

# “DISEÑO DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE MATERIALES EN LA EMPRESA TRANSCOMERINTER CIA. LTDA – TULCÁN.”

*Autora: Daniela Alejandra Ayala González<sup>1</sup>*

Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Imbabura

daayalag@utn.edu.ec

**Resumen.** *El presente proyecto se realizó para las bodegas cubiertas de la empresa TRANSCOMERINTER - TULCÁN responsables del almacenaje, conservación y custodia de las mercaderías de importación, con el objetivo de diseñar el sistema de almacenamiento y manejo de materiales. Mediante un diagnóstico inicial se identificaron problemas existentes en las bodegas, como la ineficiencia en el almacenaje y manejo de las mercancías. Además, se determinó el grado de masividad, el esquema de carga en las bodegas, luego, a través del balance demanda y capacidad del almacenamiento, se determinó la subutilización de la Bodega 1, así como la existencia de déficit en la capacidad de la bodega 2. Se calcularon los indicadores de aprovechamiento de altura, volumen y área, obteniendo que no está dentro de los rangos óptimos.*

*Se presenta un esquema de carga que no sobrepase la capacidad estática del pallet, así como la altura de la estiba en la bodega 1. Se calculó la capacidad de almacenamiento en toneladas para las dos bodegas. Se aplica el método para la distribución en planta CRAFT, mediante un complemento del Excel, con el objetivo de reducir al mínimo el costo total de transporte de una distribución; además, se empleó el principio de ubicación por popularidad para ubicar las mercaderías dependiendo del número de requerimientos. Luego de constatar ambos métodos se decide presentar el rediseño del layout para las dos bodegas, logrando una mejora en la ubicación para las mercaderías.*

## *Palabras Claves*

Almacén, logística en almacenamiento, manipulación de materiales, transporte de mercaderías.

**Abstract.** This project was carried out for the covered warehouses of the company TRANSCOMERINTER - TULCÁN responsible for storage, conservation and custody of import merchandise, with the aim of designing the system of storage and handling of materials. Through an initial diagnosis, problems were identified in the warehouses, such as the inefficiency in the storage and handling of the goods. In addition, the degree of massiveness was determined, the loading scheme in the warehouses, then, through the demand balance and storage capacity, the underutilization of Warehouse 1 was determined, as well as the existence of a deficit in the capacity of the warehouse. 2. The indicators of use of height, volume and area were calculated, obtaining that it is not within the optimal ranges.

A loading scheme is presented that does not exceed the static capacity of the pallet, as well as the height of the stowage in warehouse 1. The storage capacity in tons for the two warehouses was calculated. The method for the distribution in CRAFT plant is applied, by means of an Excel complement, with the objective of minimizing the total transport cost of a distribution; In addition, the principle of location by popularity was used to locate the merchandise depending on the number of requirements. After confirming both methods, it is decided to present the redesign of the layout for the two warehouses, achieving an improvement in the location for the merchandise.

## Keywords

Warehouse, storage logistics, material handling, transport of merchandise.

## 1. INTRODUCCIÓN

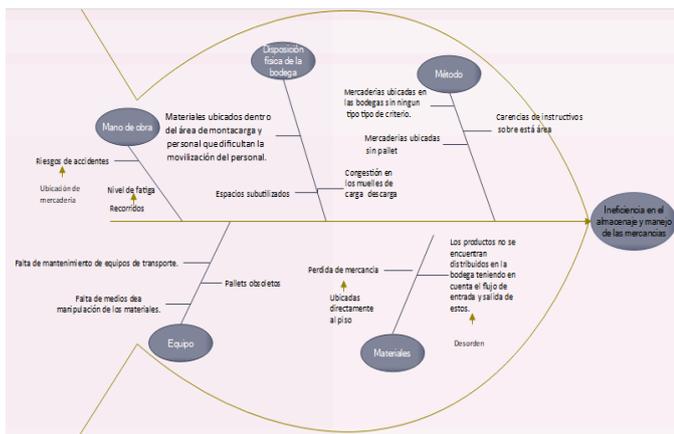
Se debe identificar el problema y las causas que lo generan, exponer brevemente las fundamentaciones más relevantes, y destacar las contribuciones de otros autores al tema objeto de estudio, justificar las razones por las que se realiza la investigación y formular los objetivos pertinentes.

En la actualidad los mercados son más exigentes y la logística ha ido adquiriendo importancia, las empresas compiten en todo el mundo y deben atender de mejor manera a sus clientes. Es por eso que incorporan nuevas tecnologías de información disponible, para que los tiempos y costos de transacción se reduzcan, obligando con ello a las demás empresas a considerar cuidadosamente sus procesos de logística para mantener su competitividad en el mercado (Gonzalez, A, 2011).

Según (Muñoz, 2011) la logística interna es un proceso que agrupa todas las actividades operativas internas de la empresa y por lo tanto forma parte de la cadena de las actividades de valor. Esto significa que podemos lograr más oportunidades de obtener ventajas significativas adquiriendo más competitividad mejorando las actividades de logística interna de la empresa.

Y es así que mediante el diseño del sistema de almacenamiento y manejo de materiales en la empresa TRANSCOMERINTER CIA. LTDA- TÚLCAN, realizado por (Ayala, 2018), utilizando el diagrama causa- efecto se detectaron los siguientes problemas:

**Gráfica 1.** Diagrama causa- efecto



De esta manera se formuló el siguiente problema de investigación:

¿Cómo mejorar el actual almacenamiento y manejo de materiales de la empresa Transcomerinter Cía. Ltda. – Tulcán?

La necesidad de reducir los tiempos de preparación y entrega de los pedidos a los clientes, hizo crear el almacenamiento ya sea por diferentes necesidades y es por eso que para mantener un buen funcionamiento de almacén es importante una selección apropiada de tecnología de almacenamiento y es necesaria porque abarca los indicadores de almacenamiento, los medios de almacenamiento, los equipos de manipulación mecanizados o automatizados, las áreas del almacén, el flujo de materiales, las formas de almacenaje, el control de ubicación de los productos en el almacén.

Planteándose así el siguiente objetivo: Diseñar el sistema de almacenamiento y manejo de materiales para la empresa TRANSCOMERINTER CIA. LTDA - Tulcán, mediante la aplicación de métodos y herramientas logísticas que permitan una mejor organización, manejo y ubicación de mercancías.

A partir de la valoración realizada por los autores (Gemeil & Cabrera, 2005) y (Muñoz, 2011) de las diferentes propuestas acerca de procedimientos para el análisis del manejo de materiales y almacenamiento, la autora de este trabajo relaciona esos puntos para la realización del estudio de la siguiente forma:

1. Es necesario un análisis inicial en la que se describa el proceso de almacenamiento que se lleva a cabo en la almacenadora
2. La caracterización del almacén que señale la clasificación del almacén según el grado de masividad del almacén.
3. Análisis de los medios de almacenamiento equipos de transporte interno
4. Definir la capacidad del almacén mediante el índice KV (Utilización), de área, altura y volumen.
5. Realizar el análisis balance demanda – capacidad de almacenamiento

Una vez demostrado los elementos que componen el análisis del manejo interno de materiales y almacenamiento se dispone hacer el diagnóstico inicial de las bodegas cubiertas de TRANSCOMERINTER.

