una previa requisición por escrito donde se solicita al área de extrusión los rollos que son para la venta, para realizar trabajos de impresión y rollos que serán utilizados en el área de sellado.



**Figura 3-4 Producto semielaborado**  
Fuente: La empresa objeto de estudio

- El personal de bodega realiza esta labor, dependiendo del área a donde van destinados los rollos, éstos son estibados.
- El producto semi-elaborado es transportado en una transpaleta manual dependiendo su utilización.
- Si los rollos son para la venta, éstos son almacenados en la bodega de productos terminados.
- Si los rollos van a pasar por el proceso de impresión, éstos se almacenan en el área de impresión.
- Si los rollos van a pasar por el proceso de rebobinado, éstos se almacenan en el área de rebobinado.
- Si los rollos van a pasar directamente al proceso de confección o sellado, éstos se almacenan en el área de sellado.
- El producto semi-elaborado se almacena en la bodega a temperatura ambiente, en un lugar seco y a diario un encargado procede a realizar la limpieza en esta área para evitar la acumulación de polvo.

**El producto terminado (fundas)** es transportado en una transpaleta manual dependiendo de su utilización.

- Para almacenar el producto terminado, se los hace en base a las especificaciones del producto que puede ser A/D, B/D, impresas, pigmentadas, con su respectiva rotulación.



**Figura 3-5 Producto Terminado**  
**Fuente: La empresa objeto de estudio**

- Existe una área para los productos que están en cuarentena por problemas de calidad, por motivos de falta de espacio debido a los incrementos de producción, no siempre son ubicados los productos de acuerdo a los letreros.
- El producto terminado se almacena en la bodega a temperatura ambiente, en un lugar seco y a diario un encargado procede a realizar la limpieza en esta área para evitar la acumulación de polvo, por falta de espacio muchas veces son almacenados en los pasillos.
- Para el despacho final que se realiza a cada cliente, el bodeguero con la orden de despacho que ha recibido por parte del Gerente Administrativo, procede a la selección de los productos a entregar e informa a la persona encargada de servicios al cliente, quien a su vez emite una guía de remisión y su respectiva factura.

- Con la documentación antes mencionada, el bodeguero procede al embarque de los productos en el camión destinado para este fin.



**Figura 3-6 PT almacenado en pasillos**  
**Fuente: La empresa objeto de estudio**

### **3.3.2. Sistema de almacenamiento en bodega**

El almacenamiento en la bodega se lo realiza en pallets de madera de 1.10 mx1.30 m.

En el área de materia prima no posee estanterías por lo que los pallets son almacenados directamente sobre el piso, en arrumes de 100 sacos por pallet.

Tiene un ancho de 7.5 m con un largo de 17.5 m, lo que significa que posee un área de 131.25 m<sup>2</sup>. En la tabla 3-2 se detalla la cantidad de pallets usados junto a su respectiva cantidad de MP en kilogramos.

# PALLETS	50
# NIVELES	1
kg. x Saco	25
Sacos x Pallets	100
Total kg x Pallets	2,500
Total de Sacos	5,000
Total Kg x Pallets	125,000

**Tabla 3-2 Detalle de MP en diseño actual**  
Fuente: Los autores

El área de producto terminado tiene 5 estanterías con 2 niveles, con su respectiva rotulación por cliente, en bultos que varían de acuerdo al pedido, éste puede ser de 60 a 100 bultos, con un peso de 20 kg por cada uno.



**Figura 3-7 Almacenamiento en bodega de PT**  
Fuente: La empresa objeto de estudio

Tiene un ancho de 10 m con un largo de 17.5 m, lo cual da como área 175 m<sup>2</sup>.

En la tabla 3-3 se detalla la cantidad de pallets usados.

# PALLETS	31
# NIVELES	2
<b>Total de Pallets</b>	<b>62</b>

**Tabla 3-3 Detalle de pallets con PT en diseño actual**  
Fuente: Los autores

### 3.3.3. Recopilación de datos

La información necesaria para poder realizar la clasificación ABC de los productos se la obtuvo mediante los programas utilizados en la empresa: ProduccionO y Optimus\_Oracle.

La empresa proporcionó el archivo en EXCEL con el registro de todos los pedidos despachados de fundas y rollos, con su respectiva cantidad durante el año 2012, así como la cantidad de materia prima que se utilizó para elaborar el producto terminado.

TIPO	PEDIDO	CLIENTE	MEDIDA	CANTIDAD (Unidades)	PESO (kg)
FUNDAS	7180	LIMPA	FUNDAS 23X27X0.45 A/D NEGRO	<b>128,000</b>	<b>1,121</b>
ROLLOS	7271	UNILEVER	931205-DEJA LIMON 100X100GR TANG		<b>360</b>

**Tabla 3-4 Ejemplo del historial de despacho 2012**  
Fuente: La empresa objeto de estudio

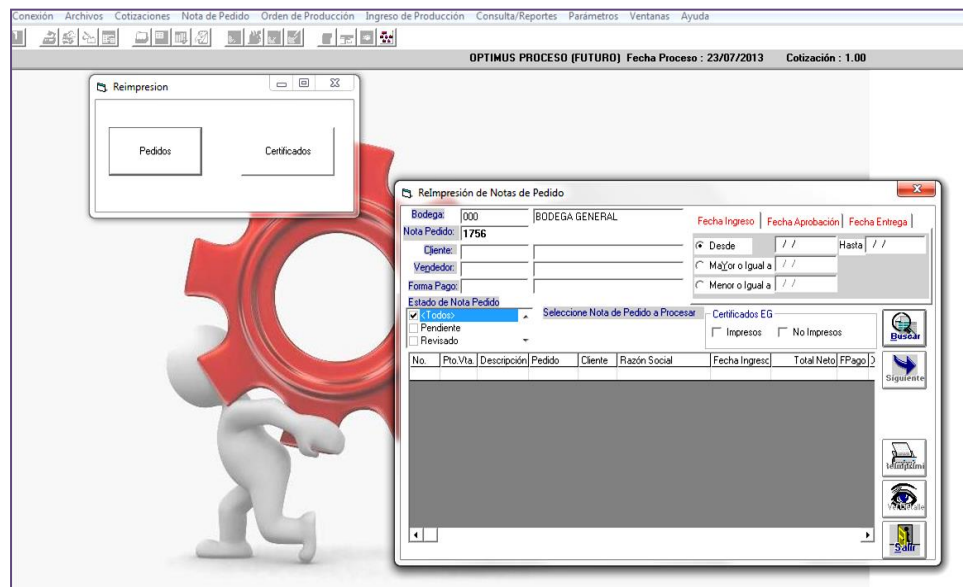


DESCRIPCIÓN	NÚMERO DE SACOS			TOTAL KG
	20 kg	25 kg	30 kg	
RESINA PELETIZADO A/D BLANCO	55	5		1,225
RESINA ENTEC 6200 A/D		160		4,000

**Tabla 3-5 Ejemplo de resina usada en el 2012**

**Fuente: La empresa objeto de estudio**

Con el programa ProduccionO se pudo consultar el precio unitario de cada referencia de PT mediante el número de pedido.



**Figura 3-8 Programa: ProduccionO**  
**Fuente: La empresa objetivo de estudio**

El precio unitario de cada referencia de materia prima se la pudo consultar mediante el programa Optimus\_Oracle.

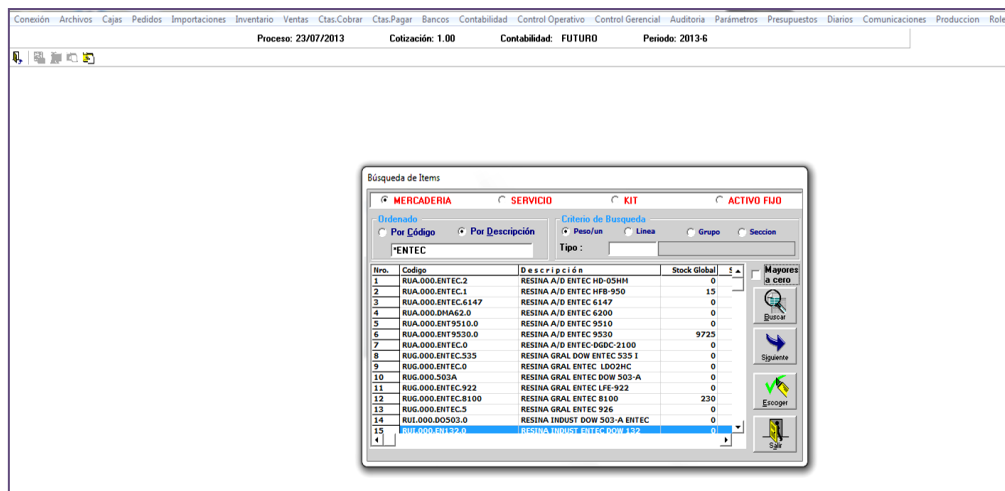


Figura 3-9 Programa: Optimus\_Oracle  
Fuente: La empresa objetivo de estudio

### 3.3.4. Clasificación ABC de la materia prima

La materia prima usada en la empresa es la resina en sus diferentes tipos. Para el análisis de la clasificación ABC (ver anexo 2) se toma como referencia el consumo en kg en el período correspondiente al año 2012 detallado en la tabla 3-6.

