



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD MEDIANTE GESTIÓN POR PROCESOS  
EN EL ÁREA DE EMPAQUE DE LA EMPRESA GREENROSE

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos  
para optar por el título de Ingeniero en Producción Industrial.

Profesor Guía

MBA, MSc. Natalia Alexandra Montalvo Zamora

Autor

Santiago Miguel Maldonado Fiallos

Año

2016

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA**

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido, y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.”

---

Natalia Alexandra Montalvo Zamora  
Máster en Administración de Negocios  
C.I.:180354059-8

### **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE**

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

---

Santiago Miguel Maldonado Fiallos  
C.I.:171739320-9

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por guiarme en todo momento.  
A mis padres y a mi familia por su amor y apoyo incondicional. A la Universidad de las Américas por formarme profesionalmente a través de estos años. A la Ingeniera Natalia Montalvo por su dirección y apoyo constante para la realización de este estudio.

## **DEDICATORIA**

Con todo mi cariño y amor para mis padres Santiago y Rita, para todos mis familiares y seres queridos por brindarme siempre su amor, motivación y apoyo incondicional. A mis compañeros y maestros que han colaborado en la realización de este estudio.

## RESUMEN

Actualmente existen varias metodologías para aumentar la productividad de una organización o de un proceso. Para las empresas es muy importante reducir sus desperdicios, ahorrar dinero y mejorar el desarrollo de sus operaciones tomando en cuenta la satisfacción del cliente.

Este estudio se ha realizado en la empresa florícola Greenrose y está enfocado en el área de empaque en la que se obtuvo toda la información necesaria del proceso mediante estudio del trabajo, de esta manera se han identificado las actividades que influyen directamente en la productividad del área. Además se ha realizado el mapeo de la cadena de valor y el balanceo de la línea de empaque, y es así como se han definido propuestas de mejora que han sido probadas mediante simulación generando resultados satisfactorios que cumplen con los objetivos propuestos.

El desarrollo de este estudio ha sido muy importante para que la empresa ahorre dinero, mejore su productividad y que se incremente la capacidad del área de empaque.

## **ABSTRACT**

At the present time, there are some methodologies to increase productivity of an organization or a process. For Enterprises is very important to reduce waste, save money and improve the development of its operations, always thinking in customer satisfaction. This is the case of Greenrose, which is a roses' producer.

This work is focused in packing area where all necessary information was obtained from the process by work study. In this way, the activities that directly affect the productivity of the area have been identified. Furthermore, the value stream mapping and the balancing of the packaging line have been made; therefore, improvement proposals have been defined and tested by software simulation, generating successful results that achieve the specific objectives.

The development of this project has been so important for the company in order to save money and heighten the packing area capacity.

# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Alcance .....	4
1.3 Justificación .....	4
1.4 Objetivos.....	6
1.4.1 Objetivo General.....	6
1.4.2 Objetivos Específicos .....	7
2. MARCO REFERENCIAL.....	8
2.1 Productividad .....	8
2.2 Gestión por Procesos.....	11
2.2.1 Proceso .....	11
2.2.2 Objetivos de la Gestión por Procesos .....	11
2.2.3 Mapa de procesos y cadena de valor.....	12
2.2.4 Caracterización del proceso.....	16
2.2.5 Diagramación de Procesos .....	18
2.2.6 Diagramación BPMN.....	18
2.3 Estudio del Trabajo.....	20
2.3.1 Estudio de Tiempos.....	20
2.3.2 Técnicas para el estudio de tiempos .....	20
2.3.3 Balanceo de Líneas.....	27
2.4 Value Stream Mapping .....	29
2.4.1 Etapas de Implementación de VSM .....	31



2.5 Indicadores de Gestión.....	33
2.5.1 Eficacia.....	34
2.5.2 Eficiencia.....	34
2.5.3 Productividad .....	34
2.5.4 Calidad .....	34
2.6 Mejoramiento Continuo.....	35
2.6.1 Herramientas de Mejora.....	36
<b>3. ANÁLISIS Y DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA.....</b>	<b>38</b>
3.1 Análisis de la situación actual .....	38
3.1.1 Actividades iniciales .....	38
3.1.2 Recopilación de Información .....	39
3.1.3 Estudio del Trabajo .....	45
3.1.4 Balanceo de línea de Empaque .....	47
3.1.5 Aplicación de Value Stream Mapping.....	50
3.1.6 Simulación del Proceso Inicial.....	55
3.1.7 Indicadores de Gestión .....	57
<b>4. DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORA.....</b>	<b>58</b>
4.1 Propuesta de Línea de Empaque.....	58
4.2 Simulación de Proceso Mejorado.....	61
4.3 Propuesta Secundaria .....	63
4.4 Aplicación de herramientas de mejora.....	65
4.4.1 Kanban.....	65
4.4.2 Poka Yoke.....	66

5. ANÁLISIS ECONÓMICO .....	68
5.1 Ahorros e Incremento de la Capacidad de Empaque.....	68
5.2 Análisis de Productividad .....	70
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	72
6.1 Conclusiones.....	72
6.2 Recomendaciones .....	73
REFERENCIAS .....	75
ANEXOS .....	78

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Instalaciones de Greenrose .....	2
Figura 2. Porcentaje de exportaciones por región.....	3
Figura 3. Ventas por variedad .....	3
Figura 4. Mapa de Procesos Genérico.....	13
Figura 5. Cadena de Valor de Michael Porter .....	14
Figura 6. Gráfico SIPOC general.....	16
Figura 7. Elementos Diagrama BPMN .....	19
Figura 8. Formato estudio de tiempos (Tiempo Básico).....	24
Figura 9. Simbología ANSI para diagramas de flujo.....	25
Figura 10. Formato estudio de tiempos (Tiempo Estándar) .....	26
Figura 11. Implementación de un VSM .....	31
Figura 12. Mapa de procesos de Greenrose .....	40
Figura 13. Diagrama SIPOC de Greenrose.....	41
Figura 14. Cálculo de tiempo Estándar caja tipo JUMBO .....	46
Figura 15. Cálculo de tiempo Estándar caja tipo HB Tabaco .....	46
Figura 16. Cálculo de tiempo Estándar caja tipo QB Cuarto .....	47
Figura 17. Balanceo de Línea de Empaque .....	48
Figura 18. Línea de Empaque Actual .....	49
Figura 19. Cuello de Botella .....	53
Figura 20. Simulación Actual FLEXSIM .....	56
Figura 21. Línea de Empaque Propuesta.....	58
Figura 22. Incremento del Eficiencia de Mano de Obra .....	60
Figura 23. Simulación Propuesta FLEXSIM .....	61
Figura 24. Comparación escenario actual y mejorado .....	62
Figura 25. Propuesta Secundaria.....	63
Figura 26. Simulación de propuesta secundaria .....	64
Figura 27. Ramos de terceros .....	66
Figura 28. Índices de Productividad .....	71

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valoración de habilidad y esfuerzo.....	22
Tabla 2. Suplementos – Coeficiente de Descuento.....	23
Tabla 3. Tiempo Estándar por tipo de caja.....	45
Tabla 4. Resultados del Balanceo de la línea .....	48
Tabla 5. Familia de Productos.....	50
Tabla 6. Tiempo Disponible del turno de trabajo .....	51
Tabla 7. Tiempo disponible por producto .....	51
Tabla 8. Promedio de histórico de ventas .....	52
Tabla 9. Takt time por tipo de caja .....	52
Tabla 10. Tiempo más lento .....	52
Tabla 11. Capacidad del sistema por tipo de caja.....	52
Tabla 12. Cálculo de Eficiencia de Mano de Obra actual.....	54
Tabla 13. Tiempo Total invertido actual .....	55
Tabla 14. Cálculo de Eficiencia de Mano de Obra futuro .....	59
Tabla 15. Tiempo Total invertido futuro.....	59
Tabla 16. Cantidad de pérdida por ramos de terceros dados de baja.....	66
Tabla 17. Ahorro de horas extra.....	68
Tabla 18. Ahorro por ramos dados de baja .....	69
Tabla 19. Incremento de la Capacidad de Empaque .....	69
Tabla 20. Recopilación de Datos.....	70
Tabla 21. Cálculo de Productividad.....	71

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

En la actualidad las organizaciones en busca de su crecimiento y desarrollo han aumentado su interés por mantener y mejorar su productividad, se ha convertido en un objetivo importante lograr la optimización de los recursos utilizados a lo largo de su cadena de valor de la mejor manera para que las empresas sigan siendo competitivas y rentables.

La producción es la transformación de una determinada materia prima en un producto terminado, en este proceso se debe procurar la optimización de los recursos que intervienen para entregar artículos y/o servicios de calidad a un costo competitivo y en el tiempo requerido para cumplir con los requisitos del cliente logrando su conformidad total, por otro lado controlar el uso desmedido de recursos es positivo para la empresa permitiendo producir más con menos.

La mayoría de empresas del sector de la producción florícola maneja sus operaciones de una manera empírica, omitiendo la aplicación de técnicas con las que se pueda evaluar con certeza y precisión la situación actual de sus operaciones con respecto a índices de calidad y productividad; en la empresa Greenrose un área muy importante es la de “empaquete” debido a que ahí finaliza el proceso productivo para continuar con la distribución del producto terminado.

El presente estudio se ha realizado en la empresa Greenrose del Grupo Producnorte que está ubicada en Cayambe, al norte de la ciudad de Quito, a 3.050 metros de altura sobre el nivel del mar, con un ambiente adecuado para producir rosas de alta calidad.

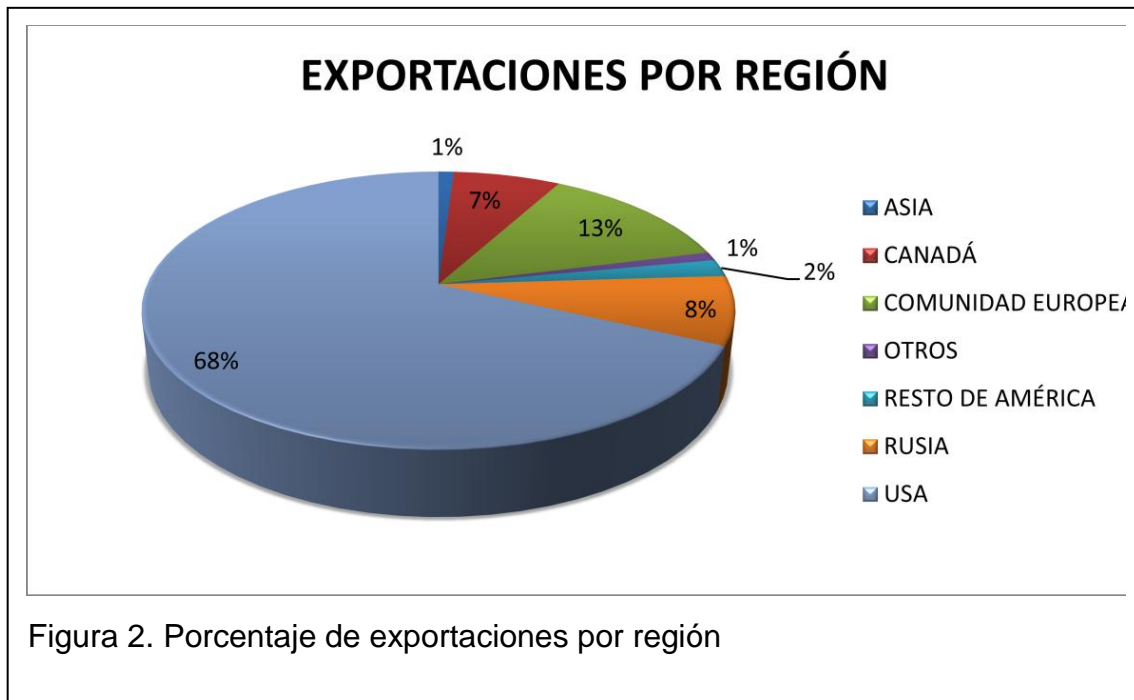
En Greenrose se siembran, cultivan, empaquetan y exportan rosas con altos estándares de calidad para satisfacer los requisitos de clientes exigentes alrededor del mundo.

En la actualidad la empresa cuenta con una superficie de 16 hectáreas en las que se producen aproximadamente 100 variedades de rosa en 2 tipos de cultivo: el hidropónico en sustrato de coco y el tradicional en el suelo común, y cuentan con alrededor de 200 colaboradores.

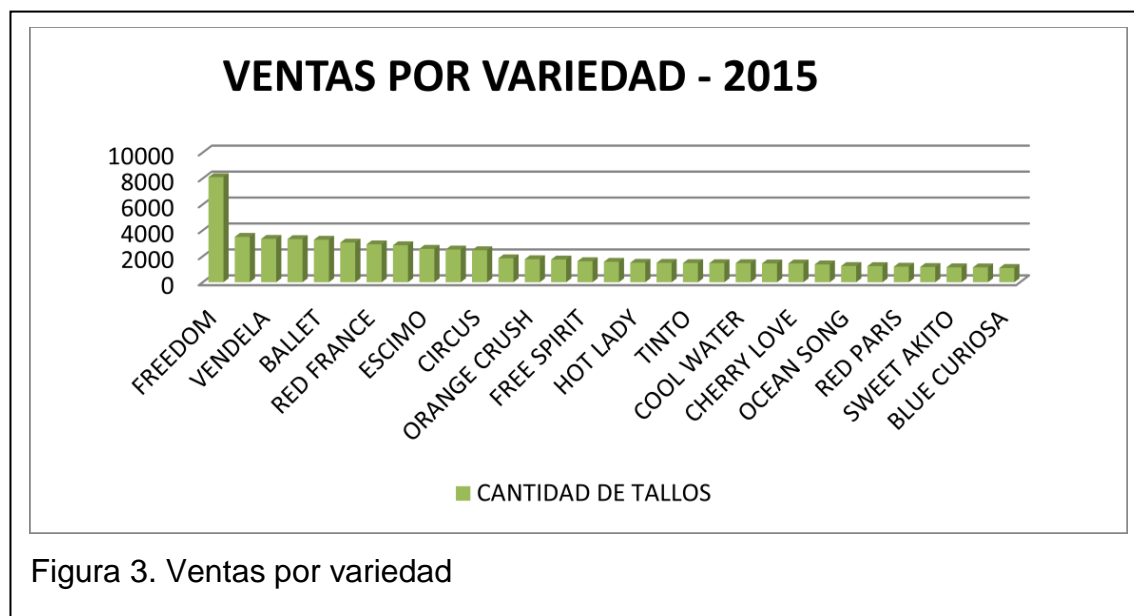


Figura 1. Instalaciones de Greenrose  
Tomado de: (Greenrose, s.f)

Su mercado objetivo se encuentra en varios continentes como América, Europa, y parte de Asia; principalmente sus exportaciones son hacia Estados Unidos con un 68% de ventas. Una variedad representativa de su marca que se vende muy bien en la actualidad es Freedom de que gusta mucho por su forma y color rojo, como se aprecia en la fotografía de la Figura 1.



En la Figura 2 se muestra que en Estados Unidos se encuentran los principales clientes de la empresa



En la Figura 3 se muestra la cantidad de tallos vendidos por variedad, siendo Freedom la más vendida.

Los datos de las Figuras 2 y 3 son del período del 1 de enero de 2015 hasta el 30 de septiembre de 2015.

Cuentan con dos certificaciones para el modelo de negocio que tiene la empresa, una de ellas es la BASC (Business Alliance for Secure Commerce). Esta es una alianza internacional que promueve un comercio seguro, tiene como fin mejorar las prácticas de las operaciones que realizan las organizaciones que se dedican al comercio internacional; su otra certificación es de FlorEcuador, ésta se enfoca en garantizar el cumplimiento de parámetros legales obligatorios en el país para elevar la competitividad del producto en el ámbito internacional, entregando un valor agregado al cumplir con estándares sociales y ambientales. (Grupo Producnorte, s.f)

## **1.2 Alcance**

El estudio se desarrolla en el área de empaque de la empresa, con el cuál se plantea una propuesta de mejora basada en la optimización de recursos a través de sus procesos, en la que se verifica mediante indicadores el aumento de la productividad.

## **1.3 Justificación**

Actualmente la empresa no aplica ninguna técnica o metodología para mejorar sus procesos, solamente realizan sus actividades de acuerdo a experiencias y opiniones del personal involucrado, por lo que ignoran posibles acciones de mejora y desconocen la cantidad de pérdida de los recursos y el porcentaje en que los procesos son mal ejecutados.

Es necesario realizar mejoras en determinados procedimientos, con el propósito de eliminar las mudas de la producción, las cuales podrían ser controladas de tal manera que no aumenten con el tiempo, y ese capital



desperdiciado podría ser invertido en mejoras para el proceso, en incentivos y capacitaciones para el personal o en aumentar el nivel de producción de la empresa.

En la actualidad esta área tiene algunos problemas que no permiten elevar su productividad, uno de ellos es el desperdicio de material consumible cuando se empaca mal la orden de producción, el operario tiene que desarmar una caja que ya se sometió a todo el proceso para corregirla y procesarla de nuevo; además de consumibles se desperdicia tiempo del operario.

Cuando existen días en que las ventas son bajas algunos de los operarios del área tienen tiempo libre que se puede traducir en tiempos muertos e ineficientes, actualmente estos desperdicios se dan por falta de control por parte de la organización. Al gestionar procesos estandarizados se puede conocer el tiempo que realmente ocupan los colaboradores en realizar sus actividades y el tiempo que disponen para poder aprovecharlo en otras actividades como realizar diariamente un inventario de la flor disponible y de terceros, además de armar las cajas de cartón para el empaque.

Realizar una gestión por procesos en el área de empaque aumentará la productividad con la reducción de los recursos utilizados como capital, tiempo, mano de obra y materiales. Este estudio será de gran utilidad para la organización debido a que el proceso del área de empaque es crítico, y por los problemas que se presentan, no permite lograr una distribución a tiempo y asegurar la calidad con la que el producto llega a su destino final.

Si el proceso de empaque se encuentra estandarizado y balanceado, las operaciones y actividades se realizarán de manera eficiente con la finalidad de garantizar la calidad del producto terminado para los clientes nacionales o internacionales.

La aplicación de diferentes técnicas y medidas para mejorar el proceso de empaque será una iniciativa importante para realizar cambios en toda la empresa, al apreciar resultados positivos posteriores al estudio y a la aplicación de la metodología, otras áreas como producción, cultivo y poscosecha estarán interesadas en realizar un procedimiento similar para buscar oportunidades de mejora y así aportar de mejor manera a la calidad del producto, la satisfacción de los clientes y la rentabilidad de la organización.

A nivel nacional existe mucha competencia en este modelo de negocio, por lo tanto este estudio pretende mejorar el área de empaque para aumentar su competitividad, de esta manera se logrará diferenciar del resto de plantaciones al realizar operaciones eficaces y eficientes que brinden valor agregado al cliente.

La implementación de este estudio en Greenrose permitirá evaluar, controlar y mejorar las operaciones, no sólo en el área de empaque sino también de todos los procesos productivos y administrativos, de tal manera que evite pérdidas de recursos al realizar el proceso.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Aumentar la productividad del área de empaque de la empresa Greenrose aplicando la Gestión por Procesos para optimizar los recursos utilizados en dicha sección.

#### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Realizar el levantamiento y modelamiento de los procesos que se realizan en el área de empaque de la empresa Greenrose.
- Realizar el estudio de tiempos en base a los procesos levantados.
- Evaluar oportunidades de mejora dentro del área de empaque y definir su factibilidad de aplicación.
- Simular el proceso mejorado para identificar gráficamente los resultados obtenidos con respecto a la productividad.
- Realizar un análisis final de la productividad para comprobar que la mejora propuesta puede brindar resultados satisfactorios.

## 2. MARCO REFERENCIAL

### 2.1 Productividad

La base fundamental de este estudio es la productividad, para muchas personas este término causa confusión, no se trata de un índice que muestra cuánto se ha fabricado sino qué tan bien se han utilizado los recursos para alcanzar un determinado nivel de producción.

Un nivel de productividad alto quiere decir que los recursos que intervengan en el proceso productivo están siendo bien administrados y combinados generando menos desperdicios, de esta manera el ahorro económico será representativo para la organización aumentando su rentabilidad y volviéndola más competitiva, ya que a mayor productividad mayor será la eficiencia del proceso. (García, 2010, pág. 10)

$$Productividad = \frac{Número\ de\ Unidades\ Producidas}{Cantidad\ de\ Recursos\ utilizados} \quad (Ecuación\ 1)$$

Los recursos puede ser económicos, humanos, materiales o energía, para calcular la productividad total es recomendable expresar dichos recursos en unidades monetarias, también se pueden expresar en otro tipo de unidades con el fin de calcular productividad parcial.

Para calcular la productividad en este estudio, el numerador es el número total de cajas empacadas. En este caso enfocado al área de Empaque de la empresa se utilizan varios recursos que influyen en la productividad del área, éstos son mano de obra de siete operarios distribuidos a lo largo de la línea de empaque, recursos económicos compra de materiales como cajas de diferentes tipos de tamaño, etiquetas diferenciadas, cinta para zunchar, cinta adhesiva, otros.

Existen muchos factores que inciden en la Productividad, se pueden clasificar en internos y externos, el presente trabajo está enfocado en la optimización de los recursos que se consideran factores internos y para un área determinada; dichos factores se dividen en blandos y duros.

Los factores duros son los siguientes:

- Producto
- Planta y equipo
- Tecnología
- Materiales y energía

Los productos que se generan al final del proceso de empaque son cajas de diferentes tamaños que tienen en su interior un número de bunches que depende del pedido del cliente y de la capacidad de las cajas, además del tamaño de la variedad solicitada.

Con respecto a la planta y equipo el área de Empaque cuenta con una máquina zunchadora que sirve para ajustar las tapas a la caja, para que la máquina conserve las condiciones apropiadas es necesario un plan de mantenimiento preventivo, para que el proceso se ejecute con normalidad y los recursos como el tiempo no se desperdicien en paradas no programadas o en realizar esta actividad a mano ya que es la única máquina de este tipo con que cuentan.

Otro factor sumamente importante es la tecnología, las empresas deben actualizar sus sistemas constantemente a la par de los avances tecnológicos, mediante estas herramientas se administran de una mejor manera los recursos, su almacenamiento, comercialización y comunicación con clientes internos y externos. La empresa cuenta con un software de descuento de inventario por medio de infrarrojo para el empaque, éste se utiliza cada vez que el departamento de ventas genera una orden de empaque, de la misma manera el personal de ventas tiene acceso a un sistema que se actualiza en conjunto

con el software de inventario para conocer los productos que pueden ofrecer a los clientes.

En cuanto al material que se utiliza se debe controlar y medir la cantidad que se necesita para producir un número determinado de artículos, en el caso del área de empaque se toman en cuenta la cantidad de materiales que se utilizan para empacar una caja de un determinado tamaño. La cantidad de consumibles como cinta para la zunchadora y cinta adhesiva varían dependiendo del tipo de caja. También se deben mantener registros en bodega del material con el que se cuenta para evitar inventarios excesivos que involucren costos innecesarios.

Además se deben controlar desechos y sobras que dependiendo del caso pueden ser sometidos a reprocesos, como ocurre en la Empresa cuando los operarios se equivocan de orden y empacan bunches incorrectos en las cajas, si esta falla se detecta al final del proceso se debe romper la etiqueta de la caja, romper el zuncho de seguridad, retirar la cinta adhesiva colocada y regresar a la primera estación de empaque para completar la orden de la manera correcta; en este caso se desperdician varios materiales.