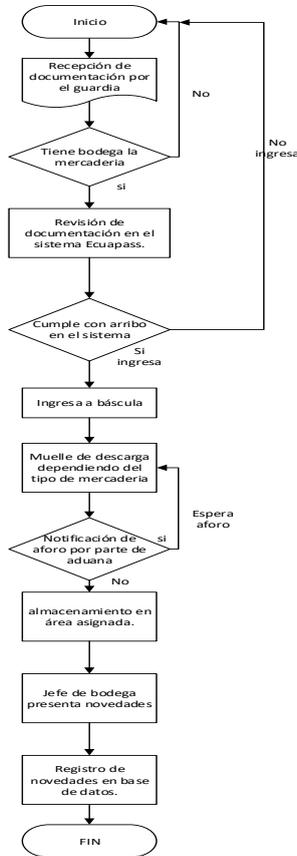
## 2. DIAGNOSTICO INICIAL

### 2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ALMACENAMIENTO

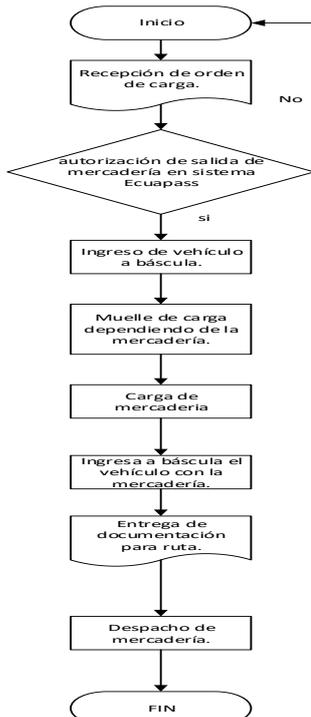
El proceso de almacenamiento dentro del área de la almacenadora pudiera dividirse como se plantea en la literatura en tres subprocesos, la recepción, el almacenamiento y el despacho, pero se ha elaborado 2 flujogramas que contiene a los tres subprocesos indicando cada actividad realizada dentro de la almacenadora.

La entidad hace uso de las dos bodegas empleándolas como depósitos temporales para preservar las mercaderías de importación hasta que cumplan con sus formalidades aduaneras.

**Gráfica 2.** Diagrama de flujo del proceso de entrada de mercadería al almacén.



**Gráfica 3.** Diagrama de flujo del proceso de salida de mercadería del almacén



## 2.2. CARACTERIZACIÓN DEL ALMACÉN Grado de masividad

$$X = M/V_u * C \text{ (Estiba / Surtido)}$$

$X > 1,5$  Almacenamiento masivo

$X < 1,5$  Almacenamiento selectivo

### BODEGA 1

Para los sacos las unidades que se pueden almacenar en 1 metro cubico (d) es de 0,04sacos/ m<sup>3</sup> y la cantidad de surtido a almacenar en temporada alta es de 15000 sacos.

$$M = \frac{Em}{d} = \frac{12406,24 \text{ sacos}}{0,044 \text{ sacos/m}^3} = \frac{280684,25 \text{ m}^3}{15000 \text{ sacos}} = \frac{15000 \text{ sacos}}{18,71 \text{ m}^3/\text{sacos}}$$

Se obtiene una masividad de 18,71m<sup>3</sup>/sacos, ahora se procede al cálculo del grado de masividad (X) donde se confirmará el método de almacenamiento en bodega 1.

$$X = \frac{M}{V_u * C} = \frac{18,71 \text{ m}^3/\text{sacos}}{0,044 \text{ m}^3 * 164 \text{ sacos}} = 2,58$$

El resultado del grado de masividad es mayor a 1,5 lo que quiere decir que la forma de almacenamiento es masiva con estiba fraccionada.

### BODEGA 2

Para poder obtener la masividad de la bodega dos se procederá hacer un cálculo como lo muestra la tabla 11 con todas las mercaderías que se almacenan ahí.

**Tabla 1.** Información obtenida de los datos de la empresa

Bodegas	Mercadería	TAMAÑO DE ART M3	Número esperado de pedidos al año	Inventario promedio
B1	SACOS	0,0442	646897	15000
B2	AGLOMERADOS	3,67	65361	93
	ROLLOS	1,19	100121	785
	AGLOMERADOS	2,52	52491	450
Total		2,46	217973	1328

Fuente: Elaboración propia.

$$M = \frac{Em}{d} = \frac{16721,22 \text{ mercancías}}{2,46 \text{ mercancías/m}^3} = \frac{6797,24 \text{ m}^3}{1328 \text{ mercancías}} = 5,12 \text{ m}^3/\text{mercancías}$$

Se obtiene una masividad de  $5,12\text{m}^3/\text{sacos}$ , ahora se procede al cálculo del grado de masividad (X) donde se confirmará el método de almacenamiento en bodega 2.

$$X = \frac{M}{Vu * C} = \frac{5,12 \text{ m}^3/\text{mercaderías}}{2,46 \text{ m}^3 * 1 \text{ mercadería}} = 2,08$$

El resultado obtenido es que si  $X > 1,5$  el grado de almacenamiento es masivo con estiba directa con pallet o sin él, esta forma de almacenamiento para las dos bodegas es actualmente correcta.

### 2.3. ESQUEMA DE CARGA

Con la confección de los esquemas de cargas unitarizadas se logra colocar una mayor cantidad de productos aprovechando al máximo el medio unitarizador. La importancia de estos esquemas y su aplicación en los procesos de manipulación, almacenamiento y transportación permiten, contribuir a simplificar el trabajo operativo derivado de sus procesos.

#### BODEGA 1

**Tabla 2.** Forma actual del esquema de carga que lleva la empresa en un PI

Camadas de sacos en la empresa		Unidad
GP	4	1 camada
Cantidad de sacos ubicados en el pallet en la empresa		Unidad
Gc	$\frac{Pc}{Pp}$ $7500\text{mm}/180\text{mm} = 41$	41 camadas
Pc	$Gp \times g_c = 4 \times 41 = 164$	164(sacos/PI)
Calculo de peso de PI vs capacidad estática		Unidad
Wm	$4 \times 41 = 164 \times 25\text{kg} =$	4100kg/PI
$W_m < 4000\text{kg}$		NO CUMPLE

Se observa en los cálculos realizados para una paleta de intercambio en la empresa actualmente, hacen una unitarización de 4 por camada y llegando hasta 41 camadas sobre el pallet cuando hay temporadas altas, por lo que se puede evidenciar que se sobrepasa a la capacidad estática de esta lo que ocasionaría que la vida útil de pallet se acorte o puedan surgir problemas en apilamiento y daños de la mercadería, la forma que realizan la unitarización es directamente en la bodega utilizando una banda transportadora. La altura hasta donde elevan las camadas de sacos sobrepasa la altura útil.

#### BODEGA 2

Se consideró el método heurístico para realizar estos cálculos haciendo la toma de datos de un día laborable en temporada alta.

##### Bobina de papel

Los pesos y las medidas de las bobinas de papel varían y no son estándar por lo que se ha tomado una muestra de 10 para asumir como medida estándar, en la tabla 15 se puede observar los datos tomados. La forma de apilamiento es vertical y se puede ubicar hasta 6 bobinas con un peso promedio 974kg.

El área de cada rollo es de cada rollo se obtiene de calcular mediante la siguiente formula

$$A = \pi r^2$$

$$A = (3,14) (0,6)^2 = 1,13\text{m}^2$$

$$V = \pi r^2 h$$

$$V = (3,14) (0,6)^2 (0,6) = 1,19\text{m}^3$$

##### Plataformas

Las plataformas de papel que ingresan a la almacenara llegan previamente embalada y en pallets con un peso cada una de 560.0 kg y una altura de 2.10 m y se estiba verticalmente con máximo dos con una altura total de 4,20m.

$$A = 1,2 \times 1 = 1,2\text{m}^2$$

$$V = 1,2 \times 2,10 = 2,52\text{m}^3$$

##### Aglomerados de madera

Los aglomerados que se almacenan llegan embalados y con medidas estándar, peso variable y se estiba verticalmente un máximo de seis con una altura total de 4,2m con un peso promedio de 1883,63kg, en la tabla 15 se puede observar los datos obtenidos.

$$A = 2,15 \times 2,44 = 5,24\text{m}^2$$

$$V = 5,24 \times 0,70 = 3,67\text{m}^3$$

### 2.4. ANÁLISIS DE LOS MEDIOS DE ALMACENAMIENTO Y EQUIPOS DE TRANSPORTE INTERNO

En la siguiente tabla se muestra las dimensiones de los pallets de intercambio utilizados en las bodegas de la empresa, los sacos y las plataformas de resmas se apilan en pallets con las siguientes características.

