

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

"Rediseño de la Distribución de una Bodega en una Fábrica de Productos  
Plásticos"

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

Materia Integradora

Previo la obtención del Título de:

**INGENIEROS INDUSTRIALES**

Presentado por:

Ricardo Fabrizzio Luna Armijos

Julio Miguel Naranjo Fiallos

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2017

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a nuestros padres por todo el apoyo brindado durante este proceso para alcanzar una meta más en nuestra vida profesional, a nuestros maestros por guiarnos de manera correcta y siempre estar prestos a la enseñanza. A todos mis allegados por creer en nosotros.

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de la Materia Integradora corresponde exclusivamente al equipo conformado por:

Autor 1: Sr. Ricardo Fabrizzio Luna Armijos

Autor 2: Sr. Julio Miguel Naranjo Fiallos

Tutora de Materia Integradora: M.sc. Sofía A. López I.

y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) de la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.



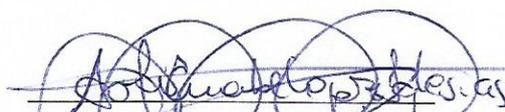
---

Sr. Ricardo Fabrizzio  
Luna Armijos  
Autor 1



---

Sr. Julio Miguel  
Naranjo Fiallos  
Autor 2



---

M.sc. Sofía A. López I.  
Tutora de Materia  
Integradora

## RESUMEN

Una empresa ecuatoriana que fabrica fundas y rollos plásticos, tienen la necesidad de reducir las horas extras de los trabajadores de la nueva bodega que se adquirió a inicios del año 2017. Los autores del presente trabajo tienen como objetivo realizar un rediseño de bodega con la finalidad de reducir la carga operativa y financiera.

En el presente trabajo se utilizó la metodología DMAIC para definir el problema y su alcance midiendo las condiciones actuales donde se obtuvo como primicia que los procedimientos de la bodega no estaban claramente definidos y los roles de cada operario no estaban definidos dentro de la bodega, así como la evidencia del sistema de almacenamiento obsoleto, el uso de herramientas como el levantamiento de procesos, estudio de tiempos, análisis ABC, simulación, método 5S, diagrama Ishikawa, entre otros.

Analizando las condiciones actuales y proponiendo mejoras de alto impacto y fácil control, se logró diseñar un nuevo tipo de almacenamiento en función del análisis ABC y, con la ayuda de la simulación se logró demostrar la reducción del tiempo en los procesos asociados a la bodega en un aproximado de 2 horas teniendo un ahorro a cinco años a valor presente neto de 27 mil dólares con una tasa del 11,25%.

Por lo tanto, se concluye diseñar la bodega en función de los movimientos de productos se logra reducir los tiempos de operación en bodega.

Palabras Clave: ABC, estudio de tiempos, simulación, logística, diferencia de medias pareadas, LUP.

## **ABSTRACT**

*An Ecuadorian company that manufactures plastic sheaths and rolls has the need to reduce the overtime of the workers of the new warehouse, which was acquired in early 2017, due to the increase in overtime pay, with which the authors of the present work have as objective to realize a redesign of warehouse with the purpose of reducing the operative and financial load. In the present work, the DMAIC methodology was used to define the problem and its scope by measuring the current conditions where it was obtained as a first step that the procedures of the warehouse were not clearly defined and the roles of each operator were not defined within the warehouse as well. Such as the evidence of the obsolete storage system, the use of tools such as process surveying, time study, ABC analysis, simulation, 5S method, Ishikawa diagram, among others. Analyzing the current conditions and proposing improvements of high impact and easy control was possible to design a new type of storage based on the ABC analysis and with the help of the simulation it was demonstrated to reduce the time in the processes associated with the winery in an approximate of 2 hours having a saving of five years at net present value of 27 thousand dollars with a rate of 11.25%. Therefore, it is concluded that the design of the winery depends on the movements of the products, it is possible to reduce the time of operation in the winery.*

*Keywords: ABC, time study, simulation, logistics, difference of paired means, OPL.*

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT .....	II
ÍNDICE GENERAL .....	III
ABREVIATURAS.....	IV
SIMBOLOGÍA .....	V
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
CAPÍTULO 1.....	1
1. Introducción .....	1
1.1. Descripción del problema .....	2
1.2. Objetivos .....	2
1.3. Marco teórico.....	3
CAPÍTULO 2.....	9
2. Metodología .....	9
2.1. Definir .....	9
2.2. Medir .....	11
2.3. Analizar .....	24
CAPÍTULO 3.....	33
3. Resultados.....	33
3.1. Implementación .....	33
3.2. Resultados .....	46
3.3. Análisis económico del proyecto .....	48
CAPÍTULO 4.....	51
4. Discusión y Conclusiones.....	51
4.1. Conclusiones.....	51
4.2. Recomendaciones.....	51
BIBLIOGRAFÍA.....	52
ANEXOS Y APÉNDICES.....	53

## **ABREVIATURAS**

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
CTQ	Critical To Quality
MP	Materia Prima
WIP	Work In Process
PT	Producto Terminado
PDPT	Proceso de Despacho de Producto Terminado
PTMP	Proceso de Traspaso de Materia Prima
PTPT	Proceso de Traspaso de Producto Terminado
SKU	Stock Keep Unit
HPDD	Hoja de Planificación Diaria de Despacho
DMAIC	Define Measure Analyse Control
SIPOC	Suppliers Inputs Processes Outputs Customers
VOC	Voice Of Customer
LUP	Lección de Un Punto
MO	Mano de Obra
CFN	Corporación Financiera Nacional
VPN	Valor Presente Neto
CAUE	Costo Anual Uniforme Equivalente

## **SIMBOLOGÍA**

Kg	Kilogramo
min	minuto
Hr	hora
m	mes
n	Tamaño de muestra
Tns	toneladas
SD	Desviación Estándar

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Gráfica de horas extras mensuales del Personal de Bodega.....	2
Figura 1.2 Metodología DMAIC .....	3
Figura 1.3 Salarios versus proporción de trabajo .....	5
Figura 1.4 Número de muestra recomendada según el tiempo de ciclo.....	8
Figura 2.1 Hoja de Registro de Tiempos .....	12
Figura 2.2 Tiempo estándar vs tiempo real .....	22
Figura 2.3 Diagrama Ishikawa .....	25
Figura 2.4 Explicación de cada letra del ABC.....	31
Figura 2.5 Análisis ABC.....	31
Figura 3.1 Acceso congestionado por falta de espacio en racks.....	39
Figura 3.2 Acceso congestionado por falta de espacio en racks.....	40
Figura 3.3 Propuesta de Layout .....	41
Figura 3.4 Implementación de la nueva distribución.....	42
Figura 3.5 Plantilla de elementos innecesarios .....	42
Figura 3.6 Antes y después de Orden y Limpieza .....	43
Figura 3.7 Layout de la simulación de cada proceso.....	44
Figura 3.8 LUP Descarga de Producto Terminado (uso de montacarga).....	45
Figura 3.9 Capacitación en bodega por parte del bodeguero al Asistente de Bodega ..	46
Figura 3.10 Test de Normalidad Anderson–Darling para el proceso de despacho actual .....	47

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Valoraciones para la habilidad requerida.....	5
Tabla 1.2 Valoraciones para el esfuerzo del operario .....	6
Tabla 1.3 Valoraciones para la condición del trabajo .....	6
Tabla 1.4 Valoraciones para la consistencia del trabajo.....	6
Tabla 1.5 Formato para registrar los tiempos observados .....	7
Tabla 1.6 Cálculo del factor multiplicativo .....	7
Tabla 2.1 Análisis 5W+1H para la Descripción del Problema.....	9
Tabla 2.2 Diagrama SIPOC .....	10
Tabla 2.3 Variables críticas identificadas.....	11
Tabla 2.4 Plan de Recolección de Datos.....	11
Tabla 2.5 Cálculo del Tamaño de Muestra .....	13
Tabla 2.6 Cálculo de tiempo estándar del subproceso descarga de Producto Terminado .....	14
Tabla 2.7 Cálculo de tiempo estándar del subproceso Embarque de Producto Terminado (uso de montacarga) .....	15
Tabla 2.8 Cálculo de tiempo estándar del Embarque de Producto Terminado (estibar).....	15
Tabla 2.9 Cálculo de tiempo estándar del subproceso Descarga de Producto Terminado (estibar) .....	16
Tabla 2.10 Cálculo de tiempo estándar del subproceso Embarque de Materia Prima ..	16
Tabla 2.11 Cálculo de tiempo estándar del subproceso Descarga de Materia Prima ...	17
Tabla 2.12 Cálculo de tiempo estándar del subproceso Preparación de la Orden del Cliente .....	17
Tabla 2.13 Cálculo de tiempo estándar del subproceso Embarque de la Orden del Cliente .....	18
Tabla 2.14 Tiempo de ciclo proceso traspaso de materia prima .....	18
Tabla 2.15 Tiempo de ciclo proceso traspaso de producto terminado (estibar) .....	19
Tabla 2.16 Tiempo de ciclo proceso traspaso de producto terminado (uso de montacarga) .....	19
Tabla 2.17 Tiempo de ciclo proceso despacho de producto terminado.....	19
Tabla 2.18 Numero de transferencias .....	20
Tabla 2.19 Tiempo estimado para traspasar la cantidad de kilos planificados.....	20

Tabla 2.20 Tiempo estimado en días normales para trasposos .....	20
Tabla 2.21 Tiempos estimados para el traspasso mediante la estibación según los kilos cargados en el camión .....	21
Tabla 2.22 Tiempo estimado para traspasar la cantidad de kilos planificados más mermas .....	21
Tabla 2.23 Tiempo estimado en días normales para trasposos + mermas .....	21
Tabla 2.24 Tiempos estimados para el traspasso mediante la estibación según los kilos cargados en el camión + mermas.....	21
Tabla 2.25 Desperdicios encontrados en el proceso de traspasso de producto terminado .....	23
Tabla 2.26 Desperdicios encontrados en el proceso de traspasso de materia prima .....	23
Tabla 2.27 Priorización de causas.....	27
Tabla 2.28 Validación de causas.....	28
Tabla 2.29 Pequeña muestra de los históricos de la bodega .....	29
Tabla 2.30 Análisis ABC .....	30
Tabla 2.31 Análisis ABC .....	30
Tabla 2.32 Descripción de la codificación .....	30
Tabla 2.33 ¿Análisis de 5 Por qué?.....	32
Tabla 3.1 Solución potencial a las causas raíces .....	33
Tabla 3.2 Priorización de soluciones .....	35
Tabla 3.3 Sistema de implementación 5W + 2H.....	36
Tabla 3.4 Capacidad requerida de espacios .....	40
Tabla 3.5 Tamaño de muestra para test de normalidad Anderson - Darling para el proceso de despacho actual.....	47
Tabla 3.6 Resumen de resultados de test de medias pareadas.....	48
Tabla 3.7 Inversión inicial del proyecto.....	48
Tabla 3.8 Calculo de mano de obra y horas extra, actuales y propuestas .....	49
Tabla 3.9 Flujo Actual Método CAUE .....	49
Tabla 3.10 Flujo Actual Método CAUE .....	50

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

Una empresa ecuatoriana dedicada a la elaboración de empaques flexibles, con una variedad de poliestireno de alta y baja densidad, tiene como clientes a grandes empresas multinacionales, por lo que debe de responder de manera rápida y eficaz sus requerimientos. Además, la empresa presta servicios de maquila a otras empresas de elaboración de plástico.

El proceso consta de tres fases: la primera fase es la extrusión, aquí el poliestireno se calienta y pasa por las extrusoras las cuales convierten las pequeñas bolas de poliestireno en una lámina plástica que se enrolla y se dirige hacia la zona de impresión que es la segunda fase del proceso, en donde se imprimen los rollos con el arte que el cliente requiere para finalmente dirigirse a la tercera fase del proceso donde son rebobinados y transportados al área de cortado donde se le da la medida final de la funda o rollo.

Debido a la gran demanda de los clientes, la empresa se vio en la necesidad de adquirir una bodega, producto del crecimiento de las ventas, la cual se ubica fuera de la planta y donde se almacena la materia prima, insumos y producto terminado. El nombre de esta nueva bodega es Bodega 00.

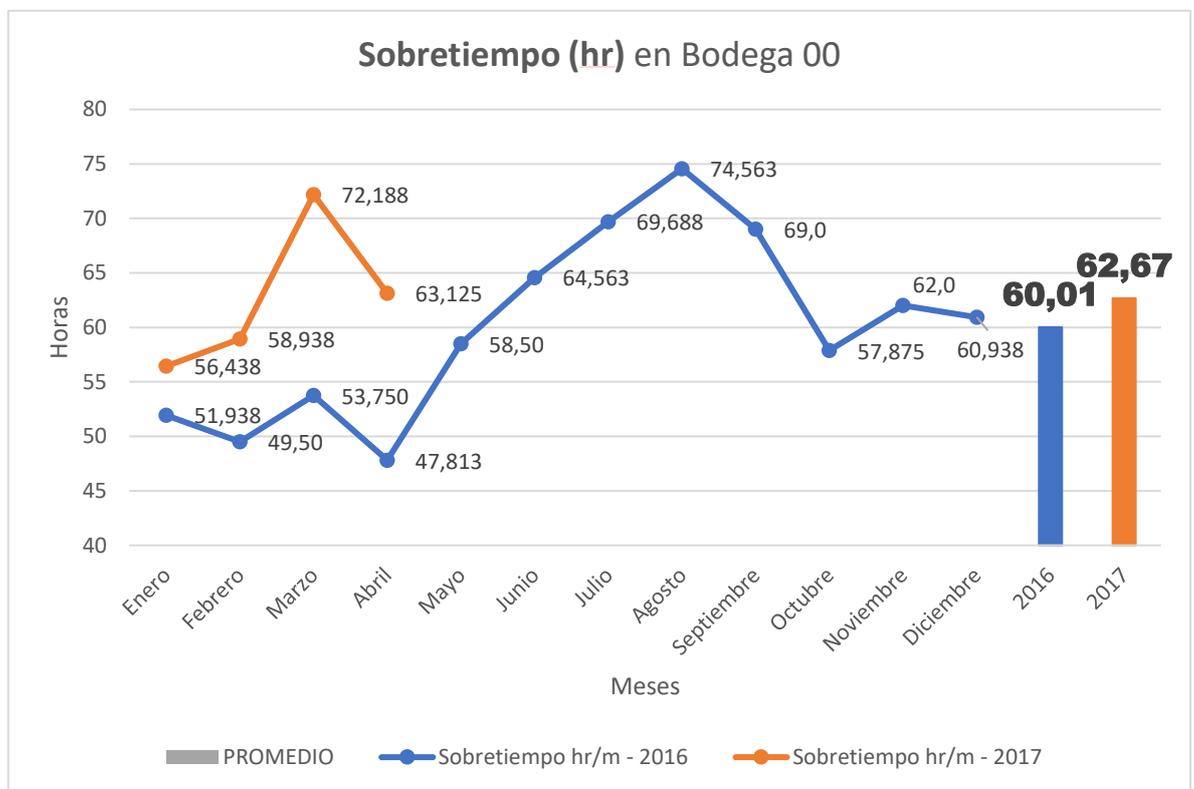
La adquisición de la Bodega 00 trajo consigo un incremento en la carga financiera, debido al crecimiento de la carga operativa de trabajo diario que realizan para cumplir con todos los pedidos programados, además de todos los procesos de trasposos de materia prima desde la nueva bodega hacia la planta y los trasposos de producto terminado desde la planta hacia la nueva bodega.