Entre los factores blandos tenemos los siguientes:

- Personas
- Organización y sistemas
- Métodos de trabajo
- Estilos de dirección

En toda organización el recurso humano es el más importante, es por esta razón que se debe incentivar y motivar a los colaboradores para que se sientan parte de la empresa y entreguen todo su potencial para cumplir las metas;

también se deben implementar sistemas que direccionarán al equipo para trabajar bajo niveles de alto rendimiento. (Quezada & Villa, 2007, pág. 26)

## **2.2 Gestión por Procesos**

El principal propósito de la Gestión por procesos es coordinar todas las operaciones que se realizan en la empresa logrando una mayor efectividad y cumpliendo con los requisitos de los grupos de interés que rodean a la organización.

Al aplicar Gestión por Procesos en el área de empaque se logra definir claramente las actividades que se realizan, la manera correcta en la que se deben efectuar y quiénes son los responsables de hacerlo, mediante esta técnica se logran enlazar y sincronizar las actividades dentro del área.

### **2.2.1 Proceso**

Se lo puede definir como “conjunto de actividades mutuamente relacionadas que interactúan entre sí las cuales transforman elementos de entrada en resultados” (International Organization for Standardization (ISO), s.f)

### **2.2.2 Objetivos de la Gestión por Procesos**

- Mejorar continuamente las operaciones de la empresa
- Optimizar los recursos que intervienen en el proceso productivo
- Estandarizar los procesos reduciendo su variabilidad
- Eliminar o reducir la ineficiencia de los procesos
- Permitir a la empresa tomar las decisiones correctas frente a cambios operacionales

Estos objetivos se pueden cumplir perfectamente en el área de empaque ya que al finalizar la gestión por procesos empieza un ciclo interminable de mejora además de que se pueden conocer con exactitud los recursos que se utilizan para empacar una caja de un tamaño determinado; a partir de esto se reduce la variabilidad del proceso por lo que se evitan errores y pérdidas de tiempo.

Con la aplicación de esta metodología se facilita el entendimiento del proceso para la organización y de esta manera se vuelve más sencillo tomar decisiones para realizar cambios o reestructurar las actividades del área.

Para comprender mejor acerca de esta metodología se deben definir ciertos términos que se consideran importantes y que se utilizarán a lo largo de todo el estudio.

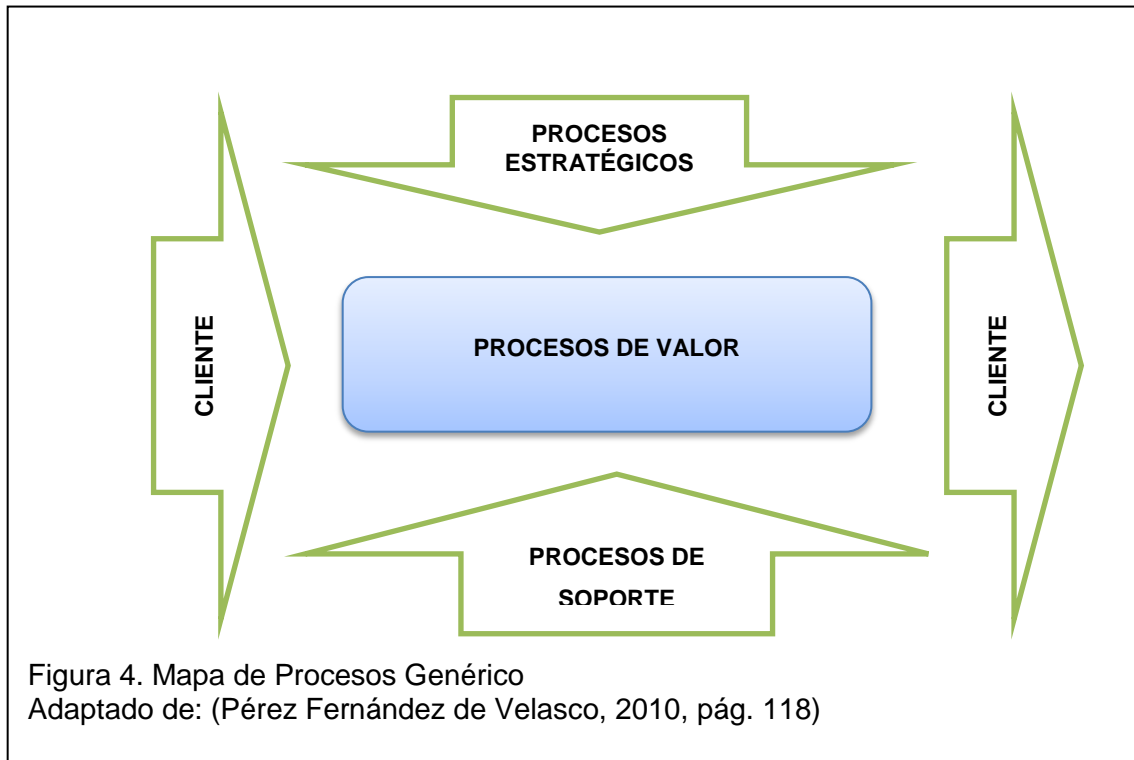
### **2.2.3 Mapa de procesos y cadena de valor**

#### **2.2.3.1 Mapa de Procesos**

El Mapa de Procesos identifica los macro procesos de la organización representados gráficamente e integrando todos los procesos de la organización.

Para la elaboración de un Mapa de Procesos se deben identificar claramente los tipos de procesos que intervienen, y diferenciarlos según su clasificación, sean Gobernantes o Estratégicos, de Valor, o de Apoyo. (Medina Giopp, 2005, pág. 169)

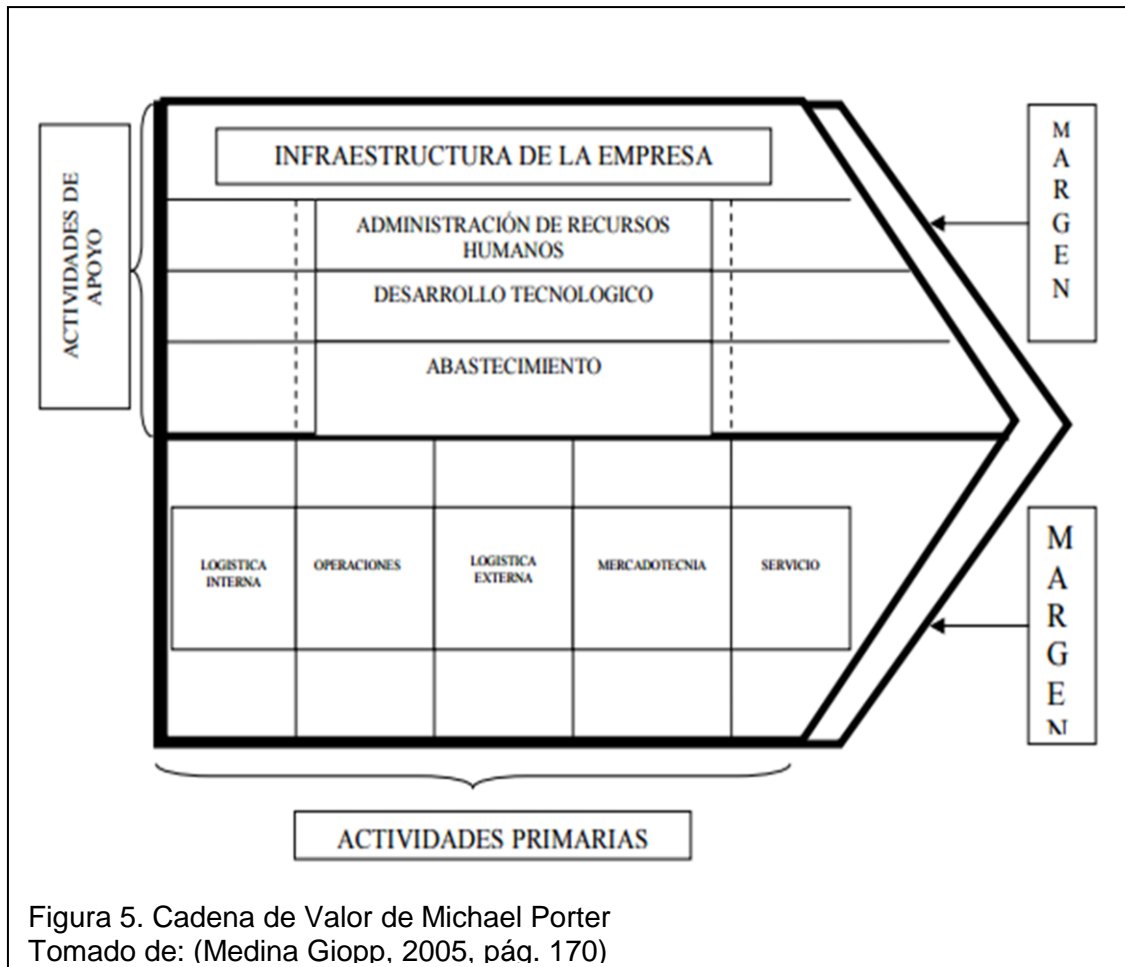




### 2.2.3.2 Cadena de Valor

Es una representación gráfica que permite distinguir los procesos de la organización que agregan valor al producto o servicio que se ofrece, es decir por los que el cliente está dispuesto a pagar. Con la ayuda de esta herramienta se pueden conocer claramente los principales procesos que pueden diferenciar a la empresa de la competencia.

Con respecto a un análisis económico se puede decir que una empresa es rentable si el valor al que se ofrece el producto o servicio al cliente es mayor que los costos que intervienen al realizar las actividades que crean valor. (Medina Giopp, 2005, pág. 287)



Se puede diferenciar el Mapa de Procesos de la Cadena de Valor tomando en cuenta que el primero nos muestra gráficamente todos los macro procesos que se desempeñan en la organización, por otro lado la Cadena de Valor determina los procesos de valor identificados en el mapa de procesos de tal manera que generan una ventaja competitiva en la organización por el contacto directo que tiene con el cliente.

A continuación se muestran los tipos de procesos que se encuentran en el Mapa de Procesos:

### **2.2.3.3 Gobernantes o Estratégicos**

Proporcionan las directrices para que las operaciones se desarrollen con efectividad. En Greenrose existe una Planificación Estratégica y Presupuestaria, por lo que la organización revisa periódicamente el cumplimiento de objetivos para verificar el rendimiento de la producción, ventas y utilidades; con el propósito de proponer planes de acción.

### **2.2.3.4 De Valor**

Son procesos de valor, porque representan el giro de negocio de la organización, además tienen contacto directo con el cliente consumidor, como por ejemplo el proceso de ventas y posventa. Estos procesos, transforman la materia prima, en este caso los bonches de rosas en producto terminado, por lo tanto, estos procesos se pueden denominar como productivos.

### **2.2.3.5 De Apoyo o Soporte**

Son los que soportan la gestión para que los otros procesos cumplan satisfactoriamente sus objetivos, pero que no intervienen directamente en los procesos de valor, como por ejemplo compras, logística, financiero contable, talento humano y tecnologías de la información. Todas estas áreas cumplen roles importantes en la organización para que el resto de procesos pueda. (Pérez Fernández de Velasco, 2010, pág. 107)

## 2.2.4 Caracterización del proceso

### 2.2.4.1 Metodología SIPOC

Esta técnica recibe su nombre por sus siglas en inglés Supplier-Input-Process-Output-Customer, que quieren decir Proveedor-Entradas-Proceso-Salidas-Clientes.

El proveedor es cualquier entidad o actividad en el proceso que entregue insumos, las entradas son todos los elementos que se requieren para llevar a cabo el proceso, pueden ser materiales, información, entre otros. El proceso es el conjunto de actividades que se realizan para transformar los insumos en un producto o servicio. Las salidas del proceso son el producto o servicio terminado listo para ser entregado a los clientes y consumidores.

Esta herramienta gráfica permite visualizar todo el proceso de una manera general y sencilla, además es muy útil para identificar y verificar cómo se relacionan entre sí los procesos de la organización, delimitando su campo de acción para conocer hasta qué punto intervienen y en donde se convierten en entrada o salidas. (Tobar & Mota, 2007, pág. 38)

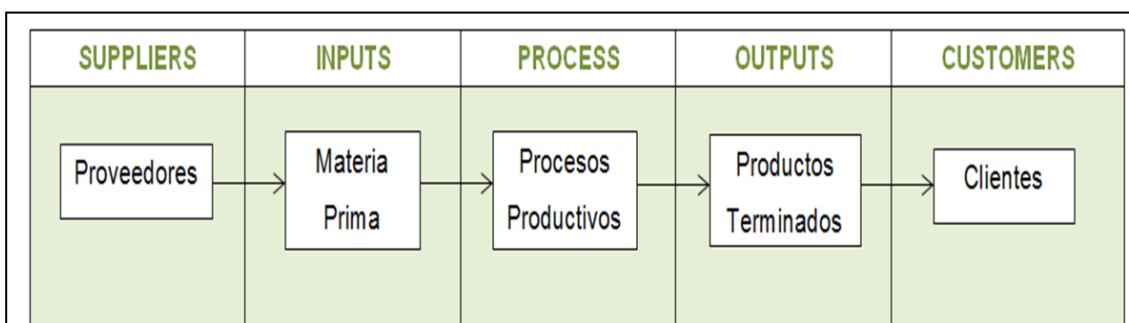


Figura 6. Gráfico SIPOC general

Un proceso tiene ciertos elementos que se deben definir para mejorar su comprensión, estos son:

- Entradas:

Es la información o material que se transforma en una salida después de ser procesado, la salida de un proceso puede ser la entrada del siguiente que se realiza.

- Salidas:

Son los artículos, productos o servicios que se entregan después de su transformación a lo largo del proceso.

- Control:

Son elementos gobernantes con los que se toma decisiones en el proceso, además marcan las restricciones para su ejecución.

Es necesario que un proceso se encuentre controlado y que se conozcan con claridad los recursos que se utilizan en el mismo, para esto tenemos dos elementos

- Recursos:

Se definen como los elementos y factores que intervienen en un proceso; en el empaque interviene el recurso humano, económico tecnológico y varios materiales para completar el proceso.

### **2.2.5 Diagramación de Procesos**

Se trata de identificar y capturar la secuencia de las actividades dentro de un proceso, en esta representación gráfica se puede apreciar el flujo de información y material. (Analítica, 2014)

Existen algunos tipos de normas para diagramar los procesos de una organización, ANSI (American National Standards Institute), ASME (American Society of Mechanical Engineers) y BPMN (Business Process Modeling Notation), para este estudio se utilizará la metodología BPMN para fines de diagramación.

### **2.2.6 Diagramación BPMN**

BPMN (Business Process Modeling Notation) es una metodología gráfica estandarizada con la que se puede describir detalladamente un determinado proceso de un negocio, incluyendo sus participantes, sus recursos, documentación, mensajes y eventos que se puedan presentar en medio del proceso.

Sus principales características son:

- Es posible verificar la eficiencia del proceso de una forma clara
- Permite definir los datos, las reglas del negocio, los participantes, entre otros.
- Se pueden realizar los cambios necesarios según cambie la realidad del negocio.
- Mediante la simulación permite a la organización tomar las mejores decisiones frente a los cambios propuestos antes de su aplicación
- Permite evaluar las ideas en un entorno libre de riesgo para la empresa

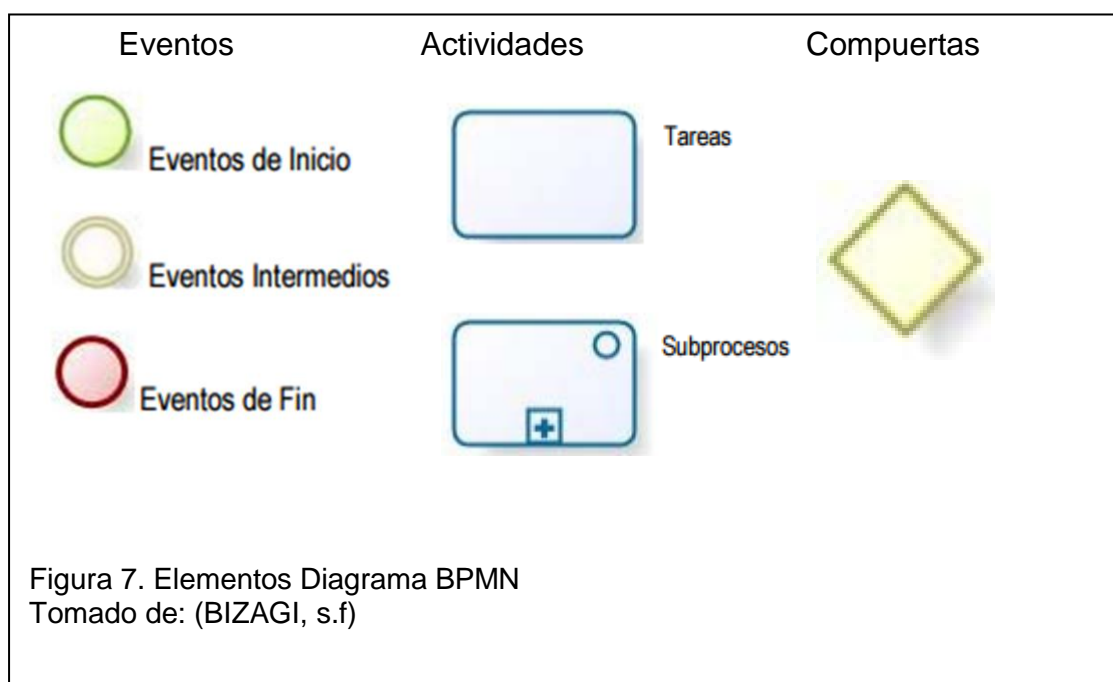
Existen varias ventajas al usar este tipo de diagrama, una de ellas es que facilita el desglose de las actividades del proceso, de esta manera se pueden

encontrar con mayor facilidad y en menor tiempo los posibles errores y las oportunidades de mejora que tenga el proceso analizado. (Analítica, 2014)

### 2.2.6.1 Elementos de Diagrama BPMN

Para diagramar con este tipo de metodología se requieren varios elementos que se dividen en tres grupos más significativos:

- **Eventos:** Ocurre en el proceso, existen eventos de inicio, eventos intermedios que pueden detener la continuidad de las actividades y eventos de fin que detienen por completo el flujo.
- **Actividades:** Son la representación de lo que se está realizando en el flujo de proceso, existen tareas y subprocessos.
- **Compuertas:** Se utilizan para controlar la divergencia o convergencia del flujo del proceso, por medio de estos elementos se toman decisiones y se verifica la continuidad del proceso.



## **2.3 Estudio del Trabajo**

Es una metodología en la que se aplican distintas técnicas para medir el tiempo en el que un trabajador con la experiencia y habilidad necesaria realiza sus tareas. Se utiliza para definir el tiempo Estándar o Tipo de un determinado proceso, de esta forma se minimiza o en algunos casos se puede eliminar por completo el tiempo improductivo de las operaciones. Esta metodología también es muy útil para determinar la cantidad de trabajo que se le puede cargar a un solo trabajador, o cuantas máquinas puede controlar un operario.

En este estudio es muy útil para definir el tiempo invertido en empaquetar los distintos tipos de caja de la empresa, de esta manera se analiza el nivel de productividad actual en el que se encuentra la organización, específicamente el área de Empaque.

### **2.3.1 Estudio de Tiempos**

Este proceso permite determinar el tiempo que toma realizar una actividad definida, tomando en cuenta factores como la capacidad del operario, las paradas programadas y los descansos que para toda actividad laboral son necesarios. (Neira, 2006, pág. 14)

### **2.3.2 Técnicas para el estudio de tiempos**

Algunos tipos de técnicas para el estudio de tiempos son:

- Datos estándar y fórmulas de tiempo
- Estándares de tiempo de opiniones expertas
- Estimación de datos históricos
- Cronometraje
- Medida del tiempo de los métodos



Para este estudio, tomando en cuenta las características del proceso se utilizar la técnica de cronometraje.

### **2.3.2.1 Cronometraje**

El cronometraje es la técnica que se ha usado en el presente estudio porque entrega resultados confiables e inmediatos con los que se puede trabajar; además es sencillo y preciso. (Meyers, 2000, pág. 141)

Tomando en cuenta la duración de cada actividad y como referencia la tabla de tomas de tiempos de General Electric, se ha cronometrado quince veces cada una de ellas para obtener un promedio válido y posteriormente calcular el tiempo básico, además para obtener el tiempo estándar se calculó el coeficiente de descuento por fatiga. Existen etapas básicas para aplicar correctamente el cronometraje:

- i. Primero se selecciona la operación que se va a analizar, en este caso todas las actividades que se realizan en el área de empaque de la empresa,
- ii. Al ejecutar esta metodología se recopila y registra la información; para que se simplifique el proceso se lo puede dividir en actividades y estaciones de trabajo.
- iii. Después se continúa con la valoración en la que se califica la habilidad y el esfuerzo del operario con respecto a los siguientes criterios que presenta la Tabla 1:

Tabla 1. Valoración de habilidad y esfuerzo

<b>Criterios</b>	<b>Habilidad</b>		<b>Esfuerzo</b>	
<b>A1</b>	+ 0.15	Extrema	+ 0.13	Excesivo
<b>A2</b>	+ 0.13		+ 0.12	
<b>B1</b>	+ 0.11	Excelente	+ 0.10	Excelente
<b>B2</b>	+ 0.08		+ 0.08	
<b>C1</b>	+ 0.06	Buena	+ 0.05	Bueno
<b>C2</b>	+ 0.03		+ 0.02	
<b>D</b>	0.00	Regular	0.00	Regular
<b>E1</b>	- 0.05	Aceptable	- 0.04	Aceptable
<b>E2</b>	- 0.10		- 0.08	
<b>F1</b>	- 0.15	Deficiente	- 0.12	Deficiente
<b>F2</b>	- 0.22		- 0.17	

Tomado de: (Salazar López, 2012)

Cuando ya se han calificado la habilidad y el esfuerzo según estos criterios es posible calcular el Tiempo básico.