##### Característica del pallet de intercambio.

**Tabla 3.** Dimensiones de pallet de intercambio

Medio unitarizador	Dimensiones(mm)			Capacidad (tonelada)		
	Largo	Ancho	Alto	Peso	Dinámica	Estática
PALETA DE INTERCAMBIO	1200	1000	145	20kg	1	4

### Características técnicas de los equipos de transporte

En la actualidad existen diferentes equipos de transporte ya que estos responden a la necesidad de manipular grandes volúmenes de mercancías en un reducido tiempo. En general poseen una amplia movilidad, lo que les permite también trasladarse horizontalmente, liberando el trabajo manual y aumentando la productividad.

#### Gráfica 4. Características de los montacargas de cuchillas y clamp.

Montacargas de cuchillas	
Modelo: TOYOTA 5FD80, SN 10034, 2000 y TOYOTA 02-6PDU35, SN 60457, 2000	
Carga: de 1800 a 3600 Kg de capacidad.	Modelo motor: 1FZ-E
Longitud de las horquillas: de 1,20 m.	Rendimiento: Motor 63 KW
Velocidad: Hasta 24 Km/h en vacío.	Centro de gravedad: 600 mm
Anchura total: 1450 cm.	Tipo de transmisión: W
Neumático Estándar: L4	Peso neto: Tara 6.64 t
Altura construcción: 2285 mm	Elevar con/sin carga: 0,44/0,48
Radio de viraje: 2.76 m	Bajar con/sin carga: 0.5
Altura de elevación con carga máx.: 4.3 m	Capacidad máx. pend: 34 %
Montacargas Clamp	
Modelo: TOYOTA 62-6fidu35 SN 80261, 2000	
Apertura de ganchos de 1,50 m.	
Velocidad: Hasta 30 Km/h en vacío.	
Anchura total: 1600 cm.	
Neumático Estándar: L4	
Altura construcción: 2100 mm	
Altura de elevación con carga máx.: 7 m	

## 2.5. INDICADORES DE APROVECHAMIENTO DEL ESPACIO DE ALMACENAMIENTO

### BODEGA 1

#### Indicadores cuantitativos

**Área total (At).** Es el producto de multiplicar el largo por el ancho del almacén.

$$At = L * A$$

$$At = 24m * 20m$$

$$At = 480m^2$$

**Área útil (Au).** Es la sumatoria de los espacios ocupados por los productos y su tecnología; incluye los espacios operacionales, exceptuando los pasillos de trabajo.

$$Au = \sum_{i=1}^n A1 + A2 + \dots + An = (a1 \cdot l1 + a2 \cdot l2 + \dots + an \cdot ln)$$

$$Au = 11x4(1mx1,20m) + 11x2(1mx1,20m) + 9x2(1mx1,20m) + 11x4(1mx1,20m) = 153,6m^2$$

**Volumen total (Vt).** Es el producto de multiplicar el área total por la altura de puntal del almacén.

$$Vt = At * Hp$$

$$Vt = 480m^2 * 10m = 4800 m^3$$

**Volumen útil (Vu).** Es la suma de los resultados de multiplicar cada área útil por la altura de estiba de cada tipo tecnológico del almacén.

$$Vu = \sum_{i=1}^n Vi = V1 + V2 + \dots + Vn = (a1 \cdot h1 + a2 \cdot h2 + \dots + an \cdot hn)$$

$$Vu = (52,8m^2x4,831m) + (26,4m^2x4,967m) + (21,6m^2x4,315m) + (52,8m^2x3,998m) = 690,06m^3$$

#### Indicadores cualitativos

##### Coefficiente de aprovechamiento de área (kat)

$$H = 10 - 2,50 = 7,50m$$

$$At = 20x24 = 480m^2 - 80m^2 = 400m^2$$

$$Vt = AtxH = 400m^2x7,50m = 3000m^3$$

$$Au = 11x4(1mx1,20m) + 11x2(1mx1,20m) + 9x2(1mx1,20m) + 11x4(1mx1,20m) = 153,6m^2$$

$$Vu = (52,8m^2x4,831m) + (26,4m^2x4,967m) + (21,6m^2x4,315m) + (52,8m^2x3,998m) = 690,06m^3$$

$$Kat = \frac{Au}{At} x 100(\%)$$

$$Kat = \frac{153,6m^2}{400m^2} x 100(\%) = 38,4\%$$

Como podemos observar se considera un buen aprovechamiento de área cuando **Kat** > 60% pero con lo obtenido el resultado es muy bajo lo que quiere decir que no se hace un buen uso del área de la bodega.

##### Coefficiente de aprovechamiento de altura (kh)

$$Hu = (P - 2,50) = 7,50 m \quad Hu: \text{Altura desde el piso al techo}$$

$$Ha = 4,071m \quad Ha: \text{Altura Promedio (m)}$$

$$Kh = \frac{Ha}{Hu} * 100$$

$$Kh = \frac{4,071m}{7,50m} * 100 = 54,28\%$$

Se considera un buen aprovechamiento de altura cuando **Kh** > 70% es (bueno), pero con lo obtenido se puede decir que en la empresa no se está aprovechando la altura eficientemente.

##### Coefficiente de aprovechamiento de volumen (kv)

$$Kv = \frac{Vu}{Vt} * 100$$

$$Kv = \frac{690,06m^3}{3000m^3} * 100 = 23\%$$

Un buen aprovechamiento de volumen esta entre los rangos de 30% y 40% pero con lo obtenido nos que indica que no se está aprovechando de una manera adecuada el volumen del almacén.

### BODEGA 2

#### Indicadores cuantitativos

**Área total (At).** Es el producto de multiplicar el largo (L) por el ancho (A) de una instalación dedicada al proceso de almacenamiento.

$$At = L * A$$

$$At = 60 * 20$$

$$At = 1200m^2$$

**Área útil (Au).** Es la sumatoria de los espacios ocupados por los productos y su tecnología; incluye los espacios operacionales, exceptuando los pasillos de trabajo.  
 $Au = \sum_{i=1}^n A1 + A2 + \dots + An = (a1 \cdot l1 + a2 \cdot l2 + \dots + an \cdot ln)$

#### Bobinas de papel

$$Au = 39(1,272m) + 26(1,272m) + 26(1,272m) + 26(1,272m) + 26(1,272m) + 13(1,272) = 153,6m^2$$

#### Plataformas

$$Au = 44(1,2m) + 14(1,2m) + 18(1,2m) + 14(1,2m) + 52(1,2m) + 52(1,2) + 44(1,2) = 288,00m^2$$

#### Aglomerados

$$Au = 4(5,246m) + 5(5,246m) + 5(5,246m) = 73,44m^2$$

**Volumen total (Vt).** Es el producto de multiplicar el área total por la altura de puntal del almacén.

$$Vt = At \cdot Hp$$

$$Vt = 1200m^2 \cdot 9m = 10800m^3$$

#### Volumen útil (Vu)

**Tabla 3.** Resultados de Au, Hu, Vu

Bodega 2	Au(m <sup>2</sup> )	Ha(m)	Vu(m <sup>3</sup> )
Rollo	198,43	6,29	1249,5
Plataformas	288,00	3,95	1146,5
Aglomerados	73,44	3,4	248,13
<b>Total</b>	<b>559,87</b>	<b>4,54</b>	<b>2644,13</b>

#### Indicadores cualitativos

##### Coefficiente de aprovechamiento de área (kat)

$$Kat = \frac{Au}{At} \times 100(\%)$$

$$Kat = \frac{559,87m^2}{1130m^2} \times 100(\%) = 49,54 \%$$

Se puede observar se considera un buen aprovechamiento de área cuando  $Kat > 60\%$  pero es bajo lo que quiere decir que no se hace un buen aprovechamiento del área de la bodega.