En la actualidad el departamento de Logística cuenta con 11 trabajadores que laboran de lunes a viernes, un solo turno en la mañana de 8 horas. Además, disponen de dos camiones con capacidad de 5 Tns. cada uno.

La empresa actualmente busca reducir la carga financiera por horas extras del personal de bodega y reducir el inventario en la planta, así como de mejorar el orden dentro de la Bodega 00, el control y la utilización del espacio.

## 1.1. Descripción del problema

Las horas extras del personal de Bodega incrementaron con la adquisición de la nueva bodega (Bodega 00), en un 23.46% desde el mes de enero hasta el mes de abril del año 2017 en comparación con los mismos meses del año 2016 tal y como se observa en la Figura 1.1, a causa de varios factores como el tiempo de transición de cambio y adaptación a la nueva bodega, así como procedimientos no acordes a la nueva bodega y un almacenamiento erróneo de los SKUs.



**Figura 1.1 Gráfica de horas extras mensuales del Personal de Bodega**

Fuente: Base de datos de la compañía, 2017.

Elaboración Propia

El Layout actual de la Bodega 00 se encuentra en Anexo A.

## 1.2. Objetivos

### Objetivo General

Disminuir el sobretiempo del personal de bodega mejorando las actividades de los Procesos de Traspaso y Despacho, haciendo un rediseño de la Bodega 00 y así disminuir la carga financiera.

### Objetivos Específicos

- Rediseñar la ubicación de materiales.
- Mejorar los procedimientos realizados en la Bodega 00.
- Disminuir los tiempos de los Procesos de Despacho y Traspaso.
- Identificar el ABC de productos.

### 1.3. Marco teórico

#### DMAIC

Es una metodología desarrollada por Motorola a principios de los 90's, la primera letra "D" fue agregada por General Electric, la cual comprende una estrategia de 5 pasos estructurados de aplicaciones generales. La metodología DMAIC se aplica de forma secuencial como se muestra en la Figura 1.2. (Ocampo, Jared, Pavón, & Aldo, 2012)



**Figura 1.2 Metodología DMAIC**

Fuente: 6sigmatodogiadmaic

#### Estudio de tiempos y movimientos

El estudio de tiempos y movimientos se refiere a la determinación científica de los métodos de trabajo, la estimación en función del tiempo del valor del trabajo que implica la actividad humana y el desarrollo del material requerido para hacer uso práctico de estos datos.

#### Estudio de movimientos

Estudio de procedimientos y descripción de métodos de trabajo mediante un análisis científico, que considera:

- Materia prima.
- Diseño de capacidades (productos y servicios).
- Proceso u orden de trabajo.
- Herramientas.
- Lugar de trabajo y equipo.
- La actividad humana.

Tiene como objetivo determinar o diseñar un método preferente de trabajo que busca reducir los tiempos de operación, mejorar el rendimiento de la operación, así como la economía de materiales y métodos empleados.

### **Estudio de tiempos**

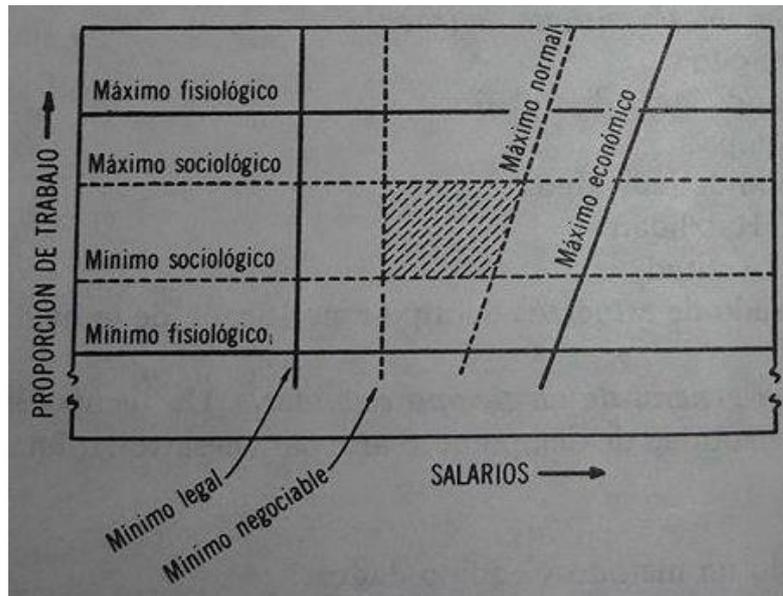
Consta de una gran variedad de procedimientos para determinar el tiempo requerido en realizar cualquier actividad del proceso.

El estudio de tiempos también puede relacionarse con los incentivos salariales, con el fin de suministrar motivación adicional para lograr los estándares de tiempo establecidos, estos esquemas se conocen como pago por resultado, en la actualidad toman la forma de un salario horario garantizado con un incremento salarial por la producción que excede una cantidad establecida.

El tiempo estándar es cuánto tiempo debería mantenerse una proporción dada de entrada de trabajo para producir una unidad de salida, entonces el tiempo estándar, se define en función a la cantidad de tiempo necesario para desarrollar una unidad de trabajo. (MUNDEL & MARVIN E., 1984)

### **Proporción de trabajo versus los límites de relación de trabajo**

En la Figura 1.3 se puede mostrar una área ideal de salarios en función de la proporción de trabajo, dentro de la cual representa las condiciones reales de la planta ideal.



**Figura 1.3 Salarios versus proporción de trabajo**

Fuente: MARVIN E. MUNDEL, 1984.

Estudio de tiempos y movimientos, novena edición.

### Sistema Westinghouse

Desarrollado por Westinghouse Electric Corporation en la época de los 40 por Lowry, Maynard y Stegemerten, este sistema considera cuatro factores de desempeño a ser evaluados: Habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia. A continuación, en la Tabla 1.1, Tabla 1.2, Tabla 1.3, Tabla 1.4 se muestran los factores de desempeño. (Lowry, Maynard, & Stegermerten, 1948)

**Tabla 1.1 Valoraciones para la habilidad requerida**

+0,15	A1	Super habilidad
+0,13	A2	Súper habilidad
+0,11	B1	Excelente
+0,08	B2	Excelente
+0,06	C1	Buena
+0,03	C2	Buena
0+	D	Promedio
-0,05	E1	Justa
-0,1	E2	Justa
-0,16	F1	Pobre
-0,22	F2	Pobre

Lowry, Maynard y Stegemerten, 1940.

**Tabla 1.2 Valoraciones para el esfuerzo del operario**

+0,13	A1	Excesiva
+0,12	A2	Excesiva
+0,10	B1	Excelente
+0,08	B2	Excelente
+0,05	C1	Buena
+0,02	C2	Buena
0+	D	Promedio
-0,04	E1	Justa
-0,08	E2	Justa
-0,12	E3	Pobre
-0,17	E4	Pobre

Lowry, Maynard y Stegemerten, 1940.

**Tabla 1.3 Valoraciones para la condición del trabajo**

+0,06	A	Ideal
+0,04	B	Excelente
+0,02	C	Bueno
0	D	Promedio
-0,03	E	Justo
-0,07	F	Pobre

Lowry, Maynard y Stegemerten, 1940.

**Tabla 1.4 Valoraciones para la consistencia del trabajo**

+0,04	A	Ideal
+0,03	B	Excelente
+0,01	C	Bueno
0	D	Promedio
-0,02	E	Justo
-0,04	F	Pobre

Lowry, Maynard y Stegemerten, 1940.

Una vez que se tiene las observaciones se procede a calcular el tiempo normal que es igual a la sumatoria de todos los elementos efectivos del proceso, como se detalla en la Tabla 1.5.

**Tabla 1.5 Formato para registrar los tiempos observados**

Observaciones	1	2	3	...	n
Elemento 1	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	...	$x_{1n}$
Elemento 2	$x_{21}$	$x_{22}$	$x_{23}$	...	$x_{2n}$
Elemento n	$x_{n1}$	$x_{n2}$	$x_{n3}$	...	$x_{nn}$
Tiempo normal	$y_1 = \sum_{i=1}^n x_{i1}$	$y_2 = \sum_{i=1}^n x_{i2}$	$y_3 = \sum_{i=1}^n x_{i3}$	...	$y_n = \sum_{i=1}^n x_{in}$
Desperdicios	$D_1$	$D_2$	$D_3$	...	$D_n$

Elaboración propia.

$$D_i = \sum \text{elementos que no pertenecen al proceso pero ocurrieron en la operacion}$$

$$\bar{y} = \sum y_i / n$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (y - \bar{y})^2}{n - 1}}$$

Se consideran los suplementos y se calcula el factor multiplicativo como se muestra en la Tabla 1.6.

**Tabla 1.6 Cálculo del factor multiplicativo**

Suplementos	
Habilidad	H
Esfuerzo	E
Condición	C
Consistencia	C2
Total	T=H+E+C+C2
Factor multiplicativo	=1+T

Elaboración propia.

Tiempo estándar = tiempo normal \* (1+T)

Tiempo real = tiempo normal + desperdicios

## Estimación de la prueba piloto.

Para determinar cuántos ciclos se tienen que registrar para encontrar el tiempo estándar se utilizará la Figura 1.4 elaborada por General Electric Company que muestra un estimado de cuánto debe ser la prueba piloto asumiendo que las observaciones se distribuyen normalmente sobre una media y la varianza desconocidas.

Cycle time (min)	Recommended number of cycles
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00–5.00	15
5.00–10.00	10
10.00–20.00	8
20.00–40.00	5
40.00–above	3

Figura 1.4 Número de muestra recomendada según el tiempo de ciclo

Fuente: Libro de Ingeniería Industrial.

$$n = \left( \frac{t * s}{k * \bar{x}} \right)^2$$

$n$  = Tamaño de la muestra

$s$  = Desviación estándar

$k$  = Porcentaje de error

$t$  = Parámetro  $t$  – student

$\bar{x}$  = Media

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. Definir

En esta primera etapa del proyecto, se recolecta toda la información para la descripción del problema, considerando los requerimientos del cliente usando las siguientes herramientas:

- 5W + 1H
- SIPOC
- VOC

#### 5W+1H

Esta herramienta ayuda a considerar cada uno de los aspectos importantes del problema y definirlos de manera clara dentro de la descripción del problema como se muestra en la Tabla 2.1.

**Tabla 2.1 Análisis 5W+1H para la Descripción del Problema**

5W+1H	Descripción
¿Cuál es el problema observado?	El aumento de las horas de tiempo.
¿Cuándo ocurrió el problema?	En enero de 2017 cuando adquirieron la Bodega 00.
¿Dónde vio el problema?	En la Bodega 00
¿Quién lo está haciendo?	Bodeguero, Asistente de Bodega, Auxiliares de Bodega y Chofer.
¿Qué tendencia o patrón tiene el problema?	Aumentar alrededor de 15.73% en los meses de junio, julio, agosto y septiembre
¿Cómo lo sabemos?	En los meses de enero a abril del año 2016 tienen 5.71 horas extras en promedio, mientras que en los mismos meses del año 2017 las horas extras aumentaron en 23.46%

Elaboración propia.

## SIPOC

Este diagrama muestra los procesos asociados de la compañía, como se observa en la Tabla 2.2, y así identificar los procesos asociados al problema.

**Tabla 2.2 Diagrama SIPOC**

SUPPLIER	INPUT	PROCESS	OUTPUT	CUSTOMER
Cliente	Requerimientos (orden de compra)	Evaluación de orden de compra	Orden de producción	Jefe de planta
Jefe de planta	Orden de producción	Manufactura bultos/rollos	Producto terminado	Bodega00
Jefe de Planta	Orden de requerimiento de Materia Prima	Traspaso de Materia Prima	Materia Prima	Buffer de Extrusión
Buffer de Extrusión	MP	Extrusión	WIP	Buffer de impresión
Buffer de Impresión	WIP	Impresión	WIP	Buffer de Rebobinado
Buffer de Rebobinado	WIP	Rebobinado	WIP	Buffer de Sellado
Buffer de Sellado	WIP	Sellado	PT	Almacenamiento temporal planta
Almacenamiento temporal planta	Ingreso a bodega	Traspaso de producto terminado	PT	Bodega00
Jefe de Logística	Orden de Despacho	Despacho de Producto Terminado	Pedido del Cliente	Cliente

Elaboración propia.

Se identifican 3 procesos asociados a la Bodega 00 con sus respectivos clientes:

- Traspaso de Materia Prima.
- Traspaso de Producto Terminado.
- Despacho de Producto Terminado.

## VOC

Se realiza una entrevista con los clientes identificados para reconocer los requerimientos y las variables críticas a medir que se muestran en la Tabla 2.3.

**Tabla 2.3 Variables críticas identificadas**

Cliente	Requerimientos	Variables	CTQ
Jefe de logística	Disminuir el tiempo excesivo de preparación y embarque en la bodega.	Tiempo de preparación	x
		Tiempo de embarque	x
		Tiempo de traspaso (MP & PT)	x
Asistente de Operaciones	Disminuir la acumulación excesiva de materia prima en Bodega 03	Sobre tiempo (horas/mes)	x
		Rotación de inventario	x
		Ubicación del material	
Bodeguero	Mejorar la condición de trabajo	Asignación de espacio	x
		Movimiento de material	

Elaboración propia.

## 2.2. Medir

En esta etapa se realiza el Plan de Recolección de Datos de las variables que miden la condición del problema, además de la Recolección y Fiabilidad de los datos.

Las variables a llevar en el Plan de Recolección de Datos de la Tabla 2.4, deben estar ligadas a las variables CTQs, de tal forma que muestre el estado del problema.

**Tabla 2.4 Plan de Recolección de Datos**

Variables	Unidad	Tipo de dato	n
Sobretiempos	hr/m	Cuantitativo	N/A
Tiempo de PDPT	min/proceso	Cuantitativo	9
Tiempo de Preparación	min/proceso	Cuantitativo	9
Tiempo de Embarque	min/proceso	Cuantitativo	9
Tiempo de PTMP	min/proceso	Cuantitativo	5
Tiempo de PTPT	min/proceso	Cuantitativo	112
Despacho Promedio	unidades/m	Cuantitativo	N/A
Traspaso Promedio	unidades/m	Cuantitativo	N/A
Inventario Promedio	unidades/m	Cuantitativo	N/A
Días de cobertura	Días	Cuantitativo	N/A

Elaboración Propia



**Tabla 2.5 Cálculo del Tamaño de Muestra**

Proceso	Sub-proceso	Tiempo de ciclo (min)	Numero de ciclos recomendados	$\bar{x}$	SD	n
Despacho	Preparación de la Orden del Cliente	50	3	78.5	10.7	9
	Embarque de la Orden del Cliente	40	5	48.85	6.86	9
Transferencia de materia prima	Embarque de materia prima	9	10			5
	Descarga de materia prima	6	10			5
Transferencia de producto terminado	Embarque de producto terminado	9	10			7
	Descarga de producto terminado	10	10			112

Elaboración propia.