- iv. Para el cálculo de suplementos se debe tomar en cuenta las demoras y la fatiga. Estas variables se han evaluado bajo los siguientes criterios:

Tabla 2. Suplementos – Coeficiente de Descuento

1 SUPLEMENTOS CONSTANTES		Hombres	Mujeres
Suplementos por necesidades personales		5	7
Suplemento básico por fatiga		4	4
		9	11
2 CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA			
a)	Suplemento por trabajar de pie	2	4
b)	Suplemento por postura anormal		
	Ligeramente Incómoda	0	1
	Incómoda (inclinado)	2	3
	Muy Incómoda	7	7
c) Levantamiento de Pesos y Uso de Fuerza			
<i>Peso levantando o fuerza ejercida (kilos):</i>			
	2.5	0	1
	5	1	2
	7.5	2	3
	10	3	4
	12.5	4	6
	15	6	9
	17.5	8	12
	20	10	15
	22.5	12	18
	25	14	
	30	19	
	40	33	
	50	58	
d) Intensidad de la luz			
	Ligeramente por lo debajo de lo recomendado	0	0
	Bastante por debajo	2	2
	Absolutamente Insuficiente	5	5
e) Calidad del Aire			
	Buena Ventilación o aire libre	0	0
	Mala Ventilación, pero sin emanaciones tóxicas ni nocivas	5	5
	Proximidad de hornos, calderos. Etc.	5	15
f) Tensión Visual			
	Trabajos de cierta presión	0	0
	Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
	Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
g) Tensión Auditiva			
	Sonido continuo	0	0
	Intermitente y fuerte	2	2
	Intermitente y muy fuerte	5	5
	Estridente y fuerte	8	8
h) Proceso bastante complejo			
	Proceso complejo o atención muy dividida	1	1
	Muy complejo	4	4
i) Monotonía: Mental			
	Trabajo algo monótono	0	0
	Trabajo bastante monótono	1	1
	Trabajo muy monótono	4	4
j) Monotonía: Física			
	Trabajo algo aburrido	0	0
	Trabajo aburrido	2	1
	Trabajo muy aburrido	5	2

Tomado de: (Salazar López, 2012)

- v. Una vez que se ha valorado la habilidad y el esfuerzo además de evaluar los suplementos por fatiga es posible calcular el Tiempo Estándar del proceso analizado. (García, 2005, pág. 185)

Aplicando la técnica del cronometraje se han utilizado los siguientes formatos para la determinación de tiempos de ciclo, cálculo de tiempo básico, y tiempo estándar:

- **Tiempo Básico**






Actividad	Tipo		Rutinaria	SIMBOLOGÍA (ANSI)					Tiempo (seg)	Ciclos (horas)	Tiempo Obs		Desv. Stnd.	Límite Sup.	Límite Inf.	Prom. Válido	Valoración			Tiempo Básico
	MEC	MAN									T. total Obs.	T. medio ciclo					Habilidad	Esfuerzo	Valor Total	

Figura 8. Formato estudio de tiempos (Tiempo Básico)

**Actividad:** En este campo se coloca una breve descripción de la actividad que se está estudiando.

**Tipo:** Se define el tipo de actividad entre mecánica si se utiliza alguna máquina y manual si la realiza una persona.

**Rutinaria:** Se afirma o se niega que la actividad sea rutinaria, esto dependerá de la frecuencia con la que se realice.

**Simbología:** En esta sección se categoriza si se trata de una operación, transporte, demora, inspección o almacenamiento, se debe marcar cada actividad en la casilla correspondiente.






	<b>Actividad</b>
	<b>Transporte</b>
	<b>Demora</b>
	<b>Inspección</b>
	<b>Almacenamiento</b>

Figura 9. Simbología ANSI para diagramas de flujo

**Tiempo:** Como se ha mencionado se ha utilizado la técnica del Cronometraje, por lo que se ha tomado el tiempo en segundos quince veces por cada actividad.

**Tiempo total observado:** Este valor es la sumatoria de todos los tiempos en horas que se han tomado por cada actividad.

**Tiempo medio de Ciclo:** Es el promedio calculado de la suma total de los tiempos tomados en horas y dividido para el número de mediciones, en este caso de estudio son quince.

**Desviación Estándar:** Mediante este cálculo se puede determinar el grado de variación de los datos obtenidos.

**Límite Superior e Inferior:** Se obtienen mediante la generación de un gráfico en el que se puede apreciar visualmente los valores que se deben despreciar en los cálculos posteriores debido a que son mucho menores o mayores que el promedio.

**Promedio Válido:** Una vez obtenidos los límites Superior e Inferior se deben determinar los valores que no se encuentran dentro de este rango y

despreciarlos, se debe calcular el promedio con los datos que sí están dentro del rango.

**Valoración:** Basándose en una tabla general de habilidad y esfuerzo se asigna valores por cada una de las actividades del proceso.

**Tiempo Básico:** Es el valor calculado que tomará realizar cada una de las actividades tomando en cuenta la habilidad y el esfuerzo.

$$\text{Tiempo Básico} = \text{Valoración Total} \times \text{Promedio Válido} \quad (\text{Ecuación 2})$$

- **Tiempo Estándar**

Utilizamos el siguiente formato para obtener el tiempo estándar del proceso, se usó el mismo para cada tipo de caja:

Cod.	ACTIVIDAD	Tiempo Básico (horas)	TIEMPO ESTÁNDAR			
			Coefficiente de descuento	Frecuencia/ Unidad	Tiempo estándar/ Unidad	Tiempo de ciclo
Figura 10. Formato estudio de tiempos (Tiempo Estándar)						

**Actividad:** Nuevamente se coloca la descripción de la actividad que se está analizando.

**Tiempo Básico:** Copiamos los datos obtenidos en el formato de la Figura 8.

**Coefficiente de descuento:** Para el cálculo de este valor se toman en cuenta una tabla de suplementos mostrada en la Tabla 2, en la que se valora según sea el caso. Se toman en cuenta factores como trabajos de pie, postura anormal, levantamiento de peso o uso de fuerza, intensidad de la luz, calidad del aire, tensión visual, tensión auditiva, tensión mental, monotonía mental y monotonía física.

**Frecuencia por Unidad:** Este valor es el número de veces que se realiza una determinada actividad para la realización de una pieza, una caja para este caso de estudio.

### **Tiempo Estándar**

$T. Est\acute{a}ndar = T. B\acute{a}sico \times Coef. de descuento \times Frecuencia por Unidad$  (Ecuación 3)

### **2.3.3 Balanceo de Líneas**

Es una herramienta muy útil para controlar la producción en una empresa, mediante esta técnica se optimizan los recursos que afectan directamente a la productividad de la línea, como lo son los inventarios dentro del proceso y el tiempo invertido en llevar a cabo las operaciones. (Salazar López, 2012)

Esta técnica se aplica para:

- Igualar la carga de trabajo entre los operarios de la línea
- Determinar la operación cuello de botella
- Definir la velocidad de la línea
- Establecer el número de estaciones de trabajo necesarias
- Mejorar la disposición física de la línea
- Reducir costos de operación

Cuando se cumplen estos objetivos la empresa obtiene varios beneficios que ayudan a mejorar su productividad, rentabilidad y competitividad. (Meyers, 2000, pág. 70)

La línea del proceso debe estar balanceada de tal manera que la velocidad de cada estación de trabajo sea equivalente a la siguiente para que se mantenga un equilibrio y se minimice al máximo el cuello de botella existente.

Existen 3 casos en los que se puede balancear una línea dependiendo de los datos con los que se cuente:

- Caso 1

Es necesario conocer la demanda diaria, el tiempo del turno de trabajo que se está analizando y el tiempo estándar de cada operación. Además el analista debe definir un porcentaje de eficiencia.

- Caso 2

En este caso se debe conocer la demanda diaria, el tiempo total que se dedica a la producción, el tiempo real que toma llevar a cabo cada tarea y un nivel de eficiencia propuesto por el analista.

- Caso 3

Para este último caso se necesita conocer el número de estaciones de trabajo en la línea de producción y el tiempo estándar que tarda cada actividad realizada.

Antes de la aplicación de cada uno de estos casos es necesario hacer un estudio del trabajo para determinar los datos que se requieren en los cálculos. El caso escogido para desarrollar el estudio depende del analista que debe considerar el tipo de proceso en el que se está trabajando.

Se ha balanceado la línea de empaque calculando diferentes valores con las siguientes fórmulas:

**Unidades por minuto:**

$$Unidad\ por\ minuto = \frac{Demanda\ diaria\ (u)}{Turno\ de\ trabajo} \quad (Ecuación\ 4)$$



### Número de Operarios Teóricos

$$No. Teóricos = \frac{Tiempo estándar \times Unidades por minuto}{Eficiencia planeada} \quad (\text{Ecuación 5})$$

Una vez calculado el número de operarios teóricos podemos saber el número de reales y calcular la operación más lenta.

$$Operación más lenta = \frac{Tiempo estándar}{No. Reales} \quad (\text{Ecuación 6})$$

### Piezas por día

$$Piezas por día = \frac{No. Reales \times Turno de trabajo}{Tiempo estándar} \quad (\text{Ecuación 7})$$

### Eficiencia Real

$$Eficiencia = \frac{Tiempo estándar}{No. Reales \times Operación más lenta} \quad (\text{Ecuación 8})$$

## 2.4 Value Stream Mapping

Es una herramienta gráfica que sirve en primer lugar para comprender a profundidad un proceso, además de identificar los desperdicios, determinar las posibles mejoras que se puedan implementar y definir las partes del proceso que se pueden transformar en una ventaja competitiva. (Lean Solutions, s.f)

Esta técnica expone detalladamente el flujo de materiales e información necesarios para que el proceso se lleve a cabo y el producto sea entregado al cliente.

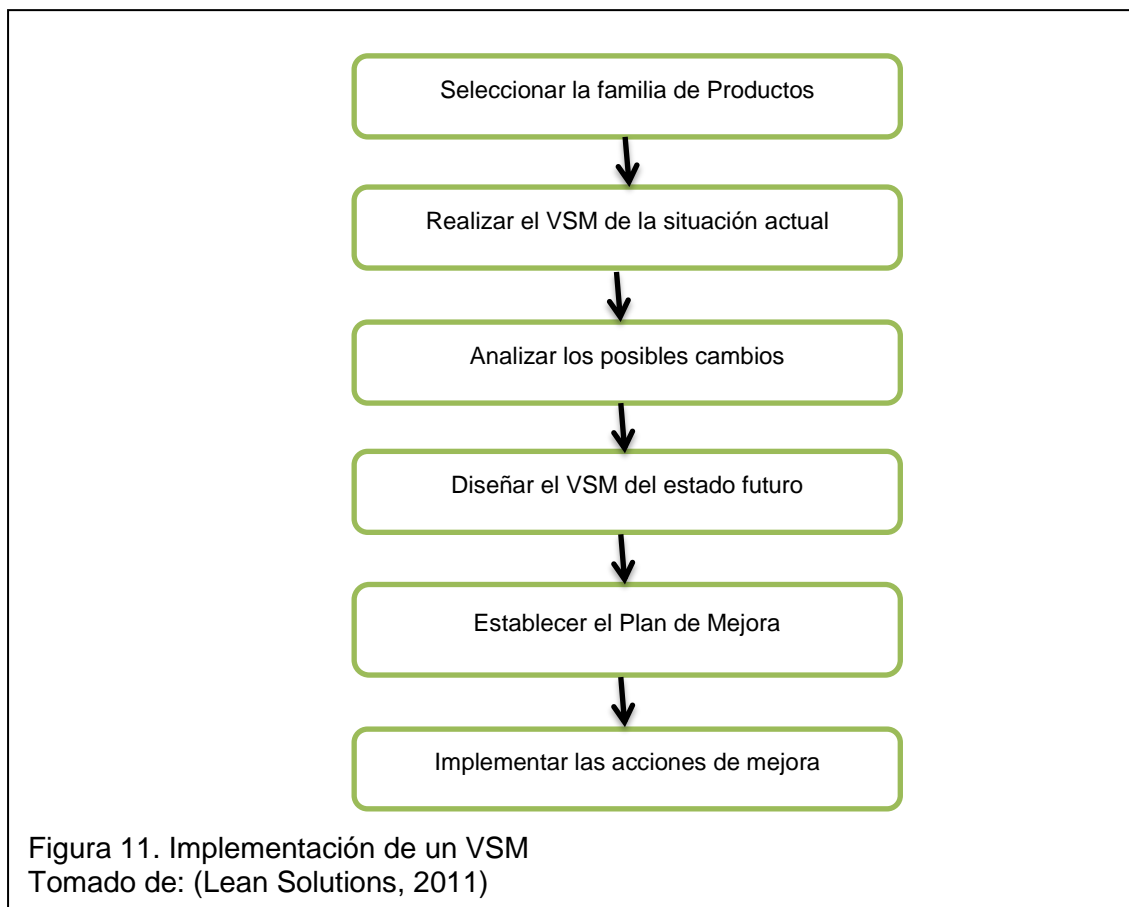
Después de realizar un diagrama de la situación actual se determinan las actividades dentro del proceso que no agregan valor al producto y por lo tanto por las que el cliente no está dispuesto a pagar. Partiendo de esta información inicial el VSM permite establecer un plan de mejora. (Cabrera Calva, 2011)

Antes de iniciar con la implementación de esta herramienta es necesario obtener cierta información relevante que será usada como base para el diseño y propuesta de las mejoras; para esto es posible utilizar un diagrama SIPOC que detalle los procesos que realiza la empresa para seleccionar la sección que será objeto de estudio. Las mejoras se basarán en:

- El plan estratégico de la empresa
- La condición financiera en la que se encuentre la organización
- Desarrollar y diseñar una nueva línea de producción

Es conveniente que la información recopilada previamente a aplicar el VSM sea confiable y precisa para que las mejoras propuestas causen un efecto positivo en el proceso.

### 2.4.1 Etapas de Implementación de VSM



Para la implementación de Value Stream Mapping se deben seguir algunas etapas clave que facilitarán su aplicación y brindarán resultados satisfactorios:

#### 1. Establecer Familias

En esta etapa se identifican los tipos de productos y se establecen los que comparten tiempos, equipos y procesos para poder agruparlos. (Socconini, 2014, pág. 198)

## 2. Mapa Estado Actual

Se realiza el levantamiento de la información inicial que servirá para entender el flujo de información y materiales en el proceso; en base a estos datos se identifican los desperdicios en el proceso.

Se deben conocer algunos datos básicos acerca de la línea de producción que se está estudiando:

- Velocidad de la Demanda

$$Takt\ Time = \frac{Tiempo\ disponible}{Demanda} \quad (\text{Ecuación 9})$$

Para el cálculo del tiempo disponible se debe considerar todos los descansos o períodos que no se dediquen al trabajo y restarlos del tiempo de turno total. Por otro lado para la demanda se pueden usar datos históricos de la empresa.

- Capacidad del Sistema

$$Capacidad = \frac{Tiempo\ disponible}{Tiempo\ más\ lento} \quad (\text{Ecuación 10})$$

Se debe calcular con el tiempo de la estación de trabajo que más se demore en llevar a cabo sus actividades.

- Cuello de Botella

El cuello de botella es la actividad más lenta, que es la que define la capacidad de la línea.

- Personas requeridas

$$\text{Número de Operadores} = \frac{\text{Tiempo total del proceso}}{\text{Takt time}} \quad (\text{Ecuación 11})$$

### 3. Análisis Estado Futuro

Esta es la etapa más complicada debido a que requiere de experiencia y conocimiento de la persona que realiza el estudio para que se propongan planes de mejora factibles utilizando metodologías como Kanban, SMED, Kaizen, entre otras.

### 4. Mapa Estado Futuro

Posteriormente se grafica el VSM futuro para visualizar las mejoras propuestas antes establecidas.

### 5. Implementar Plan de Acción

Para finalizar se deben implementar los cambios que se han propuesto y realizar un seguimiento a estas acciones hasta llegar al Estado Futuro, posteriormente se debe iniciar nuevamente el proceso para continuar con el ciclo de mejora. (Lean Solutions, s.f)

## 2.5 Indicadores de Gestión

Son valores numéricos que facilitan la evaluación de desempeño y rendimiento de una determinada actividad, proceso o sistema. Además en base a estos parámetros se verifica el cumplimiento de las metas establecidas, y en el caso de no ser alcanzadas se procede a tomar las medidas correctivas necesarias.

### **2.5.1 Eficacia**

Se define como la realización de actividades planificadas alcanzando el cumplimiento de los objetivos. (International Organization for Standardization (ISO), s.f)

Este tipo de indicador está enfocado en lograr las metas, es decir mide el nivel de cumplimiento de los objetivos.

### **2.5.2 Eficiencia**

Es la relación directa que existe entre los resultados alcanzados y la cantidad de recursos que fueron utilizados para cumplirlos, está relacionada directamente con la productividad. (International Organization for Standardization (ISO), s.f)

### **2.5.3 Productividad**

Es la relación que existe entre el número de ítems producidos y la cantidad de recursos que se han utilizado en un determinado proceso.

### **2.5.4 Calidad**

“Grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos” (International Organization for Standardization (ISO), s.f)

La calidad puede ser calificada como pobre, buena o excelente dependiendo del grado de cumplimiento de los requisitos del cliente, sirve principalmente para alcanzar la satisfacción del consumidor.

## 2.6 Mejoramiento Continuo

El principio fundamental de la mejora continua es nunca estar conforme, siempre buscando la mejor manera de hacer las cosas, además integra a todo el personal de la organización para que contribuya con nuevas ideas y promuevan los cambios que se puedan realizar.

Mediante esta metodología se genera una cultura organizacional que asegurará la participación de todo el personal en el aporte de ideas que ayuden a mejorar la efectividad de los procesos. (Salazar López, 2012)

Existe el pensamiento erróneo de que solo invirtiendo dinero se puede mejorar, la verdad es que son necesarios cambios pequeños pero representativos que sean lo suficientemente efectivos para que las mejoras puedan ser percibidas con facilidad. La principal fuente de ideas de mejora son los colaboradores, la experiencia que han ganado a través de los años llevando a cabo sus actividades facilita su entendimiento del trabajo y la generación de ideas. El aspecto más complicado para la aplicación de esta metodología de mejora es el cambio de mentalidad que se necesita en toda la organización para creer que el cambio es bueno y que se aplica para beneficiar a todos.

Las condiciones adecuadas para su implementación son:

- Compromiso de la alta dirección de la empresa
- Receptividad de nuevas ideas y puntos de vista
- Disposición para realizar cambios
- Valoración del recurso humano

Si existe compromiso por parte de los directores de la organización, se podrá guiar a los colaboradores para realizar los cambios que se propongan y alcanzar las metas entre todos, también es necesario incentivar al personal y valorar los aportes que puedan brindar. (Salazar López, 2012)

## **2.6.1 Herramientas de Mejora**

### **2.6.1.1 Justo a Tiempo**

La técnica Justo a Tiempo o JIT (Just in Time) se ha mencionado en el campo industrial desde los años ochenta, sin embargo aún causa cierta confusión entre las personas que buscan su correcta aplicación.

La metodología JIT es básicamente eliminar el desperdicio que pueda existir en todo el proceso de producción, partiendo desde la compra de materia prima e insumos hasta la distribución del producto terminado. (Hay, 2003, pág. 11)

Esta filosofía desarrollada por mucho tiempo propone que para reducir los desperdicios se debe producir lo necesario, con la cantidad de material necesaria y sólo cuando se requiera.

Existen ciertas acciones que se deben realizar para que esta técnica brinde resultados satisfactorios. Una de estas medidas es producir en lotes más pequeños para que sean más manejables, que no usen tanto espacio en la bodega y que el stock de producto terminado se reduzca considerablemente. En muchos casos para que esto resulte se debe adoptar una filosofía Pull que quiere decir que se produce lo que requiere el cliente. (Pascual & Fonollosa Guardiet, 1999, pág. 114)

A esta metodología se le pueden añadir otras técnicas que colaborarán para que se lleve a cabo correctamente, una de ellas es 5's que mejorará las condiciones del lugar de trabajo y minimizará la posibilidad de que algo falle si se encuentra todo organizado.



### **2.6.1.2 Kanban**

Este término japonés se refiere a tarjetas o registros visibles, que sirven principalmente para controlar el flujo de producción. (Krajewsky & Ritzman, 2000, pág. 743)

El sistema Kanban funciona básicamente de la siguiente manera, existen dos tipos el de retirada y el de producción. El primero contiene la información específica del tipo de producto que se va a retirar del proceso anterior y la cantidad, el de producción indica el tipo de producto y la cantidad que se va a producir. (Hansen & Ghare, 1989, pág. 409)

Esta herramienta se utiliza para reducir el inventario entre procesos de una manera organizada, de esta manera se reducen los errores y con la práctica se eliminan los desperdicios de recursos y reprocesos.

### **2.7.1.3 Poka Yoke**

Esta técnica japonesa significa “a prueba de errores”, y se la aplica en distintos tipos de procesos. El objetivo principal de Poka Yoke es eliminar los errores potenciales mediante acciones preventivas.

Se ha demostrado que la mayoría de fallas que se presentan dentro de un proceso son causadas por los colaboradores, esto ocurre cuando las actividades realizadas son muy repetitivas y el operario pierde la concentración por unos segundos. Para la aplicación de esta herramienta se deben modificar ciertos factores de un proceso y tomar las medidas necesarias para que los errores no ocurran, y si ocurren que puedan ser detectados a tiempo. Existen métodos de control que previenen las fallas, y métodos de advertencia que alertan cuando ya han ocurrido, siendo el primero más efectivo. (Alcalde San Miguel, 2007, pág. 209)

### **3. ANÁLISIS Y DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA**

#### **3.1 Análisis de la situación actual**

Para este estudio se ha tomado en cuenta la información recopilada de los procesos que se llevan a cabo en el área de empaque.

Con la finalidad de mantener una secuencia y complementar los datos obtenidos, se han aplicado distintas metodologías y herramientas para conseguir los objetivos que se plantearon, en la aplicación de cada una de estas técnicas se han utilizado datos reales.

Para empezar con el estudio se definieron principalmente los objetivos específicos que se alcanzarían de una manera estructurada, para esto se empezó desde lo básico hacia lo complejo.

##### **3.1.1 Actividades iniciales**

Para desarrollar el estudio de la mejor manera y obtener los resultados esperados se han recopilado datos; como se describe a continuación:

###### **3.1.1.1 Entrevistas preliminares**

Antes de iniciar con el estudio se realizaron dos reuniones con el Gerente de la empresa Greenrose en las que se definieron aspectos básicos del proyecto como los objetivos, el tiempo en que se llevaría a cabo y como beneficiaría a la Empresa.

Después de llegar a un acuerdo y despejar ciertas inquietudes como el alcance del estudio se procedió con la inducción del personal.

### **3.1.1.2 Inducción al personal**

Esta actividad es muy importante para que el personal con el que se trabaja esté informado del estudio y conozca los objetivos que se han planteado. Después de la inducción los colaboradores saben de qué se trata la investigación y tendrán la apertura para proveer la información necesaria del proceso.

### **3.1.2 Recopilación de Información**

En esta etapa inicial se obtuvo toda la información posible de la Empresa y del proceso.