Clasificación	Kg. Anual	# [Referencias]	% [Kg Anual]	% [# Referencias]
Alta Rotación	1,137,595.00	25	85%	41.67%
Mediana Rotación	155,175.00	10	10%	16.67%
Baja rotación	67,475.00	25	5%	41.67%
<b>TOTAL</b>	<b>1,360,245.00</b>	<b>60</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Tabla 3-6 Detalle de clasificación ABC de MP  
Fuente: Los autores

La materia prima de alta rotación representa:

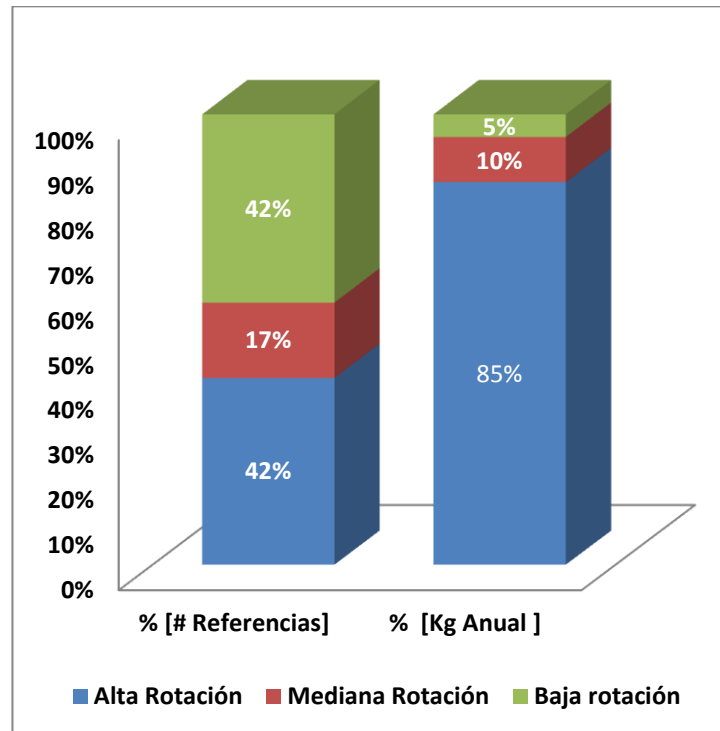
- El 85% del total de consumo anual en kilogramos.
- El 41.67% del total de número de referencias equivalentes a 25 tipos de resina que maneja la bodega.

La materia prima de mediana rotación representa:

- El 10% del total de consumo anual en kilogramos.
- El 16.67% del total de número de referencias equivalentes a 10 tipos de resina que maneja la bodega.

La materia prima de baja rotación representa:

- El 5% del total de consumo anual en kilogramos.
- El 41.67% del total de número de referencias equivalentes a 25 tipos de resina que maneja la bodega.



**Figura 3-10 Porcentaje de clasificación ABC de MP**  
Fuente: Los autores

### 3.3.5. Clasificación ABC de producto terminado

El análisis de la clasificación ABC (ver anexo 3) de producto terminado se lo realiza por cliente y se toma como referencia el consumo monetario en el período correspondiente al año 2012, detallado en la tabla 3-7.

Clasificación	Consumo monetario Anual	# Clientes	% [# Clientes]	% [Consumo monetario Anual]
Alta Rotación	\$5,248.925.31	31	15,66%	85%
Mediana Rotación	\$631,928.10	43	21,72%	10%
Baja rotación	\$311,117.12	124	62,63%	5%
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 6,191,970.53</b>	<b>198</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

**Tabla 3-7 Detalle de clasificación ABC de PT**  
Fuente: Los autores

Los productos de alta rotación representan:

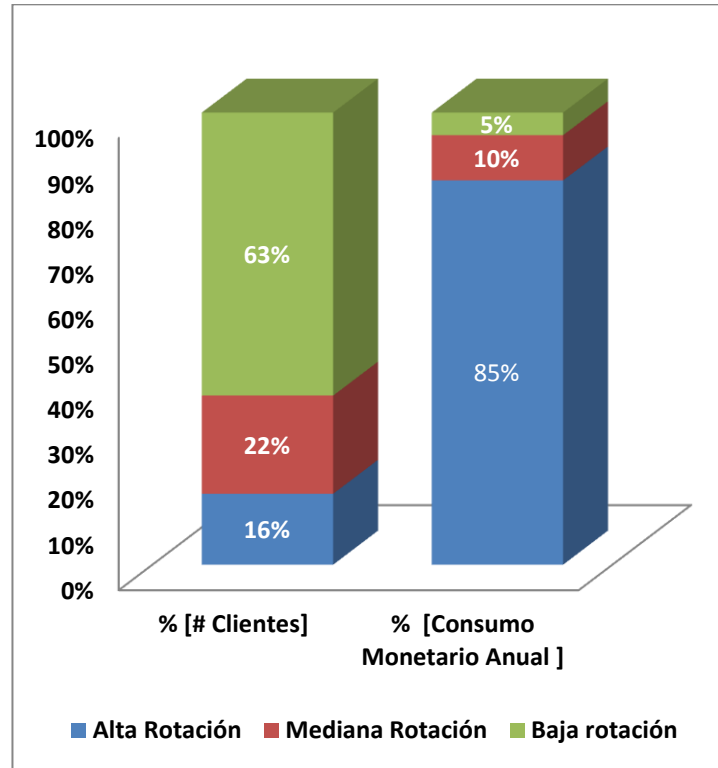
- El 85% del total de consumo monetario anual.
- El 15.66% del total de número de referencias equivalentes a 31 referencias de producto terminado que maneja la bodega.

Los productos de mediana rotación representan:

- El 10% del total de consumo monetario anual.
- El 21.7% del total de número de referencias equivalentes a 43 referencias de producto terminado que maneja la bodega.

Los productos de baja rotación representan:

- El 5% del total de consumo monetario anual.
- El 62.63% del total de número de referencias equivalentes a 124 referencias de producto terminado que maneja la bodega.



**Figura 3-11 Porcentaje de clasificación ABC de PT**  
Fuente: Los autores

# Capítulo 4

## 4. Solución propuesta

### 4.1. Diseño propuesto para la bodega

Para el nuevo diseño en la bodega (ver anexo 4) tanto de materia prima como de producto terminado se toma en cuenta la clasificación ABC antes realizada. Además de las medidas del hueco de las estanterías, con su respectivo número de pallets.

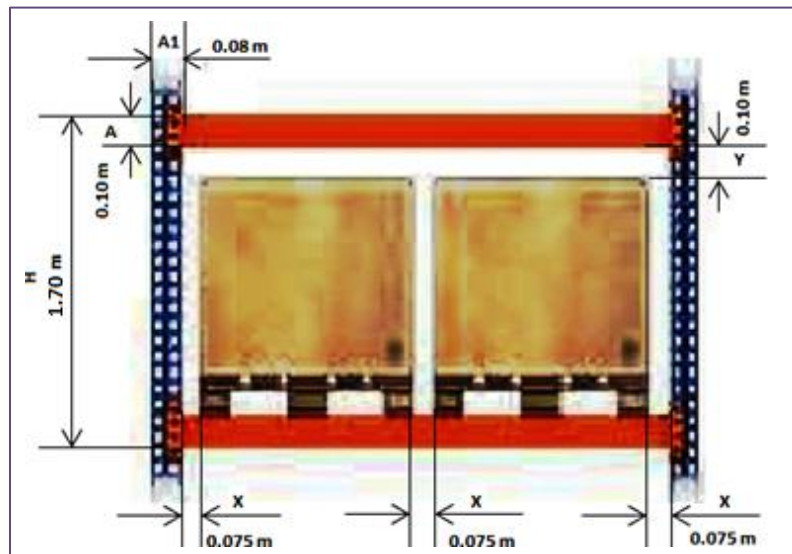


Figura 4-1 Medidas estándares para estanterías convencionales  
Fuente: [www.mecalux.com](http://www.mecalux.com), julio de 2013 [8]

## 4.2. Selección de estantería

La materia prima y el producto terminado serán almacenados en estanterías convencionales, ya que permitirán acceder de manera directa y unitaria a cada pallet con los bultos y sacos, sin necesidad de mover o desplazar las otras.

Además porque poseen la ventaja de almacenar varias referencias y gran cantidad de volumen y peso. Las estanterías estarán formadas por huecos que tendrán 1 y 2 pallets.