##### Coefficiente de aprovechamiento de altura (kh)

$$Hu = (P-2,50) = 6,50 \text{ m} \quad Hu: \text{Altura desde el piso al techo.}$$

$$Ha = 4,54m \quad Ha: \text{Altura Promedio (m)}$$

$$Kh = \frac{Ha}{Hu} \times 100$$

$$Kh = \frac{4,54m}{6,50m} \times 100 = 69,84\%$$

Se considera un buen aprovechamiento de altura cuando  $Kh > 70\%$  es (bueno), el resultado que tenemos es que la empresa está por alcanzar ese coeficiente la altura de la bodega y que es provechoso.

##### Coefficiente de aprovechamiento de volumen (kv)

$$Kv = \frac{Vu}{Vt} \times 100$$

$$Kv = \frac{2644,13m^3}{7345m^3} \times 100 = 36\%$$

Está considerado que un buen aprovechamiento de volumen esta entre los rangos de 30% y 40% con lo obtenido indica que se está aprovechando de una manera adecuada el volumen del almacén, pero aun es necesario mejorar

## 2.6. ANÁLISIS BALANCE DEMANDA - CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO

Cuando se trata de almacenes existentes se emplea el procedimiento del balance demanda capacidad de almacenamiento con el objetivo de determinar posibles subutilizaciones de las capacidades, que pueden ser resueltos en primer lugar con la introducción de medidas técnico-organizativas y de no ser suficiente, con el incremento de nuevas capacidades.

**Tabla 4.** Cálculo de la demanda neta

BODEGA 1 y BODEGA 2	Producto	Circulación toneladas/año	Norma de inventario	Coefficiente de rotación	Existencia media (Tn)	Factor de conversión (Tn/m <sup>3</sup> )	Demanda neta (m <sup>3</sup> )
	1	2	3	) = 365 / (3)	5) = (2) / (4)	6	7) = (5) / (6)
Carga fraccionada	Sacos de almidón	108000,00	1	365	296	1,52	193,8
Carga unitaria	Rollos de papel	299975,84	1	365	822	1,52	538,2
Carga unitaria	Plataformas de papel	191876	1	365	526	1,52	344,2
Carga unitaria	Aglomerados de madera	58927,1	1	365	161	1,52	105,7
<b>Total</b>		<b>658778,94</b>	<b>1</b>				<b>1181,9</b>

### Determinación del balance demanda - capacidad de almacenamiento (BDCA)

Como se puede apreciar en la tabla 24 el resultado del balance demanda - capacidad de almacenamiento (BDCA) se evidencia una pequeña subutilización de las capacidades en la bodega 1, mientras tanto la bodega 2 según lo obtenido hay un déficit de capacidad de volumen.

**Tabla 5.** Balance demanda- capacidad de almacenamiento (BDCA)

	Forma de	Volumen total	Kv	Capacidad	Demanda neta	Subutilizado	Deficit
--	----------	---------------	----	-----------	--------------	--------------	---------

	BOD EGA S	almacenamiento	de almacenamiento (m3)		d real o volumen útil (m3)	según forma de almacenamiento (m3)		o (D<E) (M3)	(D>E) (M3)
		1	2	3	4=2 X3	5		6=5-4	7=5-4
BOD EGA 1	Sacos de almidón	Masiva	900	0,23	207	193,8	-13,2	3,2	
BOD EGA 2	Rollos de papel	Masiva	934,15	0,36	336,294	538,2	201,9	01,9	
	Plataformas de papel	Masiva	1134		408,24	344,2	-64,0		
	Aglomerados de madera	Masiva	341,31		122,8716	105,7	-17,2		

La demanda de rollos de papel es más grande a lo requerido cada año y es por eso que se puede evidenciar en temporadas altas no hay suficiente capacidad y la mercadería se queda sin descargar o se la acomoda en otras áreas que nos destinamos para las mismas.

Para poder conocer cuántos rollos son los que se quedan sin espacio de almacenamiento se debe hacer el siguiente cálculo, para conocer el volumen de la mercadería en este caso el rollo tiene un volumen de  $1,19m^3$  y se multiplica por el coeficiente de aprovechamiento de volumen  $K_v$  0,36. El volumen obtenido de la multiplicación entonces es de  $0,42m^3$ , para obtener la cantidad de rollos que necesitan espacio, el volumen del déficit se divide por el volumen real ocupado por la mercadería  $(201,9/0,42) = 480$  rollos.

### 3. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE MATERIALES

#### 3.1 ESQUEMA DE CARGA

Se aprovechará todo el medio respetando que los sacos no sobresalgan más de 0.025m por cada lado. Con la capacidad estática de la paleta (4 toneladas) no se podrá exceder la capacidad de carga de la misma, ni la altura permisible.

Tabla 6. Calculo cantidad de sacos a ubicar en PI

Cantidad de sacos a ubicados sobre PI		Unidad
Pc	4*36	144 sacos

Camadas		Unidad
Camada base	4x4 sacos	1 camadas
Total, camadas	6500mm/180mm	36 camadas

Peso bruto de los sacos		Unidad
Pcu = (144) x (25)	3600	Kg

Total, Kg		Unidad
3600Kg + 20Kg	3620	Kg

Calculo de peso de PI vs capacidad estática		Unidad
Wm	3600	kg/PI
$(3600) + (20) < 4000$		SI CUMPLE

#### 3.2 CÁLCULOS PARA LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO EN BODEGA 1

Con la información fijada antes sobre la bodega 1, para conocer la cantidad de pallets que se necesitan para ocupar el área útil se debe proceder a realizar el siguiente calculo.

$$C_{pi} = A_b / A_p$$

$$C_{pi} = 400m^2 / 1,2m^2 = 333,33 = 333 \text{ pallets}$$

En la empresa actualmente solo cuentan con 80 pallets en buen estado lo que quiere decir que hay un déficit de 253 de este medio de almacenaje y es por eso que los operadores utilizan cartones o plásticos como bases para el apilamiento, pero es necesario la incorporación de más pallets para seguir evitando problemas como el deterioro del producto por humedad el cual la empresa debe cubrir los gastos por el daño de mercadería.

##### 3.2.1. Capacidad estática de almacenamiento

Se pudo calcular anteriormente la cantidad adecuada de sacos por camada para ubicar en el pallet que es de 4 sacos, cada pallet estaría conformado de 36 camadas en un total de 144 sacos, se sabe que cada saco tiene un peso de 25kg, entonces la capacidad total del pallet es de 3600kg.

Si la capacidad total de pallets que se puede almacenar en la bodega es de 333 PI se puede decir que la capacidad máxima de almacenamiento será:

$$CA = Pcu \times Cpi$$

$$CA = (3,6TM \times 333Pi) = \mathbf{1198,8 \text{ Toneladas}}$$

Concluyendo se puede decir que la bodega tendrá una capacidad de almacenamiento estática referencial de 1198,8TM en cuanto al almacenamiento de sacos de almidón ya que dependería si se almacena otras mercaderías de diferente volumen y peso.

### 3.3. CÁLCULO PARA LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO EN BODEGA 2

#### 3.3.1. Capacidad de almacenaje

Si en la bodega 2 se decide paletizar totalmente la mercadería, conocer la cantidad de pallets que se necesitan para ocupar el área útil se debe proceder a realizar el siguiente cálculo.

$$Cpi = Ab/Ap$$

$$Cpi = 990m^2/1,2m^2 = \mathbf{825 \text{ pallets}}$$

En el caso de los rollos de papel y aglomerados de madera que llegan unitarizadas a la almacenera con diferentes dimensiones, se procede a calcular cuántos rollos y aglomerados entrarían dependiendo de la mercadería.

#### Rollos de papel

$$\text{Área del rollo de papel} = 1,13m^2$$

$$Cr = Ab/Ar$$

$$Cr = 400m^2/1,13m^2$$

$$Cr = 353,98 = 356 \text{ rollos}$$

Los rollos de papel se apilan verticalmente y se coloca una columna de 6 rollos eso quiere decir que la capacidad de almacenaje de la bodega es de 2136 rollos de papel.