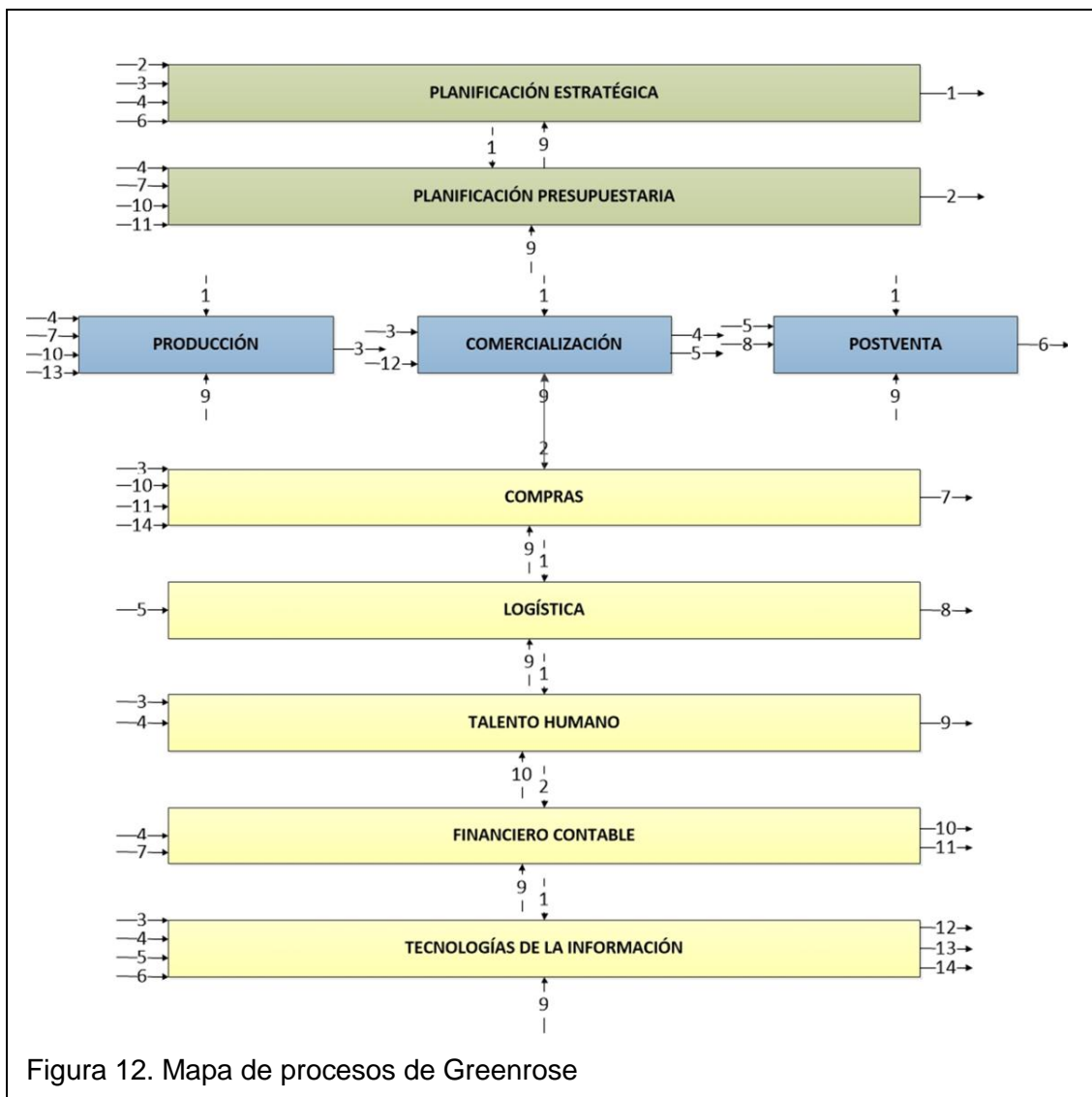
#### **3.1.2.1 Información inicial**

Para tener una idea clara de los procesos de la organización se procede a realizar el mapa de procesos e identificar la cadena de valor de la empresa.

Inductores de Cambio:

1. Planificación Estratégica: Planificación anual
2. Planificación Presupuestaria: Presupuesto trimestral
3. Producción: Rosas de alta calidad
4. Comercialización: Ingresos para la empresa
5. Comercialización: Clientes satisfechos
6. Postventa: Recepción de quejas y reclamos
7. Compras: Insumos y materiales necesarios
8. Logística: Producto entregado a tiempo y en buen estado
9. Talento Humano: Personal competente para todas las áreas de la empresa
10. Financiero Contable: Balances
11. Financiero Contable: Manejo de almacén
12. Tecnologías de la Información: Software interno de inventario
13. Tecnologías de la Información: Software de producción
14. Tecnologías de la Información: Software de almacén

En el gráfico de la Figura 12 se identifican los inductores de cambio que intervienen en cada uno de los procesos de la empresa.



En este caso los procesos operativos o primarios son, la producción, la comercialización y la postventa; dentro de la producción se encuentra la siembra, el cultivo, la poscosecha y el empaque, siendo este último el proceso objeto de estudio.

A continuación en la Figura 13, por medio de un diagrama SIPOC, se identifican los diferentes proveedores de la empresa Greenrose, la materia

prima con la que trabajan, los procesos que se realizan, los productos que ofrecen y quiénes son sus clientes y consumidores.

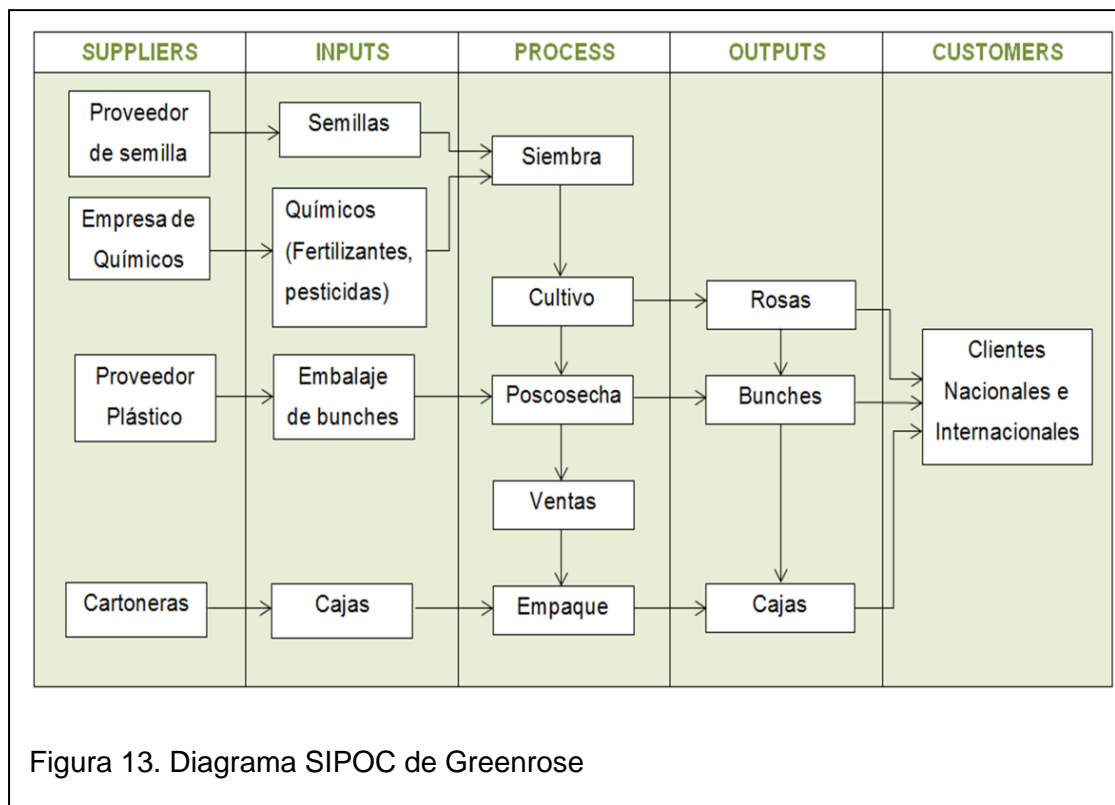


Figura 13. Diagrama SIPOC de Greenrose

Las entradas del proceso de empaque son las órdenes de venta o packings que son generadas por el departamento de ventas, además de los bunches de rosas, los diferentes tipos de cajas y los consumibles para empacar los ramos.

Las salidas son las cajas empacadas de diferentes tamaños listas para su distribución hacia los clientes nacionales e internacionales.

Además de las entradas y las salidas de este proceso, también se definen los controles y los recursos que se van a utilizar. Para este caso los controles son visuales para identificar la caja en la que se deben empacar los ramos y verificar la coincidencia entre el código de los bunches y en las etiquetas para las cajas. Y los recursos utilizados en el proceso son los siete colaboradores, cajas de tres diferentes tipos, los bunches de rosas que provienen del proceso

anterior de poscosecha y consumibles en general que sirven para aseguran los ramos a la caja y la tapa de la caja.

### **3.1.2.2 Información del Proceso**

Antes de realizar el estudio la Empresa no contaba con los procesos diagramados de ninguna de sus áreas, ahora el área de empaque cuenta con el diagrama de las actividades que se desarrollan.

En primer lugar se recorrió el área de Empaque con el Jefe de Poscosecha quién brindó la información básica para realizar el primer borrador del flujograma del proceso. Después de este primer acercamiento al proceso y la realización del borrador se verificó la información con los colaboradores del área.

La metodología seleccionada para la diagramación del flujo del proceso es BPMN, por medio del software Bizagi que permite desglosar las actividades dentro del proceso.

Al realizar la diagramación del proceso de Empaque bajo estos parámetros y esta notación se han logrado identificar claramente las actividades realizadas por cada uno de los siete operarios, y es posible para los directivos de la organización y colaboradores de otras áreas que comprendan fácilmente el proceso con sólo visualizar el diagrama.

### 3.1.2.3 Descripción del proceso de empaque

- **Ventas:**

El proceso de Empaque inicia cuando el departamento de Ventas contacta a los clientes y realiza la venta de las variedades de rosas disponibles. Una vez realizada la orden generan un documento llamado packing, el cual detalla los requerimientos del cliente como la variedad, el número de bunches que necesita, la caja en la que deben ir empacados y en algunos casos una etiqueta especial que solicitan clientes internacionales.

Existen dos secciones dentro del área de empaque: surtido y empaque.

- **Surtido:**

Este proceso lo realizan tres operarios que siguen la siguiente secuencia de actividades, primero uno de los colaboradores retira el packing del departamento de ventas, posteriormente revisa que el documento sea correcto, es decir que la cantidad de bunches por caja no exceda las capacidades reales; en el caso de que esto suceda se llama a las vendedoras para que lo rectifiquen y luego continuar con el proceso.

El proceso continúa con el surtidor agrupando la orden de venta, este camina por el área de almacenaje de bunches que están organizados por tamaño y agrupa los ramos del packing en tinas con ruedas. Después se marcan los bunches con el código de cliente y la caja a la que pertenecen, y al final del proceso se descuentan los ramos seleccionados del inventario por medio de una pistola infrarroja.

Las tinas que contienen las órdenes de bunches se transportan hacia la siguiente sección.

- **Empaque:**

Dentro del empaque se ejecutan: Empaque 1, Zunchado 1, Tapado y Zunchado 2. En esta área trabajan cuatro operarios, cada uno en su estación de trabajo y con sus actividades definidas.

### **Empaque 1**

En la primera estación el operario encargado revisa el código de los bunches, selecciona la caja en la que deben empacarse y copia el código en la pared exterior de la misma. Toma cada bunch individualmente y lo sacude en una aspiradora para asegurarse de que no exista contaminación, después los acomoda en la caja. En caso de que la caja esté incompleta porque la variedad requerida aún no se ha procesado en la poscosecha, se la coloca en una estantería hasta que la flor esté disponible.

En la mayoría de los casos la caja se completa y es puesta en cola para continuar con el proceso.

### **Zunchado 1**

Este proceso sirve para asegurar los bunches a la caja; consiste en atar con una cinta plástica los tallos de los bunches con el centro de la caja, de esta manera se evita que las rosas se golpeen contra las paredes de las cajas. Al finalizar este proceso se coloca la caja en la cola.

### **Tapado**

Para este proceso el operario inicia tomando la tapa adecuada y escribe nuevamente el código de la caja base en la tapa para poder identificar la orden que se encuentra dentro. Además asegura la tapa con cinta adhesiva y la empuja hacia la cola.



## Zunchado 2

El operario toma la caja y la coloca en la máquina zunchadora para que la tapa quede completamente segura. Después la transporta hacia el área de almacenaje.

Este mismo operario es el encargado de etiquetar las cajas, para esto debe verificar el código escrito en la tapa y colocar la etiqueta correcta que tendrá información del cliente y de la orden.

El flujograma detallado del proceso de empaque se encuentra en el Anexo 1.

### 3.1.3 Estudio del Trabajo

Para el análisis en primera instancia se tomaron los tiempos del área de empaque, para obtener el tiempo en que se empaca una caja sin tomar en cuenta su tamaño, la variedad o el tamaño de la flor, debido a la complejidad del proceso y para obtener datos más cercanos a la realidad se tomaron nuevamente los tiempos por actividad pero diferenciando el análisis por tamaño de caja, es decir se ha hecho un análisis individual para caja tipo tabaco, tipo cuarto y jumbo.

Tabla 3. Tiempo Estándar por tipo de caja

Tipo de Caja	Tiempo Estándar		Producción por hora	Producción Mensual (#cajas)
	Horas	Minutos		
<b>JUMBO</b>	0,13	7,85	8	1468
<b>HB</b>	0,09	5,62	11	2048
<b>QB</b>	0,08	5,03	12	2290

Nota: En la tabla se muestra el tiempo estándar calculado para cada tipo de caja, estos resultados han sido tomados de los Anexos 6, 10 y 14.

En el formato para calcular el tiempo básico y tiempo estándar se encuentran diferenciadas las estaciones de trabajo por colores.

El tiempo estándar es mayor según el tamaño de la caja, si la caja empacada es más grande aumentará el tiempo invertido en el proceso.

Cod.	ACTIVIDAD	Tiempo Básico (horas)	TIEMPO ESTÁNDAR			
			Coefficiente de descuento	Frecuencia/ Unidad	Tiempo estándar/ Unidad	Tiempo de ciclo
1	Revisar Packing	0,0029	1,12	1,00E+00	3,2525E-03	3,2525E-03
2	Notificar a Ventas si el packing es incorrecto	0,0096	1,12	1,11E-02	1,1896E-04	3,3714E-03
3	Agrupar la orden	0,0137	1,23	1,00E+00	1,6793E-02	2,0165E-02
4	Marcar bunches con código de cliente y caja	0,0033	1,14	1,00E+00	3,7244E-03	2,3889E-02
5	Registrar egreso de inventario por pistoleo	0,0061	1,16	1,00E+00	7,0783E-03	3,0967E-02
6	Enviar tina a Empaque	0,0023	1,16	1,00E+00	2,6668E-03	3,3634E-02
7	Escoger tamaño de caja y escribir código	0,0040	1,17	1,00E+00	4,7338E-03	3,8368E-02
8	Tomar bunch y sacudir en aspiradora	0,0013	1,16	5,00E+00	7,7198E-03	4,6088E-02
9	Colocar caja en estantería si está incompleta	0,0020	1,16	5,00E-02	1,1733E-04	4,6205E-02
10	Completar caja	0,0071	1,15	5,00E-02	4,0710E-04	4,6612E-02
11	Tomar caja en cola	0,0016	1,17	1,00E+00	1,8404E-03	4,8453E-02
12	Atar los bunches (suncho interno)	0,0422	1,18	1,00E+00	4,9783E-02	9,8236E-02
13	Empujar caja a cola	0,0015	1,17	1,00E+00	1,6988E-03	9,9934E-02
14	Asegurar bunches con cinta adhesiva	0,0029	1,12	1,00E+00	3,1987E-03	1,0313E-01
15	Tomar tapa de caja y escribir código	0,0065	1,2	1,00E+00	7,8540E-03	1,1099E-01
16	Tapar la caja	0,0030	1,13	1,00E+00	3,4081E-03	1,1440E-01
17	Asegurar tapa con cinta adhesiva	0,0031	1,12	1,00E+00	3,5235E-03	1,1792E-01
18	Colocar caja en sunchadora	0,0033	1,16	1,00E+00	3,7897E-03	1,2171E-01
19	Girar caja	0,0031	1,16	1,00E+00	3,6494E-03	1,2536E-01
20	Colocar caja en estantería	0,0021	1,2	1,00E+00	2,5488E-03	1,2791E-01
21	Verificar coincidencia entre caja y etiqueta	0,0013	1,19	1,00E+00	1,5184E-03	1,2943E-01
22	Etiquetar caja	0,0012	1,16	1,00E+00	1,4036E-03	1,3083E-01
<b>Tiempo Estandar hora/caja:</b>						<b>1,3083E-01</b>
7,85						
TIEMPO ESTÁNDAR						0,13
PRODUCCIÓN POR HORA						8
PRODUCCIÓN MENSUAL						1468

Figura 14. Cálculo de tiempo Estándar caja tipo JUMBO

Cod.	ACTIVIDAD	Tiempo Básico (horas)	TIEMPO ESTÁNDAR			
			Coefficiente de descuento	Frecuencia/ Unidad	Tiempo estándar/ Unidad	Tiempo de ciclo
1	Revisar Packing	0,0029	1,12	1,00E+00	3,25E-03	3,25E-03
2	Notificar a Ventas si el packing es incorrecto	0,0096	1,12	1,11E-02	1,19E-04	3,37E-03
3	Agrupar la orden	0,0069	1,23	1,00E+00	8,47E-03	1,18E-02
4	Marcar bunches con código de cliente y caja	0,0025	1,14	1,00E+00	2,90E-03	1,47E-02
5	Registrar egreso de inventario por pistoleo	0,0038	1,16	1,00E+00	4,46E-03	1,92E-02
6	Enviar tina a Empaque	0,0023	1,16	1,00E+00	2,67E-03	2,19E-02
7	Escoger tamaño de caja y escribir código	0,0036	1,17	1,00E+00	4,18E-03	2,60E-02
8	Tomar bunch y sacudir en aspiradora	0,0013	1,16	8,00E+00	1,24E-02	3,84E-02
9	Colocar caja en estantería si está incompleta	0,0020	1,16	5,00E-02	1,17E-04	3,85E-02
10	Completar caja	0,0071	1,15	5,00E-02	4,07E-04	3,89E-02
11	Tomar caja en cola	0,0016	1,17	1,00E+00	1,84E-03	4,08E-02
12	Atar los bunches (suncho interno)	0,0188	1,18	1,00E+00	2,22E-02	6,30E-02
13	Empujar caja a cola	0,0015	1,17	1,00E+00	1,70E-03	6,47E-02
14	Asegurar bunches con cinta adhesiva	0,0031	1,12	1,00E+00	3,47E-03	6,81E-02
15	Tomar tapa de caja y escribir código	0,0064	1,2	1,00E+00	7,71E-03	7,58E-02
16	Tapar la caja	0,0029	1,13	1,00E+00	3,28E-03	7,91E-02
17	Asegurar tapa con cinta adhesiva	0,0030	1,12	1,00E+00	3,39E-03	8,25E-02
18	Colocar caja en sunchadora	0,0023	1,16	1,00E+00	2,67E-03	8,52E-02
19	Girar caja	0,0027	1,16	1,00E+00	3,09E-03	8,83E-02
20	Colocar caja en estantería	0,0021	1,2	1,00E+00	2,55E-03	9,08E-02
21	Verificar coincidencia entre caja y etiqueta	0,0013	1,19	1,00E+00	1,52E-03	9,23E-02
22	Etiquetar caja	0,0012	1,16	1,00E+00	1,40E-03	9,37E-02
<b>Tiempo Estandar hora/caja:</b>						<b>9,37E-02</b>
5,62						
TIEMPO ESTÁNDAR						0,094
PRODUCCION POR HORA						11
PRODUCCIÓN MENSUAL						2048

Figura 15. Cálculo de tiempo Estándar caja tipo HB Tabaco

Cod.	ACTIVIDAD	Tiempo Básico (horas)	TIEMPO ESTÁNDAR				
			Coefficiente de descuento	Frecuencia/ Unidad	Tiempo estándar/ Unidad	Tiempo de ciclo	
1	Revisar Packing	0,0029	1,12	1,00E+00	3,2525E-03	3,25E-03	
2	Notificar a Ventas si el packing es incorrecto	0,0096	1,12	1,11E-02	1,1896E-04	3,37E-03	
3	Agrupar la orden	0,0073	1,23	1,00E+00	8,9261E-03	1,23E-02	
4	Marcar bunches con código de cliente y caja	0,0031	1,14	1,00E+00	3,5864E-03	1,59E-02	
5	Registrar egreso de inventario por pistoleo	0,0035	1,16	1,00E+00	4,0635E-03	1,99E-02	
6	Enviar tina a Empaque	0,0023	1,16	1,00E+00	2,6668E-03	2,26E-02	
7	Escoger tamaño de caja y escribir código	0,0029	1,17	1,00E+00	3,3415E-03	2,60E-02	
8	Tomar bunch y sacudir en aspiradora	0,0013	1,16	5,00E+00	7,7198E-03	3,37E-02	
9	Colocar caja en estantería si está incompleta	0,0020	1,16	5,00E-02	1,1733E-04	3,38E-02	
10	Completar caja	0,0071	1,15	5,00E-02	4,0710E-04	3,42E-02	
11	Tomar caja en cola	0,0012	1,17	1,00E+00	1,4157E-03	3,56E-02	
12	Atar los bunches (suncho interno)	0,0160	1,18	1,00E+00	1,8868E-02	5,45E-02	
13	Empujar caja a cola	0,0015	1,17	1,00E+00	1,6988E-03	5,62E-02	
14	Asegurar bunches con cinta adhesiva	0,0031	1,12	1,00E+00	3,4653E-03	5,96E-02	
15	Tomar tapa de caja y escribir código	0,0054	1,2	1,00E+00	6,4260E-03	6,61E-02	
16	Tapar la caja	0,0030	1,13	1,00E+00	3,4081E-03	6,95E-02	
17	Asegurar tapa con cinta adhesiva	0,0025	1,12	1,00E+00	2,8459E-03	7,23E-02	
18	Colocar caja en sunchadora	0,0025	1,16	1,00E+00	2,9476E-03	7,53E-02	
19	Girar caja	0,0027	1,16	1,00E+00	3,0879E-03	7,84E-02	
20	Colocar caja en estantería	0,0021	1,2	1,00E+00	2,5488E-03	8,09E-02	
21	Verificar coincidencia entre caja y etiqueta	0,0013	1,19	1,00E+00	1,5184E-03	8,24E-02	
22	Etiquetar caja	0,0012	1,16	1,00E+00	1,4036E-03	8,38E-02	
<b>Tiempo Estándar hora/caja:</b>						<b>8,38E-02</b>	
						5,03	
						TIEMPO ESTÁNDAR	0,084
						PRODUCCIÓN POR	
						HORA	12
						PRODUCCIÓN MENSUAL	2290

Figura 16. Cálculo de tiempo Estándar caja tipo QB Cuarto

### 3.1.4 Balanceo de línea de Empaque

Para aplicar el Balanceo de Línea en este estudio se ha encontrado en primer lugar el tiempo estándar de la línea de empaque para cada tipo de caja, de esta manera se determina la velocidad y capacidad que tiene este proceso. Además con el tiempo definido en cada estación se facilita la determinación de la operación cuello de botella que es la que marca la capacidad de la línea.

Para aplicar esta metodología son necesarios valores como el promedio de la demanda diaria y el tiempo disponible del turno de trabajo, estos datos se recopilaron de una muestra de información histórica para que el resultado sea más preciso, también se necesita un porcentaje de eficiencia que es planteado por el analista.