**Figura 4-2 Estantería convencional**  
**Fuente: Empresa Duque Matriz**

## 4.3. Análisis de capacidad en el diseño propuesto

Con el afán de maximizar la capacidad en la bodega se presentará el nuevo diseño. Los niveles de las estanterías serán de 3, la profundidad y el ancho de los huecos será el mismo para todas las áreas.



$$\text{Ancho de hueco} = (\#\text{pallets} \cdot AP) + (3 \cdot X) + (1 \cdot A_1)$$

Donde:

$Ap$  = Ancho del pallet

$X$  = Distancia entre pallets

$A$  = Ancho del larguero

$$\text{Ancho de hueco de 1 pallet} = (1 \cdot 1.10\text{m}) + (3 \cdot 0.075\text{m}) + (1 \cdot 0.10\text{m})$$

$$\text{Ancho de hueco de 1 pallet} = 1.43 \text{ m}$$

$$\text{Ancho de hueco de 2 pallets} = (2 \cdot 1.10\text{m}) + (3 \cdot 0.075\text{m}) + (1 \cdot 0.10\text{m})$$

$$\text{Ancho de hueco de 2 pallets} = 2.53 \text{ m}$$

$$\text{Profundidad de hueco} = (\#\text{pallets} \cdot LP) + (A/2)$$

Donde:

$LP$  = Largo del pallet

$A$  = Ancho del larguero

$$\text{Profundidad de hueco} = (1 \cdot 1.30\text{m}) + (0.10/2)$$

$$\text{Profundidad de hueco} = 1.35 \text{ m}$$

### ➤ Área de materia prima

Tendrá un ancho de 7.5 m con un largo de 17.5 m, lo que significa que poseerá un área de 131.25 m<sup>2</sup>. Adicionalmente se abrirá una salida de material directo

hacia la zona de producción (extrusoras). El total de kilogramos a almacenar será de 126,000.

La distribución de pallets por zona y por clasificación ABC se detalla a continuación.

	ZONA 1	ZONA 2
# PALLETS EN ESTANTERÍAS	8	20
# NIVELES EN ESTANTERÍAS	3	3
kg x Saco	25	25
Sacos x Pallets	60	60
kg x Pallets	1,500	1,500
Total de Pallets	24	60
Total de Sacos	1,440	3,600
Total kg en estanterías	36,000	90,000
<b>Total kg de MP en zona 1 y 2</b>	<b>126,000</b>	

**Tabla 4-1 Distribución por zonas de MP**  
Fuente: Los autores

Clasificación	Consumo de Kg Anual	% de consumo de kg por clasificación ABC	Total de kg x cada rotación	# de Pallets x cada rotación	# de Posiciones
Alta Rotación	1,137,595.00	84%	105,840	71	24
Mediana Rotación	155,175.00	11%	13,860	9	3
Baja rotación	67,475.00	5%	6,300	4	1
<b>TOTAL</b>	<b>1,360,245.00</b>	<b>100%</b>	<b>126,000</b>	<b>84</b>	<b>28</b>

**Tabla 4-2 Total de pallets por clasificación de MP**  
Fuente: Los autores

La materia prima A como: resina peletizado A/D color, lineal enable 2010 (MP completa: ver anexo 2) se ubicarán en la zona 1 y parte de la zona 2, junto a una puerta que se colocará para que comunique directamente a la sección de extrusión y así minimizar tiempo en el traslado de éste.

La materia prima B como certene 122f lineal, entec 922 lineal, estarán en una parte de la zona 2 a lado de los de A.

La materia prima C como lineal novapol 118f, repsol 033 industrial, estarán en una parte de la zona 2 a lado de los productos B.

➤ **Área de producto terminado**

Tendrá un ancho de 13.5 m con un largo de 17.5 m, lo que significa que poseerá un área de 136.25 m<sup>2</sup>. El total de pallets almacenados será de 153. La distribución de pallets por zona y por clasificación ABC se detalla a continuación.

	ZONA 3	ZONA 4	ZONA 5
# PALLETS EN ESTANTERÍAS	20	20	11
# NIVELES EN ESTANTERÍAS	3	3	3
Total de Pallets x zona	60	60	33
<b>Total de Pallets</b>	<b>153</b>		

**Tabla 4-3 Distribución por zonas de PT**  
Fuente: Los autores

Clasificación	Consumo monetario Anual	% de consumo monetario por clasificación ABC	# de Pallets x cada rotación	# de Posiciones
Alta Rotación	\$ 5,248,925.31	85%	130	43
Mediana Rotación	\$ 631,928.10	10%	15	5
Baja rotación	\$ 311,117.12	5%	8	3
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 6,191,970.53</b>	<b>100%</b>	<b>153</b>	<b>51</b>

Tabla 4-4 Total de pallets por clasificación de PT  
Fuente: Los autores

➤ **Área de devolución y recepción**

Para poder despachar y recibir las devoluciones y la materia prima en el menor tiempo posible, se abrirán 3 andenes, los pallets serán ubicados a nivel del piso junto a los andenes, en este caso no es necesario aplicar un sistema de estanterías.

	Ancho	Largo	Área (m <sup>2</sup> )
Devolución	2.4	2	4.8
Recepción	1.2	2.8	3.36
<b>Total Área (m<sup>2</sup>)</b>			<b>8.12</b>

Tabla 4-5 Especificación de área: devolución y recepción  
Fuente: Los autores

➤ **Área de oficina**

Ubicada de tal manera que pueda tener acceso de visión para controlar tanto a la zona de despacho y recepción, como de las zonas de MP y PT. Tendrá un

ancho de 3.5 m y de largo 2m, lo cual daría un área de 7 m<sup>2</sup>., en ella se puede colocar 2 escritorios y 2 sillas.

#### 4.4. Modelo matemático para localización de productos por cliente

El siguiente modelo matemático es aplicable cuando existen 2 o más andenes en una bodega, nos permitirá ubicar los clientes según su clasificación ABC con el menor costo posible en el área de producto terminado.

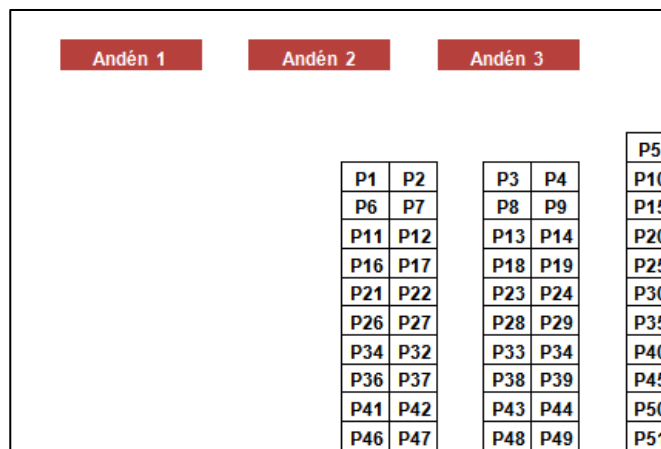


Figura 4-3 Distribución de posiciones en el área de PT  
Fuente: Los autores

#### Índices:

i: Tipo de cliente	$i=1,2,3\dots n$
j: Posición de almacenamiento	$j=1,2,3\dots m$
k: Andén de carga y descarga	$k=1,2,3\dots r$

**Costo:** Variable que incluye distancia, tiempo de operación en cada posición y operaciones de cada referencia por día, almacenar la referencia tipo  $i$ , en la posición  $j$  y despacharlo en el andén  $k$ . (Anexo 5).

$P_{ik}$  = Número de operaciones del tipo de cliente  $i$  en el andén  $k$

$M_i$  = Número de posiciones del tipo de cliente  $i$

$T_{jk}$  = Distancia promedio entre posición  $j$  y el andén  $k$

$$C_{ijk} = \sum_{k=1}^r \frac{P_{ik} * T_{jk}}{M_i}$$

$C_{ijk}$  = Costo de transportar los productos del cliente  $i$  almacenado en la posición  $j$  y despachado en el andén  $k$

**Variables binarias:** Solo puede tomar valores de uno o cero

$$X_{ijk} = \begin{cases} 1, & \text{si se habilita el cliente } i \text{ en la posición } j \text{ y despachado en el andén } k \\ 0, & \text{si no} \end{cases}$$

**Función Objetivo:**

$$\min Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^r X_{ijk} * C_{ijk}$$

**Restricciones:**

Todos los clientes deben ser almacenados.

$$\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^r X_{ijk} = M_i \quad \forall i \in \{1,2,3 \dots n\}$$

En una posición solo se puede almacenar un cliente.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^r X_{ijk} = 1 \quad \forall j \in \{1,2,3 \dots m\}$$

#### 4.5. Resultados del modelo matemático

Para facilidad de manejo de datos, el software GAMS tiene la capacidad de generar reportes, el cual se expondrá a continuación:

```

PROYECTO DE GRADUACIÓN
=====
REALIZADO POR: RONALD CASTILLO PLUA - GEOVANNY ORTEGA ORTEGA
FECHA:08/21/13
HORA:15:15:07

EL COSTO TOTAL DE TRANSPORTAR LOS PEDIDOS HACIA LOS ANDENES ES [$]:      5.40
=====

LA POSICION j PERTENECE A LA REFERENCIA TIPO i Y ES DESPACHADA EN EL ANDEN k :
=====
POSICION1      A          ANDEN2
POSICION2      A          ANDEN3
POSICION3      A          ANDEN3
POSICION4      A          ANDEN3
POSICION5      A          ANDEN3
POSICION6      A          ANDEN2
POSICION7      A          ANDEN3
POSICION8      A          ANDEN3
POSICION9      A          ANDEN3
POSICION10     A          ANDEN3
POSICION11     A          ANDEN2
POSICION12     A          ANDEN3
POSICION13     A          ANDEN3
POSICION14     A          ANDEN3
POSICION15     A          ANDEN3
POSICION16     A          ANDEN2
POSICION17     A          ANDEN3
POSICION18     A          ANDEN3
POSICION19     A          ANDEN3
POSICION20     A          ANDEN3

```

**Figura 4-4** Reporte de la solución en Gams  
Fuente: Los autores

## Interpretación de resultado

El análisis del resultado del modelo matemático comprende la manera más idónea de despachar los pedidos de los clientes según su tipo A, B o C, que se encuentran ubicadas en diferentes posiciones, en el andén que le corresponda de tal manera que implique un menor tiempo de recorrido.