### **Recolección y Fiabilidad de los datos**

Con las variables a medir definidas, se presentan los resultados obtenidos; la fiabilidad de los datos se muestran en el Anexo B.

En el caso de las variables de tiempo se compara el tiempo estándar sin desperdicios en el que se debería trabajar, con el tiempo real que los trabajadores están llevando. Para el cálculo del tiempo estándar se considera el Sistema Westinghouse, los valores de los suplementos del PTMP se encuentran en el Apéndice D, los suplementos del PDPT se encuentran en el Apéndice E y los suplementos del PTPT se encuentran en el Apéndice F.

### **Asignación de compensaciones**

Los criterios de las compensaciones se detallan en el Anexo C.

Se estimaron mediante observación visual y entrevistas al personal las compensaciones para el cálculo del tiempo estándar de las operaciones que conforman cada proceso de bodega, traspaso de materia, traspaso de producto

terminado y despacho de producto terminado. Las compensaciones del PTMP se encuentran en el Apéndice G, las compensaciones del PDPT se encuentran en el Apéndice H y las compensaciones del PTPT se encuentran en el Apéndice I

### **Cálculo tiempo estándar**

Una vez realizado todos los cálculos respectivos de los suplementos en cada uno de los subprocesos se procede a realizar el cálculo del tiempo estándar.

$$TE = TN * fn * (1 + suplementos)$$

**TN** = tiempo normal

**fn** = factor multiplicativo (sistema Westinghouse).

**Suplementos** = total de suplementos constantes y variables.

A continuación, en las tablas: Tabla 2.6, Tabla 2.7, Tabla 2.8, Tabla 2.9, Tabla 2.10, Tabla 2.11, Tabla 2.12, Tabla 2.13 se presentan los resultados del estudio de tiempos realizados:

**Tabla 2.6 Cálculo de tiempo estándar del subproceso descarga de Producto Terminado**

<b>Traspasa de producto terminado</b>					
<b>Subproceso:</b>	Descarga de producto terminado				
<b>Elemento</b>	Media	Desviación	Factor multiplicativo	Compensaciones	Tiempo estándar
<b>Descarga de producto terminado</b>	5,54	1,91606576	113%	17%	7,32
<b>Transporte montacarga</b>	0,80	0,478235292	109%	19%	1,03
<b>Desperdicios</b>	3,95	4,51255509			
<b>Kg</b>	2131,38	451,1943576			

Elaboración propia.

Tiempo normal=6,33 min

Tiempo estándar=8,36 min

Tiempo real=10,28 min

**Tabla 2.7 Cálculo de tiempo estándar del subproceso Embarque de Producto Terminado (uso de montacarga)**

<b>Traspaso de producto terminado</b>					
<b>Subproceso:</b>	<b>Embarque de producto terminado (Uso de montacarga)</b>				
<b>Elemento</b>	Promedio	Desviación	Factor multiplicativo	Compensaciones	Tiempo estándar
<b>Embarque</b>	4,52	2,10	117%	21%	6,40
<b>Transporte montacarga</b>	1,18	0,74	109%	17%	1,51
<b>Desperdicios</b>	3,56	6,66			
<b>Kg</b>	1598,54	552,42			

Elaboración propia.

Tiempo normal=5,71 min

Tiempo estándar=7,91 min

Tiempo real=9,27 min

**Tabla 2.8 Cálculo de tiempo estándar del Embarque de Producto Terminado (estibar)**

<b>Traspaso de producto terminado</b>					
<b>Subproceso:</b>	<b>Embarque de producto terminado (Estibar)</b>				
<b>Elemento</b>	Media	Desviación	Factor multiplicativo	Compensaciones	Tiempo estándar
<b>Uso de mula amarilla</b>	3,47	3,11	103%	12%	4,00
<b>Uso de mula azul eléctrico</b>	3,09	3,70	103%	12%	3,56
<b>Estibar</b>	8,26	1,97	1,03	15%	9,79
<b>Retiro de pallet vacío</b>	5,97	4,87	0,92	12%	6,15
<b>desperdicios</b>	9,09	5,49			
<b>kg</b>	3339,90	746,07			

Elaboración propia.

Tiempo normal=20,78 min

Tiempo estándar=23,50 min

Tiempo real=29,88 min

Índice sintético=127,16%

**Tabla 2.9 Cálculo de tiempo estándar del subproceso Descarga de Producto Terminado (estibar)**

<b>Traspaso de producto terminado</b>					
<b>Subproceso:</b>	Descarga de producto terminado (Estibar)				
Observaciones	Media	Desviación	Factor multiplicativo	Compensaciones	Tiempo estándar
Colocar pallet	3,31	1,00	92%	13%	3,44
Estibar bultos	21,44	5,20	103%	19%	26,28
Embalar bultos	6,33	2,03	1,03	11%	7,24
transporte montacarga	1,49	0,71	1,09	10%	1,79
ubicar pallet en bodega	3,42	2,51	1,09	10%	4,10
desperdicios	6,16	2,02			
Kg	3339,90	746,07			

Elaboración propia.

Tiempo normal=35,99 min

Tiempo estándar=42,85 min

Tiempo real=42,16 min

Índice sintético=98,38%

**Tabla 2.10 Cálculo de tiempo estándar del subproceso Embarque de Materia Prima**

<b>Traspaso de materia prima</b>					
<b>Subproceso:</b>	Embarque de materia prima				
Elemento	Media	Desviación	Factor multiplicativo	Compensaciones	Tiempo estándar
Carga pallet	1,81	1,38	116%	13%	2,37
Sacar tablas	1,65	0,95	102%	16%	1,96
Embarque pallet	2,55	0,71	1,17	17%	3,48
Transporte montacarga	0,86	0,88	1,09	13%	1,06
Retira pallet vacío	0,96	1,24	0,92	15%	1,02
Desperdicios	4,26	6,06			

Elaboración propia.

Tiempo normal=7,83 min

Tiempo estándar=9,88 min

Tiempo real=12,08 min

**Tabla 2.11 Cálculo de tiempo estándar del subproceso Descarga de Materia Prima**

<b>Traspaso de materia prima</b>					
<b>Subproceso:</b>	Descarga de materia prima				
<b>Elemento</b>	Media	Desviación	Factor multiplicativo	Compensaciones	Tiempo estándar
<b>Descarga pallet</b>	2,20	0,32	116%	14%	2,91
<b>Coloca bandas</b>	0,60	0,21	102%	14%	0,69
<b>Transporte montacarga</b>	0,92	0,37	1,17	12%	1,20
<b>Desperdicios</b>	5,89	8,46			

Elaboración propia.

Tiempo normal=3,71 min

Tiempo estándar=4,80 min

Tiempo real=9,60 min

**Tabla 2.12 Cálculo de tiempo estándar del subproceso Preparación de la Orden del Cliente**

<b>Despacho de Producto Terminado</b>					
<b>Subproceso:</b>	Preparación de la Orden del Cliente				
<b>Elemento</b>	Media	Desviación	Factor multiplicativo	Compensaciones	Tiempo estándar
<b>Revisión de HPDD</b>	13,80	9,04	102%	13%	14,07
<b>Arma pallets con pedido</b>	17,56	11,19	103%	16%	18,08
<b>Escanea productos del pedido a despachar</b>	23,47	23,24	103%	17%	24,18
<b>Imprime Guía de Remisión</b>	18,90	8,81	109%	13%	20,60
<b>Desperdicios</b>	4,91	1,95			
<b>Kg</b>	2.467,83	2.225,27			

Elaboración propia.

Tiempo normal= 73,73 min

Tiempo estándar= 86,27 min

Tiempo real= 78,64 min

**Tabla 2.13 Cálculo de tiempo estándar del subproceso Embarque de la Orden del Cliente**

<b>Despacho de Producto Terminado</b>					
<b>Subproceso:</b>	<b>Embarque de la Orden del Cliente</b>				
Observaciones	Media	Desviación	Factor multiplicativo	Compensaciones	Tiempo estándar
Revisa producto con guardia	7,96	6,74	103%	13%	8,20
Embarca producto al camión	16,51	9,12	106%	16%	17,50
Entrega de documentos al oficial	15,38	10,87	104%	17%	16,00
Desperdicios	2,65	1,06			
Kg	1530	2.225,27			

Elaboración propia.

Tiempo normal= 39,85 min

Tiempo estándar= 45,03 min

Tiempo real= 42,5 min

A continuación, en las tablas: Tabla 2.14, Tabla 2.15, Tabla 2.16, Tabla 2.17 se muestra el tiempo de ciclo total para cada proceso

**Tabla 2.14 Tiempo de ciclo proceso traspaso de materia prima**

<b>Traspaso de materia prima</b>			
<b>Subproceso</b>	<b>Tiempo estándar</b>	<b>Tiempo por traslado de camión</b>	<b>Tiempo de cierre de camión</b>
Embarque de materia prima	9,88	5,96	1,70
Descarga de materia prima	4,80	5,96	
Tiempo de ciclo total (minutos/transferencia)			28,30

Elaboración propia.

**Tabla 2.15 Tiempo de ciclo proceso traspaso de producto terminado (estibar)**

<b>Traspaso de producto terminado (estibar)</b>			
<b>Subproceso</b>	<b>Tiempo estándar</b>	<b>Tiempo por traslado de camión</b>	<b>Tiempo de cierre de camión</b>
Embarque de producto terminado	23,50	5,96	1,70
Descarga de producto terminado	42,85	5,96	
Tiempo de ciclo total (minutos/transferencia)			79,96
Kilos/transferencia			3339,90

Elaboración propia.

**Tabla 2.16 Tiempo de ciclo proceso traspaso de producto terminado (uso de montacarga)**

<b>Traspasa de producto terminado (uso de montacarga)</b>			
<b>Subproceso</b>	<b>Tiempo estándar</b>	<b>Tiempo por traslado de camión</b>	<b>Tiempo de cierre de camión</b>
Embarque de producto terminado	7,91	5,96	1,70
Descarga de producto terminado	8,36	5,96	
Tiempo de ciclo total (minutos/transferencia)			29,89
Kilos/transferencia			2131,38

Elaboración propia.

**Tabla 2.17 Tiempo de ciclo proceso despacho de producto terminado**

<b>Despacho de producto terminado</b>	
<b>Subproceso</b>	<b>Tiempo estándar</b>
Preparación de Orden del Cliente	86,27
Embarque de Orden del Cliente	45,03
Tiempo de ciclo total (minutos/transferencia)	131,3
Kilos/Despacho	1530

Según el histórico de trasposos y despachos se obtuvieron las siguientes estadísticas como se muestra en la Tabla 2.18.

**Tabla 2.18 Numero de transferencias**

	Traspaso	Despacho
Viajes en promedio	3,40	3,90
Máximo número de viajes	6	6
Mínimo número de viajes	2	2

Elaboración propia.

En los días que la gerencia ha establecido para realizar las transferencias se presentan en promedio 3,4 viajes por día con esto podemos calcular el tiempo estimado total para cumplir con los kilogramos programados. Cabe mencionar que en los días destinado al traspaso de materia prima también realizan traspasos de producto terminado como se muestra en la Tabla 2.19.

**Tabla 2.19 Tiempo estimado para traspasar la cantidad de kilos planificados**

Días día transferencia (Materia prima y producto terminado)			
	Viajes en promedio	Máximo número de viajes	Mínimo número de viajes
	<b>3,40</b>	6	2
Tiempo estimado (min)	198,11	349,11	116,37

Elaboración propia.

Y para el resto de días que solo se envía producto terminado y se suele traspasar algo de materia prima en un único viaje, un tiempo estimado que se ilustra en la Tabla 2.20, Tabla 2.21, Tabla 2.22, Tabla 2.23, Tabla 2.24.

**Tabla 2.20 Tiempo estimado en días normales para traspasos**

Días normales de transferencia(PT), uso de montacarga			
	Viajes en promedio	Máximo número de viajes	Mínimo número de viajes
	<b>3,40</b>	6	2
Tiempo estimado (min)	130,06	207,62	88,07

Elaboración propia.

**Tabla 2.21 Tiempos estimados para el traspaso mediante la estibación según los kilos cargados en el camión**

Días normales de transferencia(PT), Estibar		
carga de camión(kg)	3339,90	4197,7
viajes promedios	2,17	1,73
Tiempo estimado (min)	201,80	166,54

Elaboración propia.

Comparando los tiempos estándares y las mermas que se observaron se tuvieron los siguientes resultados que se muestra en la Tabla 2.22, Tabla 2.23, Tabla 2.24:

**Tabla 2.22 Tiempo estimado para traspasar la cantidad de kilos planificados más mermas**

Días día transferencia (MP&PT)			
	Viajes en promedio	Máximo número de viajes	Mínimo número de viajes
	<b>3,40</b>	6	2
Tiempo estimado (min)	233,09	410,76	136,92

Elaboración propia.

**Tabla 2.23 Tiempo estimado en días normales para trasposos + mermas**

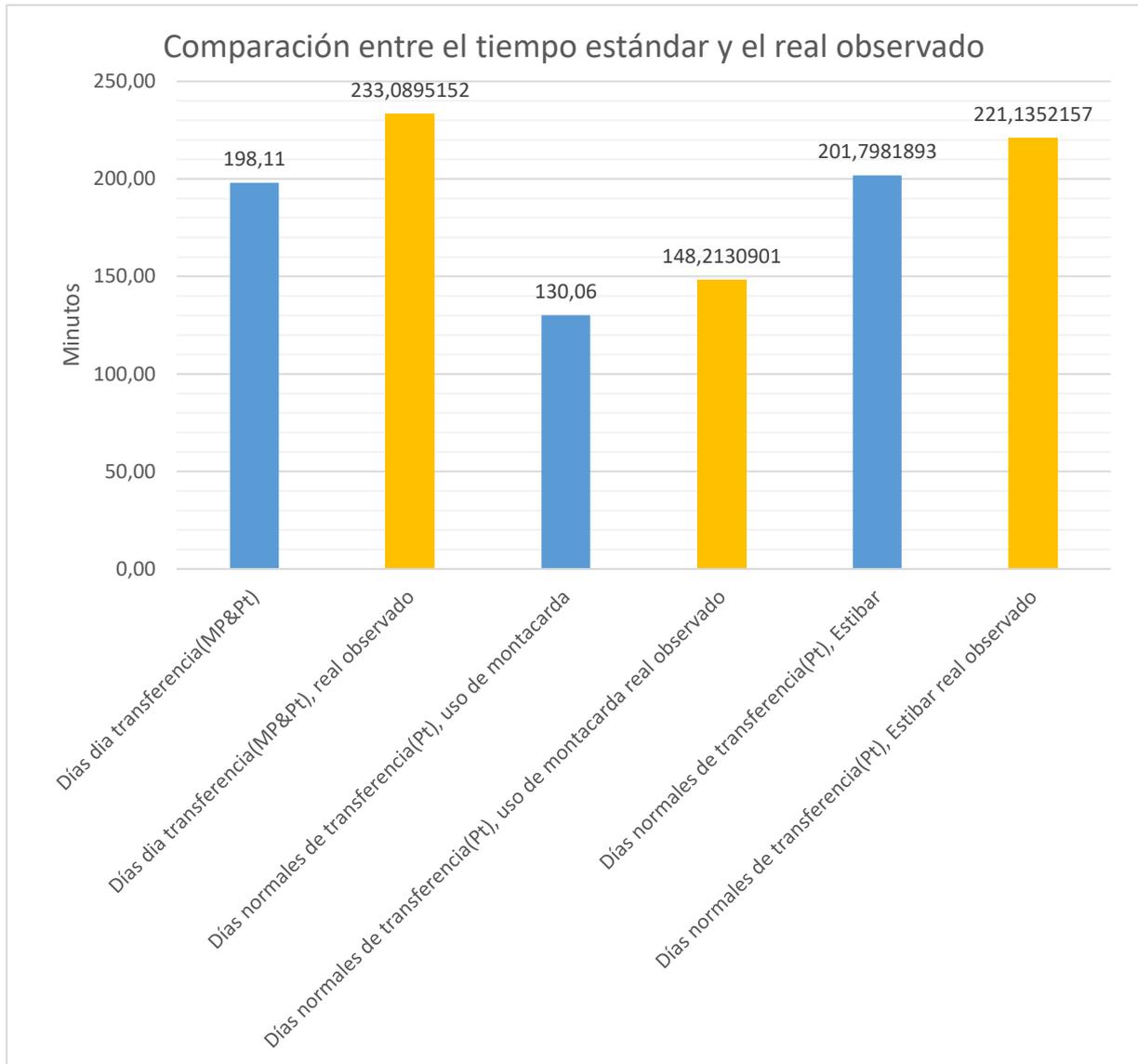
Días normales de transferencia(PT), uso de montacarga			
	Viajes en promedio	Máximo número de viajes	Mínimo número de viajes
	<b>3,40</b>	6	2
Tiempo estimado (min)	148,21	234,28	101,62

Elaboración propia.