Se han definido tres tipos de productos que se generan en el área de empaque, cada uno tiene diferente tiempo de ciclo, pero para facilitar el cálculo del número de operarios y tomando en cuenta que el proceso es el mismo se han promediado los tiempos obteniendo un estándar que ha sido usado en el formato, generando los siguientes resultados:

Demanda diaria (cajas)	180
Turno de trabajo (min)	330
Eficiencia planeada	80%

	OPERACIÓN	Tiempo Estándar. (min)	IP Unidades/ minuto	No. Teóricos	No. Reales	Operación más lenta	Piezas / día	EFICIENCIA
Surtido	1	1,56	0,55	1,06	2	0,78		
Empaque 1	2	0,83	0,55	0,57	1	0,83		
Zunchado 1	3	2,02	0,55	1,38	2	1,01		
Tapado	4	1,04	0,55	0,71	1	1,04	317,3	
Zunchado 2	5	0,71	0,55	0,48	1	0,71		
T. CICLO		6,16		4,20	7			85%

Figura 17. Balanceo de Línea de Empaque

Tabla 4. Resultados del Balanceo de la línea

Operarios Necesarios	7
Eficiencia de la línea	85%

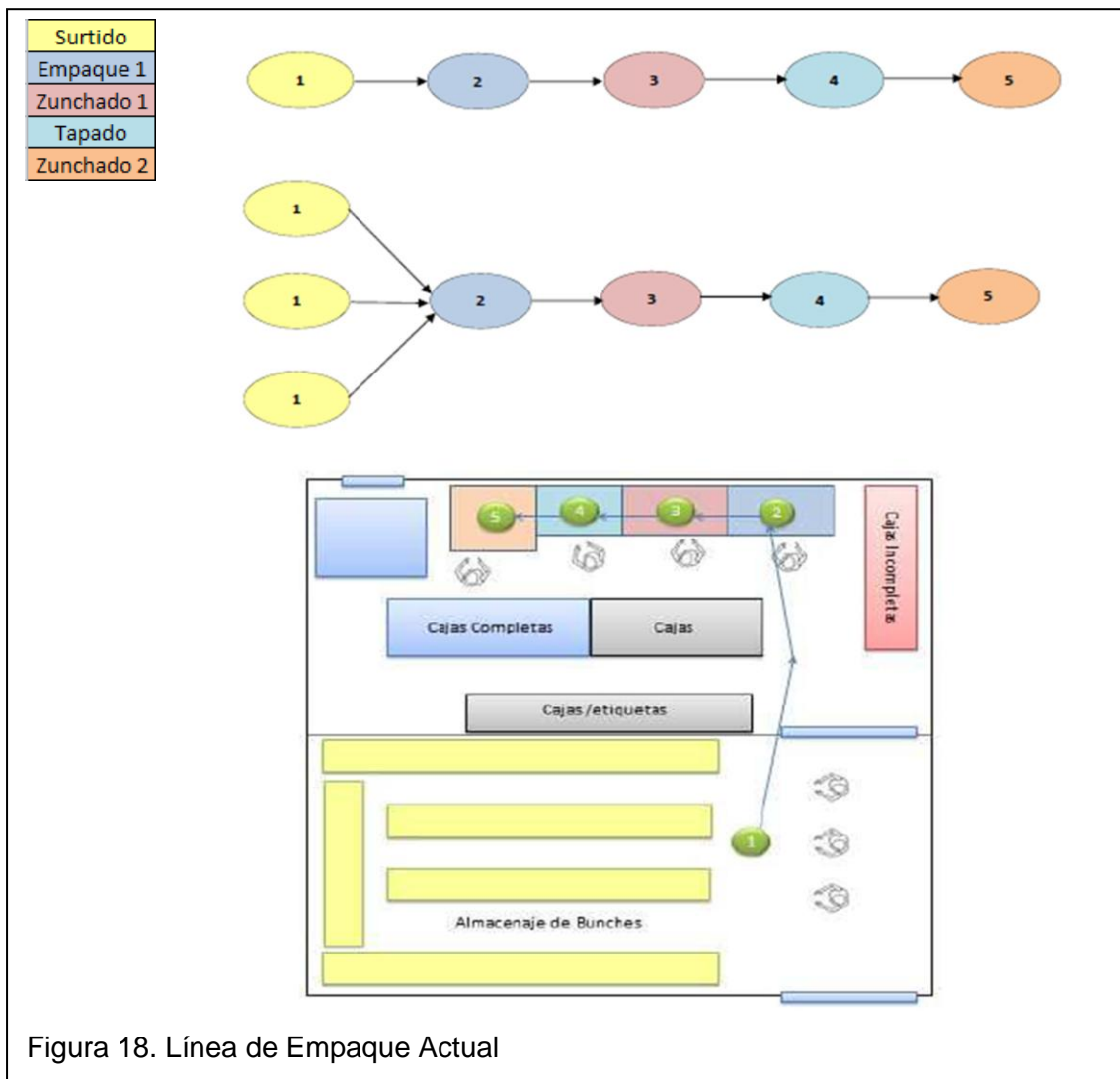
El cálculo del número de operarios se realizó utilizando la Ecuación 5, así se demuestra que no se puede prescindir de ninguno, es decir se debe mantener el mismo número de personas en el área de empaque; pero se necesita un cambio de posición de uno de los colaboradores hacia la estación cuello de botella para aumentar la capacidad de la línea y cumplir con la demanda diaria.

Se definió una eficiencia planeada del 80%, pero después de calcular el número de operarios necesarios por estación de trabajo basado en el tiempo estándar esta subió al 85%. Este incremento del 5% significa que el rendimiento de los operarios puede aumentar con este cambio posicional. El

15% restante se puede justificar con el tiempo de descanso, y de actividades extras que realiza el personal.

El balanceo de la línea mejorada y la situación actual se encuentra en el Anexo 15.

### 3.1.4.1 Distribución actual de operarios



Como muestra la figura la línea de empaque consta de tres operarios en el área de surtido y uno en cada estación de empaque. La empresa ha trabajado de esta manera por varios años obteniendo resultados positivos la mayor parte del tiempo, pero con oportunidades de mejora para su proceso.

### 3.1.5 Aplicación de Value Stream Mapping

Es importante aplicar esta metodología para identificar los desperdicios y posibles problemas en el empaque y en toda la cadena de valor. Una vez determinadas las fallas se pueden plantear mejoras mediante diferentes técnicas.

#### Familia de Productos

En primer lugar se han agrupado los productos que pertenecen a una familia, esto se ha determinado dependiendo de los procesos que compartan los tres tipos de caja.

Tabla 5. Familia de Productos

PRODUCTO	Surtido	Empaque 1	Zuncho Interno	Tapa de caja	Zunchado de caja	Etiquetado
Cuarto QB	X	X	X	X	X	X
Tabaco HB	X	X	X	X	X	X
Jumbo	X	X	X	X	X	X

Nota: En el área de empaque de la empresa Greenrose todos los tipos de caja forman parte de una misma familia debido a que son procesadas de igual manera en las mismas estaciones de trabajo.

#### VSM Actual

Para realizar el mapeo de la cadena de valor es necesaria cierta información del proceso que ha sido calculada con los datos de la empresa. En el Anexo 16 se encuentra el histórico de ventas con el que se calculó la demanda diaria.

Basado en la metodología descrita en el marco teórico se ha aplicado esta herramienta, ver Anexo 19.

## Velocidad de la Demanda

Para calcular el Takt Time es necesario conocer el tiempo disponible del turno de trabajo y la demanda diaria. Ver Anexo 17.

Tabla 6. Tiempo Disponible del turno de trabajo

Tiempo Disponible	horas	minutos	segundos
Jornada laboral	8	480	28800
2 Descansos	-	30	1800
Almuerzo	-	30	1800
Armar cajas	1	60	3600
Cargar a camión	-	30	1800
			<b>19800</b>

Nota: Para el cálculo del tiempo disponible se han tomado en cuenta todas las paradas programadas de la línea de empaque.

El tiempo disponible total es el que se muestra en la Tabla 6 pero se debe calcular el takt time por producto, es decir se necesita la fracción del tiempo disponible que se dedica a realizar cada tipo de producto.

Tabla 7. Tiempo disponible por producto

Tiempo Disponible por tipo de caja	Fracción de tiempo disponible	Segundos
Tiempo Disponible JUMBO	12%	2279,6
Tiempo Disponible HB	55%	10906,6
Tiempo Disponible QB	33%	6613,8

Nota: La fracción del tiempo disponible se ha calculado con el porcentaje de demanda diaria de cada tipo de caja.

La demanda diaria se ha calculado en base a un histórico de ventas:

Tabla 8. Promedio de histórico de ventas

Tipo	No. de cajas
JUMBO	20
HB	98
QB	62
<b>Total</b>	<b>180</b>

Tabla 9. Takt time por tipo de caja

Takt time		
JUMBO	HB	QB
<b>114,9</b>	<b>111,4</b>	<b>106,9</b>

Nota: El takt time para cada caja se ha calculado dividiendo el tiempo disponible que se dedica a cada producto sobre el promedio de número de cajas que se requieren diariamente, como se muestra en la Ecuación 9.

### Capacidad del Sistema

Tabla 10. Tiempo más lento

Tiempo más lento JUMBO	192,0
Tiempo más lento HB	92,7
Tiempo más lento QB	81,4

Nota: En la tabla se puede identificar el tiempo más lento para cada proceso de empaque.

Tabla 11. Capacidad del sistema por tipo de caja

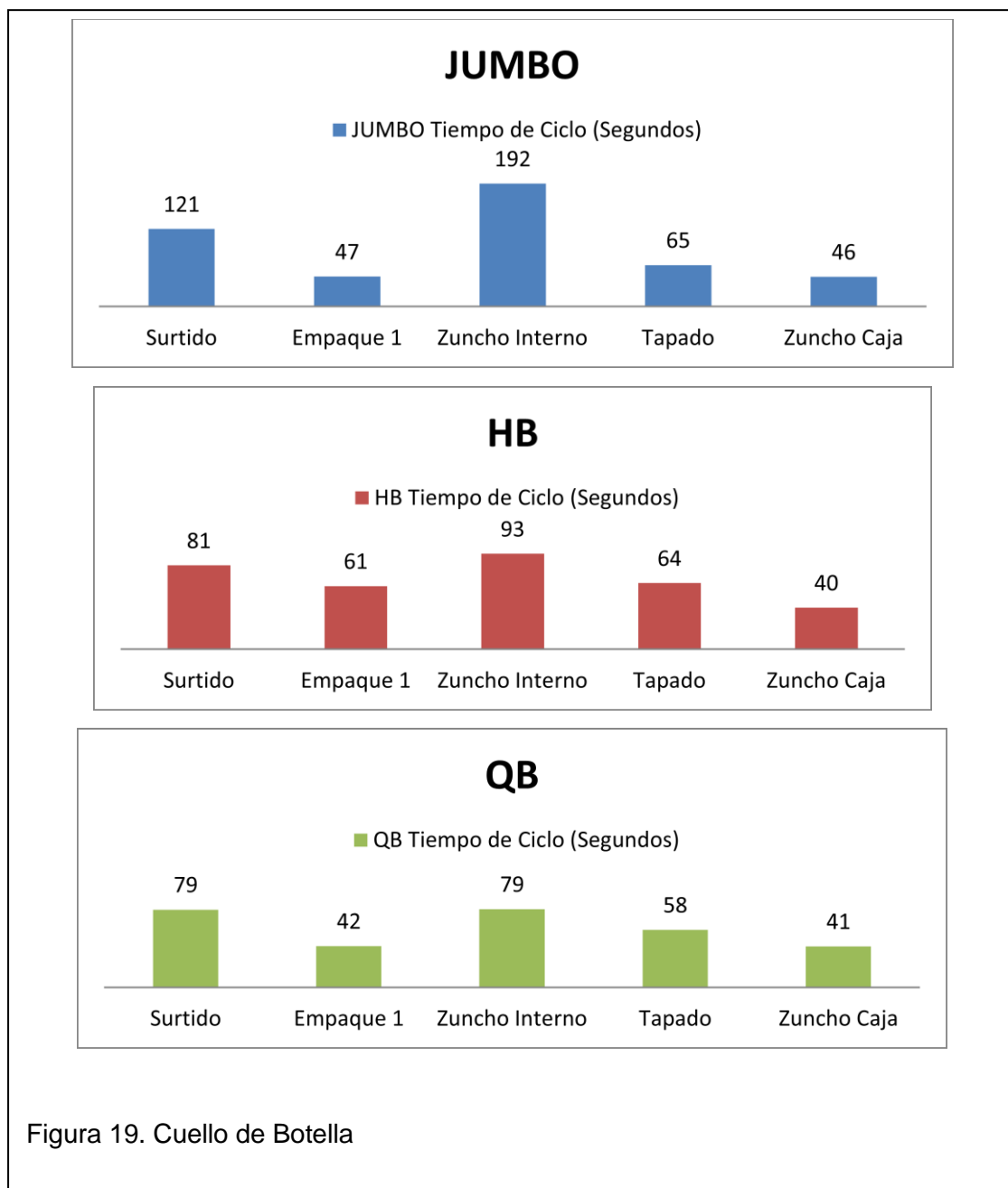
Capacidad	
JUMBO	11,9
HB	117,7
QB	81,2

Nota: La capacidad del sistema se ha calculado dividiendo el tiempo disponible de cada caja sobre el tiempo más lento para el empaque de dicha producto, se ha calculado con la Ecuación 10.



## Cuello de Botella

En el proceso de empaque el cuello de botella es el mismo para los tres tipos de caja a pesar de tener diferentes tiempos.



Como se muestra en la figura en los procesos de empaque, de los tres tipos de caja el cuello de botella es la estación en la que se coloca el zuncho interno en los bunches, esta operación es la que marca el ritmo y la capacidad de la línea.

Antes de la estación de zuncho interno se forma una cola de producto, por momentos bloqueando a la estación de empaque 1. Esto se debe a que el tiempo que tarda el operador de la estación de Empaque 1 en procesar una caja es mucho menor al que tarda el operador del Zuncho Interno en llevar a cabo su proceso.

Los tiempos de los cuellos de botella son los mismos que el tiempo más lento mostrado en la Tabla 8.

### 3.1.5.1 Resultados Iniciales del VSM

Tras la aplicación de esta metodología para evaluar la situación actual del área de empaque, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 12. Cálculo de Eficiencia de Mano de Obra actual

Tipo de Caja	Tiempo Trabajado	Paras no programadas	Tiempo Real	Producción Esperada	Producción Real	EFICIENCIA
JUMBO	2279,6	420	1859,6	20	16	81,58%
HB	10906,6	840	10066,6	98	90	92,30%
QB	6613,8	600	6013,8	62	56	90,93%

El valor del Eficiencia de Mano de Obra se ha calculado dividiendo la producción real sobre la producción esperada, así se obtuvieron los porcentajes mostrados en la tabla.

Tabla 13. Tiempo Total invertido actual

Días	Surtido	Empaque 1	Zunchado 1	Tapado	Zunchado 2	Tiempo Total (Días)
JUMBO	0,03	0,01	0,05	0,02	0,01	0,12
HB	0,13	0,10	0,15	0,10	0,07	0,55
QB	0,09	0,05	0,09	0,06	0,05	0,33
						<b>1,00</b>

Actualmente el proceso de empaque se lleva a cabo en todo el día de trabajo, cierto porcentaje del día por cada tipo de caja. Por motivo de cálculo se ha definido las 5.5 horas disponibles para el empaque como 1 día. Esto se debe a que se trabaja un turno de 8 horas y se descuenta el tiempo que dedican a otras actividades.

### 3.1.6 Simulación del Proceso Inicial

Actualmente la simulación es la mejor técnica para desarrollar propuestas de mejora debido a que brinda flexibilidad y los modelos se pueden adaptar a las condiciones del negocio real.

En el caso del proceso estudiado se ha simulado toda la línea de empaque obteniendo los siguientes resultados:

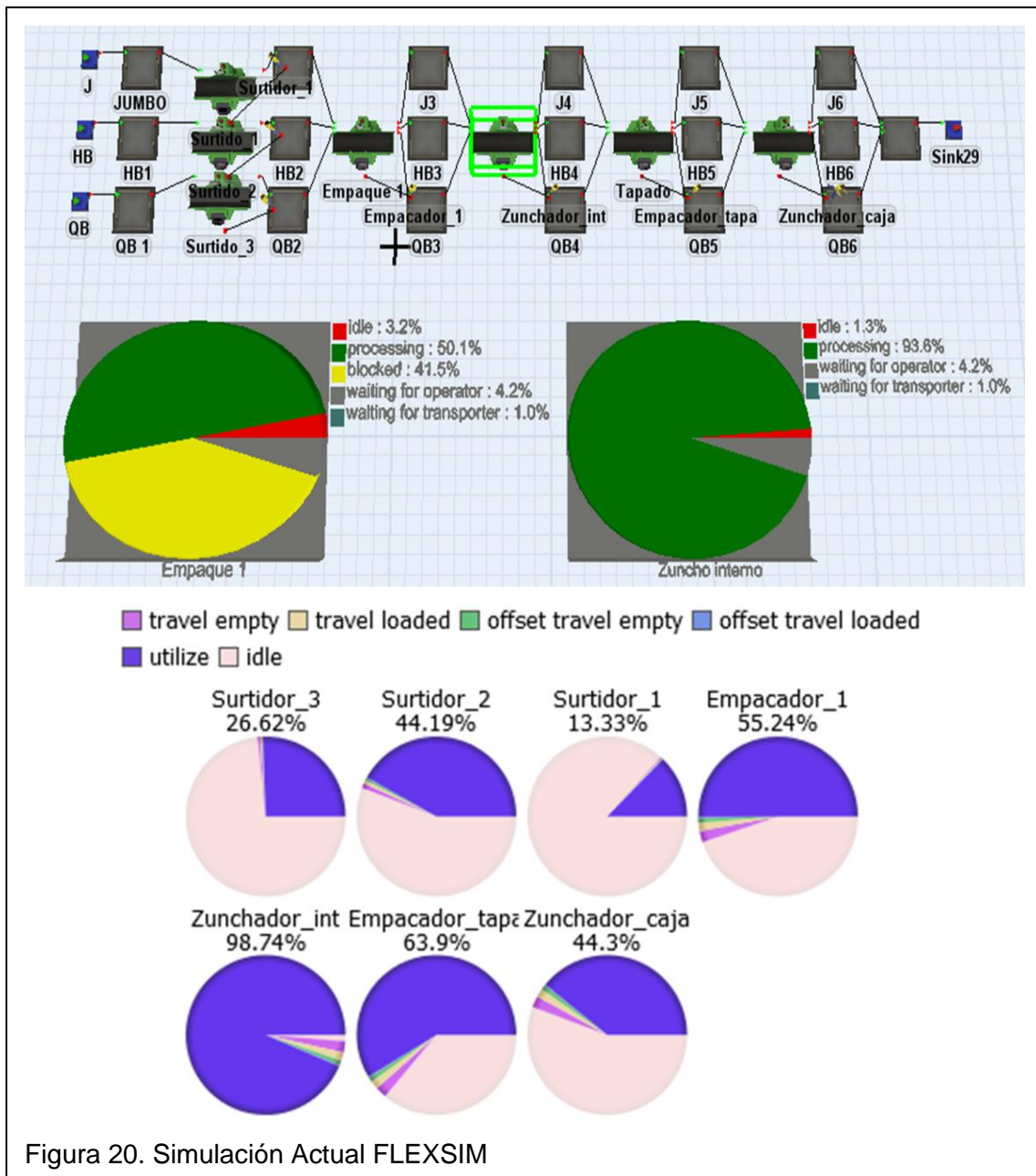


Figura 20. Simulación Actual FLEXSIM

Como se muestra en la figura, actualmente en la línea de empaque se genera un cuello de botella entre la primera estación de empaque y la estación de zunchado, esto se debe a que este proceso se demora mucho más por cada caja. Esto se ve reflejado en la simulación, el proceso de Empaque 1 se encuentra bloqueado el 41.5% del tiempo total del proceso. Además los

Surtidores se encuentran desocupados la mayor parte del tiempo en un día cuya producción esté programada para satisfacer una demanda promedio de 180 cajas.

En la situación actual, el tiempo que les toma a los operadores empacar 180 cajas es de 5.3 horas, es decir cumplen con la producción pero en el área de surtido no son necesarios los tres operarios todo el tiempo.

### **3.1.7 Indicadores de Gestión**

De acuerdo a los criterios de productividad, eficiencia, eficacia y calidad estos son los indicadores para controlar el proceso productivo: Ver Anexo 22.

## 4. DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORA

### 4.1 Propuesta de Línea de Empaque

El estudio de tiempos y el balanceo de línea realizado muestran la operación más lenta, que en los tres tipos de caja es el zunchado interno. Por esta razón y con base en la información obtenida se propone convertir el operario fijo de surtido en un operario móvil o flexible que pueda también cumplir las funciones de zunchador interno en el área de empaque cuando se lo necesite.

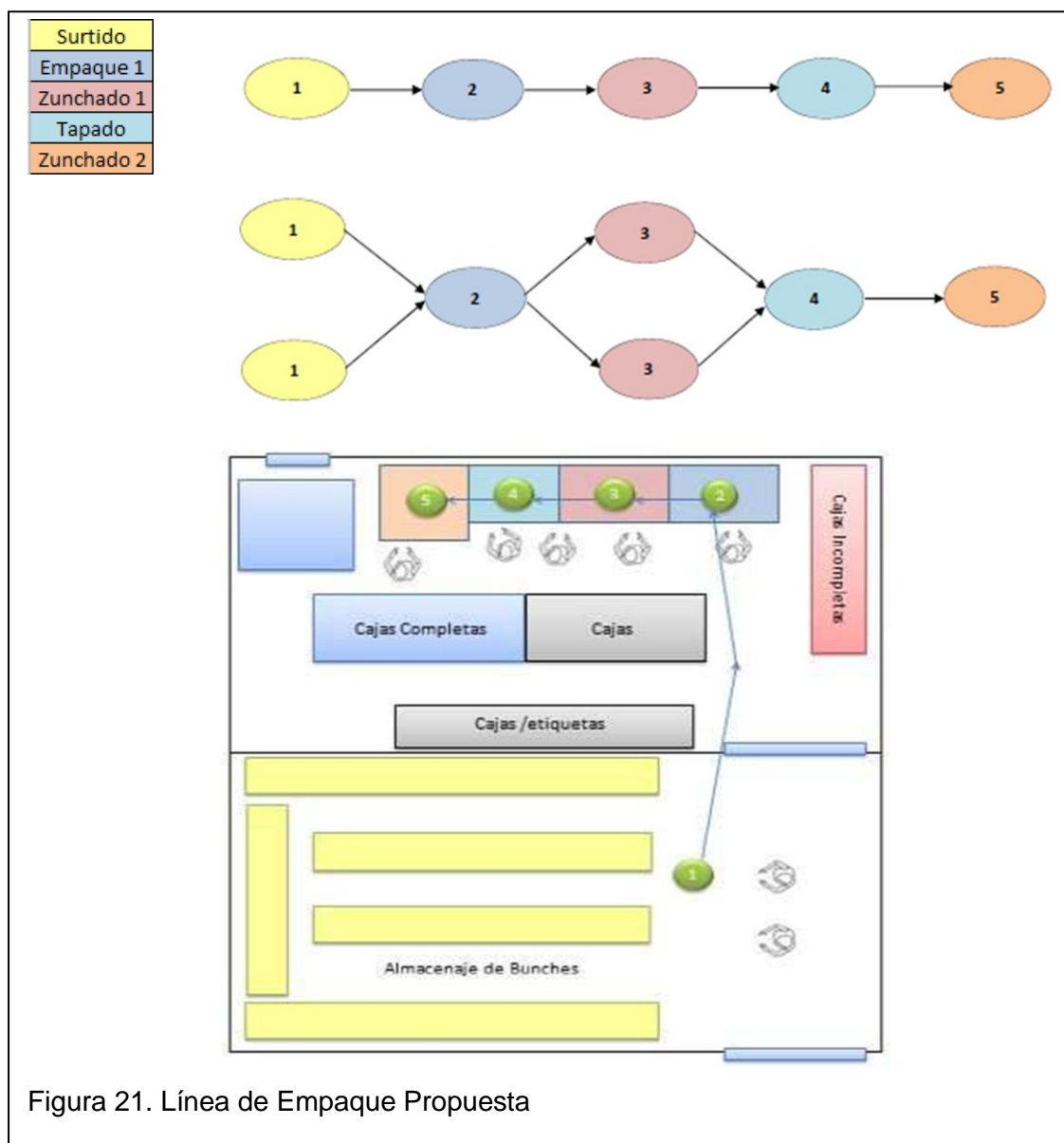


Figura 21. Línea de Empaque Propuesta

## 4.2 Resultados finales del VSM

Después de obtener los resultados iniciales, se calculó la eficiencia y el tiempo invertido en el proceso después de realizar los cambios propuestos. Ver Anexo 21.