**Figura 4-5 Distribución de los clientes según su tipo**  
Fuente: Los autores

**A2:** Referencia tipo A almacenada en esa posición y despachada en el andén 2

**A3:** Referencia tipo A almacenada en esa posición y despachada en el andén 3

**B2:** Referencia tipo B almacenada en esa posición y despachada en el andén 2

**B3:** Referencia tipo B almacenada en esa posición y despachada en el andén 3



**C3:** Referencia tipo C almacenada en esa posición y despachada en el andén 3

El costo de transportar esa referencia de cliente almacenada en dicha posición y despachada en un muelle es de \$5.40.

#### **4.6. Costo de la inversión en diseño propuesto**

Las inversiones que se necesitan realizar en la bodega según la respuesta en el despacho, son los siguientes:

- Construcción de paredes
- Estructura y montaje
- Equipo de almacenamiento
- Oficina

##### **Construcción de paredes**

La tabla 4-6 muestra el costo para el levantamiento y destrucción de las paredes de la bodega, incluye la mano de obra, cemento, arena, bloques, el total de esta inversión es \$ 3,165.84.

	Precio	Cantidad	Total
Mano de obra en 20 días	\$ 600.00	4	\$ 2,400.00
Sacos de cemento	\$ 7.36	24	\$ 176.64
m <sup>2</sup> de arena	\$ 11.20	6	\$ 67.20
Bloque (unidades)	\$ 0.29	1800	\$ 522.00
<b>Costo total</b>			<b>\$ 3,165.84</b>

**Tabla 4-6 Costo de construcción de paredes**  
Fuente: [www.forosecuador.ec](http://www.forosecuador.ec), agosto de 2013 [3]

### Estanterías convencionales simples

La estructura utilizada para la bodega serán las estanterías convencionales de profundidad simple, la cual se compone de bastidores y largueros de metal que dan acceso inmediato a la carga almacenada.

La tabla 4-7 detalla el costo de la estructura y montaje por palet almacenado con un total de \$ 6,400.

Estructura	Cantidad	Costo Unitario	Total
Estantería convencional simple	8	\$ 800.00	\$ 6,400.00
<b>Costo total</b>			<b>\$ 6,400.00</b>

**Tabla 4-7 Costos de estanterías**  
Fuente: Empresa Duque Matriz

### Equipo utilizado para el almacenamiento

La tabla 4-8 muestra el costo total del equipo de almacenamiento es de \$ 27,965.41.

Equipos para almacenamiento	Cantidad	Costo Unitario	Total
Pallet de 1.10x1.30 m. de madera	237	\$ 8.00	\$ 1,896.00
Montacarga Simple	1	\$ 25,551.41	\$ 25,551.41
Transpaleta	2	\$ 259.00	\$ 518.00
<b>Costo total</b>			<b>\$27,965.41</b>

**Tabla 4-8 Costo equipo de almacenamiento**  
Fuente: [www.pintulac.com.ec](http://www.pintulac.com.ec), agosto de 2013 [4]

### Oficina

La tabla 4-9 muestra el mobiliario y equipo de oficina a utilizar en la bodega, cuyo costo es \$1,850.

Mobiliario de oficina	Cantidad	Costo Unitario	Total
Sillas	2	\$ 80.00	\$ 160.00
Escritorios	2	\$ 120.00	\$ 240.00
computadoras	2	\$ 500.00	\$ 1,000.00
Impresora	1	\$ 70.00	\$ 70.00
Acondicionador de aire	1	\$ 380.00	\$ 380.00
<b>Costo total</b>			<b>\$ 1,850.00</b>

**Tabla 4-9 Costo de oficina**  
Fuente: [www.venta.donkiz-ec.com](http://www.venta.donkiz-ec.com), agosto de 2013 [5]

## Inversión Total

La inversión total que se requerirá para el nuevo diseño es de \$39,381.25 como se observa en la tabla 4-10.

Descripción	Valor
Construcción	\$ 3,165.84
Equipos de almacenamiento	\$ 27,965.41
Estantería	\$ 6,400.00
Mobiliario de oficina	\$ 1,850.00
<b>Total de la inversión</b>	<b>\$ 39,381.25</b>

**Tabla 4-10 Inversión total**  
Fuente: Los autores

## 4.7. Políticas de almacenamiento

Las políticas que deberían ser implementadas en la bodega serían:

- Asegurar que la cantidad y la calidad de los productos coincidan con el pedido.
- Todos los productos que se encuentran en bodega deben contar con el código correcto para su identificación y evitar devoluciones.
- Acomodar la materia prima inmediatamente después de su recepción.
- Asegurarse que el personal de bodega conozca los días y horas en que arribarán o se despacharán los productos.

- Mantener la ubicación de los productos ABC para minimizar tiempo y así reducir la congestión en el flujo de trabajo.

#### 4.8. Análisis comparativo: diseño actual vs propuesto

Costo/Palet Sin Optimizar	Costo/Palet Optimizado	Ahorro
\$ 20.17	\$5.4	73.23%

Se obtuvo un 73.23% de ahorro en el costo de almacenamiento de un producto terminado en bodega, aplicando el modelo matemático de localización de producto.

En la tabla 4-11 se detalla la comparación entre los dos diseños, indicando el % de aumento en varios factores.

	Diseño Actual	Diseño Propuesto	% de Aumento
Área utilizada de MP (m <sup>2</sup> )	71.5	120.12	40.48%
Área utilizada de PT (m <sup>2</sup> )	88.66	218.79	59.48%
Total Kg en MP	125,000	126,000	79.37%
# Pallets en MP	50	84	40.48%
# Pallets en PT	62	153	59.48%

Tabla 4-11 Cuadro comparativo entre los diseños  
Fuente: Los autores

# Capítulo 5

## 5. Conclusiones y recomendaciones

### 5.1. Conclusiones

Para analizar la situación actual se realizó la indagación y el respectivo seguimiento de cada uno de los procesos de almacenamiento en bodega. Para el diseño propuesto se examinaron los factores que intervienen en los procesos como el tiempo de recolección de pedidos, tiempo de despacho, ubicación y clasificación ABC de productos.

Las conclusiones del presente proyecto se detallan a continuación:

- La adecuada asignación del espacio físico para el almacenamiento del producto terminado y materia prima ofrecerá mejoras en el tiempo de entrega de éstos al área de extrusión y despacho.
- En el almacenamiento de producto terminado y materia prima será necesario implementar los equipos de manipulación adecuados, tales como transpaletas manuales y montacargas. Éstos ayudan a reducir los

tiempos de ejecución de picking y despacho, además de disminuir riesgos de accidente en los trabajadores al momento de manipular los productos.

- La salida de productos que están en la bodega debe estar con la correcta etiqueta de codificación para evitar devoluciones de los pedidos por parte de los clientes.
- El uso de herramientas informáticos de dibujo como AutoCAD, de optimización como los modelos matemáticos y los programas de software como Gams ayudan a la obtención de resultados óptimos para la ejecución del proyecto respetando las restricciones que se producen en el entorno de estudio cumpliendo con su función objetivo principal, y en este caso con la disminución de los costos.
- El escenario propuesto en el diseño de la bodega tiene el fin de mostrar que se puede maximizar la capacidad de almacenamiento.