**Tabla 2.24 Tiempos estimados para el traspaso mediante la estibación según los kilos cargados en el camión + mermas**

Días normales de transferencia(PT), Estibar		
carga de camión(kg)	3339,90	4197,7
viajes promedios	2,17	1,73
Tiempo estimado (min)	221,14	183,37

Elaboración propia.



**Figura 2.2 Tiempo estándar vs tiempo real**

Elaboración propia.

Como se muestra en la Figura 2.2, los tiempos reales observados son mucho más altos que los estándares, debido a la existencia de mermas o desperdicios que provocan un incremento en el tiempo total. Esto provoca que al final de la jornada se vea reflejada como horas de sobretiempo, debido a que no tienen tiempo de ordenar o preparar los despachos que van a salir, a primera hora al día siguiente.

Algunos de los desperdicios que se observaron en la etapa de medición, se muestran en la Tabla 2.25, Tabla 2.26.

**Tabla 2.25 Desperdicios encontrados en el proceso de traspaso de producto terminado**

<b>Desperdicios más comunes en el traspaso de producto terminado</b>
Sacar un pallet cargado en las vías de tránsito.
Ubica el pallet que va a embarcar cerca de la bahía y no lo embarque por equivocación.
Demora por pasillos congestionados.
Espera por falta de personal en la operación.
Estibar bultos caídos dentro del camión.
Uso montacarga para realizar otras actividades dentro de la bodega.
Reacomodo de pallet + carga de bultos faltantes en el pallet.
Conversa.
Para por fatiga acumulada.

Elaboración propia.

**Tabla 2.26 Desperdicios encontrados en el proceso de traspaso de materia prima**

<b>Desperdicios más comunes en el traspaso de materia prima</b>
Descarga por equivocación de sku.
Empuja el pallet ya embarcado de forma lateral por la puerta del camión.
Carga pallet vacío para empujar pallet dentro del camión
Re ensacado de bultos rotos.
Rotura de sacos.
Desalojo de acceso a la materia prima.
Espera por falta de personal en la operación.
Espera montacarga.

Elaboración propia.

Para la siguiente fase analiza cuales son las causas de estos desperdicios y el impacto de cada uno en las horas extras de la bodega00.

### **2.3. Analizar**

En esta fase, el analista y el personal de bodega se reunieron para identificar la causa raíz de los desperdicios encontrados anteriormente que causen mayor impacto y que sean fáciles de atacar.

Se coordinó una reunión con el bodeguero y el asistente de bodega para conversar acerca de cuáles son las causas que dan origen a los problemas dentro de la bodega.

A continuación, en la Figura 2.3 se muestra el diagrama causa – efecto que se realizó en las oficinas de la empresa con el bodeguero y el asistente.

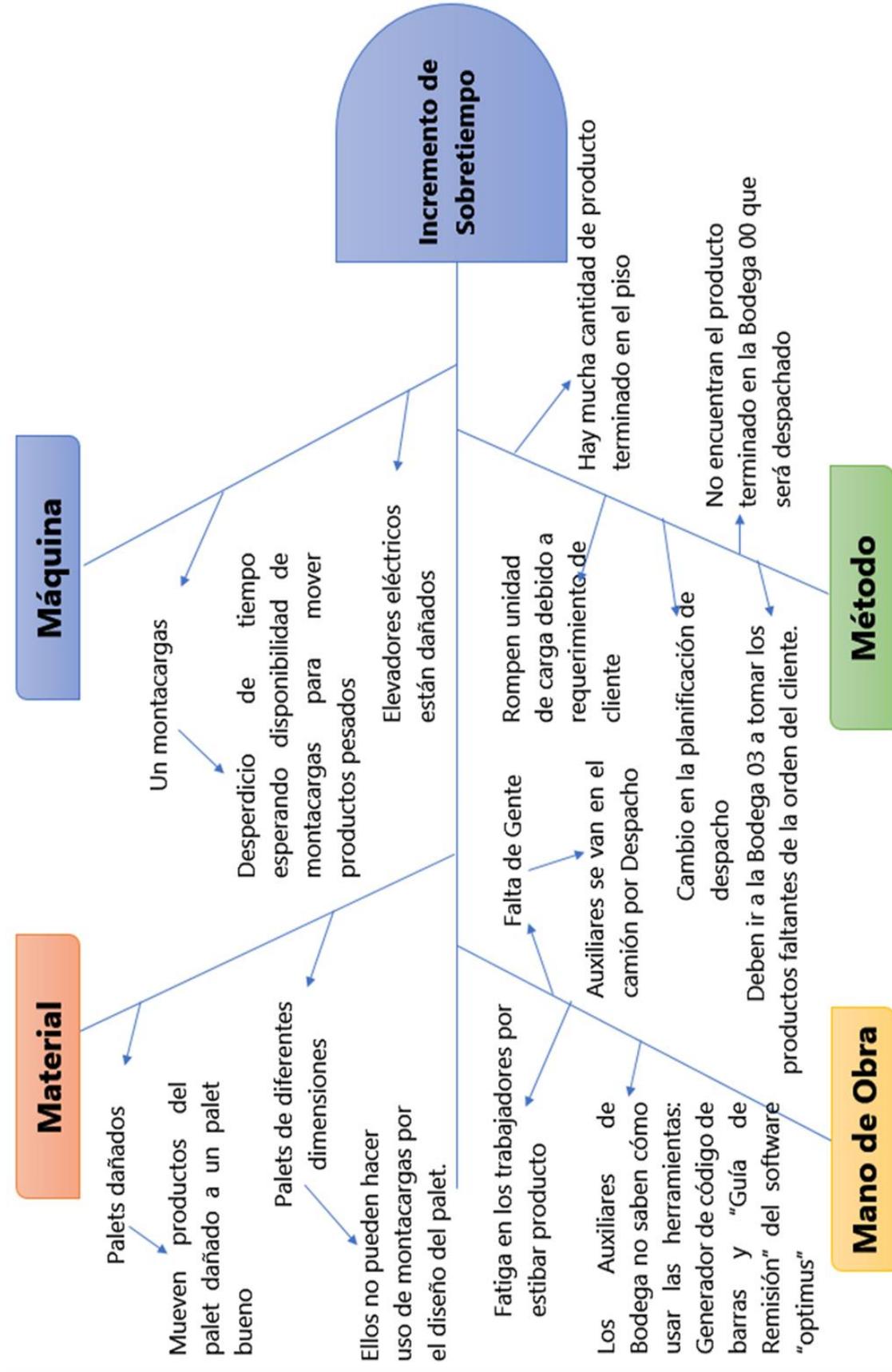


Figura 2.3 Diagrama Ishikawa

Elaboración propia

## Valoración de causas

A continuación, se enlista las causas descritas por los operadores participantes del taller:

- Falta de personal en B00 para traspasos o despachos.
- No encuentra el producto terminado que coincida con el número de pedido.
- Se coloca los SKU paletizados en pallet que puedan ser utilizados en planta debido al diseño del pallet que no es compatible con las mulas.
- Hay que romper la carga del pallet para completar los pedidos de los clientes.
- Los pallets ingresan a bodega con la carga consolidada y embalada según las órdenes del cliente y esta se rompe debido a cambios repentinos en las ordenes de despacho.
- El acceso a ciertos productos terminados se encuentra obstaculizado por otros SKU que se encuentran almacenados en los pasillos de acceso.
- Esperan disponibilidad del montacargas para mover cargas pesadas.
- Uno de los dos elevadores se encuentra dañado y el otro presenta fallas.
- Cambios en la planificación de despacho.
- No todo el pedido del cliente se encuentra en la bodega00 y se tiene que ir a embarcar los bultos faltantes en la bahía de descargar de la bodega03.
- Cansancio por estibar producto terminado durante el día.

Estas causas se validan con el asistente de operaciones para identificar cuáles tienen mayor impacto y cuáles son las más difíciles de controlar, con el fin de identificar cuáles causas vamos a atacar y proponer una solución como se ilustra en la Tabla 2.27.

**Tabla 2.27 Priorización de causas**

<b>Impacto</b>	<b>Mayor</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Auxiliares de bodega no manejan las herramientas: generador de código de barras por orden de despacho y generación de guía de remisión del software Optimus.</li> <li>2. No encuentra el producto terminado que coincida con el número de pedido.</li> <li>3. No todo el pedido del cliente se encuentra en la bodega00 y se tiene que ir a embarcar los bultos faltantes en la bahía de descargar de la bodega03.</li> <li>4. El acceso a ciertos productos terminados se encuentra obstaculizado por otros SKU que se encuentran almacenados en los pasillos de acceso.</li> <li>5. Esperan disponibilidad del montacargas para mover cargas pesadas.</li> <li>6. Carretillas elevadoras manuales en mal estado.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cambios en la planificación de despacho.</li> </ol>
	<b>Menor</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cansancio por estibar producto terminado durante el día.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se coloca los SKU paletizados en pallet que puedan ser utilizados en planta debido al diseño del pallet que no es compatible con las mulas.</li> <li>2. Los pallets ingresan a bodega con la carga consolidada y embalada según las órdenes del cliente y esta se rompe debido a cambios en las órdenes de despacho.</li> </ol>
		<b>Fácil</b>	<b>Difícil</b>
		<b>Esfuerzo</b>	

Elaboración propia

Una vez categorizado las causas con mayor impacto y fáciles de controlar es necesario validar mediante visita de campo o revisión de documentación, a continuación, se muestra el Plan de Validación de Cusa en la Tabla 2.28.

## VERIFICACIÓN DE CAUSA

**Tabla 2.28 Validación de causas**

<b>Causa potencial</b>	<b>Descripción</b>	<b>¿Cómo se validarán?</b>	<b>STATUS</b>
1. Auxiliares de bodega no manejan las herramientas: generador de código de barras por orden de despacho y generación de guía del software Optimus.	Si los operarios que saben usar la herramienta digital no se encuentran, no pueden continuar con el proceso de despacho, debido a que no hay personal capacitado para manejar el software.	<b>Gemba</b>	<b>Finalizada</b>
2. No encuentra el producto terminado que coincida con el número de pedido.	Los productos no tienen una zona de ubicación y solo el operario que colocó el producto en algún lugar de la bodega sabe dónde se encuentra, el resto del personal de bodega debe de preguntar por la ubicación del SKU a ser despachado o buscarlo en la bodega.	<b>Gemba</b>	<b>Finalizada</b>
3. No todo el pedido del cliente se encuentra en la bodega00 y se tiene que ir a embarcar los bultos faltantes en la bahía de descargar de la bodega03.	En algunas ocasiones no todo el producto terminado que se encuentran en las ordenes de despacho se encuentran en la bodega00 y es necesario ir a embarcar a bodega03 el resto de las ordenes en el camión.	<b>Gemba y estadísticas</b>	<b>Finalizada</b>
4. El acceso a ciertos productos terminados se encuentra obstaculizado por otros SKU que se encuentran almacenados en los pasillos de acceso.	Pérdida de tiempo en quitar producto que está almacenado en pasillos y vías de acceso.	<b>Gemba</b>	<b>Finalizada</b>
5. Esperan disponibilidad del montacargas para mover cargas pesadas.	Para los productos pesados que se encuentran en las estanterías o rack es necesario el montacargas.	<b>Gemba</b>	<b>Finalizada</b>
6. Carretillas elevadoras manuales en mal estado.	Una de carretilla se encuentra dañada y la otra presenta fallas y no se presta para ser operada condiciones seguras.	<b>Gemba</b>	<b>Finalizada</b>

Elaboración propia

En anexos se muestran las imágenes de cada una de las causas detalladas de la Tabla 2.28 validación de causas como parte de la evidencia de la visita al campo.

### **Análisis ABC**

Se realizó el análisis ABC para diseñar la nueva distribución de los SKU de acuerdo con su volumen de kg vendidos, frecuencia de despachos y stock máximo con la finalidad de establecer los criterios para un correcto almacenamiento en bodega, tal como se muestra de ejemplo en la Tabla 2.29.

A continuación, se presenta los tres criterios que se usaron para el mismo:

**Criterio No.1.** Número de veces que se va a ver un producto en bodega.

**Criterio No.2** Volumen de ventas o kilos que salen en promedio de la bodega para cada SKU.

**Criterio No.3** Stock Máximo promedio en bodega.

Dado estos criterios se procede a realizar un análisis de frecuencia acumuladas para realizar un parteo y establecer de manera consecutiva a los criterios del ABC, como se muestra a continuación en la Tabla 2.30:

**Tabla 2.29 Pequeña muestra de los históricos de la bodega**

<b>Código</b>	<b>CLIENTE</b>	<b>ítem</b>	<b>Despacho Total (kg)</b>	<b>Frecuencia por pallet</b>	<b>Frecuencia de Despacho</b>
PTFAAA0001	V C E	63CMX105CMX38MC	31.624,90	52,00	28,00
PTFAAA0002	M	18X31X2.1 B/D	19.401,52	36,00	30,00
PTFAAA0003	O	FUNDAS 406MMF165X724MMX38U	22.028,40	38,00	36,00
PTFAAA0004	V C E	63CMX95CMX38MC	17.855,50	30,00	23,00
PTFAAA0005	L	30X36X1.2 B/D	13.372,57	25,00	19,00
PTFAAA0006	R	980MMX1210MMX20.5	16.098,30	27,00	6,00

Elaboración propia

**Tabla 2.30 Análisis ABC**

Despacho Mensual (kg)	Frecuencia por palet Mensual	Frecuencia Mensual	Stock Total (kg)	Stock Mensual (kg)	Stock Máximo del periodo	%Frecuencia
6.324,98	10,40	5,60	5.459	1.091,80	2.959,20	3,008%
3.880,30	7,20	6,00	15.528	3.105,62	6.106,90	2,082%
4.405,68	7,60	7,20	9.629	1.925,72	3.895,90	2,198%
3.571,10	6,00	4,60	6.425	1.284,96	4.759,90	1,735%
2.674,51	5,00	3,80	12.830	2.565,92	3.916,40	1,446%
3.219,66	5,40	1,20	4.066	813,18	2.728,20	1,562%

Elaboración propia.