Tabla 14. Cálculo de Eficiencia de Mano de Obra futura

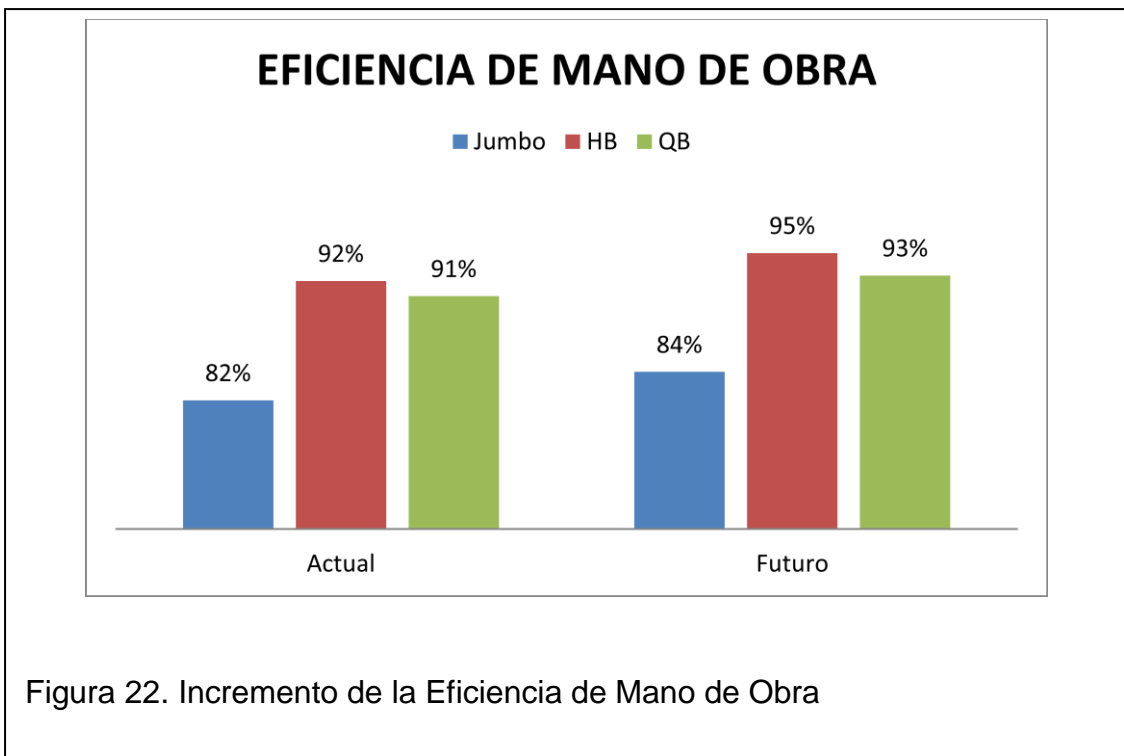
Tipo de Caja	Tiempo Trabajado	Paras no programadas	Tiempo Real	Producción Esperada	Producción Real	EFICIENCIA
<b>JUMBO</b>	1512,0	240	1272,00	20	16,83	<b>84,13%</b>
<b>HB</b>	6930,0	360	6570,00	98	92,91	<b>94,81%</b>
<b>QB</b>	4158,0	300	3858,00	62	57,53	<b>92,78%</b>

Para el cálculo de la eficiencia futura se redujo el tiempo de trabajo a 3.5 horas debido al cambio en la línea de empaque, de esta manera también se redujeron las paras no programadas debido a que el proceso toma menos tiempo y los operarios requieren menos descansos. El resultado final de la Eficiencia de Mano de Obra se encuentra en un buen nivel, alcanzando una competitividad alta.

Tabla 15. Tiempo Total invertido futuro

Días	Surtido	Empaque 1	Zunchado 1	Tapado	Zunchado 2	Tiempo Total (Días)
JUMBO	0,02	0,01	0,03	0,01	0,01	0,08
HB	0,08	0,06	0,10	0,07	0,04	0,35
QB	0,06	0,03	0,06	0,04	0,03	0,21
						<b>0,64</b>

Debido al cambio de posición en la línea, el tiempo total en el que se lleva a cabo el proceso se redujo de un día a 0.64 días.



En la figura se muestra el incremento de la Eficiencia de Mano de Obra para cada uno de los tipos de caja, en promedio ha aumentado en 2.31%.



## 4.2 Simulación de Proceso Mejorado

Una vez analizada la información obtenida en la simulación inicial del proceso se pueden aplicar ciertas modificaciones con las que se busca mejorar el rendimiento de la línea de empaque.

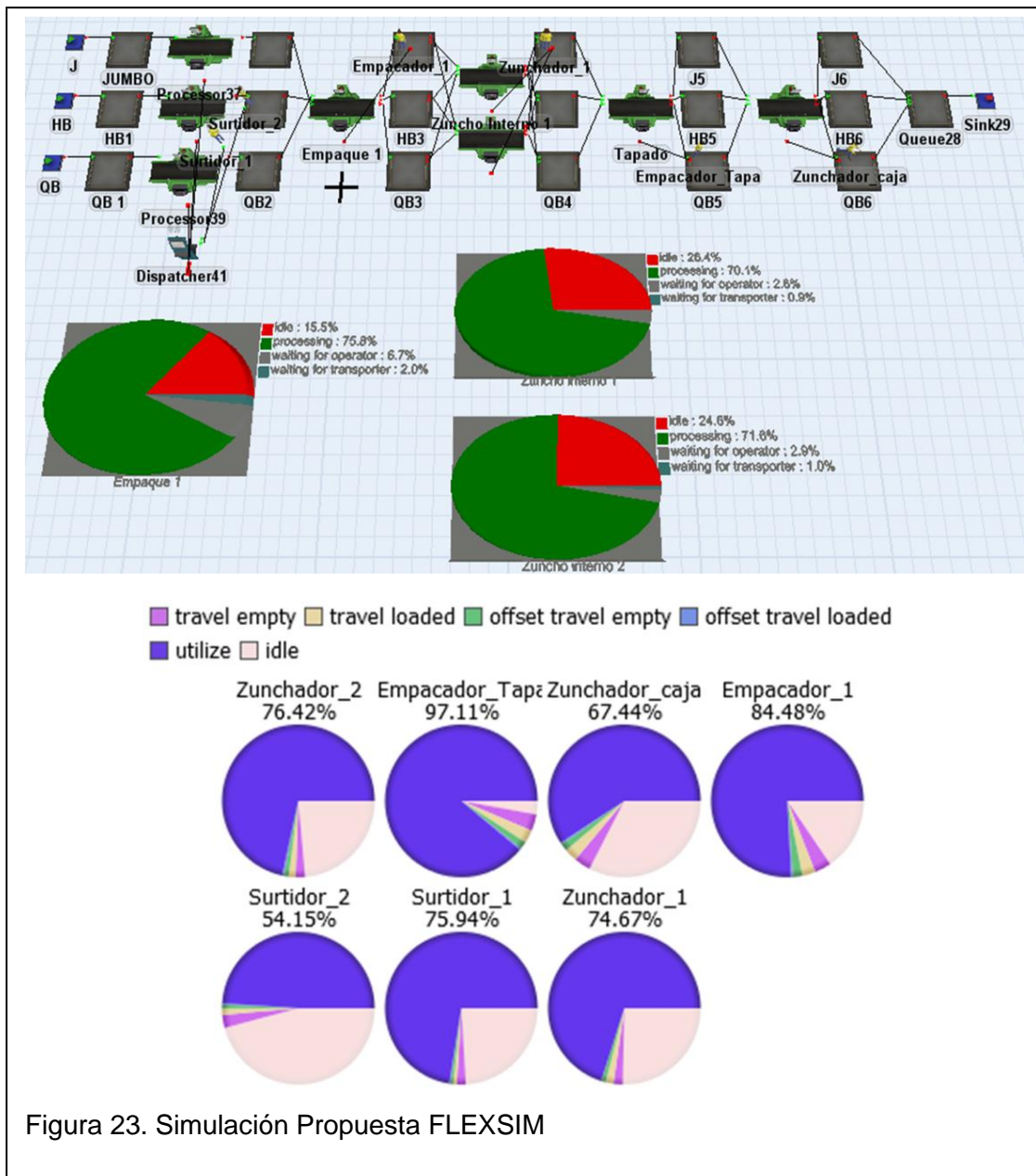
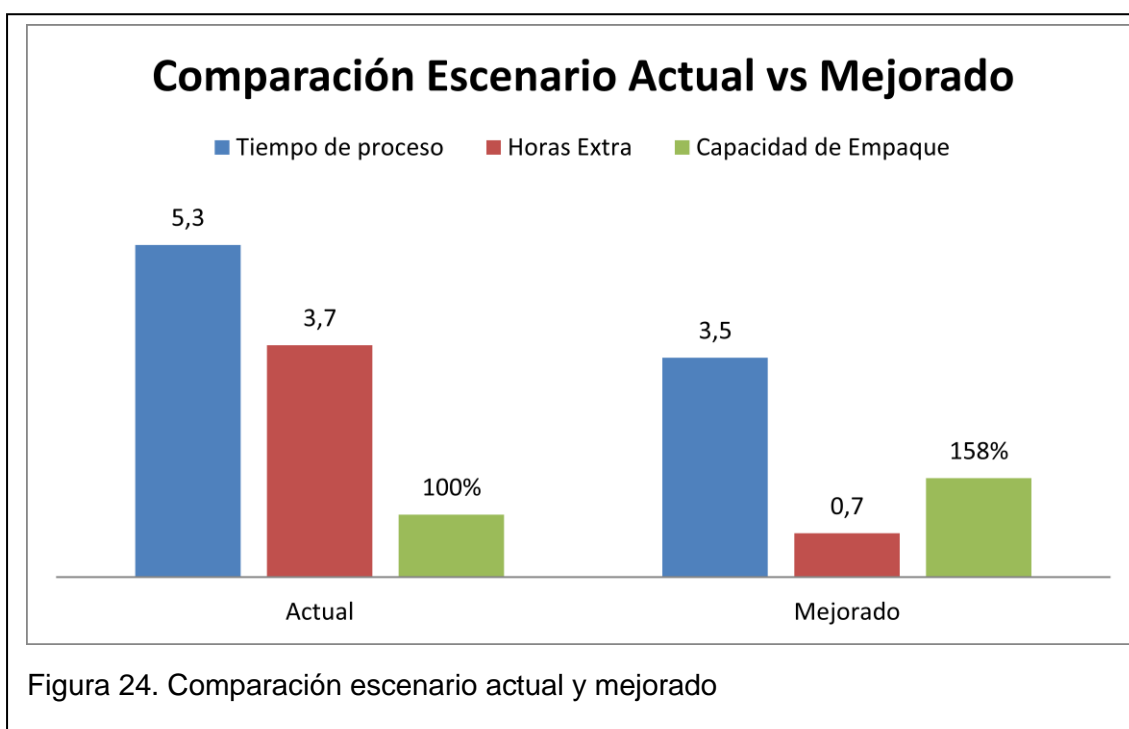


Figura 23. Simulación Propuesta FLEXSIM

Se han realizado dos cambios de estructura en la simulación, en primer lugar para el área de Surtido solo se han dejado dos operarios para que lleven a

cabo este proceso y se ha añadido una persona para que realice el zuncho interno, de esta manera se consigue fluidez en el proceso evitando bloqueos por colas.

Realizadas estas modificaciones ya no existe el bloqueo en el proceso causado por el cuello de botella debido a que se duplicó la mano de obra en esta estación.



El tiempo de producción de 180 cajas de demanda promedio se reduce considerablemente de 5.3 horas a 3.5 horas, de esta manera se puede satisfacer la demanda más alta registrada de 326 cajas eliminando casi por completo las horas extra de los operarios. Con estas modificaciones también aumenta la capacidad de empaque de la línea en 58.3%.

### 4.3 Propuesta Secundaria

Para encontrar la mejor manera de realizar el proceso de empaque optimizando los recursos se consideró otra propuesta en el cambio de estructura de la línea.

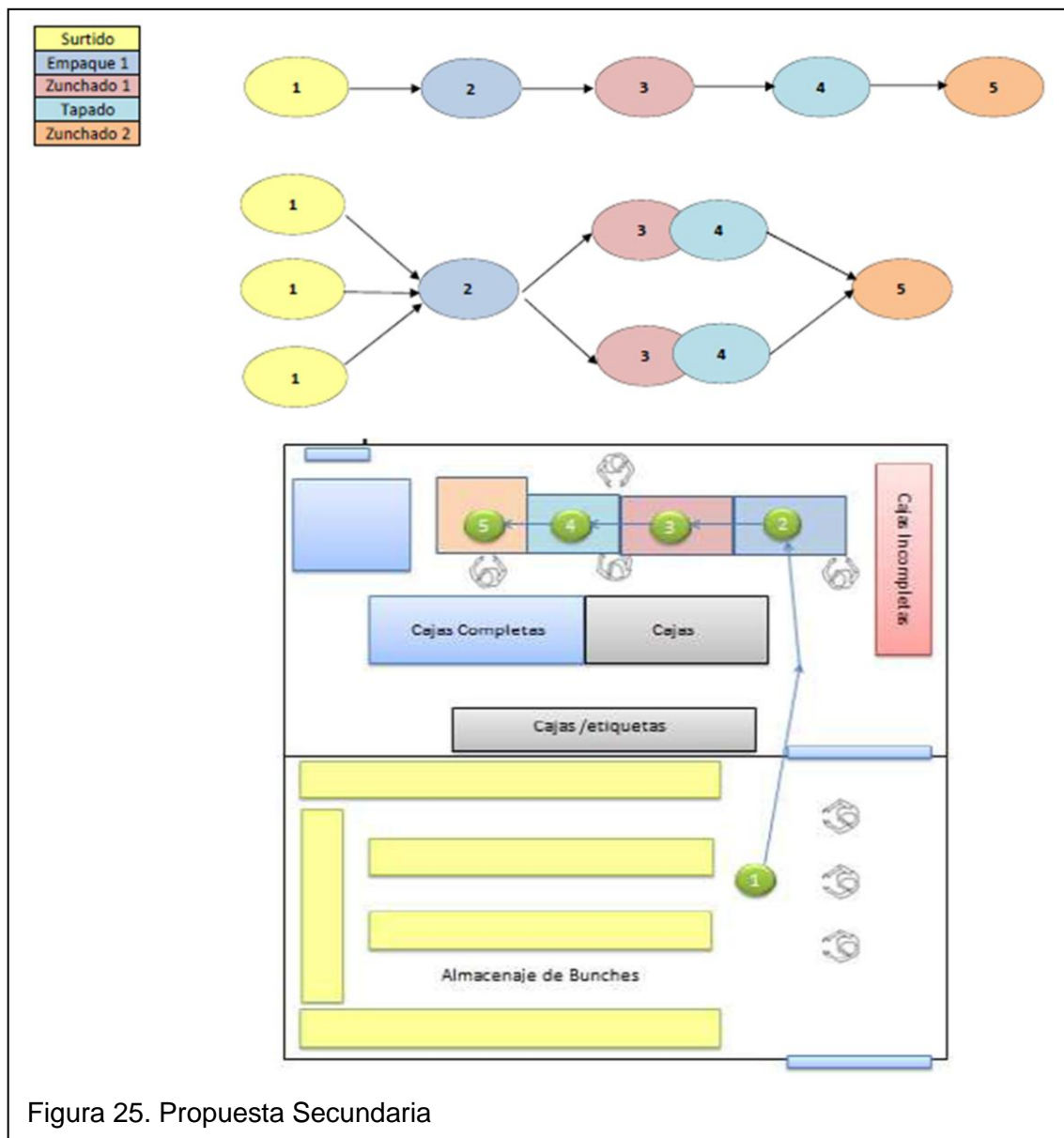


Figura 25. Propuesta Secundaria

En esta propuesta se mantienen los tres operarios de surtido, los operarios de zuncho interno y de tapado de la caja pueden fusionar sus actividades, es decir cada uno realizará las 2 actividades, zunchado y tapado.

Para comprobar y comparar las propuestas también se simuló este cambio en la línea de empaque, obteniendo los siguientes resultados:

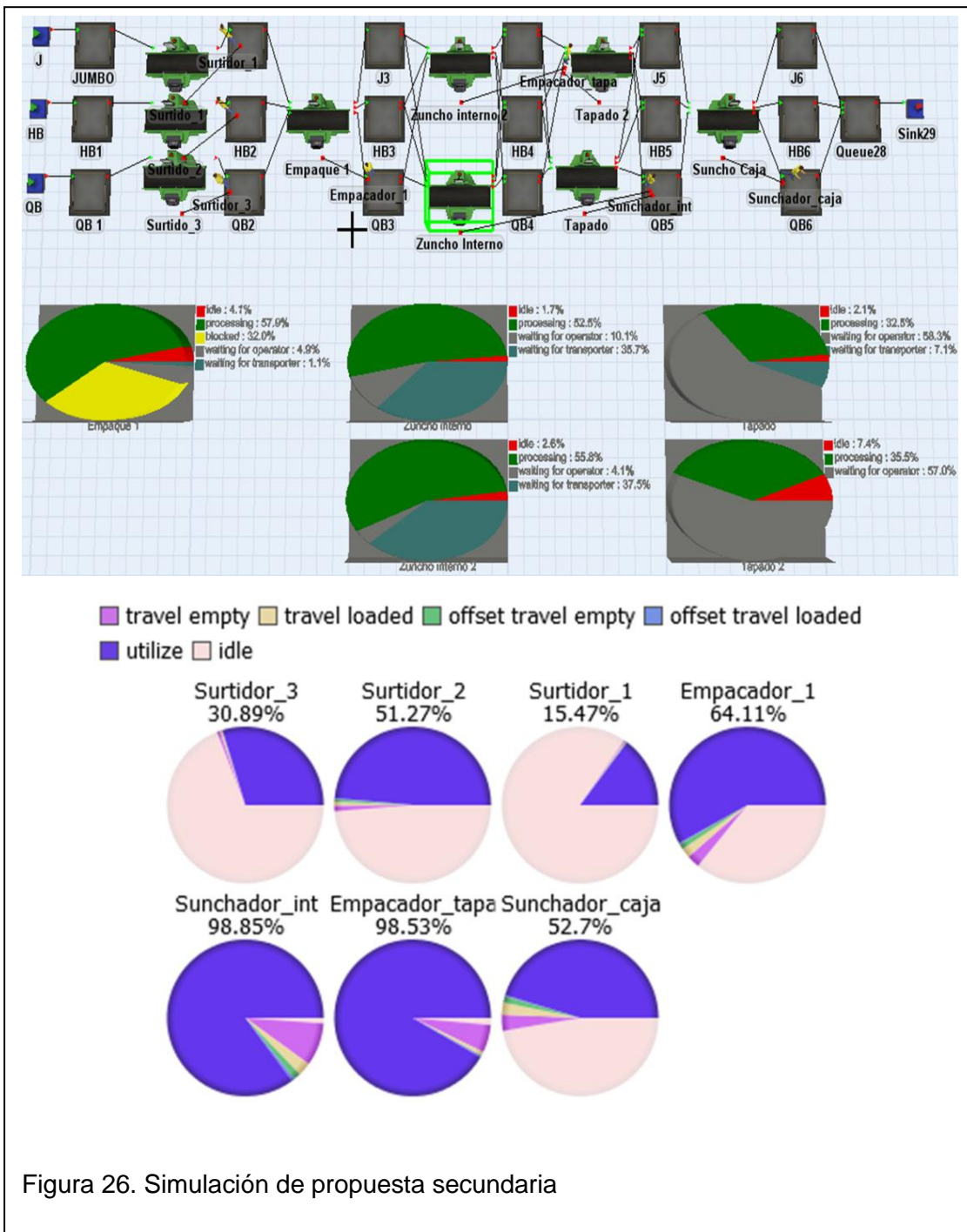


Figura 26. Simulación de propuesta secundaria

Mediante la simulación se comprueba que el tiempo se reduce de 5.4 horas a 4.5 horas pero a pesar de la mejora el flujo del proceso sigue teniendo un bloqueo después de la primera estación de empaque. Además el número de surtidores supera los necesarios, por estas razones se ha descartado esta propuesta y se ha mantenido la primera opción que brinda mejores resultados.

#### **4.4 Aplicación de herramientas de mejora**

##### **4.4.1 Kanban**

Actualmente los operarios que llevan a cabo las actividades de esta área descuentan los bunches del inventario por medio de una pistola infrarroja, este sistema es eficiente cuando se trata de órdenes mixtas pero se convierte en una pérdida de tiempo cuando se tiene un packing de muchos ramos del mismo tipo. Para reducir el tiempo del proceso se recomienda habilitar la opción de registro manual en el sistema, para ingresar directamente la cantidad que se está tomando del inventario.

La empresa Greenrose forma parte de un grupo florícola de dos fincas, muchas veces comparten variedades de rosas para ofrecerlas a los clientes. Por esta razón se transportan bunches de una finca hacia otra para ser empacados y distribuidos, el problema en este caso es que los ramos provenientes de la otra empresa no son añadidos al inventario y el 10% son dados de baja semanalmente cuando no se logran vender. La propuesta de mejora consiste en que siempre se debe añadir al inventario un ramo que sea de otra finca, de esta manera aparecerá en el sistema y el personal de ventas podrá ofrecerlo al cliente.

Tabla 16. Cantidad de pérdida por ramos de terceros dados de baja

# Ramos de terceros	30
Vendido (90%)	27
Dado de baja (10%)	3
Pérdida	\$ 30,00



#### 4.4.2 Poka Yoke

El problema detectado se encuentra entre el proceso de Surtido y la primera estación de empaque. Actualmente los surtidores agrupan los bunches del packing, escriben el código de caja y cliente, y los envían a la siguiente estación para que sean colocados en su respectiva caja.

Este proceso falla cuando el operario de la primera estación de empaque mira los códigos escritos a mano, confunde los ramos y los coloca en otra caja o no se percata de que la orden todavía no está completa. Cuando esto ocurre usualmente la caja pasa por todo el proceso de empaque, y cuando el error es detectado se debe desarmar la caja, corregir la falla y procesar nuevamente.

Para prevenir que ocurran estos errores existen ciertas opciones como generar packings de diferentes colores, el primero lo utilizará el surtidor y el segundo el operario de empaque, de esta manera cada uno de ellos podrá saber con certeza a que caja y que cliente corresponden los bunches. Deben ser de diferentes colores para que no se mezclen los packings y no exista la posibilidad de que se duplique una orden.

Otra medida preventiva para este proceso es la implementación de un monitor en la primera estación de empaque que muestre el packing generado por el departamento de ventas, de esta manera el operario podrá comprobar que los ramos corresponden a la caja que está empacando.

Además se puede añadir una alerta de cambio de la orden de venta que podrá verificar el operario en tiempo real, esta puede ser auditiva y visual. Este indicador puede servir para prevenir que el error ocurra, y en algunos casos servir de advertencia para que el operario pueda corregir la orden antes de ser enviada al cliente.