#### Aglomerados de madera

$$\text{Área de aglomerados} = 5,24m^2$$

$$Cag = 400m^2/5,24m^2 = 76,33 = 76 \text{ aglomerados}$$

Los aglomerados de madera se ubican verticalmente y se colocan de 6 aglomerados eso quiere decir que la capacidad de almacenaje de la bodega es de 456 aglomerados.

#### Plataformas

Las plataformas de resmas se ubican verticalmente y se colocan en una columna de dos lo que quiere decir que la capacidad de almacenaje de la bodega es 825 pallets x 2 = 1650 pallets.

### 3.3.2. Capacidad estática de almacenamiento

Dentro de la bodega 2 se almacena diferentes mercaderías en forma unitarizada y para conocer la capacidad de almacenamiento se debe calcular para cada mercadería ya que la capacidad va a variar por las características de las mismas.

#### Rollos de papel

Un rollo de papel tiene un peso promedio de 974kg y la capacidad total de rollos es de 2136 rollos, se puede decir que la capacidad máxima de almacenamiento solo para rollos es de:

$$CA = Pcu \times Cr$$

$$CA = 2136 \times 974 = 2080464 \text{ kg} = \mathbf{2080,464 \text{ Toneladas}}$$

#### Aglomerados de madera

Los aglomerados de madera tienen un peso promedio de 1883,63kg y la capacidad total de aglomerados es de 456 aglomerados, entonces se puede decir que la capacidad máxima de almacenamiento solo aglomerados es de:

$$CA = Pcu \times Cag$$

$$CA = 1883,63 \times 456 = 858935,28 \text{ kg} = \mathbf{858,94 \text{ Toneladas}}$$

#### Plataformas

Las plataformas de resmas de papel tienen un peso de 560 kg y la capacidad total de plataformas en pallets es de 1650 pallets, entonces se puede decir que la capacidad máxima de almacenamiento solo para plataformas en pallets es de:

$$CA = Pcu \times Cpi$$

$$CA = 560 \times 1650 = 934000 \text{ kg} = \mathbf{924 \text{ Toneladas}}$$

### Factor de apilamiento máximo de las mercaderías

A continuación, se presenta una tabla de apilamiento que se hizo con el objeto de comparar si la propuesta hecha no sobrepasa con lo estipulado en las normas de las empresas fabricantes y el manual de seguridad en el manejo y almacenamiento de materias primas y producto acabado en la industria papelera.

**Tabla 7.** Factor de apilamiento

Factor de apilamiento	Máximo	Propuesta
Rollos de papel estándar	8	6
Plataformas	4	3
Aglomerados	10	8

### 3.4. DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN FÍSICA DE LAS BODEGAS

Para realizar esta propuesta se tomó en cuenta las necesidades de las bodegas, la forma adecuada de estibar las mercaderías en los pallets tratando de aprovechar al máximo

las capacidades del almacén, además señala (Velásquez, 2012) que se debe tomar en cuenta lo siguiente:

1. Clasificación y óptima distribución en planta de los productos, lo cual debe garantizar su fácil acceso a los productos de mayor rotación para su rápido y ágil despacho
2. Orientación central y longitudinal del pasillo de trabajo buscando el mayor aprovechamiento de los recorridos de los equipos transporte y optimización espacial.
3. Proteger al producto contra riesgos potenciales y/o ambientales.
4. No ubicar productos directamente sobre el piso para evitar la humedad, polvo y otros riesgos.
5. Cumplir normas de almacenaje (generales y específicas), reglas de protección contra incendios y otras de SHO. Aislando los productos como pinturas evitando riesgos.

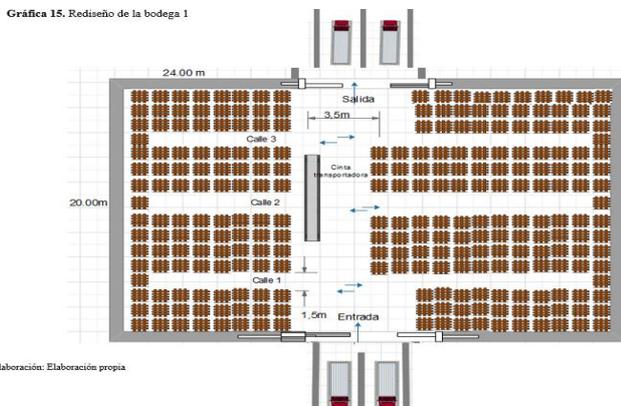
Otras acciones por tomar

- Pintar el suelo de modo que se señalice las áreas de recepción, almacenaje y despacho, así como se proyecten los pasillos de trabajo. (señalética)
- Para compensar los problemas existentes con la iluminación dentro del almacén con un mínimo de gastos se recomienda la utilización de tejas translúcidas o aumento de luminarias.
- Implementar la automatización de la información del almacén.

### 3.4.1. Propuesta de diseño de Bodega 1

A continuación, se presenta en la gráfica 5 el diseño de la distribución en planta bodega 1, en la que se incluye la propuesta antes hecha y se puede evidenciar las mejoras que hay en ella como adicional una puerta de salida para que el flujo de las mercaderías sea más ordenado como también el uso de pallets en toda la bodega.

Gráfica 5. Propuesta de diseño de bodega 1



### 3.4.2. Propuesta de diseño de Bodega 2

Para poder realizar un mejor diseño se utilizó un complemento de Excel CRAFT para el mejoramiento de las

distribuciones físicas y es reducir al mínimo el costo total de transporte de una distribución y se aplicó un principio de ubicación por popularidad para poder ubicar las mercaderías dependiendo de su número de requerimiento en el almacén.

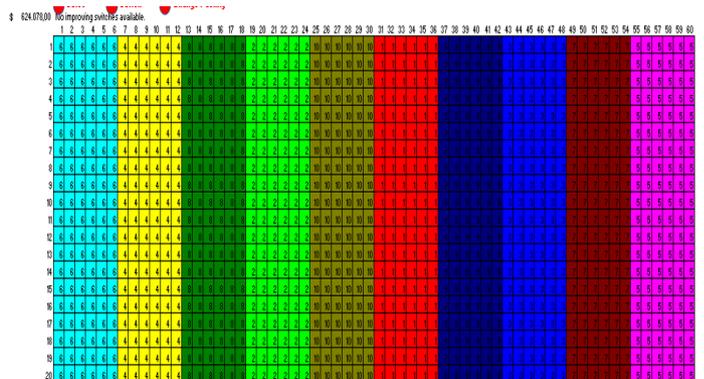
Luego ya de haber corrido el programa nos genera un nuevo diseño de distribución y a la derecha del diseño aparece un resumen de los cambios realizados durante el proceso es una tabla de iteraciones realizadas para encontrar la solución más óptima teniendo en cuenta reducir al mínimo el costo total de transporte de una distribución, como se ve en la siguiente ilustración, que de un costo inicial de 980694,00 con la propuesta se mejora el costo total de transporte a 624078,00.

Gráfica 1. Tabla de iteraciones entre las diferentes áreas y la mejora del costo total de transporte.

Init. Cost		Iterations:	
Index	Init. Seq.	Iter.	Type Action Cost
1	1	1	Switc 1 and 9 \$ 771.479,25
2	2	2	Switc 5 and 10 \$ 704.311,00
3	3	3	Switc 2 and 6 \$ 681.136,56
4	4	4	Switc 1 and 4 \$ 662.117,00
5	5	5	Switc 7 and 9 \$ 643.097,50
6	6	6	Switc 1 and 2 \$ 640.720,06
7	7	7	Switc 6 and 7 \$ 638.342,63
8	8	8	Switc 7 and 8 \$ 635.365,19
9	9	9	Switc 3 and 8 \$ 633.587,75
10	10	10	Switc 3 and 4 \$ 628.832,88
		11	Switc 3 and 7 \$ 624.078,00

Como resultado de haber corrido el programa genera un nuevo diseño de distribución de las áreas como se muestra en el anexo 10; esto es el resultado de las diferentes iteraciones, la cual optimiza los costos totales de transporte. Además, se puede decir que el cambio no es significativo para la bodega, ya que en sus áreas se destinan diferentes artículos debido a que no están definidas.