	Diseño actual	Diseño propuesto
# pallets En MP	50	84
# pallets en PT	62	153

**Tabla 5-1 Capacidad en pallets**  
Fuente: Los autores

## 5.2. Recomendaciones

- La búsqueda de información con su levantamiento, en cualquier proyecto es un proceso exhaustivo y riguroso, para el cual se recomienda conocer de manera adecuada los procesos que se ven involucrados y adaptarlo a la forma que se requiera, con la finalidad de obtener un resultado que evidencie las mejoras esperadas, resolviendo de esta manera la problemática. Esta información debe ser verdadera, clara y precisa.
- Para efectuar las operaciones de almacenamiento en bodega es necesario un buen conocimiento y administración de éstos; el cual conlleva etapas de planificación y capacitación del personal sobre manipuleo de los equipos y documentos a utilizar, para evitar posibles molestias por parte de los clientes, así satisfacer las necesidades que ellos requieren en el tiempo justo y en las especificaciones que detallan.
- Realizar un estudio más profundo para ampliar el área de la bodega en base al incremento de la demanda.



## BIBLIOGRAFÍA

[1] Ana María Posligua Hernández, Carlos Arturo Huidobro Peralta. (2009) Propuesta de reubicación y nuevo diseño de una fábrica de poliestireno expandido en el Distrito Metropolitano de Quito. Unidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador.

[2] Bastidas Edwin. Énfasis en Logística y Cadena de Abastecimiento. Recuperado en julio de 2013.

[3] Costo de construcción. Recuperado el 5 de agosto de 2013 de <http://www.forosecuador.ec>.

[4] Costo de equipo de almacenamiento. Recuperado el 5 de agosto de 2013 de [http// www. pintulac.com.ec](http://www.pintulac.com.ec),

[5] Costo de equipos de oficina. Recuperado el 5 de agosto de 2013 de [http// www.venta.donkiz-ec.com](http://www.venta.donkiz-ec.com), agosto de 2013 [5]

[6] Dennise Alarcón Pinto, Sebastián Meneses Brugués. (2009). Propuesta de Diseño de una Nueva Instalación de Almacenamiento para PINTULAC. Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador.

[7] Enrique Yacuzzi, Diego Pinchuk, Rodolfo Wood, Sebastián Kakazu. (2009). Diseño de una planta: MARMICOC ARGENTINA S.A. Universidad del CEMA. Buenos Aires, Argentina.

[8] Estanterías convencionales. Recuperado el 3 de julio de 2013 de <http://www.mecalux.com>.

[9] Gabriel Ernesto Vera Pilco. (2009). Diseño de una planta de procesamiento de carne de pollo. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayas, Ecuador.

[10] Gestión de almacenes y centros de distribución. Recuperado el 22 de mayo de 2013, de <http://www.ingenierosindustriales.jimdo.com>.

[11] Martín Darío Arango Serna, Julián Andrés Zapata C., Jorge Isaac Pemberthyd (2010). Reestructuración del diseño de la zona de picking en una bodega industrial Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia.

[12] Paulina Moreno. (2009). Diseño de la bodega de materia prima del área de calzado en una Industria Plástica Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayas, Ecuador.

[13] Rafael Fernando Hernández Muñoz. Logística de almacenes. Cuba.

## **ANEXO 1**

**Diseño actual de la bodega de la empresa objetivo**

## ANEXO 2

### Clasificación ABC de la materia prima

No	DESCRIPCIÓN	TOTAL KG ANUAL	PESOS PORCENTUALES	PESOS ACUMULADOS	TIPO
1	RESINA INDUST BRASKEM 7003	161,625.00	11.882%	11.882%	A
2	RESINA CERTENE 852B A/D	111,500.00	8.197%	20.079%	A
3	RESINA LINEAL BRASKEM LL 118	84,750.00	6.230%	26.310%	A
4	RESINA LINEAL ENABLE 2010	68,875.00	5.063%	31.373%	A
5	RESINA GRAL DOW 641	61,750.00	4.540%	35.913%	A
6	RESINA LINEAL XUS61511.01 LINEAL	51,500.00	3.786%	39.699%	A
7	RESINA LINEAL ENTEC DOWLEX 2685.G	49,875.00	3.667%	43.365%	A
8	RESINA PELETIZADO A/D COLOR	49,670.00	3.652%	47.017%	A
9	RESINA TITANVENE A/D	47,000.00	3.455%	50.472%	A
10	RESINA HANWHA 3120 LINEAL	46,750.00	3.437%	53.909%	A
11	RESINA LINEAL ENTEC DOW 7087	40,375.00	2.968%	56.877%	A
12	RESINA CERTENE 223G LINEAL	38,000.00	2.794%	59.671%	A
13	RESINA HANWHA 5320 U/G	35,500.00	2.610%	62.281%	A
14	RESINA DOW ENTEC 503A U/G	34,250.00	2.518%	64.799%	A
15	RESINA SABIC 118-W LINEAL	32,000.00	2.353%	67.151%	A
16	RESINA TAI SOX 9001 A/D	31,000.00	2.279%	69.430%	A
17	RESINA CYNPOL 4001 U/G	28,900.00	2.125%	71.555%	A
18	RESINA BRASKEM 218-21 LINEAL	28,250.00	2.077%	73.632%	A
19	RESINA ENTEC 6147 A/D	26,750.00	1.967%	75.598%	A
20	RESINA LINEAL ENTEC BFH921	23,900.00	1.757%	77.355%	A
21	RESINA REPSOL 046 A U/G	23,450.00	1.724%	79.079%	A
22	RESINA SABIC 218-W LINEAL	22,250.00	1.636%	80.715%	A
23	RESINA CERTENE 221 U/G	21,250.00	1.562%	82.277%	A
24	RESINA USO INNOPLUS 2426G U/G	18,425.00	1.355%	83.632%	A
25	RESINA ENTEC U/G LFE-922	18,000.00	1.323%	84.955%	A
26	RESINA CERTENE 122F LINEAL	17,750.00	1.305%	86.260%	B
27	RESINA CERTENE 118/A LINEAL	17,500.00	1.287%	87.546%	B
28	RESINA BRASKEM 853-72 U/G	17,100.00	1.257%	88.803%	B
29	RESINA ENTEC 922 LINEAL	16,250.00	1.195%	89.998%	B
30	RESINA SEETEC BF-410 U/G	15,600.00	1.147%	91.145%	B

31	RESINA PELETIZADO B/D COLOR	15,425.00	1.134%	92.279%	B
32	RESINA ALTA DENSIDAD	14,050.00	1.033%	93.312%	B
33	RESINA EXXON MOBIL LL1001 XV LINEAL	13,000.00	0.956%	94.268%	B
34	RESINA USO GENERAL	10,500.00	0.772%	95.039%	B
35	RESINA ENABLE 2005 LINEAL	8,875.00	0.652%	95.692%	B
36	RESINA DOW ENTEC EQUATE 7047	8,250.00	0.607%	96.298%	C
37	ADITIVO NANOCAL FILOLEN FX-800	7,875.00	0.579%	96.877%	C
38	RESINA USO GENERAL INNOPLUS	5,000.00	0.368%	97.245%	C
39	RESINA ENTEC 6200 A/D	4,000.00	0.294%	97.539%	C
40	RESINA ENTEC 950 A/D	3,250.00	0.239%	97.778%	C
41	RESINA LINEAL NOVAPOL 118F	3,000.00	0.221%	97.999%	C
42	RESINA DOW 2685 LINEAL	2,875.00	0.211%	98.210%	C
43	RESINA LINEAL DOW 535 I	2,500.00	0.184%	98.394%	C
44	RESINA INDUSTRIAL BRASKEM 7000A	2,500.00	0.184%	98.577%	C
45	RESINA BRASKEM GM 9450F A/D	2,500.00	0.184%	98.761%	C
46	RESINA BRASKEM 44058 LINEAL	2,500.00	0.184%	98.945%	C
47	RESINA SABIC F00-952 A/D	2,000.00	0.147%	99.092%	C
48	RESINA REPSOL 033 INDUSTRIAL	2,000.00	0.147%	99.239%	C
49	RESINA PETROTHENE 345	2,000.00	0.147%	99.386%	C
50	RESINA EXCEED 1518 LINEAL	1,500.00	0.110%	99.496%	C
51	RESINA PELETIZADO A/D NAT	1,400.00	0.103%	99.599%	C
52	RESINA PELETIZADO A/D BLANCO	1,225.00	0.090%	99.689%	C
53	RESINA INNOPLUS 7000F A/D	1,000.00	0.074%	99.763%	C
54	RESINA YUZEX 8800 A/D	875.00	0.064%	99.827%	C
55	RESINA DOW 114 PP A/D INSPIRE	750.00	0.055%	99.882%	C
56	RESINA GRAL ENTEC 8100 U/G	500.00	0.037%	99.919%	C
57	RESINA EANTIBLOC	500.00	0.037%	99.956%	C
58	RESINA DOW POLIPROPILENO	375.00	0.028%	99.983%	C
59	RESINA METALOCEN 1050 LINEAL	125.00	0.009%	99.993%	C
60	RESINA POLISUR 2046 LINEAL	100.00	0.007%	100.000%	C
<b>TOTAL</b>		<b>1,360,245.00</b>	<b>100%</b>		