## 5. ANÁLISIS ECONÓMICO

### 5.1 Ahorros e Incremento de la Capacidad de Empaque

Al aplicar las diferentes metodologías y herramientas se pueden ahorrar recursos y aumentar la capacidad de la línea de empaque, según los siguientes cálculos:

Tabla 17. Ahorro de horas extra

Tiempo Disponible	5,5
Salario Promedio	\$ 502,88
Costo Hora Hombre	\$ 2,99

Situación Actual	# Cajas	Tiempo de Proceso (horas)	Horas Extra	Horas Extra (Recargo 100%)	Horas Extra (Recargo 50%)	Horas Extra (Recargo 25%)	Costo Horas Extra
Demanda diaria Promedio	180	5,3	0	0	0	0	\$ -
Demanda Máxima	326	9,2	3,7	0,67	1,48	1,55	\$ 5,37

Aplicando Mejoras	# Cajas	Tiempo de Proceso (horas)	Horas Extra	Horas Extra (Recargo 100%)	Horas Extra (Recargo 50%)	Horas Extra (Recargo 25%)	Costo Horas Extra
Demanda diaria Promedio	180	3,5	0	0	0	0	\$ -
Demanda Máxima	326	6,2	0,7	0,13	0,28	0,29	\$ 1,02

Ahorro diario	\$ 4,36
Ahorro mensual	\$ 104,53
Ahorro Anual	\$ <b>1.254,33</b>



Tabla 18. Ahorro por ramos dados de baja

# Ramos de terceros	30	Ahorro Semanal	\$ 30,00
Vendido (90%)	27	Ahorro Mensual	\$ 120,00
Dado de baja (10%)	3	Ahorro Anual	<b>\$ 1.440,00</b>
Pérdida	\$ 30,00		

<b>AHORRO ANUAL TOTAL</b>	<b>\$ 2.694,33</b>
---------------------------	--------------------

El ahorro total que se muestra en la tabla es la sumatoria del ahorro por la reducción de horas extra de los operarios del área de empaque y el ahorro por los ramos de terceros que anteriormente se daban de baja pero en la actualidad se pueden inventariar en el tiempo disponible que tienen los operarios con la nueva estructura de la línea de empaque.

Tabla 19. Incremento de la Capacidad de Empaque

Precio Promedio x tallo	\$ 0,37
Precio x bunch	\$ 9,23

	Cajas/día	Precio de Venta Jumbo	Precio de Venta HB	Precio de Venta QB	Cantidad de Venta diaria
Capacidad de Empaque Actual	175	\$ 110,70	\$ 73,80	\$ 46,13	\$ 12.091,67
Capacidad de Empaque Futura	285				\$ 19.692,15

Incremento en Capacidad de Empaque	<b>58,3%</b>
Posible Incremento de Ventas Totales al Año	<b>\$ 1.828.260,32</b>

Debido al incremento de la capacidad de la línea de empaque el departamento de ventas puede incrementar las órdenes, ya que pueden ser cumplidas a tiempo por el área de empaque, de esta manera la cantidad de ingresos podría aumentar 58.3% con respecto al promedio. Los resultados pueden variar dependiendo de la temporada de venta y de la demanda.

## 5.2 Análisis de Productividad

Después de realizar las propuestas de mejora, se ha calculado la Productividad actual y futura del área de empaque de la siguiente manera:

Tabla 20. Recopilación de Datos

Información del Proceso	ACTUAL	FUTURO
Promedio de Venta diaria	180	180
Precio Promedio de venta	\$ 76,88	\$ 76,88
Costo de Mano de obra x hora	\$ 20,93	\$ 20,93
# de Horas empleadas	5,3	3,5
Costo de Materia Prima x unidad	\$ 2,98	\$ 2,98
# de Unidades de Materia prima	180	180
Otros Gastos (servicios)	\$ 70,00	\$ 70,00
Horas Mano de Obra Totales	37,1	24,5
Ingresos por ventas diarias	\$ 13.838,40	\$ 13.838,40
Costo Total de Mano de Obra	\$ 110,93	\$ 73,26
Costo Total de Materia Prima	\$ 536,40	\$ 536,40

En primer lugar se definió cierta información que ha servido para realizar los cálculos, los datos necesarios han sido recopilados a lo largo de la realización de este estudio.

Tabla 21. Cálculo de Productividad

	Actual	Futuro	Incremento de Productividad
Índice de Productividad Mano de Obra	4,85	7,35	<b>51,43%</b>
Índice de Productividad Total	19,29	20,36	<b>5,54%</b>

<b>% de Incremento de Productividad Total</b>	<b>5,54%</b>
---	--------------

Se ha calculado el índice de productividad de Mano de Obra dividiendo el promedio de venta diaria en unidades para el número de horas que se invierten en el proceso, se obtiene un incremento de 51.43% con las mejoras propuestas.

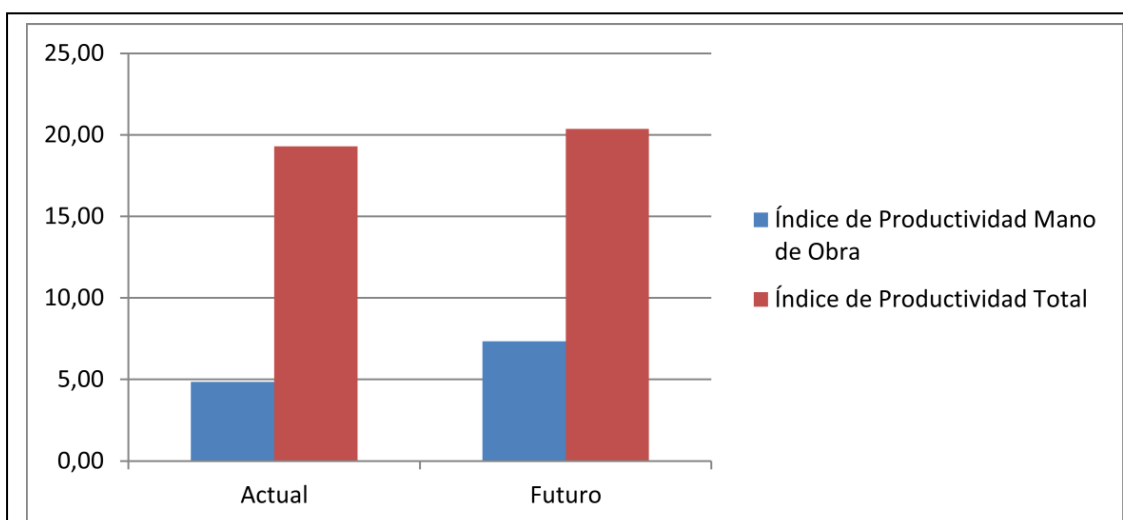


Figura 28. Índices de Productividad

El índice de Productividad Total se calculó dividiendo los ingresos por ventas diarias para la suma de los recursos utilizados en el proceso obteniendo un incremento del 5.54%.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

Se realizó el modelamiento y levantamiento del proceso de empaque con el uso de la metodología BPMN para identificar la secuencia ordenada de actividades, así como también los productos y dueños de los procesos.

Conocidos los tiempos estándares y el tiempo de ciclo del proceso de empaque, se puede realizar una planificación técnica de la producción. Estos datos ayudan a evaluar el desempeño de los operadores en función de la optimización del tiempo y así cumplir con la producción en el tiempo disponible de trabajo. De esta manera se reducirán los costos por horas extra en 81.1% y por lo tanto se incrementa la productividad en la organización.

Mediante balanceo de línea se ha evaluado la situación actual del proceso, determinando la forma en la que se realizan actualmente las actividades, de esta manera se ha podido proponer los cambios que pueden mejorar el desarrollo de las actividades. Se propone el cambio de posición de un surtidor para que pueda llevar a cabo las actividades del zunchador interno y así duplicar la mano de obra en la estación cuello de botella, de esta manera la eficiencia de la línea incrementa del 44% al 85%.

Se han identificado algunos de los errores del proceso por medio de la simulación de la situación actual en la que el tiempo total que toma empacar 180 cajas es de 5.3 horas, en esta se puede observar el cuello de botella que es la estación de zuncho interno la cual define la capacidad de la línea. Con base en la información obtenida previamente y en los resultados de las herramientas utilizadas se pueden determinar los cambios que se realizan en la simulación para obtener un escenario mejorado que cumpla con los requisitos de la empresa. Al realizar una segunda simulación mejorada se obtiene un tiempo de 3.5 horas que permite a los operarios del área realizar otras

actividades como el inventario de flor nacional y de terceros, la limpieza del área, y armar las bases de las cajas. Además se aprecia un incremento del 58.3% en la capacidad del área, esto se debe a la disminución del tiempo necesario para completar un pedido determinado.

Al realizar el análisis final, se puede apreciar un aumento promedio del 2.31% en la Eficiencia de Mano de Obra, esto se debe a la reducción del tiempo necesario para empacar y de las paras no programadas por descanso en jornadas de trabajo prolongadas. Además se tuvo como resultado un incremento del 51.43% en la Productividad de la Mano de Obra, y por consiguiente un incremento del 5.54% en la Productividad Total del área. Para alcanzar estas nuevas metas probadas satisfactoriamente en la teoría se han definido Indicadores de Gestión que ayudarán a evaluar el cumplimiento de los objetivos.

## **6.2 Recomendaciones**

El primer cambio es en la estructura posicional de la línea de empaque, en la que se vuelve flexible un operario del área de surtido para llevar a cabo las actividades de la estación de zuncho interno con el objetivo de reducir el tiempo de esta actividad a la mitad, se recomienda tomar en cuenta los tiempos estándar para mediante los indicadores de gestión controlar que se cumplan los objetivos.

Para que los cambios efectuados sean efectivos y se evidencie el incremento de eficiencia en los resultados reales se debe realizar el respectivo seguimiento de las actividades por parte del supervisor del área. De esta manera se podrá disciplinar al personal para que cumpla con los procedimientos mejorados y se pueda mantener con el paso del tiempo.

Con la finalidad de mejorar el nivel de productividad según lo mostrado teóricamente, se recomienda realizar evaluaciones periódicas mediante los

indicadores de gestión propuestos y llevar un registro de errores y desperdicios para evidenciar que los cambios realizados tienen el efecto esperado, además de generar nuevas ideas de mejora.

Se recomienda la aplicación de las herramientas de mejora continua de Kanban y Poka Yoke propuestas para que se reduzca la mayor cantidad de desperdicio existente. Se puede dialogar con supervisores y operarios para diseñar las modificaciones en el proceso y en el sistema de manera que se puedan eliminar o reducir al máximo los desperdicios por reprocesos.

## REFERENCIAS

- Agudelo Tobón, L. F., & Escobar Bolívar, J. (2007). *Gestión por Procesos*. Bogotá, Colombia: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
- Agudelo, F. (2012). *Evolución de la Gestión por Procesos*. Bogotá, Colombia: Contacto Gráfico Ltda.
- Alcalde San Miguel, P. (2007). *Calidad*. Madrid, España: Editorial Paraninfo.
- Analítica. (2014). *Manual de diagramación de procesos bajo estándar BPMN*. Recuperado el 06 de Junio de 2015, de [http://www.analitica.com.co/website/images/stories/documentosTecnicos\\_SGP/Manual%20de%20Diagramacion%20de%20Procesos%20Bajo%20Estandar%20BPMN.pdf](http://www.analitica.com.co/website/images/stories/documentosTecnicos_SGP/Manual%20de%20Diagramacion%20de%20Procesos%20Bajo%20Estandar%20BPMN.pdf)
- Cabrera Calva, R. (2011). *VSM Value Stream Mapping – Análisis de Cadena de Valor*. Recuperado el 11 de noviembre de 2015, de <http://www.gestiopolis.com/vsm-value-stream-mapping-analisis-cadena-valor/>
- García, R. (2005). *Estudio del Trabajo Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. México, D.F., México: 2da Edición. McGraw-Hill.
- García, R. (2010). *La mejora de la productividad en la pequeña y mediana empresa*. Alicante, España: Editorial Club Universitario.
- Grupo Producnorte. (s.f). *Grupo PRODUCNORTE*. Recuperado el 05 de Junio de 2015, de Greenrose: <http://www.greenrose.com/index.php>

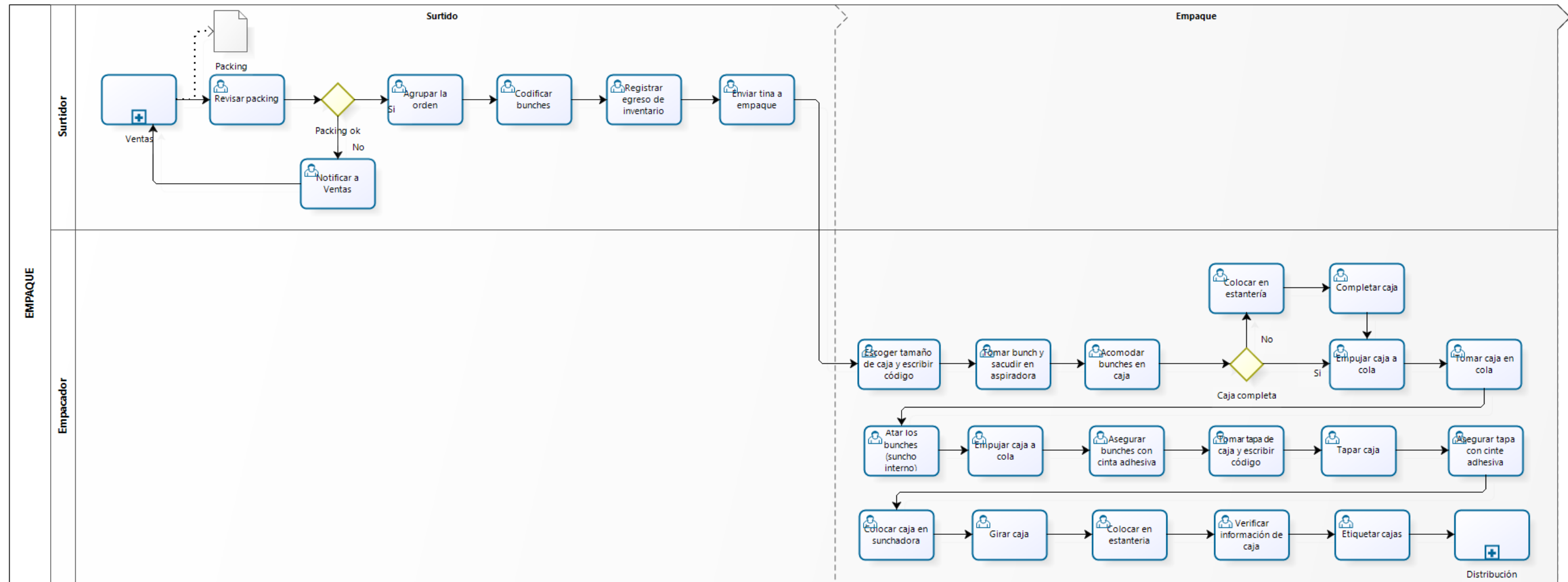
- Gutiérrez, H. (2010). *Calidad Total y Productividad. Tercera Edición*. México, D.F., México: McGraw-Hill/ Interamericana Editores, S.A de C.V.
- Hansen, B. L., & Ghare, P. M. (1989). *Control de calidad: teoría y aplicaciones*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos.
- Hay, E. J. (2003). *Justo a tiempo: la técnica que genera mayor ventaja competitiva*. Bogotá, Colombia: Editorial Norma.
- International Organization for Standardization (ISO). (s.f). *Online Browsing Platform (OBP)*. Recuperado el 08 de septiembre de 2015, de Sistemas de Gestión de Calidad - Fundamentos y Vocabulario ISO 9000:2005: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9000:ed-3:v1:es:fn:3>
- ISO. (9000:2005). Norma Internacional ISO 9000.
- Krajewsky, L. J., & Ritzman, L. P. (2000). *Administración de operaciones: estrategia y análisis*. México, D.F., México: Pearson Educación.
- Lean Solutions. (s.f). *Lean Solutions*. Recuperado el 11 de noviembre de 2015, de Value Stream Mapping: <http://www.leansolutions.co/conceptos/vsm/>
- Medina Giopp, A. (2005). *Gestión por procesos y creación de valor público: Un enfoque analítico*. Santo Domingo, Republica Dominicana: INTEC.
- Meyers, F. (2000). *Estudios de tiempos y movimientos*. México, D.F., México: Pearson Educación.
- Neira, A. C. (2006). *Técnicas de medición del trabajo.(2ª.ed.)*. Madrid, España: FC Editorial.
- Pascual, R. C., & Fonollosa Guardiet, J. B. (1999). *Nuevas técnicas de gestión de stock: MRP y JIT*. México, D.F., México: Marcombo.































- Pérez Fernández de Velasco, J. A. (2010). *Gestión por Procesos*. Madrid, España: ESIC Editorial.
- Perez, J. A. (2012). *Gestión por Procesos. 5ta Edición*. México, D.F, México: Alfaomega Grupo Editor, S.A de C.V.
- Quezada, M., & Villa, W. (2007). *Estudio del Trabajo*. Medellín, Colombia: Fondo Editorial ITM.
- Salazar López, B. (s.f). *Ingeniería Industrial Online*. Recuperado el 12 de octubre de 2015, de <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/>
- Socconini, L. (2014). *Certificación Lean Six Sigma Yellow Belt para la excelencia en los negocios*. Barcelona, España: ICG Marge.
- Tobar, A., & Mota, A. (2007). *CPIMC: Un modelo de administración por procesos*. México, D.F., México: Panorama Editorial.

## **ANEXOS**

# ANEXO 1 – FLUJOGRAMA DE EMPAQUE



**ANEXO 2 – ACTIVIDADES DE EMPAQUE CAJA TIPO JUMBO, HB Y QB**

No.	ACTIVIDAD	TIPO			SIMBOLOGÍA (ANSI)				
		MECÁNICA (MEC)	MANUAL (MAN)	RUTINARIA					
1	Revisar Packing		X	SI					
2	Notificar a Ventas si el packing es incorrecto		X	SI					
3	Agrupar la orden		X	SI					
4	Marcar bunches con código de cliente y caja		X	SI					
5	Registrar egreso de inventario por pistoleo		X	SI					
6	Enviar tina a Empaque		X	SI					
7	Escoger tamaño de caja y escribir código		X	SI					
8	Tomar bunch y sacudir en aspiradora		X	SI					
9	Colocar caja en estantería si está incompleta		X	SI					
10	Completar caja		X	SI					
11	Tomar caja en cola		X	SI					
12	Atar los bunches (zuncho interno)		X	SI					
13	Empujar caja a cola		X	SI					
14	Asegurar bunches con cinta adhesiva		X	SI					
15	Tomar tapa de caja y escribir código		X	SI					
16	Tapar la caja		X	SI					
17	Asegurar tapa con cinta adhesiva		X	SI					
18	Colocar caja en zunchadora	X		SI					
19	Girar caja		X	SI					
20	Colocar caja en estantería		X	SI					
21	Verificar coincidencia entre caja y etiqueta		X	SI					
22	Etiquetar caja		X	SI					



## ANEXO 4 – TIEMPO BÁSICO CAJA TIPO JUMBO

TIEMPO OBSERVADO		Desviación Estándar	Límite Superior	Límite Inferior	Promedio Válido	Valoración			Tiempo básico
Tiempo Total Observado	Tiempo Medio del Ciclo					Habilidad	Esfuerzo	Total Valoración	
0,0370	0,0025	0,0002	0,0026	0,0023	0,0024	0,11	0,1	1,21	0,0029
0,1176	0,0078	0,0012	0,0090	0,0066	0,0079	0,11	0,1	1,21	0,0096
0,1700	0,0113	0,0015	0,0128	0,0098	0,0111	0,13	0,1	1,23	0,0137
0,0394	0,0026	0,0005	0,0032	0,0021	0,0027	0,11	0,1	1,21	0,0033
0,0815	0,0054	0,0006	0,0061	0,0048	0,0054	0,08	0,05	1,13	0,0061
0,0285	0,0019	0,0003	0,0022	0,0016	0,0019	0,11	0,1	1,21	0,0023
0,0498	0,0033	0,0005	0,0038	0,0028	0,0034	0,11	0,08	1,19	0,0040
0,0168	0,0011	0,0002	0,0013	0,0009	0,0011	0,11	0,10	1,21	0,0013
0,0264	0,0018	0,0002	0,0020	0,0015	0,0017	0,11	0,08	1,19	0,0020
0,0889	0,0059	0,0013	0,0073	0,0046	0,0060	0,08	0,10	1,18	0,0071
0,0182	0,0012	0,0001	0,0013	0,0011	0,0013	0,11	0,10	1,21	0,0016
0,5090	0,0339	0,0015	0,0354	0,0324	0,0343	0,13	0,10	1,23	0,0422
0,0182	0,0012	0,0001	0,0013	0,0011	0,0012	0,11	0,10	1,21	0,0015
0,0372	0,0025	0,0002	0,0027	0,0022	0,0024	0,11	0,08	1,19	0,0029
0,0810	0,0054	0,0006	0,0060	0,0048	0,0055	0,11	0,08	1,19	0,0065
0,0406	0,0027	0,0005	0,0032	0,0023	0,0026	0,08	0,08	1,16	0,0030
0,0414	0,0028	0,0005	0,0033	0,0023	0,0026	0,11	0,10	1,21	0,0031
0,0408	0,0027	0,0004	0,0032	0,0023	0,0027	0,11	0,10	1,21	0,0033
0,0388	0,0026	0,0002	0,0028	0,0023	0,0026	0,11	0,10	1,21	0,0031
0,0295	0,0020	0,0005	0,0025	0,0015	0,0018	0,08	0,10	1,18	0,0021
0,0176	0,0012	0,0002	0,0014	0,0010	0,0011	0,08	0,08	1,16	0,0013
0,0152	0,0010	0,0001	0,0011	0,0009	0,0010	0,11	0,10	1,21	0,0012

**ANEXO 5 – COEFICIENTE DE DESCUENTO CAJA TIPO JUMBO**

Cód.	ACTIVIDAD	SEXO	1. Suplementos constantes		2. CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA										TOTAL	Índice
			Necesidades personales	Por fatiga	Supl. por trabajar de pie	Supl. por postura anormal	Lev. de Pesos y Uso de Fuerza	Int. de la luz	Calidad del Aire	Tensión Visual	Tensión Auditiva	Proc. complejo	Monotonía: Mental	Monotonía: Física		
1	Revisar Packing	M	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	12	0,12
2	Notificar a Ventas si el packing es incorrecto	M	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	12	0,12
3	Agrupar la orden	M	5	4	2	2	4	0	0	2	0	1	1	2	23	0,23
4	Marcar bunches con código de cliente y caja	M	5	4	2	0	0	0	0	2	0	1	0	0	14	0,14
5	Registrar egreso de inventario por pistoleo	M	5	4	2	0	0	0	0	2	0	1	0	2	16	0,16
6	Enviar tina a Empaque	M	5	4	2	0	4	0	0	0	0	1	0	0	16	0,16
7	Escoger tamaño de caja y escribir código	M	5	4	2	0	0	0	0	2	0	1	1	2	17	0,17
8	Tomar bunch y sacudir en aspiradora	M	5	4	2	0	1	0	0	0	0	1	1	2	16	0,16
9	Colocar caja en estantería si está incompleta	M	5	4	2	2	2	0	0	0	0	1	0	0	16	0,16
10	Completar caja	M	5	4	2	0	1	0	0	0	0	1	0	2	15	0,15
11	Tomar caja en cola	M	5	4	2	0	4	0	0	0	0	1	1	0	17	0,17
12	Atar los bunches (zuncho interno)	M	5	4	2	2	1	0	0	2	0	1	1	0	18	0,18
13	Empujar caja a cola	M	5	4	2	0	4	0	0	0	0	1	1	0	17	0,17
14	Asegurar bunches con cinta adhesiva	M	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	12	0,12
15	Tomar tapa de caja y escribir código	M	5	4	2	0	1	0	0	2	0	4	0	2	20	0,2
16	Tapar la caja	M	5	4	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	13	0,13
17	Asegurar tapa con cinta adhesiva	M	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	12	0,12
18	Colocar caja en zunchadora	M	5	4	2	0	4	0	0	0	0	1	0	0	16	0,16
19	Girar caja	M	5	4	2	0	4	0	0	0	0	1	0	0	16	0,16
20	Colocar caja en estantería	M	5	4	2	2	6	0	0	0	0	1	0	0	20	0,2
21	Verificar coincidencia entre caja y etiqueta	M	5	4	2	0	0	0	0	2	0	4	0	2	19	0,19
22	Etiquetar caja	M	5	4	2	2	0	0	0	0	0	1	0	2	16	0,16