Gráfica 6. Solución final de CRAFT luego de varias iteraciones en áreas



## 3.5. ANÁLISIS DE LAS ROTACIONES EN LAS BODEGAS

En un periodo amplio que cubra las variaciones estacionales las rotaciones sobre entradas deben ser similares a las rotaciones sobre las salidas; es decir, las entradas deben ser

iguales o similares a las salidas. Para facilitar el cálculo se utilizan las entradas, ya que el número de movimiento es menor. (Mauleón, 2014)

El índice de rotación es mayor en las mercaderías de tipo A que en las mercaderías de tipo C debido a que el lote mínimo de los artículos A permanecen en la almacenera de 7 a 15 días y el mínimo de artículos C permanecen hasta más de 1 mes en almacén.

Para poder obtener la información requerida se debió ordenar una base de datos desorganizada en Excel ya que el área de almacenera no lleva información de las bodegas si no una información general de todas las bodegas cubiertas y no cubiertas.

**Tabla 7.** Evolución mensual completa: entrada, stock, salidas bodega 1

BODEGA 1	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Total	Media
Entrada (tons)	1097,64	1109	1154	1001,23	1000	989	1023	1189	1176	1123	1001	1056	12918,87	1056
Stock (tons)	431	389	412	398	376	387	397	444	421	401	427	416		408,25
Salida (tons)	1051,12	1121	1130	109,23	1000	978,97	1010,29	1129	1156	1101	1000	1012	10819,64	901,63666

**Tabla 8.** Evolución mensual completa: entrada, stock, salidas bodega 2

BODEGA 2	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Total	Media
Entrada (tons)	6050,88	6278	6456,3	5992	5967	5998	6237	6321,21	6212,67	6378,12	6287,32	6423,16	74601,66	6216,805
Stock (tons)	1427,14	1478,34	1523,21	1453	1413,45	1427	1445,23	1452,21	1423,31	1422,1	1437	1528		1452,50
Salida (tons)	6020,58	6298	6499,3	6092	5923	5999	6189	6297,67	6289,1	6212,17	6256,2	6414,16	74490,18	6207,515

En las siguientes gráficas se observa que hay pequeñas fluctuaciones en entrada y salida en los meses de temporada alta y que el stock se mantiene.

**Gráfica 7.** Fluctuación comparada entre entradas, salidas y stock- bodega 1



**Gráfica 8.** Fluctuación comparada entre entradas, salidas y stock- bodega 2



### 5.6. PRINCIPIO DE LA POPULARIDAD

Este principio según el autor se basa en la idea de que normalmente una pequeña gama de productos representa la mayor parte del volumen de manipulación en un almacén, independiente de su valor o importancia para la venta, mientras que el resto de los productos (posiblemente entre un 60 u 80%), apenas representa un 20% del total de manipulaciones (Anaya, 2007).

Es por eso por lo que se sugiere un sistema de localización eficaz disminuya los espacios recorridos al efectuar la selección de pedidos y para identificar estos productos populares de mayor actividad se utilizó el análisis ABC, se pidió al coordinador de almacenera el historial de un año de las mercaderías que ingresaron a la almacenera.

**Tabla 9.** Análisis ABC Popularidad.

	PRODUCTO	Número de pedidos al año	Acumulado	% Actividad	Frecuencia	Clasificación
2	ROLLOS	D	100121	40,24%	Diaría	A
	AGLOMERADOS	C	65361	26,27%	Semanal	B
	PLATAFORMAS	F	52491	21,10%	Semanal	
	NEUMATICOS	E	30807	12%	Mensual	C

### 5.11. Rediseño del layout para la ubicación de existencias bodega 2

La tabla se muestra el espacio requerido por cada mercadería para realizar el rediseño.

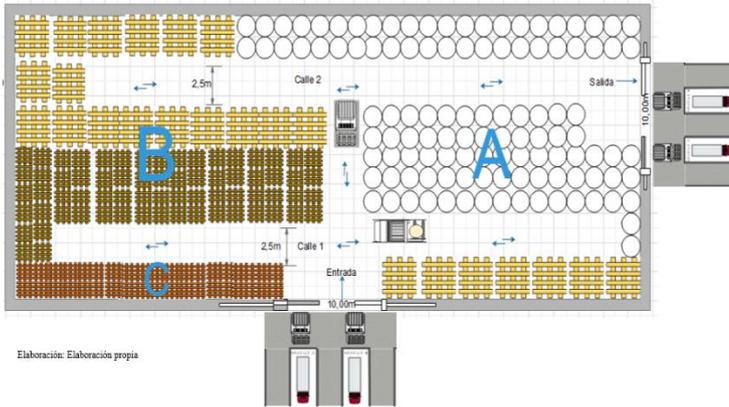
**Tabla 10.** Espacio requerido por cada producto

	PRODUCTO	% Actividad	Espacio requerido m <sup>3</sup>
	ROLLOS	40,24%	934,15
	AGLOMERADOS	26,27%	341,31
	PLATAFORMAS	21,10%	1134
	NEUMATICOS	12%	216

Con la información del espacio requerido podemos proceder a realizar el rediseño del layout para la bodega 2, en la siguiente gráfica 25 se puede ver que en el nuevo diseño hay una diferente localización, además, que cuenta con una puerta de entrada y otra de salida, que por temas de reducción de la congestión en las cargas y descargas como también por seguridad se debe contar con dos puertas, la cual hace eficaz el flujo de las mercancías y ubicación

dependiendo el tipo de artículo A, B, o C, lo cual minimiza los espacios recorridos, el flujo del material y el orden dentro de la bodega.

**Gráfica 9.** Rediseño de la distribución de las mercancías dentro de la bodega 2



## 6. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

Antes de pasar a la implementación de las medidas propuestas se requiere evaluar sus resultados para ver la factibilidad de las mismas con la utilización de la nueva tecnología de almacenamiento.

### 6.1. Cálculos del coeficiente de aprovechamiento Bodega 1

#### Coeficiente de aprovechamiento de área (kat)

$$H = 10 - 2,50 = 7,50\text{m}$$

$$A_t = 20 \times 24 = 480\text{m}^2 - 80\text{m}^2 = 400\text{m}^2$$

$$V_t = A_t \times H = 400\text{m}^2 \times 7,50\text{m} = 3000\text{m}^3$$

$$A_u = 14 \times 4(1\text{m} \times 1,20\text{m}) + 14 \times 3(1\text{m} \times 1,20\text{m}) + 14 \times 3(1\text{m} \times 1,20\text{m}) + 14 \times 4(1\text{m} \times 1,20\text{m})$$

$$= 67,2\text{m}^2 + 50,4\text{m}^2 + 50,4\text{m}^2 + 67,2\text{m}^2 = 235,2\text{m}^2$$

$$V_u = (67,2\text{m}^2 \times 6,50\text{m}) + (50,4\text{m}^2 \times 6,50\text{m}) + (50,4\text{m}^2 \times 6,50\text{m}) + (67,2\text{m}^2 \times 6,50\text{m}) = 1528,8\text{m}^3$$

$$K_{at} = \frac{A_u}{A_t} \times 100(\%)$$

$$K_{at} = \frac{235,2\text{m}^2}{400\text{m}^2} \times 100(\%) = 58,8\%$$

Como podemos observar se considera un buen aprovechamiento de área cuando  $K_{at} > 60\%$  esto indica que hay mejora y este pronto a cumplir el indicador, pero la bodega utiliza casi un área de las cuatro por cuestión de la cinta transportadora es por eso por lo que se subutiliza las capacidades de misma.

La mejora de la propuesta vs la anterior logra aumentar el aprovechamiento de área considerablemente de un 38,4% a un 58,8%.