Con esto podemos realizar el ABC y calcular el índice de rotación y días de cobertura, como se muestra en Tabla 2.31 para saber si existen SKU que se encuentran en bodega mucho tiempo y están mal ubicados.

**Tabla 2.31 Análisis ABC**

Tipo Frecuencia	%Kg	Tipo Volumen	%Stock Máximo Mensual	Tipo Stock	PRUEBA	N	IRI	Días de cobertura
A	6,07444%	A	1,42437%	A	3,50211%	0001	28,97	5
A	3,72660%	A	2,93946%	A	2,91606%	0002	6,25	24
A	4,23117%	A	1,87523%	A	2,76807%	0003	11,44	13
A	3,42964%	A	2,29111%	A	2,48529%	0004	13,90	11
A	2,56857%	A	1,88510%	A	1,96653%	0005	5,21	29
A	3,09213%	A	1,31318%	A	1,98897%	0006	19,80	8

Elaboración propia

Para la ubicación dentro de la bodega, se codifica cada SKU de acuerdo con el análisis por lo que se propone la siguiente codificación que se muestra en la Tabla 2.32 de forma detallada, mientras que en la Figura 2.4 se muestra la codificación final:

**Tabla 2.32 Descripción de la codificación**

Código ABC	Descripción
1ra letra.	Numero de pallets despachados/transferencia
2da letra	Kg despachados/transferido
3ra letra	Máximo stock en bodega
Numero	Promedio de los tres criterios

Elaboración propia

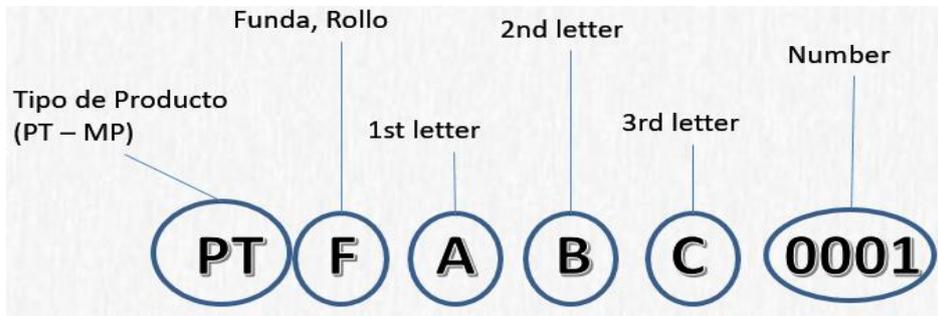


Figura 2.4 Explicación de cada letra del ABC

A continuación, la Figura 2.5 muestra el número de SKUs por cada criterio establecido.

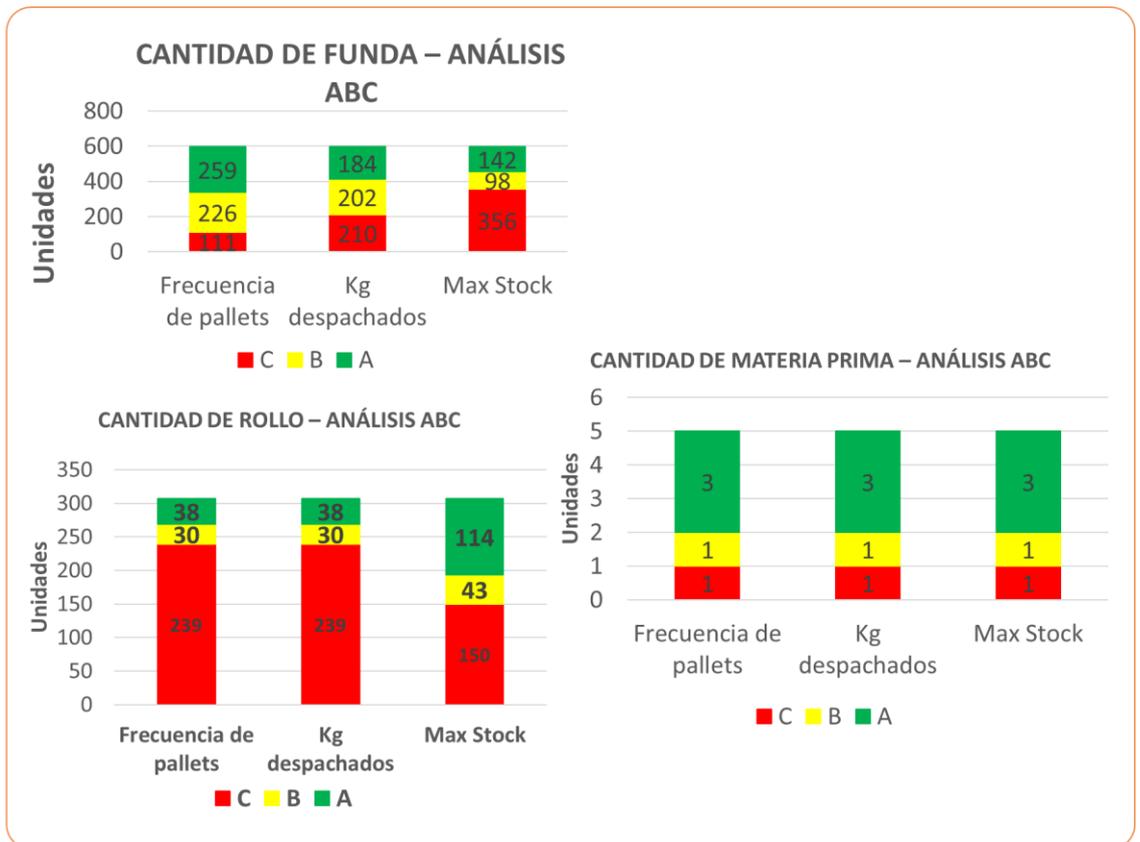


Figura 2.5 Análisis ABC  
Elaboración propia

## IDENTIFICACIÓN DE CAUSA RAÍZ

Tabla 2.33 ¿Análisis de 5 Por qué?

CAUSA	1er ¿Por qué?	2do ¿Por qué?	3er ¿Por qué?	4to ¿Por qué?	5to ¿Por qué?
<b>Auxiliares de bodega no manejan las herramientas: generador de código de barras por orden de despacho y generación de guía del software Optimus.</b>	Porque no están entrenados para usar el software.				
<b>El acceso a ciertos productos terminados se encuentra obstaculizado por otros SKU que se encuentran almacenados en los pasillos de acceso.</b>	Porque no tienen espacio para almacenar los productos	Porque los racks se encuentran llenos	Porque los productos almacenados en los racks tienen poca rotación	Los SKU están mal ubicados según su rotación y frecuencia de despacho	
			Porque no tienen tiempo para organizar	Porque se toman mucho más tiempo en otras actividades	Porque no tienen los procedimientos bien definidos
<b>No todo el pedido del cliente se encuentra en la bodega00 y se tiene que ir a embarcar los bultos faltantes en la bahía de descargar de la bodega03.</b>	Aún no se ha traspasado toda la producción				
<b>No encuentra el producto terminado que coincida con el número de pedido.</b>	Porque solo el trabajador que coloco el producto sabe su ubicación	Porque no tiene una sección destinado para cada SKU			
<b>Esperan disponibilidad del montacargas para mover cargas pesadas.</b>	Porque no puedan mover productos pesados almacenados en los racks	Porque falta de equipos para operar dentro de la bodega			
	Porque el montacarga se encuentra ocupado en otro proceso.				

Elaboración propia

# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS

### 3.1. Implementación

Una vez identificados las causas raíces del problema se decidió reunir con el asistente de operaciones para generar una lluvia de ideas de posibles soluciones, estas se detallan a continuación:

**Tabla 3.1 Solución potencial a las causas raíces**

Causa	Causa raíz	Solución Potencial
Auxiliares de bodega no manejan las herramientas: generador de código de barras por orden de despacho y generación de guía del software Optimus.	Porque no están entrenados para usar el software.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entrenar a los auxiliares de bodega en la generación de la "Guía de Remisión" en el Software "OPTIMUS" y en la generación de código de barras por orden de despacho.</li> </ul>
No encuentra el producto terminado que coincida con el número de pedido.	Porque no tiene una sección destinado para cada SKU	<ul style="list-style-type: none"> <li>Redistribución de los SKUs en función de su frecuencia y volumen de venta.</li> <li>Cambiar el sistema de almacenamiento ubicando estanterías.</li> <li>Adquirir estantería con acceso en ambos sentidos para la materia prima.</li> <li>Eliminar todos los materiales obsoletos de la bodega.</li> <li>Implementar estrategia de pinturas para la ubicación de equipos, pallets y camión durante la carga de camión.</li> </ul>
No todo el pedido del cliente se encuentra en la bodega00 y se tiene que ir a embarcar los bultos faltantes en la bahía de descargar de la bodega03.	Aun no se ha traspasado toda la producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir procedimientos de los procesos de despacho y traspasos.</li> <li>Mejorar la comunicación entre el departamento y comercial o logística.</li> <li>Elaborar LUP de cada uno de los procedimientos.</li> <li>Entrenar al personal con el uso de las LUP's.</li> </ul>
El acceso a ciertos productos terminados se encuentra obstaculizado por otros SKU que se encuentran almacenados en los pasillos de acceso.	Los sku están mal ubicados según su rotación y frecuencia de despacho	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaborar una pizarra que muestre el layout de la Bodega 00 con la ubicación de los SKU actual.</li> <li>Designar una zona de pre-despacho donde se ubicarán los productos a ser despachados.</li> <li>Diseñar una plantilla para identificar los productos en racks.</li> </ul>
	Porque no tienen los procedimientos bien definidos	

Continuación de la Tabla 3.1 Solución potencial a las causas raíces

Esperan disponibilidad del montacargas para mover cargas pesadas.	Porque falta de equipos para operar dentro de la bodega	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir procedimientos de los procesos de despacho y trasposos.</li> <li>• Elaborar LUP de cada uno de los procedimientos.</li> <li>• Entrenar al personal con el uso de las LUP's.</li> </ul>
	Porque en la planificación no está considerado el uso del montacarga	
Carretillas elevadoras manuales en mal estado.	Porque no tiene las condiciones básicas de operaciones de los equipos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compra de equipos para mejorar la eficiencia de los procesos de traspaso.</li> <li>• Reparar los equipos de ser posible.</li> </ul>

Elaboración propia

Una vez dada la lluvia de ideas se priorizan las de mayor impacto y menor dificultad con el fin de generar soluciones no solo desde el punto de vista de los autores sino de personal de piso involucrado en el proceso, A continuación, se muestra la Tabla 3.2:

**Tabla 3.2 Priorización de soluciones**

<b>Impacto</b>	<b>Mayor</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elaborar una pizarra que muestre la ubicación de los SKU actual en el rack.</li> <li>2. Designar una zona de pre-despacho donde se ubicarán los productos a ser despachados.</li> <li>3. Entrenar a los auxiliares de bodega en la generación de la “Guía de Remisión” en el Software “OPTIMUS” y en la generación de código de barras por orden de despacho.</li> <li>4. Redistribución de los SKUs en función de su frecuencia y volumen de venta.</li> <li>5. Definir procedimientos de los procesos de despacho y traspasos.</li> <li>6. Eliminar todos los materiales obsoletos de la bodega</li> <li>7. Elaborar LUP de cada uno de los procedimientos.</li> <li>8. Entrenar al personal con el uso de las LUP’s.</li> <li>9. Cambiar el sistema de almacenamiento ubicando estanterías.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mejorar la comunicación entre el departamento y comercial o logística.</li> <li>2. Adquirir estantería con acceso en ambos sentidos para la materia prima.</li> <li>3. Compra de equipos para mejorar la eficiencia de los procesos de traspaso.</li> </ol>
	<b>Menor</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Implementar estrategia de pinturas para la ubicación de equipos, pallets y camión durante la carga de camión.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reparar los equipos de ser posible.</li> </ol>
		<b>Fácil</b>	<b>Difícil</b>
		<b>Esfuerzo</b>	

Elaboración propia

**Tabla 3.3 Sistema de implementación 5W + 2H**

¿Qué acciones se deben implementar?	¿Cómo se implementarán las acciones?	¿Dónde se deben implementar?	¿Cuál es el tiempo de entrega de la actividad?	¿Cuál es el costo asociado?	¿Cómo se justifica su realización?	¿Quién es responsable de su ejecución?
<p>Elaborar una pizarra que muestre el layout de la Bodega 00 con la ubicación de los SKU actual.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar la compra de una pizarra de 300x150mm con la impresión del layout de la bodega.</li> <li>Colocar el stickers con el nombre de los sku's en la pizarra con el fin de ilustrar su ubicación.</li> <li>Entrenar al personal en el manejo de la pizarra y su importancia.</li> </ul>	<p>En las oficinas de la bodega00</p>	<p>3 semanas</p>	<p>\$120</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Facilita el reconocimiento de la ubicación de los SKUs dentro de la bodega.</li> <li>Fácil de instalar.</li> <li>Tiene un costo asociado bajo con respecto a su impacto.</li> <li>Facilidad para los operarios nuevos de saber la ubicación de los sku.</li> </ul>	<p>Ricardo Luna A.</p>
<p>Designar una zona de pre-despacho donde se ubicarán los productos a ser despachados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Despejar la carga actual que está siendo ocupado por producto terminado.</li> <li>Pintar en el suelo una zona de precarga para cada camión.</li> <li>Retirar los racks que se encuentran en la pared.</li> </ul>	<p>En la bodega00</p>	<p>3 semanas</p>	<p>\$135/caneca X 4</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Facilita los despachos</li> <li>No existe la confusión del orden en que deben ser embarcados.</li> </ul>	<p>Julio Naranjo F.</p>

Continuación de la **Tabla 3.3**

Entrenar a los auxiliares de bodega en la generación de la "Guía de Remisión" en el Software "OPTIMUS" y en la generación de código de barras por orden de despacho.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se realizarán capacitaciones del uso del software</li> <li>Se realizarán pequeñas evaluaciones del uso del software en la práctica.</li> </ul>	En la bodega00	1 semana	N/A	<ul style="list-style-type: none"> <li>Generar autonomía en los auxiliares para acelerar las Órdenes de despacho.</li> </ul>	Ricardo Luna.
Redistribución de los SKUs en función de su frecuencia y volumen de venta.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se realizará un ABC de acuerdo con la frecuencia de orden de despacho y cantidad kilogramos pedidos.</li> <li>Asignar una nueva ubicación de cada SKU en la bodega de acuerdo con su importancia.</li> </ul>	En la bodega00	3 semanas	N/A	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reduce los tiempos de búsqueda y transporte de cada SKU.</li> <li>Facilita la ubicación de los SKU en la bodega.</li> </ul>	Julio Naranjo F. & Ricardo Luna A.
Definir procedimientos de los procesos de despacho y trasposos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir nuevos procedimientos de traspaso y despacho.</li> <li>Definir métodos de operación.</li> </ul>	En la bodega00	1 semana	N/A	<ul style="list-style-type: none"> <li>Porque se mejorar el desempeño de las actividades.</li> <li>Reducir tiempos en los procesos.</li> </ul>	Julio Naranjo F. & Ricardo Luna A.
Eliminar todos los materiales obsoletos de la bodega	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementar la herramienta de 5's (tarjeta roja), para los obsoletos de la bodega.</li> </ul>	En la bodega00	3 semanas	\$10	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejorar la utilización del espacio.</li> <li>Eliminar materiales no necesarios.</li> </ul>	Julio Naranjo F.
Elaborar LUP de cada uno de los procedimientos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaborar Lecciones de un punto de cada uno de los procesos claves de la bodega00.</li> </ul>	En la bodega00	1 semana	N/A	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir los procedimientos.</li> <li>Entrenamiento a futuro personal de bodega.</li> </ul>	Julio Naranjo F. & Ricardo Luna A.