## ANEXO 3

### Clasificación ABC de producto terminado por cliente

No	CLIENTES	VENTAS ANUALES	PESOS PORCENTUALES	PESOS ACUMULADOS	TIPO
1	LIMPA	\$ 1,382,701.7974	22.33056%	22.3306%	A
2	UNILEVER	\$ 735,542.5132	11.87897%	34.2095%	A
3	MARCESA	\$ 391,625.9668	6.32474%	40.5343%	A
4	FABRIL	\$ 358,010.6195	5.78185%	46.3161%	A
5	SMURTFY	\$ 294,631.6030	4.75828%	51.0744%	A
6	KIMBERLY CLARK	\$ 285,377.6149	4.60883%	55.6832%	A
7	MAURA	\$ 240,576.8394	3.88530%	59.5685%	A
8	FRUTIBONI	\$ 199,202.0315	3.21710%	62.7857%	A
9	OTELO	\$ 196,848.7482	3.17910%	65.9647%	A
10	DISNAC	\$ 153,038.3733	2.47156%	68.4363%	A
11	MARIANA GALLEGOS	\$ 122,675.3720	1.98120%	70.4175%	A
12	LASSO SANCAN	\$ 94,345.7517	1.52368%	71.9412%	A
13	IMPRESOR	\$ 79,574.8608	1.28513%	73.2263%	A
14	INALECSA	\$ 70,594.4200	1.14010%	74.3664%	A
15	AVICOLA FERNANDEZ	\$ 58,295.2345	0.94146%	75.3079%	A
16	REYBANPAC	\$ 51,106.4167	0.82537%	76.1332%	A
17	PRONAPAN	\$ 50,529.0672	0.81604%	76.9493%	A
18	CIRQIT	\$ 47,148.1500	0.76144%	77.7107%	A
19	SURINDU	\$ 43,465.8180	0.70197%	78.4127%	A
20	PLASTIMSA	\$ 41,940.2543	0.67733%	79.0900%	A
21	TENSOACTIVOS	\$ 38,928.9472	0.62870%	79.7187%	A
22	TRANSMARINA	\$ 36,441.7950	0.58853%	80.3073%	A
23	FEALRE	\$ 35,287.6800	0.56989%	80.8772%	A
24	JHONNY NAVARRETE	\$ 34,550.7784	0.55799%	81.4352%	A
25	WILSON BRAVO	\$ 34,024.9839	0.54950%	81.9847%	A
26	INPLASTIC	\$ 32,876.0993	0.53095%	82.5156%	A
27	AURORA MALATAY	\$ 31,447.1133	0.50787%	83.0235%	A
28	CASAPLAST2	\$ 27,610.1430	0.44590%	83.4694%	A
29	PROPEMAR	\$ 27,548.3830	0.44490%	83.9143%	A

30	PHRIDDA	\$ 26,795.1967	0.43274%	84.3470%	A
31	POLYLON	\$ 26,182.7422	0.42285%	84.7699%	A
32	NAULA	\$ 25,804.5270	0.41674%	85.1866%	B
33	INTERMARES	\$ 25,732.0000	0.41557%	85.6022%	B
34	DISTRIBUIDORA 5-0	\$ 22,570.1903	0.36451%	85.9667%	B
35	PLASTRO	\$ 22,426.6555	0.36219%	86.3289%	B
36	PLAPASA	\$ 22,043.2903	0.35600%	86.6849%	B
37	PRESLEY ROBLES	\$ 21,085.0908	0.34052%	87.0254%	B
38	MILTON BARROS	\$ 20,452.5100	0.33031%	87.3557%	B
39	OCEANFISH	\$ 20,387.0800	0.32925%	87.6850%	B
40	COMERCIAL QUEZADA	\$ 20,385.5400	0.32923%	88.0142%	B
41	SUDAMEXPORT	\$ 19,796.5725	0.31971%	88.3339%	B
42	GONDI	\$ 19,665.7500	0.31760%	88.6515%	B
43	JAIME CASTILLO	\$ 19,510.2776	0.31509%	88.9666%	B
44	ANGEL VACACELA	\$ 18,591.0000	0.30024%	89.2668%	B
45	INVENSAL	\$ 16,821.3850	0.27166%	89.5385%	B
46	LEINAD	\$ 15,835.3950	0.25574%	89.7942%	B
47	DRIGRUSI	\$ 14,594.7660	0.23570%	90.0299%	B
48	TALLER LOMBEIDA	\$ 14,367.0090	0.23203%	90.2620%	B
49	QUIMIPAC	\$ 14,102.6195	0.22776%	90.4897%	B
50	AFECOR	\$ 14,038.6200	0.22672%	90.7164%	B
51	TRANSCITY	\$ 13,859.4000	0.22383%	90.9403%	B
52	MONAR NAPOLEON	\$ 13,790.1000	0.22271%	91.1630%	B
53	PROQUIMSA	\$ 13,599.8135	0.21964%	91.3826%	B
54	LICORAM	\$ 13,237.8300	0.21379%	91.5964%	B
55	PLASTIGOMEZ	\$ 13,138.0939	0.21218%	91.8086%	B
56	BOROJO AMAZONICO	\$ 12,674.8848	0.20470%	92.0133%	B
57	ESPERANZA ABAD	\$ 12,348.7362	0.19943%	92.2127%	B
58	CEPROMAR	\$ 12,230.0820	0.19752%	92.4102%	B
59	OLIOJOYA	\$ 11,511.2746	0.18591%	92.5961%	B
60	SANTA PRISCILA	\$ 11,444.9960	0.18484%	92.7810%	B
61	BREYPA	\$ 11,210.6662	0.18105%	92.9620%	B
62	PLASTIQUIL	\$ 11,130.0000	0.17975%	93.1418%	B
63	PLASTICRIS	\$ 10,851.3000	0.17525%	93.3170%	B
64	VINDELPO	\$ 10,325.8666	0.16676%	93.4838%	B
65	ECUALIQUIDOS	\$ 9,999.3500	0.16149%	93.6453%	B

67	ESTRELLA DEL LITORAL	\$ 9,782.5280	0.15799%	93.9614%	B
68	LAMINCHILE	\$ 9,600.0000	0.15504%	94.1164%	B
69	MERCEDES RONQUILLO	\$ 9,534.8590	0.15399%	94.2704%	B
70	ALMACENES LAS AMERICAS	\$ 9,357.3240	0.15112%	94.4215%	B
71	ALESSA	\$ 8,955.3060	0.14463%	94.5662%	B
72	FARMAGRO	\$ 8,753.6460	0.14137%	94.7075%	B
73	FRANCISCO PAREJA	\$ 8,418.0000	0.13595%	94.8435%	B
74	JIMENEZ NARANJO	\$ 8,172.4317	0.13198%	94.9755%	B
75	AGUA CRISTAL	\$ 8,150.2720	0.13163%	95.1071%	C
76	STALIN GUTIERREZ	\$ 7,971.3000	0.12874%	95.2358%	C
77	CHALANATA YUNGA YULY NATALY	\$ 7,899.3000	0.12757%	95.3634%	C
78	JAIME CASTRO	\$ 7,810.5000	0.12614%	95.4895%	C
79	ROMULO TOALA	\$ 7,415.6758	0.11976%	95.6093%	C
80	FERTISA	\$ 7,337.0266	0.11849%	95.7278%	C
81	VEINTIMILLA	\$ 6,907.8000	0.11156%	95.8394%	C
82	ANA RAMIREZ	\$ 6,416.1000	0.10362%	95.9430%	C
83	EL RANCHO	\$ 6,205.4600	0.10022%	96.0432%	C
84	JOSE ROMERO MUNOZ	\$ 6,077.6000	0.09815%	96.1414%	C
85	DISMAC	\$ 5,890.5600	0.09513%	96.2365%	C
86	FUENTES SAN FELIPE	\$ 5,697.5000	0.09201%	96.3285%	C
87	MARIANA DE LOURDES VERDEZOTO	\$ 5,431.8000	0.08772%	96.4162%	C
88	ACHANCE	\$ 5,413.2000	0.08742%	96.5036%	C
89	SOCIEPLAST	\$ 5,243.3100	0.08468%	96.5883%	C
90	FAST PACKING	\$ 5,013.1250	0.08096%	96.6693%	C
91	BORAMA	\$ 5,002.0845	0.08078%	96.7501%	C
92	SOLVENTES NEIRA	\$ 4,863.7800	0.07855%	96.8286%	C
93	JAIME NOGALES	\$ 4,760.1120	0.07688%	96.9055%	C
94	PUBLIPRINT	\$ 4,552.0200	0.07351%	96.9790%	C
95	SAFADI KASSEM SAID	\$ 4,458.6850	0.07201%	97.0510%	C
96	GALACARNES	\$ 4,410.5200	0.07123%	97.1223%	C
97	PRINTECSA	\$ 4,319.0020	0.06975%	97.1920%	C
98	EL ROSADO	\$ 4,303.5850	0.06950%	97.2615%	C
99	JOSUE MOREIRA	\$ 4,202.6250	0.06787%	97.3294%	C
100	DE PRATI	\$ 4,174.2900	0.06741%	97.3968%	C
101	CONSTRUCTORA BAQUERO	\$ 4,117.8775	0.06650%	97.4633%	C
102	MIGUEL MALATAY	\$ 4,068.9000	0.06571%	97.5290%	C