#### Coeficiente de aprovechamiento de altura (kh)

$$H_u = (P - 2,50) = 7,50\text{m}$$

$$H_a = 6,50\text{m} \quad H_a: \text{Altura Promedio (m)}$$

$$K_h = \frac{H_a}{H_u} \times 100$$

$$K_h = \frac{6,50\text{m}}{7,50\text{m}} \times 100 = 86,6\%$$

Se considera un buen aprovechamiento de altura cuando  $K_h > 70\%$  es (bueno), lo obtenido por la propuesta es evidentemente muy bueno pasando de un 54,28% a 86,6%. Si se ubican los sacos de almidón de acuerdo con lo especificado se aprovechará notablemente el espacio, siempre y cuando teniendo cuidado en el momento de apilar.

#### Coeficiente de aprovechamiento de volumen (kv)

$$K_v = \frac{V_u}{V_t} \times 100$$

$$K_v = \frac{1528,8\text{m}^3}{3000\text{m}^3} \times 100 = 50,96\%$$

Está considerado que un buen aprovechamiento de volumen esta entre los rangos de 30% y 40% con lo obtenido indica que se aprovechará de una manera adecuada el volumen del almacén pasando de 23% a un 50,96%.

**Tabla 11.** Cuadro de resumen de resultados aprovechamiento espacial Bodega 1

Indicador	Layout antes	Propuesta Layout	Incremento
Coeficiente de aprovechamiento de área	38,4%	58,8%	20,4%
Coeficiente de aprovechamiento de altura	54,28%	86,6%	32,32%
Coeficiente de aprovechamiento del volumen	23%	50,96%	27,93%

### 6.2. Cálculos del coeficiente de aprovechamiento Bodega 2

#### Coeficiente de aprovechamiento de área (kat)

$$K_{at} = \frac{A_u}{A_t} \times 100(\%)$$

$$K_{at} = \frac{736,698\text{m}^2}{990\text{m}^2} \times 100(\%) = 74,41\%$$

Se puede observar se considera un buen aprovechamiento de área cuando  $K_{at} > 60\%$  y el resultado obtenido es favorecedor llegando de un 49,11 % a un 74,41% lo que quiere decir se hará un buen aprovechamiento del área de la empresa.

**Coefficiente de aprovechamiento de altura (kh)**

$H_u=(P-2,50) = 6,50 \text{ m}$      $H_u$ : Altura desde el piso al techo.

$H_a=4,93\text{m}$      $H_a$ : Altura Promedio (m)

$$Kh = \frac{H_a}{H_u} * 100$$

$$Kh = \frac{4,93\text{m}}{6,50\text{m}} * 100 = 75,84\%$$

Se considera un buen aprovechamiento de altura cuando  $Kh > 70\%$  es (bueno), el resultado que tenemos es muy provechoso si se hace uso de la altura bajo ese promedio, obteniendo 75,84 % vs el anterior 69,84% que es bueno.

**Coefficiente de aprovechamiento de volumen (kv)**

$$Kv = \frac{V_u}{V_t} * 100$$

$$Kv = \frac{3640,6\text{m}^3}{6435\text{m}^3} * 100 = 56,57\%$$

Está considerado que un buen aprovechamiento de volumen esta entre los rangos de 30% y 40% obtenido anteriormente 36% y ahora 56,57%.

A continuación, en la tabla 12 se muestra el resumen de resultados de aprovechamiento espacio cuadro comparativo donde se detalla el incremento eficiente del espacio con la nueva propuesta de Layout

**Tabla 12.** Cuadro de resumen de resultados aprovechamiento espacial Bodega 2

Indicador	Layout antes	Propuesta Layout	Incremento
Coefficiente de aprovechamiento de área	49,11%	74,41%	25,3%
Coefficiente de aprovechamiento de altura	69,84%	75,84%	6%
Coefficiente de aprovechamiento del volumen	36%	56,57%	20,57%

Con lo obtenido nos indica que con las mejoras propuestas se aprovechará aún mejor el área, altura y volumen de la bodega 2 y se podrá evitar los problemas de espacio en las temporadas altas.

Con la nueva propuesta de Layout se estableció las áreas optimas a ubicar dependiendo el tipo de mercadería y de acuerdo con los requerimientos de espacio como se estableció en el análisis ABC y por ende existe un incremento de los índices KPI de aprovechamiento del espacio.

**7. CONCLUSIONES:**

1. La literatura consultada como base teórica sirvió de sustento al presente trabajo como es la logística de almacenes, las resoluciones existentes de la empresa y los procedimientos para el diagnóstico y mejoramiento de la logística en almacenes, contribuyendo a entender las necesidades de las bodegas objeto de estudio.

2. En el análisis inicial de las bodegas se determinó lo siguiente:

- Al aplicar el diagrama de causa-efecto se esquematizó las causas que influyen en el problema de la ineficiencia de almacenaje manejo de las mercancías.
- Se estableció el grado de masividad para la bodega 1 y 2, siendo este indicador mayor a 1,5; es decir es almacenamiento masivo con estiba directa y con pallet de intercambio o en el caso de las bobinas apilado directamente en el piso.
- Se determinó que el esquema de carga llevado en la bodega 1 no cumple ya que sobrepasan con la capacidad estática del pallet y los problemas del apilando directamente en el piso.
- Se realizó un análisis los indicadores de aprovechamiento de espacio y el balance demanda – capacidad de almacenaje (BDCA) obteniendo las deficiencias de las bodegas.

3. El diseño propuesto minimiza el costo total de manipulación mediante un intercambio óptimo entre el espacio y el manejo de materiales, logrando que la empresa optimice sus recursos disponibles y evite los cuellos de botellas en sus actividades de carga y descarga. Para aprovechar los espacios de las bodegas se propone una nueva distribución, logrando maximizar los espacios disponibles, realizando una mejor ubicación de las mercaderías, reduciendo las distancias a recorrer, lo cual demuestra un aprovechamiento significativo de las instalaciones sin la necesidad de hacer una modificación física a las bodegas.

- Para la bodega 1 aplicando mejoras en el esquema de carga, medios de almacenamiento y ubicación, los indicadores de eficiencia  $Kv$  incrementaron como se indica a continuación:  $Kat$  de 38,4% a 58,8 % obtenido un incremento de 20,4%, el  $Kh$  de 54,28% a 86,6% obteniendo un incremento de 32,32% y el  $Kv$  de 23% a 50,96% obteniendo un incremento de 27,93%
- Para la bodega 2 se propone una nueva distribución con la utilización del software CRAFT, el principio de popularidad y el análisis ABC; los indicadores de eficiencia  $Kv$  incrementaron como se indica a continuación:  $Kat$  de 49,11% a 74,41% obtenido un incremento de 25,3%, el  $Kh$  de 69,84% a 75,84% obteniendo un incremento de 6% y el por último  $Kv$  de 36% a 56,57% obteniendo un incremento de 20,57%.

**8. RECOMENDACIONES:**

- ✓ Establecer un plan de mantenimiento preventivo del equipo de transporte de las bodegas para evitar problemas como los que se incurre en la empresa obligando a parar las actividades de carga y descarga por acciones correctivas de mantenimiento.
- ✓ No ubicar mercadería en las zonas de circulación del peatón o del montacargas ya que estas son

necesarias para el correcto flujo de materiales y como también para evitar riesgo a los trabajadores como lo señala en el decreto ejecutivo 2393 artículos 128, 129, 130.

- ✓ Ubicar las mercaderías a un metro de distancia del puntal de la pared por seguridad de la mercancías y trabajador.
- ✓ Se recomienda llevar un tipo de almacenaje FIFO para evitar ubicar mercaderías cerca de las que ya van a salir y reducir las manipulaciones de la mercadería ya que eso incurre costos.
- ✓ Contar con una puerta de entrada y otra de salida ya que el flujo de materiales es más óptimo y si la empresa decide hacer un rediseño a sus instalaciones reduce su problemática al momento de cargar y descargar ya que solo cuenta con una misma puerta de entrada y salida.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la vida y por guiar mi camino, a mis padres que siempre están ahí apoyándome, a mis hermanos, mis familiares, mis amigos y a todas esas personas que confiaron en mí.