Continuación de la **Tabla 3.3**

Entrenar al personal con el uso de las LUP's.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar capacitación a los trabajadores de la bodega.</li> </ul>	En la bodega00	1 semana	N/A	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducir los desperdicios (reprocesos o retrabajos).</li> </ul>	Julio Naranjo F. & Ricardo Luna A.
Cambiar el sistema de almacenamiento ubicando estanterías.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboración del nueva Layout de la bodega.</li> <li>Simular los procesos involucrados en el nuevo layout.</li> </ul>	En la bodega00	1 mes	Naranja(\$3.430/marco) Verde (\$1344/viga) 15 verdes 45 naranjas \$7000	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejorar el flujo de materiales.</li> <li>Reducir pasillos congestionados.</li> <li>Definir la ubicación de cada SKU según al ABC.</li> </ul>	Julio Naranjo F.

Elaboración propia.

## **Diseño de la nueva distribución de la bodega**

Con el análisis ABC se procedió a realizar la nueva distribución de la bodega considerando las distancias mínimas para poder operar los equipos y tener un mejor flujo de materiales.

### **Ubicación de racks**

La capacidad actual de la bodega es de 326 pallets, 116 para materia prima, 36 pallets de producto terminado en suelo, 14 para insumos, 120 en racks y 40 repartidos para producto en cuarentena, zona de carga, obsoletos y algunos rollos.

Dado esto se encuentra que en la actualidad la capacidad de la bodega no abastece para la cantidad de pallets que se encuentran en bodega como se observa en la Figura 3.1, existe muchos pallets en el suelo, pasillos, zonas de acceso, a los lados de los racks que dificultan el acceso a los productos.



**Figura 3.1 Acceso congestionado por falta de espacio en racks**



**Figura 3.2 Acceso congestionado por falta de espacio en racks**

Dada la distribución actual se procedió a cambiar la distribución de los racks e incrementar la capacidad con la adquisición de nuevos racks, como modificación de la altura entre estanterías.

Para establecer la cantidad espacios necesarios para almacenar en los racks y que no existan productos en suelo, se observó el inventario máximo mensual de cada SKU y se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 3.4 Capacidad requerida de espacios**

Producto terminado	
Fundas	Rollos
205 + 1	63 + 1
<b>Total</b>	<b>271</b>

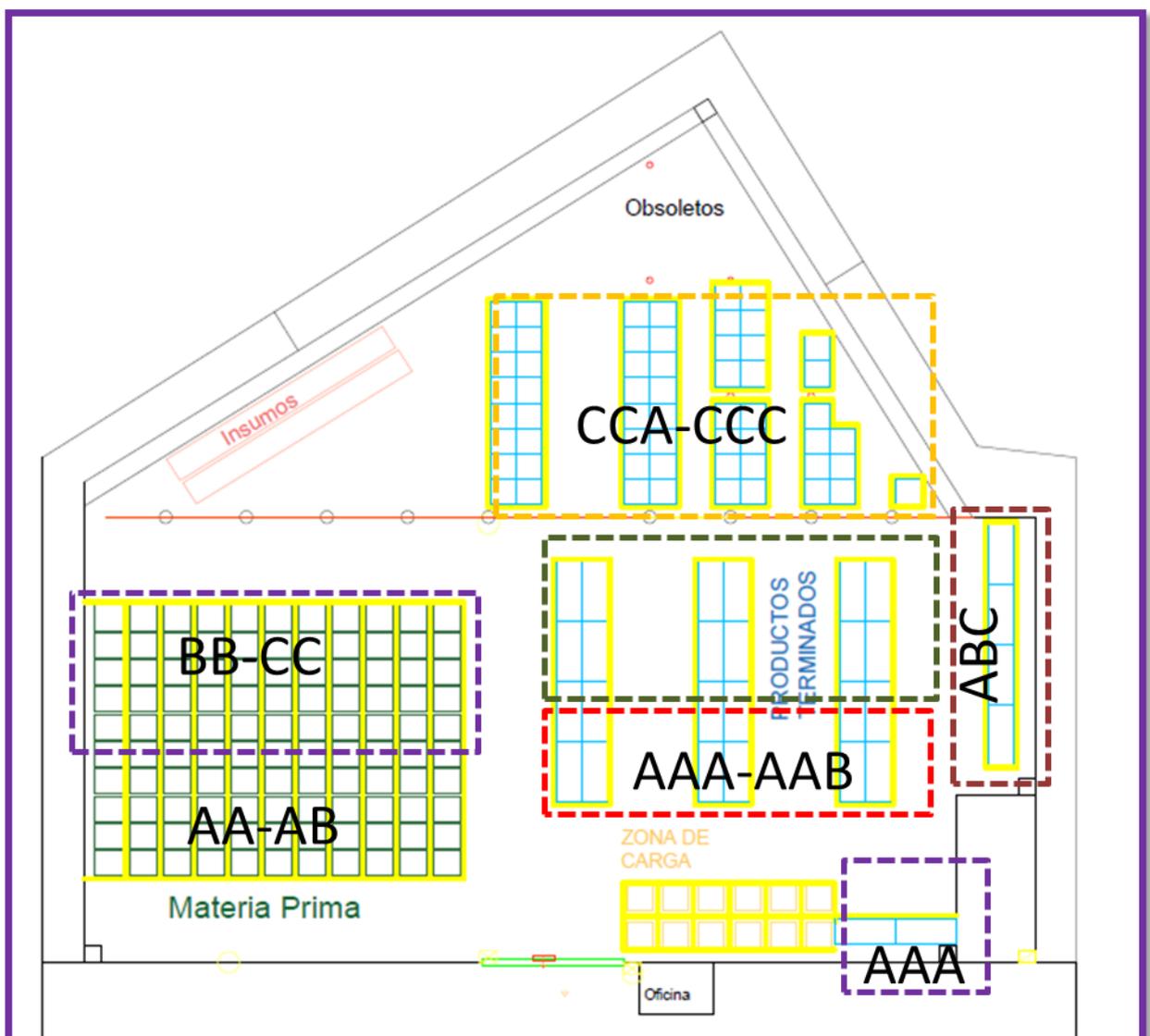
Elaboración propia

Se define una capacidad de 625 kg máximo para cada pallet o una altura de 1,10 cm. Debido que se reduce la altura de las estanterías y cada estantería estará separada 135 cm así se logra obtener un nivel más de estantería y se aumenta la capacidad en un 33% en racks, dado esto los racks serán de 2,86 cm de ancho

por 1,2 de profundidad y 1,35 de alto donde entran 2 pallet por cavidad y dos pisos de altura.

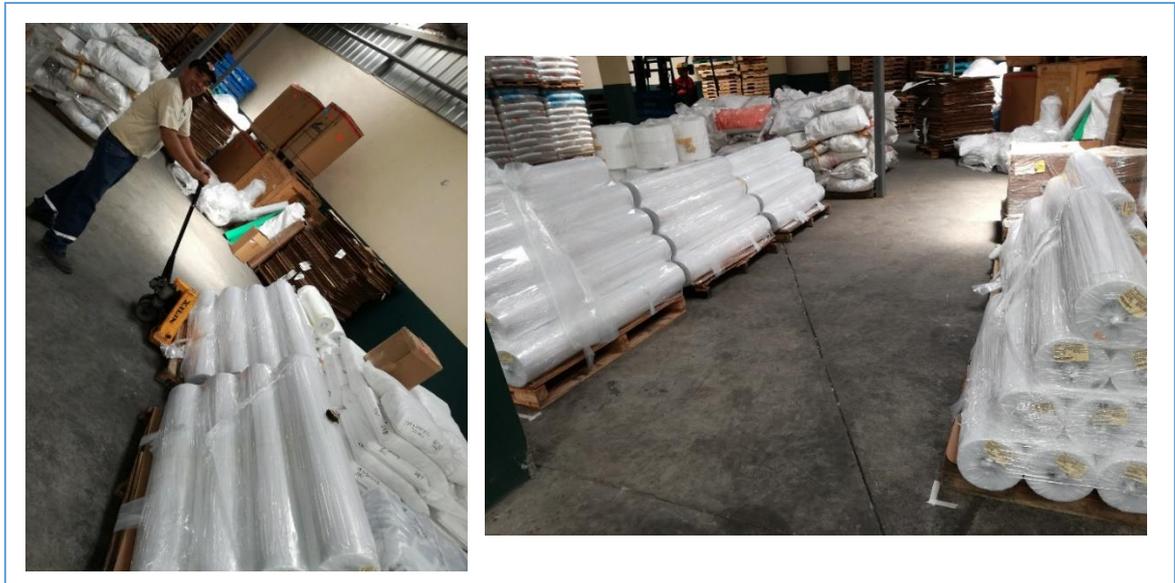
La capacidad propuesta es de 526 pallets, 298 para producto terminado en racks y 58 en el piso, 116 para materia prima, 14 para insumos y 40 repartidos entre la zona de carga, obsoletos y espacio adicional.

El layout y la sectorización propuesta dado el análisis ABC:



**Figura 3.3 Propuesta de Layout**  
Elaboración propia

Implementando la zona CAA – CCC en bodega.



**Figura 3.4 Implementación de la nueva distribución**

### Remover los obsoletos

Se elaboró una plantilla de elementos innecesarios como se muestra en la Figura 3.5 con la descripción y el motivo por el cual se encuentran.

Plantilla de elementos innecesarios	
Descripción	Motivo
Palets	Los palets ya están dañados y no se pueden volver a usar.
Cajas de repuestos de maquinarias	Deben estar en la sección de piezas de mantenimiento.
Producto Terminado	Palets de Producto terminado se encuentran en la sección de Materia Prima.
<b>Firmado Por:</b>	

**Figura 3.5 Plantilla de elementos innecesarios**

Elaboración propia.



**Figura 3.6 Antes y después de Orden y Limpieza**  
Elaboración propia.

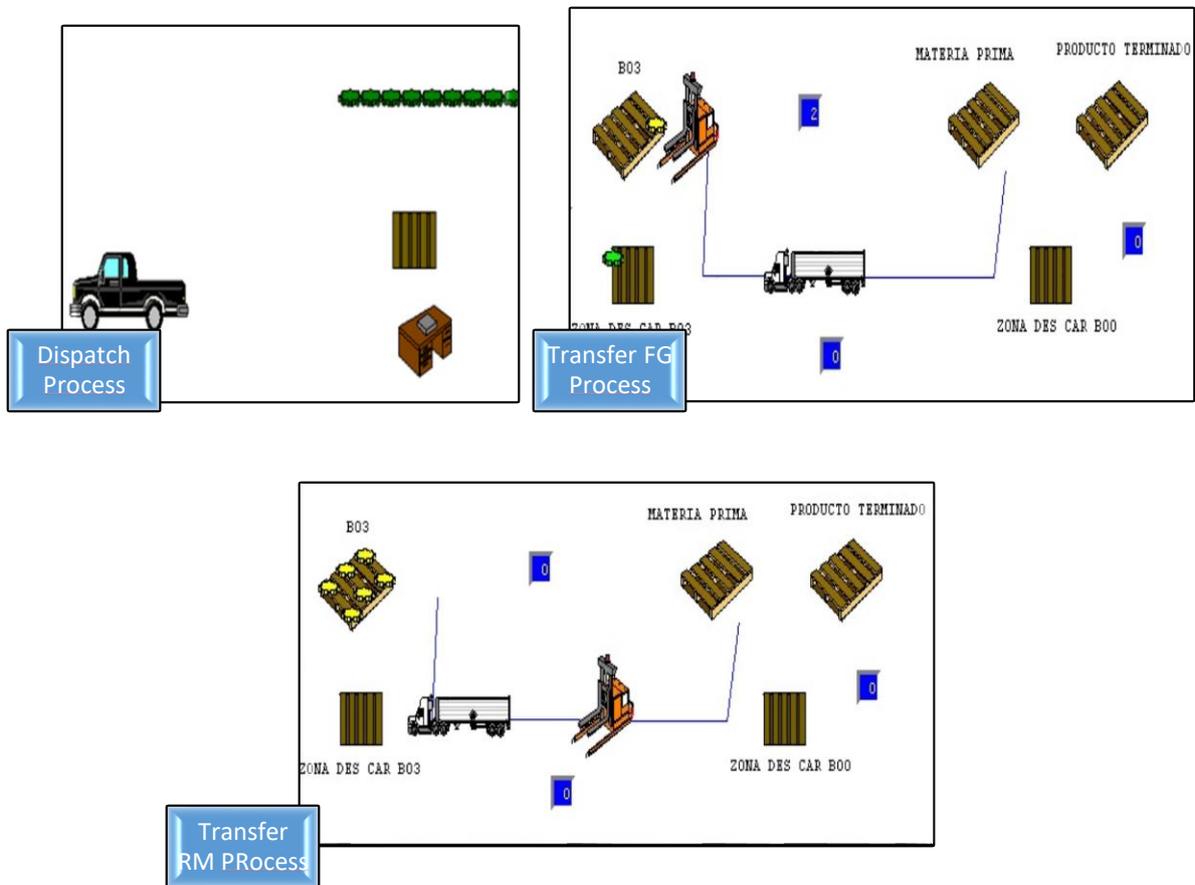
Como se puede evidenciar en la Figura 3.6 de la implementación de la plantilla de elementos innecesarios.