103	IRONY	\$ 3,754.1065	0.06063%	97.5896%	C
104	MARICELA ABRIL RODRIGUEZ	\$ 3,727.5940	0.06020%	97.6498%	C
105	CRIS ALIMENTOS	\$ 3,719.8000	0.06007%	97.7099%	C
106	PLASTICOS ISABEL	\$ 3,471.8000	0.05607%	97.7660%	C
107	PAREJA SANTOS FRANCISCO	\$ 3,453.0000	0.05577%	97.8217%	C
108	CLIENTE PROPLASTIC	\$ 3,438.6000	0.05553%	97.8773%	C
109	SHOES ALVARITO	\$ 3,407.9000	0.05504%	97.9323%	C
110	DIRGRUSI	\$ 3,268.2040	0.05278%	97.9851%	C
111	FLORDHARI	\$ 3,197.5110	0.05164%	98.0367%	C
112	VIPLAST	\$ 3,092.6000	0.04995%	98.0867%	C
113	ENRIQUETA GARCIA	\$ 3,045.2360	0.04918%	98.1359%	C
114	ALESCA	\$ 3,036.6940	0.04904%	98.1849%	C
115	CARLOS CABRERA E	\$ 2,940.0000	0.04748%	98.2324%	C
116	LEONARDO POSLIGUA	\$ 2,930.5440	0.04733%	98.2797%	C
117	BORITA	\$ 2,908.4410	0.04697%	98.3267%	C
118	JUANA ALEXANDRA POZO CAJAS	\$ 2,804.4000	0.04529%	98.3720%	C
119	CECILIA CABRERA	\$ 2,791.8000	0.04509%	98.4171%	C
120	PASTELO	\$ 2,783.3400	0.04495%	98.4620%	C
121	INDUSTRIAL MOLINERA	\$ 2,739.9600	0.04425%	98.5063%	C
122	JUAN FCO CHIRIBOGA RIVAS	\$ 2,673.0000	0.04317%	98.5494%	C
123	MARIPLAST MARIANA RIVAS	\$ 2,661.2400	0.04298%	98.5924%	C
124	CARLOS CEDEÑO	\$ 2,627.8500	0.04244%	98.6349%	C
125	JOSE FIDEL MENA SANCHEZ	\$ 2,610.0000	0.04215%	98.6770%	C
126	TANYA TUBAY	\$ 2,555.5200	0.04127%	98.7183%	C
127	DISPLAST	\$ 2,477.5375	0.04001%	98.7583%	C
128	CARLOS JUEZ JAIRALA	\$ 2,475.6250	0.03998%	98.7983%	C
129	FRESH FISH	\$ 2,365.5000	0.03820%	98.8365%	C
130	VILLALVA CASTRO ISAAC	\$ 2,311.8040	0.03734%	98.8738%	C
131	NORLOP	\$ 2,268.0000	0.03663%	98.9104%	C
132	PESMARPAC	\$ 2,227.7440	0.03598%	98.9464%	C
133	MARIA CARLOTA	\$ 2,224.8000	0.03593%	98.9823%	C
134	DISTRIBUIDORA VELASQUEZ	\$ 2,109.3000	0.03407%	99.0164%	C
135	COMZOIBAL	\$ 2,065.0000	0.03335%	99.0498%	C
136	GRUPO IMAR	\$ 2,054.6965	0.03318%	99.0829%	C
137	CALBAQ	\$ 2,048.4600	0.03308%	99.1160%	C
138	DIRCORTER	\$ 1,998.0000	0.03227%	99.1483%	C

139	JOSE PULLA	\$ 1,969.6298	0.03181%	99.1801%	C
140	ENVASADOR FR	\$ 1,953.2000	0.03154%	99.2116%	C
141	FINANSYSTEM	\$ 1,938.0725	0.03130%	99.2429%	C
142	PHILLIPS	\$ 1,893.4800	0.03058%	99.2735%	C
143	AGROCOMERCIAL	\$ 1,869.7180	0.03020%	99.3037%	C
144	PISCO CHAVEZ DEAN	\$ 1,840.4075	0.02972%	99.3334%	C
145	ACADEMIA NAVAL	\$ 1,743.7393	0.02816%	99.3616%	C
146	ISAPLASTICOS	\$ 1,689.4500	0.02728%	99.3889%	C
147	INDURA	\$ 1,631.8368	0.02635%	99.4152%	C
148	CAPEDI	\$ 1,560.6000	0.02520%	99.4404%	C
149	ABAD ESPERANZA	\$ 1,553.2780	0.02509%	99.4655%	C
150	PLASTIBAHIA	\$ 1,542.0000	0.02490%	99.4904%	C
151	PINTA GUACHO SEGUNDO	\$ 1,534.2000	0.02478%	99.5152%	C
152	COMPULASER	\$ 1,530.0000	0.02471%	99.5399%	C
153	BASESUR	\$ 1,526.0700	0.02465%	99.5646%	C
154	EMPLASECCA	\$ 1,522.8500	0.02459%	99.5892%	C
155	AGRIPAC	\$ 1,369.5200	0.02212%	99.6113%	C
156	BRAVO WILSON	\$ 1,154.8320	0.01865%	99.6299%	C
157	JAIME RODRIGUEZ	\$ 1,118.2100	0.01806%	99.6480%	C
158	DIEGO MUÑOZ	\$ 1,100.0000	0.01776%	99.6658%	C
159	LUIS ARIAS	\$ 1,099.2700	0.01775%	99.6835%	C
160	FOLIT	\$ 1,039.9004	0.01679%	99.7003%	C
161	MI COMISARIATO	\$ 1,026.0000	0.01657%	99.7169%	C
162	DIAMANTEX	\$ 990.0000	0.01599%	99.7329%	C
163	GUSTAVO ILLAPA QUINLLE	\$ 990.0000	0.01599%	99.7488%	C
164	INPROSA	\$ 951.3360	0.01536%	99.7642%	C
165	FEBRES CORDERO	\$ 847.9920	0.01370%	99.7779%	C
166	QUIMIPLAS	\$ 804.4400	0.01299%	99.7909%	C
167	GISIS	\$ 702.0000	0.01134%	99.8022%	C
168	INFAMOTOR	\$ 700.3833	0.01131%	99.8135%	C
169	ARTURO AUCAPIÑA	\$ 683.4000	0.01104%	99.8246%	C
170	CARMEN CABADIANA	\$ 679.2000	0.01097%	99.8356%	C
171	SEGUNDO PINTA GUACHO	\$ 667.2000	0.01078%	99.8463%	C
172	INDUSTRIAL LINGESA	\$ 665.4800	0.01075%	99.8571%	C
173	JACINTO ARTURO AUCAPIÑA	\$ 657.0000	0.01061%	99.8677%	C
174	JORGE SILVA SILVA	\$ 619.5000	0.01000%	99.8777%	C

175	FREDDY CAMPOSANO	\$ 609.9700	0.00985%	99.8875%	C
176	SAN MATEO	\$ 594.7200	0.00960%	99.8971%	C
177	ARIAS BARZOLA	\$ 588.3100	0.00950%	99.9066%	C
178	ECUACORPEXITO	\$ 583.7400	0.00943%	99.9161%	C
179	GONZALEZ SANCHEZ	\$ 581.7500	0.00940%	99.9255%	C
180	CONSERVERA GUAYAS	\$ 571.0200	0.00922%	99.9347%	C
181	PLASTICOS MARCOPOLO	\$ 564.6000	0.00912%	99.9438%	C
182	MUÑOZ SANCHEZ DIEGO	\$ 551.9250	0.00891%	99.9527%	C
183	MARCANDALY	\$ 501.6000	0.00810%	99.9608%	C
184	PLASTIEMPAQUES	\$ 458.9200	0.00741%	99.9682%	C
185	DISYEK	\$ 375.5840	0.00607%	99.9743%	C
186	UNION VINICOLA	\$ 348.6000	0.00563%	99.9799%	C
187	ECUANATROPIC	\$ 328.5000	0.00531%	99.9852%	C
188	EDUCONSUL	\$ 273.0000	0.00441%	99.9896%	C
189	WORKALPHA	\$ 202.7550	0.00327%	99.9929%	C
190	AGUA SELECTA	\$ 118.8000	0.00192%	99.9948%	C
191	COMERCIAL NORMA	\$ 108.8000	0.00176%	99.9966%	C
192	JC SERVICES	\$ 62.4000	0.00101%	99.9976%	C
193	COSECHA VERDE	\$ 46.0000	0.00074%	99.9983%	C
194	LANDIVAR CARLOS	\$ 35.0000	0.00057%	99.9989%	C
195	EDGAR RIVERA	\$ 33.7545	0.00055%	99.9995%	C
196	SOUTH PACIFIC SEAFOOD	\$ 28.7680	0.00046%	99.9999%	C
197	CIERPRONTI	\$ 4.2750	0.00007%	99.99999%	C
198	PROMARISCO	\$ 0.5200	0.00001%	100.0000%	C
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 6,191,970.5346</b>	<b>100%</b>		