A la Universidad Técnica de Norte, a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas y la Carrera de Ingeniería Industrial, por permitirme obtener mi título profesional.

Agradezco a mi tutor Msc. Ing. Yackleem Montero Santos, por su apoyo, amistad, tiempo y por compartirme sus conocimientos, a la empresa Transcomerinter Cia. Ltda. – Tulcán por permitirme la realización de este trabajo de grado.

Y a todos los profesores que me compartieron sus conocimientos para llegar a formarme como profesional.

Muchas gracias a todos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Cruz Cristina. (2010). Análisis de la gestión de almacenamiento de la bodega principal de productos terminados: caso de productos de consumo de masivo. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/11922/3/TE-SIS%20FINAL%20IMPRIMIR.pdf>

Industria Papelera. (2011). Manual de Seguridad en el Manejo y Almacenamiento de Materias Primas y Producto Acabado en la Industria Papelera. Obtenido de [http://www.minetad.gob.es/industria/observatorios/SectorPapel/Actividades/2011/FITAG-UGT,%20FSC-CCOO%20Y%20ASPAPEL/Manual\\_de\\_Seguridad\\_en\\_el\\_Manejo\\_y\\_Almacenamiento\\_de\\_Materias\\_Primas\\_y\\_Producto\\_Acabado\\_en\\_la%20Industria\\_Papelera.pdf](http://www.minetad.gob.es/industria/observatorios/SectorPapel/Actividades/2011/FITAG-UGT,%20FSC-CCOO%20Y%20ASPAPEL/Manual_de_Seguridad_en_el_Manejo_y_Almacenamiento_de_Materias_Primas_y_Producto_Acabado_en_la%20Industria_Papelera.pdf)

Actualidad Empresa. (17 de abril de 2016). SISTEMAS DE ALMACENAJE Y EVALUACIÓN ESTRATÉGICA DE PRODUCTOS. Obtenido de <http://actualidadempresa.com/sistemas-almacenaje-evaluacion-estrategica-productos/>

Anaya, J. (2011). Logística Integral la Gestión Operativa de la empresa. Madrid: ESIC.

Ballow, R. (2004). Administración de la Cadena de Sumistros. Monterrey: Pearson Educación.

Banco Mundial. (2017). El Banco Mundial. Obtenido de <http://www.competitividad.org.do/wp-content/uploads/2016/08/%C3%8Dndice-de-Desempe%C3%B1o-Log%C3%ADstico-2016.pdf>

Barbero, J. (2010). La logística de cargas en América. Banco Interamericano de desarrollo, Pp 8.

Barragán, J & Bejarano, J. (2014). Diseño Del Sistema De Almacenamiento Y Manejo De Producto Terminado En La Fábrica De Calzado Rómulo. Universidad De San Buenaventura, Pp 31- 60.

Bowersox, J; Closs J & Cooper M. (2008). Supply Chain Logistics Managements. EE.UU: McGraw-Hill.

Chiwoon, C. (2001). Design of a web-based integrated material handling. Iowa: Iowa State University.

Cravens, D & Piercy, N. (2006). Strategic marketing (international ed). New York: Mc Graw Hill.

Cruz, C. (2010). Análisis de la gestión de almacenamiento de la bodega principal de productos terminados. Guayaquil.

Ferrer Jesús. (2010). TECNICAS DE LA INVESTIGACION. Obtenido de <http://metodologia02.blogspot.com/p/tecnicas-de-la-investigacion.html>

Frazelle, E. (2001). World-class warehouseing and material handling. New York: McGraw-Hill.

Garavito, A. (2010). Sistemas de almacenamiento. Obtenido de Escuela de estudios Industriales y empresariales: <https://israelarroyos.files.wordpress.com/2014/05/sistemas-de-almacenamiento.pdf>

Gemeil, M. T., & Cabrera, B. M. (2005). Logística Tomo III. Cuba: Universitaria UPR.

Gonzalez, A. (2011). El empresario. Obtenido de <http://elempleado.mx/opinion/importancia-logistica>

Gorra, I. (2008). Mejora de la productividad industrial. Obtenido de <http://www.inti.gov.ar/sabercomo/sc63/inti7.php>

Hernández Muñoz, R. F. (2011). Libro de logística de almacenes. La Habana: Mincin.

Jensen, P. A. (2010). Operations Managment Industrial Engineering. Obtenido de [https://www.me.utexas.edu/~jensen/ORMM/omie/computation/unit/lay\\_add/lay\\_craft.html](https://www.me.utexas.edu/~jensen/ORMM/omie/computation/unit/lay_add/lay_craft.html)

Kay, M. G. (2012). Material Handling Equipment. North Carolina: North Carolina State University.

Koontz,H & Wehrich,H. (2004). Administración: una perspectiva global (12ª ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.

López, B. (2012). ingenieriaindustrialonline - Diseño y layout de los almacenes y centros de distribución. Obtenido de <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-de-almacenes/dise%C3%B1o-y-layout-de-almacenes-y-centros-de-distribuci%C3%B3n/>

Manene, L. (2012). Logistica. Transporte, Almacenaje, Manutención. Obtenido de

<https://luismiguelmanene.wordpress.com/2012/06/21/logistica-transporte-almacenaje-y-manutencion/>

Mauleón, M. (2014). Gestión de stock con excel como herramienta de análisis. Madrid: Ediciones Días Santos, S.A.

McCrea, B. (2015). Logistics Managements. Obtenido de [http://www.logisticsmgmt.com/article/warehouse\\_dc\\_management\\_adcs\\_improved\\_efficiency\\_is\\_at\\_hand](http://www.logisticsmgmt.com/article/warehouse_dc_management_adcs_improved_efficiency_is_at_hand)

Mora, L. (2010). Gestión Logística Integral. Bogotá: Ecoe Ediciones.

Ocampo, P. (2009). Gerencia Logística Global. EAN, Pp 113 - 136.

Pérez M. (2006). Almacenamiento de Materiales. Barcelona: Marge Books.

Pinzon, B. (2013). Diseño de plantas industriales. Obtenido de [http://issuu.com/roberthenaocubides/docs/modulo\\_dise\\_o\\_de\\_plantas\\_industri](http://issuu.com/roberthenaocubides/docs/modulo_dise_o_de_plantas_industri)

Revista Ekos. (2016). Ranking Empresarial 2016. Obtenido de [https://issuu.com/ekosnegocios/docs/ekos\\_268\\_final\\_baja](https://issuu.com/ekosnegocios/docs/ekos_268_final_baja)

Rivera, C. (29 de 07 de 2010). Distribución Física. Obtenido de <http://carolinariveraduque.blogspot.com/2010/07/concepto-de-distribucion-fisica.html>

Rodríguez, O. (2012). Repositorio.uho.edu.cu. Obtenido de <http://repositorio.uho.edu.cu/jspui/bitstream/uho/620/1/TEMA%20%20EMILIO%20RODR%C3%8DGUEZ%20ROJAS.pdf>

Rushton, A ; Choucher, P ; & Baker, P. (2010). The Handbook of logistics and distribution management (4ta Edición ed.). Great Britain: Kogan Page Limited.

SENAE. ( 2011). Resolución N° 0542 del Servicio Nacional de Aduana del Ecuador . Quito: Registro oficial del Ecuador.

SENPLADES. (2017). Plan Nacional de desarrollo - Toda una vida. Quito: Registro Oficial.

Torres, M. Daduna, J & Mederos, B. (2006). Tomo III. La Habana, Cuba: UPR ISBN.

Torrez, C. (2009). Metodología de la investigación. México: Pearson Education.

TRANSCOMERINTER. (2011). Contrato para el funcionamiento de las bodegas TCI. Quito: SENAE.

Velásquez, H. (2012). Repositorio.uho.edu.cu. Obtenido de <http://repositorio.uho.edu.cu/jspui/bitstream/uho/610/1/TEMA%20%2029%20HILDER%20VEL%C3%81ZQUEZ%20%20VEL%C3%81ZQUEZ%28%20TD%202012%29.pdf>