### **Simulación**

Una vez diseñado la nueva distribución de la bodega se procede a simular cada uno de los procesos involucrados en la bodega:

- Despacho
- Transferencia de producto terminado y materia prima

El programa que se va a emplear la simulación será Promodel 7.5



**Figura 3.7 Layout de la simulación de cada proceso**

### **Definir procedimientos**

Con el fin de estandarizar los procesos y evitar los desperdicios por el re trabajo se definieron los procedimientos y se elaboraron LUPs, a continuación, se muestra un ejemplo de un LUP:

LUP - Descarga de producto terminado(uso de montacarga)				
Elaborado por:	Julio Miguel Naranjo Fiallos		FRECUENCIA:	
Símbolos				
EPP:	Casco de seguridad.			
Paso No.	Actividad:	Ilustración	Puntos Clave:	Utensilios:
1	Descarga del primer pallet	   	<p>1.a. Chofer abre las puertas del camion.</p> <p>1.b. Introducir las orquillas en el pallet.</p> <p>1.c. Levantar el pallet y retirarlo.</p> <p>1.d. Dirigirse a la zona a la bodega de almacenamiento temporal B03.</p>	
2	Descarga del segundo pallet	   	<p>2.a. Auxiliar o chofer coloca bandas de arrastre alrededor del pallet ubicado en el fondo del camion.</p> <p>2.b. Sujeta cada extremo de la soga a las orquillas del montacarga.</p> <p>2.c. Montacarguista debe dar marcha atrás para jalar los dos pallets dentro del camion hasta que esten al filo de las puertas del camion.</p> <p>2.d. Retirar la banda de las orquillas del camion</p> <p>Nota: repetir desde 1. b. hastas 1. d</p>	
3	Descarga del tercer pallet		<p>Nota: repetir desde 2. a. hastas 2. d</p> <p>Nota: repetir desde 1. b. hastas 1. d</p>	
Aprobado por:				
Aprobado por:				
Aprobado por:				

**Figura 3.8 LUP Descarga de Producto Terminado (uso de montacarga)**

Elaboración propia.

Una vez realizado las LUP de cada uno de los procedimientos se procedió a entrenar a cada uno de los operarios de bodega.



**Figura 3.9 Capacitación en bodega por parte del bodeguero al Asistente de Bodega**

Para mantener estas implementaciones a lo largo es necesario establecer condiciones básicas de operación.

### **Condiciones básicas**

- Respetar el área pintada y no colocar nada que no esté permitido en ella.
- Asignación correcta en los estantes de cada SKU.
- Revisar y evaluar la permanencia de material obsoleto o en cuarentena.
- Desechar los pallets dañados.
- Mantener las rutas de acceso libres.
- Usar las plantillas definidas.
- Se encuentran constantemente revisando las lecciones de un punto para perfeccionar los procedimientos y la experticia.

### **3.2. Resultados**

Una vez propuesto el diseño de la bodega se procedió a verificar si existe una diferencia significativa en el tiempo de ciclo de los procesos actuales con los

propuestos, donde se realizó la simulación para obtener los datos suficientes para contrastar las mediciones con el método de diferencia de medias pareadas.

Para los tiempos de ciclo actual de cada uno de los procesos de la B00, se verificó primero que la muestra siga una distribución normal del actual y el propuesto, para la cual se realizó el test de normalidad de Anderson-Darling usando el software Minitab tal y como se muestra en la Figura 3.10 Test de Normalidad Anderson–Darling para el proceso de despacho actual.

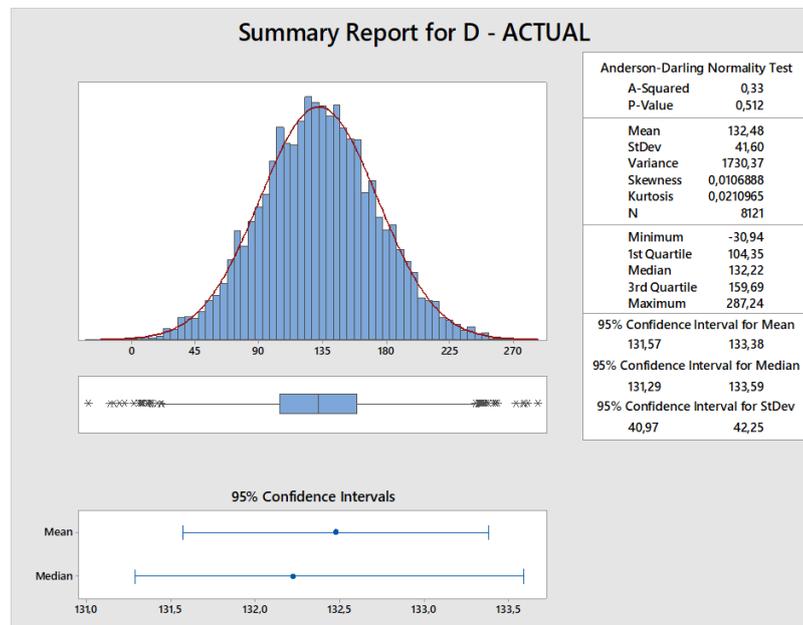
$H_0$ : Los datos siguen una distribución normal

$H_1$ : Los datos no siguen una distribución normal

**Tabla 3.5 Tamaño de muestra para test de normalidad Anderson - Darling para el proceso de despacho actual**

n	9
Media	134.80
SD	45.977
N	8121

Elaboración propia



**Figura 3.10 Test de Normalidad Anderson–Darling para el proceso de despacho actual**

Elaboración propia

El resto de test de normalidad para los demás procesos se encuentra en el anexo D.

Con los datos ya normalizados se realizó el test de medias pareadas, donde se obtiene los siguientes resultados en la Tabla 3.6:

$H_0$ : La diferencia de los datos es igual a cero

$H_1$ : La diferencia de los datos son diferentes de cero

**Tabla 3.6 Resumen de resultados de test de medias pareadas**

	Proceso de Despacho	Proceso de Transferencia de Materia Prima	Proceso de Transferencia de Producto Terminado
P- Value	0,000	0,000	0,000
Conclusión	H1	H1	H1

Elaboración propia

### 3.3. Análisis económico del proyecto

Estimación de costos de materiales, equipos e infraestructura para la completa instalación del proyecto, en la Tabla 3.7 se presenta la inversión inicial del proyecto, y en la Tabla 3.8 la estimación de la mano de obra para el proyecto.

**Tabla 3.7 Inversión inicial del proyecto**

Inversión	
Racks	\$7.001,00
Pintura	\$10,00
Pizarra	\$120,00
Total	\$7.131,00

Elaboración propia.

**Tabla 3.8 Calculo de mano de obra y horas extra, actuales y propuestas**

Data			
	Actual	Propuesto	
<b>Hora – Hombre</b>	1,875	2	
<b>Hora de trabajo</b>	8	8	día
<b>Horas extras promedio hombre</b>	63	16	Mensual
<b>MO</b>	2250	2250	Mensual
<b>MO</b>	27000	27000	Anual
<b>Horas extras MO</b>	1063,125	263	Mensual
<b>Horas extras MO</b>	12757,5	3160	Anual

Elaboración propia.

Dado que el proyecto busca una reducción en el sobretiempo de los trabajadores de la bodega y por lo tanto una reducción en el pago por concepto de horas extras se ve conveniente realizar un análisis CAUE de la situación actual de la compañía y la situación propuesto.

A continuación, en las tablas: Tabla 3.9, Tabla 3.10 se presentan ambos análisis

**Tabla 3.9 Flujo Actual Método CAUE**

Flujo Actual						
Costo	0	1	2	3	4	5
<b>MO</b>		\$27.000	\$27.000	\$27.000	\$27.000	\$27.000
<b>Horas extras MO</b>		\$12.758	\$12.758	\$12.758	\$12.758	\$12.758
<b>Total</b>		\$39.758	\$39.758	\$39.758	\$39.758	\$39.758

TMAR	
CFN	11%
VPN	\$146.020,20

Elaboración propia.

**Tabla 3.10 Flujo Actual Método CAUE**

	0	1	2	3	4	5
Costo						
Marcadores		\$72	\$72	\$72	\$72	\$72
MO		\$27.000	\$27.000	\$27.000	\$27.000	\$27.000
Horas extras MO		\$3.160	\$3.160	\$3.160	\$3.160	\$3.160
	\$7.131	\$30.232	\$30.232	\$30.232	\$30.232	\$30.232

TMAR CFN	11%
VPN	\$118.165,42

Elaboración propia.

Por lo cual tenemos una reducción de \$27.000 en costos

# CAPÍTULO 4

## 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Conclusiones

Se logró diseñar un nuevo tipo de almacenamiento en función del análisis ABC y con la ayuda de la simulación se logró demostrar la reducción del tiempo en los procesos asociados a la bodega en un aproximado de 2 horas teniendo un ahorro a cinco años a valor presente neto de 27 mil dólares con una tasa del 11,25%.

Por lo tanto, se concluye diseñar la bodega en función de los movimientos de productos se logra reducir los tiempos de operación en bodega.

### 4.2. Recomendaciones

Dar seguimiento a la planificación de despachos para evitar cambios en el transcurso del día.

- Realizar un modelo de ruteo para disminuir los tiempos de transporte y retorno de los camiones.
- Dar seguimiento a las plantillas de Stock en los racks.
- En días de inventarios constatar que los SKU estén en las secciones definidas.
- Tener un archivo común de la base de datos para evitar errores de nombres cambiados o números alterados.

# BIBLIOGRAFÍA

Freivalds, Andris, Niebel, & Benjamin. (1994). *Métodos estándares y diseño del trabajo*. México: Mcgraw Hill.

Lowry, Maynard, & Stegermerten. (1948). *Time and motion study*. New york and london: MCGRAW HILL.

MUNDEL, & MARVIN E. (1984). *Estudio de tiempos y movimientos*. México: C.E.C.S.A.

Ocampo, Jared, Pavón, & Aldo. (23 de Julio de 2012). *LACCEI*. Obtenido de <http://laccei.org/LACCEI2012-Panama/RefereedPapers/RP147.pdf>

# **ANEXOS Y APÉNDICES**





## ANEXO C

### Cálculo de las Compensaciones

#### Suplementos constantes:

1. **Suplemento por necesidades personales:** Salidas al baño, beber agua, comer, salidas por fumar o realizar otra actividad inherente no está considerada dentro de este suplemento.
2. **Suplemento por fatiga básica:** Depende de la intensidad de la laboral y el tiempo al cual se encuentra expuesto, por lo general es una cantidad constante y se lo aplica al tiempo normal de cada actividad.

#### Suplementos variables:

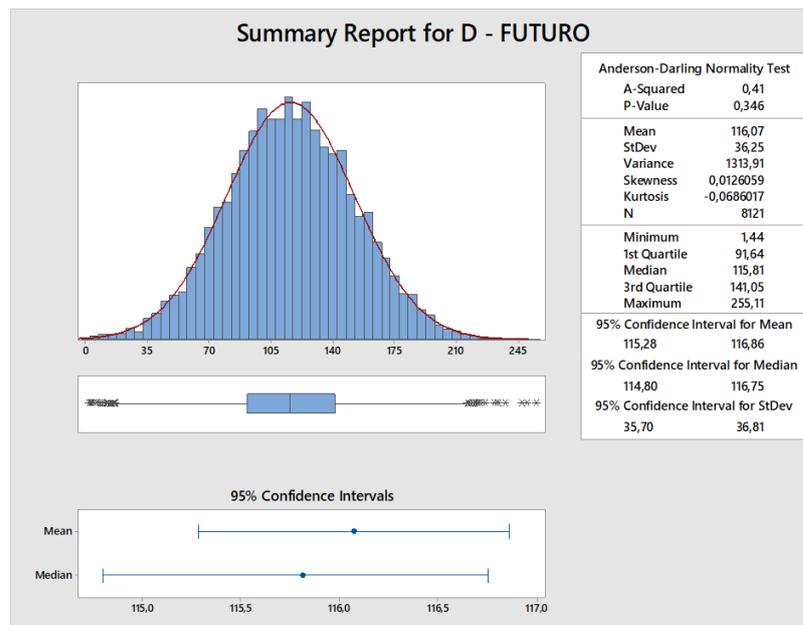
1. **Suplemento por estar de pie:** Solo si el operario ejecuta su trabajo en posición horizontal.
2. **Suplemento por posición anormal:** Posiciones poco ergonómicas y que pueden producir fatiga muscular.
3. **Fuerza muscular:** El uso de fuerza por el operario para jalar, empujar o levantar.
4. **Mala iluminación:** Condiciones de luz natural o artificial en la zona donde se realizan las operaciones, para evitar cansancio o fatiga visual.
5. **Condiciones atmosféricas:** Condiciones de temperatura o humedad en el puesto de trabajo.
6. **Atención estricta:** Labores que demandan una alta concentración.
7. **Nivel de ruido:** Todo estímulo de alta intensidad sonora que pueda presentarse de forma continua o intermitente.
8. **Estrés mental:** Tareas que conllevan un alto grado de prestaciones cognitivas como la realización de documentos o revisión de documentos.
9. **Monotonía:** Tareas repetitivas tanto mentales.
10. **Tedio:** Tareas físicas repetitivas.