## **ANEXO 4**

**Diseño propuesto de la bodega de la empresa objetivo**

## ANEXO 5

Distancia, tiempo y costo de operación, en cada posición y operaciones de cada referencia por día y por cada andén

Posiciones necesarios para cada tipo de referencia			
Referencia	A	B	C
Cantidad	43	5	3

Sumatoria de movimientos por día			
A	B	C	Total
90	10	5	105

Parámetros					
Mano de obra		Recursos		Costo de llevar un pedido	Distancia promedio
Salario mensual	\$ 3,600.00	Activos	\$ 27,965.41	\$ 20.17	27.97
Pedidos Recogidos/operario/mes	525	Pedidos Recogidos/mes	2,100.00	Valor por recursos metro/unidad	\$ 0.72
Valor/pedido	\$ 6.86	Valor/pedido	\$13.32	Número de andenes	3

Costo/Pallet Sin Optimizar	\$ 20.17
Costo/Pallet Optimizado	\$ 5.4

Distancias de posiciones a andenes				
Posiciones/Andén	Andén 1 (m)	Andén 2 (m)	Andén 3 (m)	Distancia media (m)
1	13.24	8.37	15.05	12.22
2	18.5	13.24	8.86	13.53
3	18.5	13.24	8.86	13.53
4	25.51	19.18	12.56	19.08
5	23.46	17.72	11.1	17.43
6	16.06	11.19	17.87	15.04
7	21.32	16.06	11.68	16.35
8	21.32	16.06	11.68	16.35
9	28.33	22	15.38	21.90
10	25.51	19.18	12.56	19.08
11	18.88	14.01	20.69	17.86
12	24.14	18.88	14.5	19.17
13	24.14	18.88	14.5	19.17
14	31.15	24.82	18.2	24.72
15	28.33	22	15.38	21.90
16	21.7	16.83	23.51	20.68
17	26.96	21.7	17.32	21.99
18	26.96	21.7	17.32	21.99
19	33.97	27.64	21.02	27.54
20	31.15	24.82	18.2	24.72
21	24.52	19.65	26.33	23.50
22	29.78	24.52	20.14	24.81
23	29.78	24.52	20.14	24.81
24	36.79	30.46	23.84	30.36
25	33.97	27.64	21.02	27.54
26	27.34	22.47	29.15	26.32
27	32.6	27.34	22.96	27.63
28	32.6	27.34	22.96	27.63
29	39.61	33.28	26.66	33.18
30	36.79	30.46	23.84	30.36
31	30.16	25.29	31.97	29.14
32	35.42	30.16	25.78	30.45
33	35.42	30.16	25.78	30.45

34	42.43	36.1	29.48	36.00
35	39.61	33.28	26.66	33.18
36	32.98	28.11	34.79	31.96
37	38.24	32.98	28.6	33.27
38	38.24	32.98	28.6	33.27
39	45.25	38.92	32.3	38.82
40	42.43	36.1	29.48	36.00
41	35.8	30.93	37.61	34.78
42	41.06	35.8	31.42	36.09
43	41.06	35.8	31.42	36.09
44	48.07	41.74	35.12	41.64
45	45.25	38.92	32.3	38.82
46	38.62	33.75	40.43	37.60
47	43.88	38.62	34.24	38.91
48	43.88	38.62	34.24	38.91
49	50.89	44.56	37.94	44.46
50	48.07	41.74	35.12	41.64
51	50.89	44.56	37.94	44.46
<b>Promedio Total</b>				<b>27.97</b>

Costo (Cij) (\$)	Costo del Andén 1 (k=1)			Costo del Andén 2 (k=2)			Costo del Andén 3 (k=3)		
	0.50	0.48	0.40	0.50	0.48	0.40	0.50	0.48	0.40
Referencia / Posición	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	6.66	6.37	5.31	4.21	4.02	3.35	7.57	7.24	6.03
2	9.31	8.90	7.41	6.66	6.37	5.31	4.46	4.26	3.55
3	9.31	8.90	7.41	6.66	6.37	5.31	4.46	4.26	3.55
4	12.84	12.27	10.22	9.65	9.22	7.69	6.32	6.04	5.03
5	11.81	11.28	9.40	8.92	8.52	7.10	5.59	5.34	4.45
6	8.08	7.72	6.44	5.63	5.38	4.48	8.99	8.59	7.16
7	10.73	10.25	8.54	8.08	7.72	6.44	5.88	5.62	4.68
8	10.73	10.25	8.54	8.08	7.72	6.44	5.88	5.62	4.68
9	14.26	13.62	11.35	11.07	10.58	8.82	7.74	7.40	6.16
10	12.84	12.27	10.22	9.65	9.22	7.69	6.32	6.04	5.03

11	9.50	9.08	7.57	7.05	6.74	5.61	10.41	9.95	8.29
12	12.15	11.61	9.67	9.50	9.08	7.57	7.30	6.97	5.81
13	12.15	11.61	9.67	9.50	9.08	7.57	7.30	6.97	5.81
14	15.68	14.98	12.48	12.49	11.93	9.95	9.16	8.75	7.29
15	14.26	13.62	11.35	11.07	10.58	8.82	7.74	7.40	6.16
16	10.92	10.43	8.70	8.47	8.09	6.74	11.83	11.30	9.42
17	13.57	12.96	10.80	10.92	10.43	8.70	8.72	8.33	6.94
18	13.57	12.96	10.80	10.92	10.43	8.70	8.72	8.33	6.94
19	17.09	16.33	13.61	13.91	13.29	11.08	10.58	10.11	8.42
20	15.68	14.98	12.48	12.49	11.93	9.95	9.16	8.75	7.29
21	12.34	11.79	9.83	9.89	9.45	7.87	13.25	12.66	10.55
22	14.99	14.32	11.93	12.34	11.79	9.83	10.13	9.68	8.07
23	14.99	14.32	11.93	12.34	11.79	9.83	10.13	9.68	8.07
24	18.51	17.69	14.74	15.33	14.65	12.21	12.00	11.46	9.55
25	17.09	16.33	13.61	13.91	13.29	11.08	10.58	10.11	8.42
26	13.76	13.15	10.96	11.31	10.80	9.00	14.67	14.02	11.68
27	16.40	15.68	13.06	13.76	13.15	10.96	11.55	11.04	9.20
28	16.40	15.68	13.06	13.76	13.15	10.96	11.55	11.04	9.20
29	19.93	19.05	15.87	16.75	16.00	13.34	13.42	12.82	10.68
30	18.51	17.69	14.74	15.33	14.65	12.21	12.00	11.46	9.55
31	15.18	14.50	12.09	12.73	12.16	10.13	16.09	15.37	12.81
32	17.82	17.03	14.19	15.18	14.50	12.09	12.97	12.40	10.33
33	17.82	17.03	14.19	15.18	14.50	12.09	12.97	12.40	10.33
34	21.35	20.40	17.00	18.17	17.36	14.47	14.83	14.18	11.81
35	19.93	19.05	15.87	16.75	16.00	13.34	13.42	12.82	10.68
36	16.60	15.86	13.22	14.15	13.52	11.26	17.51	16.73	13.94
37	19.24	18.39	15.32	16.60	15.86	13.22	14.39	13.75	11.46
38	19.24	18.39	15.32	16.60	15.86	13.22	14.39	13.75	11.46
39	22.77	21.76	18.13	19.59	18.71	15.60	16.25	15.53	12.94
40	21.35	20.40	17.00	18.17	17.36	14.47	14.83	14.18	11.81
41	18.02	17.21	14.35	15.56	14.87	12.39	18.93	18.08	15.07
42	20.66	19.74	16.45	18.02	17.21	14.35	15.81	15.11	12.59
43	20.66	19.74	16.45	18.02	17.21	14.35	15.81	15.11	12.59
44	24.19	23.11	19.26	21.00	20.07	16.73	17.67	16.89	14.07
45	22.77	21.76	18.13	19.59	18.71	15.60	16.25	15.53	12.94
46	19.43	18.57	15.48	16.98	16.23	13.52	20.35	19.44	16.20



<b>47</b>	22.08	21.10	17.58	19.43	18.57	15.48	17.23	16.46	13.72
<b>48</b>	22.08	21.10	17.58	19.43	18.57	15.48	17.23	16.46	13.72
<b>49</b>	25.61	24.47	20.39	22.42	21.43	17.86	19.09	18.24	15.20
<b>50</b>	24.19	23.11	19.26	21.00	20.07	16.73	17.67	16.89	14.07
<b>51</b>	25.61	24.47	20.39	22.42	21.43	17.86	19.09	18.24	15.20