## ANEXO D

### Test de normalidad

Propuesto

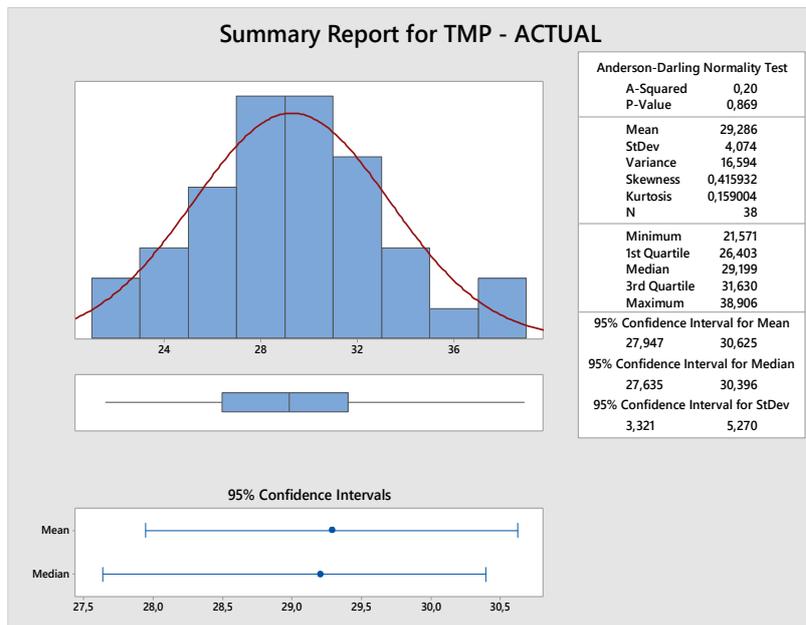
n	8121
Media	115.60
SD	36.586
N	5143



Proceso de Transferencia de Materia Prima

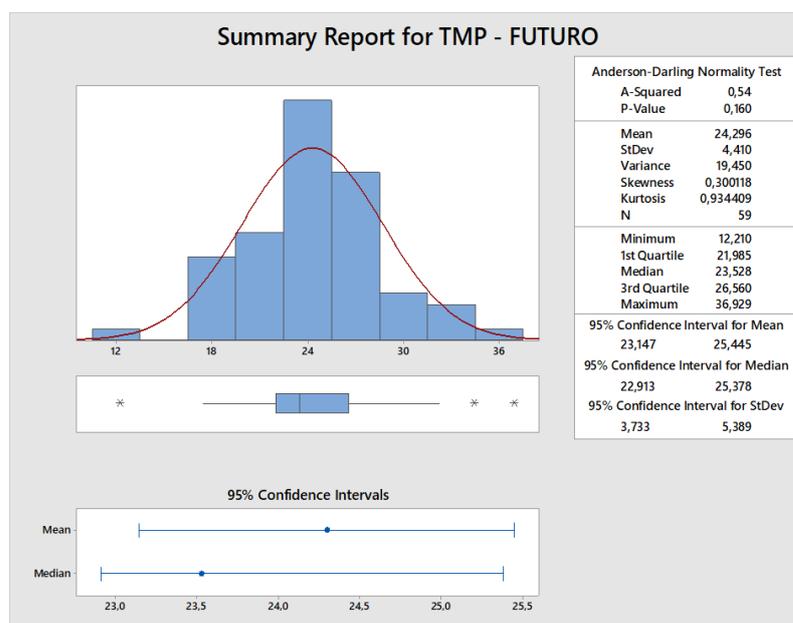
Actual

n	5
Media	28.27
SD	3.108
N	38



## Propuesto

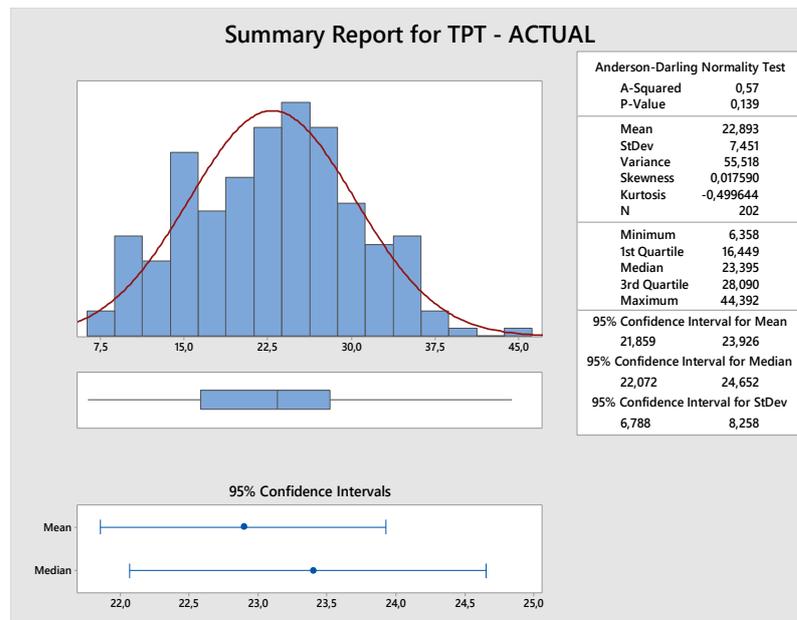
n	38
Media	23.54
SD	3.9152
N	59



## Proceso de Transferencia de Producto Terminado

### Actual

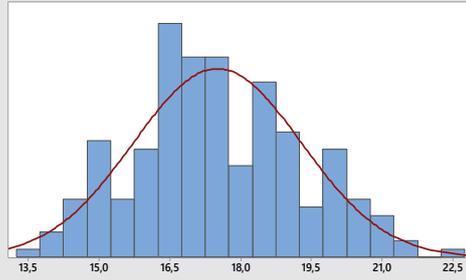
n	112
Media	23.442
SD	7.241
N	202



### Propuesto

n	202
Media	17.522
SD	1.779
N	13

## Summary Report for TPT - FUTURO



### Anderson-Darling Normality Test

A-Squared 0,68  
P-Value 0,073

Mean 17,510  
StDev 1,783  
Variance 3,179  
Skewness 0,227445  
Kurtosis -0,381782  
N 202

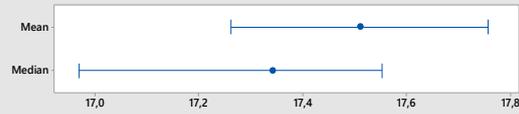
Minimum 13,574  
1st Quartile 16,369  
Median 17,341  
3rd Quartile 18,695  
Maximum 22,658

95% Confidence Interval for Mean  
17,262 17,757

95% Confidence Interval for Median  
16,969 17,553

95% Confidence Interval for StDev  
1,624 1,976

### 95% Confidence Intervals



# APÉNDICE A

## Proceso de Traspaso de Materia Prima

### Proceso 1: traspaso de materia prima

#### Subproceso 1.1: Revisión de inventario en sistema

Actualmente esta operación es realizada por el bodeguero y el asistente de bodega quienes revisan la HPDD para ver cuáles son los movimientos del día y constatan si existe requerimientos de materia prima por parte de planta, de existir primero se encarga de revisar en el sistema si hay existencia de los SKU's que se solicitan para dar paso a la búsqueda y embarque en el camión si no hay despachos en proceso.

Para efectos del estudio de tiempos se seleccionó al bodeguero y a su asistente, el chofer puede ayudar dependiendo de la carga, quienes se encargan de ejecutar este subproceso se encuentran en la bodega00.

#### Subproceso1.2: Embarque de materia prima

Este proceso se define en varias actividades que son ejecutadas por el asistente de bodega, un auxiliar y el chofer del camión. Consta principalmente de cargar el pallet con el SKU pedido por planta y colocarlo sobre un pallet donde quepan las uñas de la mula en bodega 03 para su fácil transporte y, finalmente, ser embarcado en el camión para su traslado hacia la bodega 03 que se encuentra en el mismo sector.

#### Subproceso 1.3: Descarga de materia prima

Este subproceso solo se puede dar, sí y solo sí, el montacargas que se encuentra en la bodega00 se ha trasladado a la bodega03, de ser el caso se descargan los pallets que están dentro del camión con la ayuda del chofer y se los ubica en la zona de producto en tránsito para ser ubicada por un auxiliar dentro de planta

En este subproceso están involucrados el asistente de bodega, el chofer de la bodega 00 y un auxiliar de la bodega 03.

## APÉNDICE B

### Proceso de Traspaso de Producto Terminado

#### Proceso 2: Traspaso de producto terminado

##### Subproceso 2.1: Verificación de bultos y armado de pallet

Este proceso es llevado a cabo por el auxiliar de bodega 03 y un operario de planta, el operario de planta se encarga de pesar cada bulto y etiquetarlos según la hoja de producción que el jefe de bodega tiene , una vez pesado y etiquetado el auxiliar de bodega junto con la hoja de producción elabora la hoja de ingreso a bodega y prepara el pallet, coloca los bultos de un solo cliente y los estresa, si son rollos realiza el mismo procedimiento y puede existir la posibilidad de armar la carga de un pallet con bultos o rollos de distintos clientes para disminuir los viajes.

##### Subproceso 2.2: Embarque de producto terminado

Para este subproceso existen dos formas de realizarlo la primera es mediante el uso del montacarga, si éste está disponible y está autorizado por administración para que sea usado por el montacarguista o asistente de bodega quien embarca cada pallet dentro del camión con la ayuda del chofer y el auxiliar de la bodega03. De no ser este el caso, el auxiliar de la bodega 03 con ayuda del chofer y de otro auxiliar de la bodega 00 estiban manualmente cada uno de bultos dentro del camión hasta ocupar su capacidad. Esta operación conlleva el uso de una mula manual eléctrico y una mula manual para facilitar a los operarios estibar.

Una vez llenado el camión se dirige hacia la bodega 00 junto con el montacarguista o el auxiliar que fue ayudar a estibar.

##### Subproceso 2.3: Descarga de producto terminado

Actualmente este subproceso es realizado de igual manera que el embarque, si el camión ha sido estibado en bodega03 también debe ser estibado en bodega 00 debido a que no se encuentran consolidada la carga en el pallet y no pueden ser descargados por el montacarga, caso contrario, de llegar la carga consolidada dentro del camión en pallets, el asistente se encarga de realizar la operación de descarga y ubicación dentro de la bodega00. Para la operación de estibar se necesitan la ayuda de dos auxiliares que estiban los bultos de cada cliente con el fin de armar un pallet con solo los bultos de ese cliente, una vez armado el pallet se lo estresa y con la ayuda del montacarguista se lo ubica en algún lugar dentro

de la bodega00, el chofer ayuda en ambos casos. Para el estudio de tiempos de este subproceso se analizarán ambos escenarios y se compararán para demostrar cuál es la forma más efectiva de realizar el embarca y descarga de productos terminados, dado que el objetivo es reducir los tiempos en cada operación y ser más eficientes.

## APÉNDICE C

### Proceso de Despacho de Producto Terminado

#### Proceso 3: Despacho de Producto Terminado

##### Subproceso 3.1: Elaboración de picking

El Bodeguero revisa el HPDD junto con el Asistente de Bodega, para identificar los despachos que se realizarán en el día con los productos a armar por pedido, y verifican con la Hoja de Ingreso a Bodega si todos los productos del pedido se encuentran en B00 caso contrario se tiene que ir a retirar los demás productos en B03 para completar el pedido.

El Bodeguero revisa en una lista de requerimientos del cliente, si el cliente necesita algún documento adicional como: Certificado de calidad, lista de productos, factura, orden de compra.

El Bodeguero envía al Asistente de Bodega o Auxiliar de Bodega, dependiendo de la disponibilidad que encuentre en ese momento, a realizar el picking y escanear con un lector todos los productos de los pedidos para obtener el número de despacho y proceder a realizar la Guía de Remisión, si el cliente necesita algún documento adicional, se copia el dato que se necesita para realizar el documento que solicita el cliente.

Cada que termina de escanear un pedido se entrega el número de despacho que arroja el lector y la información que se necesite en el caso de que el cliente pida algún documento adicional.

##### Subproceso 3.2: Embarque de PT para despacho.

El Bodeguero da la orden a los Auxiliares de Bodega (chofer y oficial asignado al despacho en el HPDD) para que se coloque en el punto para embarcar los pedidos del despacho.

Dependiendo del peso de los productos a embarcar en el camión y de los requerimientos del cliente, se usa el montacargas o los Auxiliares de Bodega asignados a ese despacho deben estibar el producto al camión.

El Asistente de Seguridad debe estar presente en el embarque para revisar y validar el producto que están embarcando acorde a la Guía de Remisión.

Al finalizar el embarque el Bodeguero realiza el Check List de Transporte y la Autorización de Salida, adjunta La Guía de Remisión y los documentos que el

cliente requiera para entregárselos al Auxiliar de Bodega (oficial de camión) y se los lleve a los clientes.

En el caso de que parte del pedido se encuentre en B03, se embarca en el camión los productos del pedido que se encuentren en B03 y se dirige a B00 para realizar el procedimiento desde escanear los productos del pedido.

## APÉNDICE D

### Suplemento del Proceso de Traspaso de Materia Prima

Suplementos	
<b>Subproceso:</b>	Embarque de materia prima y transporte
Habilidad	11%
Esfuerzo	2%
Condiciones	2%
Consistencia	1%
Total	16%
Factor multiplicativo	116%

Suplementos	
<b>Subproceso:</b>	Descarga de materia prima
Habilidad	11%
Esfuerzo	2%
Condiciones	2%
Consistencia	1%
total	16%
Factor multiplicativo	116%

## APÉNDICE E

### Suplemento del Proceso de Despacho de Producto Terminado

Suplementos	
<b>Subproceso:</b>	Preparación del Despacho
Habilidad	15%
Esfuerzo	0%
Condiciones	2%
Consistencia	0%
total	17%
Factor multiplicativo	<b>117%</b>

Suplementos	
<b>Subproceso:</b>	Embarque del pedido al camión
Habilidad	11%
Esfuerzo	0%
Condiciones	2%
Consistencia	0%
Total	13%
Factor multiplicativo	<b>113%</b>

## APÉNDICE F

### Suplemento del Proceso de Traspaso de Producto Terminado

Suplementos	
<b>Subproceso:</b>	Embarque de producto terminado y transporte
Habilidad	15%
Esfuerzo	0%
Condiciones	2%
Consistencia	0%
total	17%
Factor multiplicativo	<b>117%</b>

Suplementos	
<b>Subproceso:</b>	Descarga de producto terminado
Habilidad	11%
Esfuerzo	0%
Condiciones	2%
Consistencia	0%
Total	13%
Factor multiplicativo	<b>113%</b>

## APÉNDICE G

### Compensación del Proceso de Traspaso de Materia Prima

<b>Traspaso de materia prima</b>					
Suplemento	Carga pallet	Sacar tablas	Embarque pallet	Transporte montacarga	Retira pallet vacío
<b>Constantes</b>					
1. Suplemento personal	5%	5%	5%	5%	5%
2. Suplemento por fatiga básica	4%	4%	4%	4%	4%
TOTAL	9%	9%	9%	9%	9%
<b>Variables</b>					
1. Suplementos por estar de pie	2%	2%	2%	2%	2%
2. Suplemento por posición anormal	0%	0%	0%	0%	0%
3. Uso de la fuerza o energía muscular	0%	3%	0%	0%	2%
4. Mala iluminación	0%	0%	0%	0%	0%
5. Condiciones Atmosféricas	0%	0%	0%	0%	0%
6. Atención requerida	0%	0%	2%	0%	0%
7. Nivel de ruido	0%	0%	0%	0%	0%
8. Estrés mental	1%	1%	1%	1%	1%
9. Monotonía	1%	1%	1%	1%	1%
10. Tedio	0%	0%	2%	0%	0%
TOTAL	4%	7%	8%	4%	6%
<b>TOTAL DE SUPLEMENTOS</b>	<b>13%</b>	<b>16%</b>	<b>17%</b>	<b>13%</b>	<b>15%</b>

## APÉNDICE H

### Compensación del Proceso de Despacho de Producto Terminado

Suplemento	Revisión de HPDD	Arma pallets con pedido	Escanea productos del pedido a despachar	Imprime Guía de Remisión
<b>Constantes</b>				
1. Suplemento personal	5%	5%	5%	5%
2. Suplemento por fatiga básica	4%	4%	4%	4%
TOTAL	9%	9%	9%	9%
<b>Variables</b>				
1. Suplementos por estar de pie	2%	2%	2%	2%
2. Suplemento por posición anormal	0%	0%	0%	0%
3. Uso de la fuerza o energía muscular	0%	3%	0%	0%
4. Mala iluminación	0%	0%	0%	0%
5. Condiciones Atmosféricas	0%	0%	0%	0%
6. Atención requerida	0%	0%	2%	0%
7. Nivel de ruido	0%	0%	0%	0%
8. Estrés mental	1%	1%	1%	1%
9. Monotonía	1%	1%	1%	1%
10. Tedio	0%	0%	2%	0%
TOTAL	4%	7%	8%	4%
TOTAL DE SUPLEMENTOS	13%	16%	17%	13%

# APÉNDICE I

## Compensación del Proceso de Traspaso de Producto Terminado

Traspaso de producto terminado			
Suplemento	Descarga pallet	Coloca bandas	Transporte montacarga
<b>Constantes</b>			
1. Suplemento personal	5%	5%	5%
2. Suplemento por fatiga básica	4%	4%	4%
TOTAL	9%	9%	9%
<b>Variables</b>			
1. Suplementos por estar de pie	2%	2%	2%
2. Suplemento por posición anormal	0%	0%	0%
3. Uso de la fuerza o energía muscular	0%	0%	0%
4. Mala iluminación	0%	0%	0%
5. Condiciones Atmosféricas	0%	0%	0%
6. Atención requerida	2%	2%	0%
7. Nivel de ruido	0%	0%	0%
8. Estrés mental	0%	0%	0%
9. Monotonía	1%	1%	1%
10. Tedio	0%	0%	0%
TOTAL	5%	5%	3%
TOTAL DE SUPLEMENTOS	14%	14%	12%