**ANEXO 6 – TIEMPO ESTÁNDAR CAJA TIPO JUMBO**

Proceso:	Empaque de bunches de rosas	Página:	1 de 1
Objetivo:	Empacar cajas QB, HB, JUMBO	Fecha:	05 de Octubre de 2015
Áreas:	Surtido, Empaque	Número de operarios: 7	

1	bunch
25	tallos

	Surtido	12	bunches	300	tallos
	Empaque 1	12	bunches	300	tallos
	Tomar bunch y sacudir	1	bunch	25	tallos
	Empaque 2	1	bunch	25	tallos
	Zuncho Interno	12	bunches	300	tallos
	Tapa de caja	12	bunches	300	tallos
	Zunchado de caja	12	bunches	300	tallos
	Etiquetado	12	bunches	300	tallos

Cód.	ACTIVIDAD	Tiempo Básico (horas)	TIEMPO ESTÁNDAR			
			Coefficiente de descuento	Frecuencia/ Unidad	Tiempo estándar/ Unidad	Tiempo de ciclo
1	Revisar Packing	0,0029	1,12	1,00E+00	3,25E-03	3,25E-03
2	Notificar a Ventas si el packing es incorrecto	0,0096	1,12	1,11E-02	1,19E-04	3,37E-03
3	Agrupar la orden	0,0137	1,23	1,00E+00	1,68E-02	2,02E-02
4	Marcar bunches con código de cliente y caja	0,0033	1,14	1,00E+00	3,72E-03	2,39E-02
5	Registrar egreso de inventario por pistoleo	0,0061	1,16	1,00E+00	7,08E-03	3,10E-02
6	Enviar tina a Empaque	0,0023	1,16	1,00E+00	2,67E-03	3,36E-02
7	Escoger tamaño de caja y escribir código	0,0040	1,17	1,00E+00	4,73E-03	3,84E-02
8	Tomar bunch y sacudir en aspiradora	0,0013	1,16	5,00E+00	7,72E-03	4,61E-02
9	Colocar caja en estantería si está incompleta	0,0020	1,16	5,00E-02	1,17E-04	4,62E-02
10	Completar caja	0,0071	1,15	5,00E-02	4,07E-04	4,66E-02
11	Tomar caja en cola	0,0016	1,17	1,00E+00	1,84E-03	4,85E-02
12	Atar los bunches (zuncho interno)	0,0422	1,18	1,00E+00	4,98E-02	9,82E-02
13	Empujar caja a cola	0,0015	1,17	1,00E+00	1,70E-03	9,99E-02
14	Asegurar bunches con cinta adhesiva	0,0029	1,12	1,00E+00	3,20E-03	1,03E-01
15	Tomar tapa de caja y escribir código	0,0065	1,2	1,00E+00	7,85E-03	1,11E-01
16	Tapar la caja	0,0030	1,13	1,00E+00	3,41E-03	1,14E-01
17	Asegurar tapa con cinta adhesiva	0,0031	1,12	1,00E+00	3,52E-03	1,18E-01
18	Colocar caja en zunchadora	0,0033	1,16	1,00E+00	3,79E-03	1,22E-01
19	Girar caja	0,0031	1,16	1,00E+00	3,65E-03	1,25E-01
20	Colocar caja en estantería	0,0021	1,2	1,00E+00	2,55E-03	1,28E-01
21	Verificar coincidencia entre caja y etiqueta	0,0013	1,19	1,00E+00	1,52E-03	1,29E-01
22	Etiquetar caja	0,0012	1,16	1,00E+00	1,40E-03	1,31E-01
<b>Tiempo Estándar hora/caja:</b>						<b>1,31E-01</b>

7,85

TIEMPO ESTÁNDAR	0,13
PRODUCCIÓN POR HORA	8
PRODUCCIÓN MENSUAL	1468



**ANEXO 7 – TIEMPOS DE CICLO CAJA TIPO HB**

No.	ACTIVIDAD	CICLOS (horas)														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Revisar Packing	0,0028	0,0024	0,0025	0,0023	0,0023	0,0027	0,0023	0,0024	0,0026	0,0024	0,0024	0,0024	0,0027	0,0026	0,0023
2	Notificar a Ventas si el packing es incorrecto	0,0066	0,0053	0,0071	0,0074	0,0084	0,0075	0,0069	0,0099	0,0078	0,0070	0,0083	0,0089	0,0094	0,0082	0,0089
3	Agrupar la orden	0,0047	0,0072	0,0065	0,0059	0,0054	0,0054	0,0063	0,0060	0,0055	0,0050	0,0069	0,0051	0,0067	0,0053	0,0051
4	Marcar bunches con código de cliente y caja	0,0020	0,0020	0,0018	0,0013	0,0026	0,0021	0,0023	0,0020	0,0019	0,0023	0,0023	0,0019	0,0023	0,0020	0,0020
5	Registrar egreso de inventario por pistoleo	0,0045	0,0025	0,0025	0,0023	0,0028	0,0034	0,0037	0,0043	0,0039	0,0033	0,0034	0,0037	0,0041	0,0038	0,0031
6	Enviar tina a Empaque	0,0019	0,0014	0,0027	0,0016	0,0016	0,0017	0,0020	0,0023	0,0019	0,0018	0,0024	0,0020	0,0017	0,0019	0,0017
7	Escoger tamaño de caja y escribir código	0,0023	0,0020	0,0045	0,0041	0,0029	0,0025	0,0028	0,0026	0,0032	0,0037	0,0032	0,0034	0,0028	0,0035	0,0042
8	Tomar bunch y sacudir en aspiradora	0,0009	0,0010	0,0016	0,0009	0,0013	0,0011	0,0011	0,0009	0,0010	0,0010	0,0012	0,0013	0,0010	0,0010	0,0015
9	Colocar caja en estantería si está incompleta	0,0017	0,0017	0,0020	0,0017	0,0016	0,0017	0,0019	0,0017	0,0018	0,0015	0,0024	0,0016	0,0019	0,0018	0,0015
10	Completar caja	0,0052	0,0063	0,0068	0,0069	0,0064	0,0042	0,0039	0,0065	0,0054	0,0053	0,0067	0,0069	0,0091	0,0048	0,0046
11	Tomar caja en cola	0,0012	0,0009	0,0011	0,0013	0,0012	0,0010	0,0011	0,0013	0,0014	0,0013	0,0013	0,0012	0,0013	0,0012	0,0013
12	Atar los bunches (zuncho interno)	0,0214	0,0142	0,0126	0,0146	0,0128	0,0156	0,0165	0,0155	0,0126	0,0143	0,0181	0,0150	0,0161	0,0145	0,0165
13	Empujar caja a cola	0,0012	0,0010	0,0010	0,0012	0,0012	0,0013	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013	0,0012
14	Asegurar bunches con cinta adhesiva	0,0015	0,0016	0,0034	0,0036	0,0018	0,0024	0,0026	0,0027	0,0025	0,0024	0,0031	0,0025	0,0027	0,0019	0,0035
15	Tomar tapa de caja y escribir código	0,0047	0,0059	0,0057	0,0059	0,0050	0,0044	0,0060	0,0045	0,0085	0,0053	0,0066	0,0053	0,0055	0,0052	0,0054
16	Tapar la caja	0,0025	0,0021	0,0026	0,0020	0,0022	0,0026	0,0031	0,0020	0,0029	0,0026	0,0027	0,0030	0,0023	0,0026	0,0024
17	Asegurar tapa con cinta adhesiva	0,0016	0,0017	0,0028	0,0033	0,0023	0,0036	0,0023	0,0022	0,0025	0,0036	0,0026	0,0024	0,0028	0,0034	0,0025
18	Colocar caja en zunchadora	0,0019	0,0016	0,0019	0,0018	0,0023	0,0016	0,0017	0,0013	0,0023	0,0021	0,0014	0,0022	0,0021	0,0021	0,0018
19	Girar caja	0,0024	0,0020	0,0021	0,0032	0,0031	0,0021	0,0020	0,0024	0,0023	0,0023	0,0024	0,0018	0,0017	0,0020	0,0021
20	Colocar caja en estantería	0,0012	0,0008	0,0020	0,0017	0,0010	0,0018	0,0014	0,0022	0,0016	0,0027	0,0031	0,0019	0,0026	0,0018	0,0020
21	Verificar coincidencia entre caja y etiqueta	0,0011	0,0009	0,0012	0,0010	0,0009	0,0015	0,0014	0,0012	0,0012	0,0010	0,0010	0,0012	0,0014	0,0013	0,0014
22	Etiquetar caja	0,0009	0,0011	0,0012	0,0010	0,0011	0,0009	0,0010	0,0010	0,0011	0,0009	0,0008	0,0010	0,0011	0,0010	0,0011

## ANEXO 8 – TIEMPO BÁSICO CAJA TIPO HB

TIEMPO OBSERVADO		Desviación Estándar	Límite Superior	Límite Inferior	Promedio Válido	Valoración			Tiempo básico
Tiempo Total Observado	Tiempo Medio del Ciclo					Habilidad	Esfuerzo	Total Valoración	
0,0370	0,0025	0,0002	0,0026	0,0023	0,0024	0,11	0,1	1,21	0,0029
0,1176	0,0078	0,0012	0,0090	0,0066	0,0079	0,11	0,1	1,21	0,0096
0,0869	0,0058	0,0008	0,0066	0,0050	0,0056	0,13	0,1	1,23	0,0069
0,0307	0,0020	0,0003	0,0023	0,0017	0,0021	0,11	0,1	1,21	0,0025
0,0512	0,0034	0,0007	0,0041	0,0028	0,0034	0,08	0,05	1,13	0,0038
0,0285	0,0019	0,0003	0,0022	0,0016	0,0019	0,11	0,1	1,21	0,0023
0,0476	0,0032	0,0007	0,0039	0,0024	0,0030	0,11	0,08	1,19	0,0036
0,0168	0,0011	0,0002	0,0013	0,0009	0,0011	0,11	0,10	1,21	0,0013
0,0264	0,0018	0,0002	0,0020	0,0015	0,0017	0,11	0,08	1,19	0,0020
0,0889	0,0059	0,0013	0,0073	0,0046	0,0060	0,08	0,10	1,18	0,0071
0,0182	0,0012	0,0001	0,0013	0,0011	0,0013	0,11	0,10	1,21	0,0016
0,2302	0,0153	0,0023	0,0176	0,0130	0,0153	0,13	0,10	1,23	0,0188
0,0182	0,0012	0,0001	0,0013	0,0011	0,0012	0,11	0,10	1,21	0,0015
0,0384	0,0026	0,0007	0,0032	0,0019	0,0026	0,11	0,08	1,19	0,0031
0,0838	0,0056	0,0010	0,0066	0,0046	0,0054	0,11	0,08	1,19	0,0064
0,0376	0,0025	0,0004	0,0029	0,0022	0,0025	0,08	0,08	1,16	0,0029
0,0397	0,0026	0,0006	0,0033	0,0020	0,0025	0,11	0,10	1,21	0,0030
0,0280	0,0019	0,0003	0,0022	0,0016	0,0019	0,11	0,10	1,21	0,0023
0,0341	0,0023	0,0004	0,0027	0,0019	0,0022	0,11	0,10	1,21	0,0027
0,0278	0,0019	0,0006	0,0025	0,0012	0,0018	0,08	0,10	1,18	0,0021
0,0176	0,0012	0,0002	0,0014	0,0010	0,0011	0,08	0,08	1,16	0,0013
0,0152	0,0010	0,0001	0,0011	0,0009	0,0010	0,11	0,10	1,21	0,0012

**ANEXO 9 - COEFICIENTE DE DESCUENTO CAJA TIPO HB**

Cód.	ACTIVIDAD	SEXO	1. Suplementos constantes		2. CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA										TOTAL	Índice
			Necesidades personales	Por fatiga	Supl. por trabajar de pie	Supl. por postura anormal	Lev. de Pesos y Uso de Fuerza	Int. de la luz	Calidad del Aire	Tensión Visual	Tensión Auditiva	Proc. complejo	Monotonía: Mental	Monotonía: Física		
1	Revisar Packing	M	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	12	0,12
2	Notificar a Ventas si el packing es incorrecto	M	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	12	0,12
3	Agrupar la orden	M	5	4	2	2	4	0	0	2	0	1	1	2	23	0,23
4	Marcar bunches con código de cliente y caja	M	5	4	2	0	0	0	0	2	0	1	0	0	14	0,14
5	Registrar egreso de inventario por pistoleo	M	5	4	2	0	0	0	0	2	0	1	0	2	16	0,16
6	Enviar tina a Empaque	M	5	4	2	0	4	0	0	0	0	1	0	0	16	0,16
7	Escoger tamaño de caja y escribir código	M	5	4	2	0	0	0	0	2	0	1	1	2	17	0,17
8	Tomar bunch y sacudir en aspiradora	M	5	4	2	0	1	0	0	0	0	1	1	2	16	0,16
9	Acomodar los bunches en la caja	M	5	4	2	0	0	0	0	0	0	4	1	2		
10	Colocar caja en estantería si está incompleta	M	5	4	2	2	2	0	0	0	0	1	0	0	16	0,16
11	Completar caja	M	5	4	2	0	1	0	0	0	0	1	0	2	15	0,15
12	Tomar caja en cola	M	5	4	2	0	4	0	0	0	0	1	1	0	17	0,17
13	Atar los bunches (zuncho interno)	M	5	4	2	2	1	0	0	2	0	1	1	0	18	0,18
14	Empujar caja a cola	M	5	4	2	0	4	0	0	0	0	1	1	0	17	0,17
15	Asegurar bunches con cinta adhesiva	M	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	12	0,12
16	Tomar tapa de caja y escribir código	M	5	4	2	0	1	0	0	2	0	4	0	2	20	0,2
17	Tapar la caja	M	5	4	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	13	0,13
18	Asegurar tapa con cinta adhesiva	M	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	12	0,12
19	Colocar caja en zunchadora	M	5	4	2	0	4	0	0	0	0	1	0	0	16	0,16
20	Girar caja	M	5	4	2	0	4	0	0	0	0	1	0	0	16	0,16
21	Colocar caja en estantería	M	5	4	2	2	6	0	0	0	0	1	0	0	20	0,2
22	Verificar coincidencia entre caja y etiqueta	M	5	4	2	0	0	0	0	2	0	4	0	2	19	0,19
23	Etiquetar caja	M	5	4	2	2	0	0	0	0	0	1	0	2	16	0,16

**ANEXO 10 – TIEMPO ESTÁNDAR CAJA TIPO HB**

Proceso:	Empaque de bunches de rosas	Página:	1 de 1
Objetivo:	Empacar cajas QB, HB, JUMBO	Fecha:	05 de Octubre de 2015
Áreas:	Surtido, Empaque	Número de operarios: 7	

1	bunch
25	tallos

	Surtido	8	bunches	200	tallos
	Empaque 1	8	bunches	200	tallos
	Tomar bunch y sacudir	1	bunch	25	tallos
	Empaque 2	1	bunch	25	tallos
	Zuncho Interno	8	bunches	200	tallos
	Tapa de caja	8	bunches	200	tallos
	Zunchado de caja	8	bunches	200	tallos
	Etiquetado	8	bunches	200	tallos

Cód.	ACTIVIDAD	Tiempo Básico (horas)	TIEMPO ESTÁNDAR			
			Coefficiente de descuento	Frecuencia/Unidad	Tiempo estándar/Unidad	Tiempo de ciclo
1	Revisar Packing	0,003	1,12	1,00E+00	3,25E-03	3,25E-03
2	Notificar a Ventas si el packing es incorrecto	0,010	1,12	1,11E-02	1,19E-04	3,37E-03
3	Agrupar la orden	0,007	1,23	1,00E+00	8,47E-03	1,18E-02
4	Marcar bunches con código de cliente y caja	0,003	1,14	1,00E+00	2,90E-03	1,47E-02
5	Registrar egreso de inventario por pistoleo	0,004	1,16	1,00E+00	4,46E-03	1,92E-02
6	Enviar tina a Empaque	0,002	1,16	1,00E+00	2,67E-03	2,19E-02
7	Escoger tamaño de caja y escribir código	0,004	1,17	1,00E+00	4,18E-03	2,60E-02
8	Tomar bunch y sacudir en aspiradora	0,001	1,16	8,00E+00	1,24E-02	3,84E-02
9	Colocar caja en estantería si está incompleta	0,002	1,16	5,00E-02	1,17E-04	3,85E-02
10	Completar caja	0,007	1,15	5,00E-02	4,07E-04	3,89E-02
11	Tomar caja en cola	0,002	1,17	1,00E+00	1,84E-03	4,08E-02
12	Atar los bunches (zuncho interno)	0,019	1,18	1,00E+00	2,22E-02	6,30E-02
13	Empujar caja a cola	0,001	1,17	1,00E+00	1,70E-03	6,47E-02
14	Asegurar bunches con cinta adhesiva	0,003	1,12	1,00E+00	3,47E-03	6,81E-02
15	Tomar tapa de caja y escribir código	0,006	1,2	1,00E+00	7,71E-03	7,58E-02
16	Tapar la caja	0,003	1,13	1,00E+00	3,28E-03	7,91E-02
17	Asegurar tapa con cinta adhesiva	0,003	1,12	1,00E+00	3,39E-03	8,25E-02
18	Colocar caja en zunchadora	0,002	1,16	1,00E+00	2,67E-03	8,52E-02
19	Girar caja	0,003	1,16	1,00E+00	3,09E-03	8,83E-02
20	Colocar caja en estantería	0,002	1,2	1,00E+00	2,55E-03	9,08E-02
21	Verificar coincidencia entre caja y etiqueta	0,001	1,19	1,00E+00	1,52E-03	9,23E-02
22	Etiquetar caja	0,001	1,16	1,00E+00	1,40E-03	9,37E-02
<b>Tiempo Estándar hora/caja:</b>						<b>9,37E-02</b>

5,62

TIEMPO ESTÁNDAR	0,094
PRODUCCIÓN POR HORA	11
PRODUCCIÓN MENSUAL	2048

**ANEXO 11 – TIEMPOS DE CICLO CAJA TIPO QB**

No.	ACTIVIDAD	CICLOS (horas)														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Revisar Packing	0,0028	0,0024	0,0025	0,0023	0,0023	0,0027	0,0023	0,0024	0,0026	0,0024	0,0024	0,0024	0,0027	0,0026	0,0023
2	Notificar a Ventas si el packing es incorrecto	0,0066	0,0053	0,0071	0,0074	0,0084	0,0075	0,0069	0,0099	0,0078	0,0070	0,0083	0,0089	0,0094	0,0082	0,0089
3	Agrupar la orden	0,0036	0,0118	0,0071	0,0053	0,0046	0,0060	0,0064	0,0064	0,0053	0,0073	0,0058	0,0048	0,0055	0,0065	0,0059
4	Marcar bunches con código de cliente y caja	0,0026	0,0034	0,0023	0,0027	0,0026	0,0026	0,0032	0,0033	0,0022	0,0027	0,0029	0,0024	0,0025	0,0028	0,0033
5	Registrar egreso de inventario por pistoleo	0,0037	0,0035	0,0034	0,0029	0,0030	0,0033	0,0027	0,0030	0,0027	0,0033	0,0036	0,0028	0,0035	0,0026	0,0030
6	Enviar tina a Empaque	0,0019	0,0014	0,0027	0,0016	0,0016	0,0017	0,0020	0,0023	0,0019	0,0018	0,0024	0,0020	0,0017	0,0019	0,0017
7	Escoger tamaño de caja y escribir código	0,0026	0,0028	0,0021	0,0025	0,0019	0,0018	0,0019	0,0021	0,0041	0,0023	0,0029	0,0022	0,0032	0,0026	0,0023
8	Tomar bunch y sacudir en aspiradora	0,0010	0,0009	0,0013	0,0010	0,0012	0,0009	0,0010	0,0016	0,0009	0,0013	0,0011	0,0011	0,0009	0,0010	0,0010
9	Colocar caja en estantería si está incompleta	0,0017	0,0017	0,0020	0,0017	0,0016	0,0017	0,0019	0,0017	0,0018	0,0015	0,0024	0,0016	0,0019	0,0018	0,0015
10	Completar caja	0,0052	0,0063	0,0068	0,0069	0,0064	0,0042	0,0039	0,0065	0,0054	0,0053	0,0067	0,0069	0,0091	0,0048	0,0046
11	Tomar caja en cola	0,0009	0,0009	0,0011	0,0010	0,0012	0,0010	0,0008	0,0013	0,0011	0,0010	0,0013	0,0012	0,0011	0,0010	0,0010
12	Atar los bunches (zuncho interno)	0,0208	0,0108	0,0129	0,0126	0,0139	0,0129	0,0125	0,0115	0,0110	0,0111	0,0143	0,0134	0,0157	0,0135	0,0142
13	Empujar caja a cola	0,0012	0,0010	0,0010	0,0012	0,0012	0,0013	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013	0,0012
14	Asegurar bunches con cinta adhesiva	0,0015	0,0016	0,0034	0,0036	0,0018	0,0024	0,0026	0,0027	0,0025	0,0024	0,0031	0,0025	0,0027	0,0019	0,0035
15	Tomar tapa de caja y escribir código	0,0052	0,0034	0,0031	0,0052	0,0046	0,0034	0,0063	0,0059	0,0047	0,0032	0,0034	0,0030	0,0052	0,0051	0,0061
16	Tapar la caja	0,0026	0,0028	0,0020	0,0019	0,0018	0,0052	0,0024	0,0032	0,0028	0,0020	0,0022	0,0031	0,0034	0,0023	0,0027
17	Asegurar tapa con cinta adhesiva	0,0020	0,0024	0,0018	0,0021	0,0026	0,0017	0,0026	0,0026	0,0021	0,0022	0,0019	0,0022	0,0022	0,0021	0,0020
18	Colocar caja en zunchadora	0,0025	0,0016	0,0019	0,0018	0,0023	0,0016	0,0017	0,0025	0,0023	0,0021	0,0023	0,0021	0,0021	0,0021	0,0021
19	Girar caja	0,0024	0,0020	0,0021	0,0025	0,0021	0,0021	0,0020	0,0026	0,0023	0,0023	0,0024	0,0021	0,0026	0,0026	0,0021
20	Colocar caja en estantería	0,0007	0,0013	0,0020	0,0017	0,0018	0,0018	0,0014	0,0022	0,0022	0,0012	0,0013	0,0019	0,0026	0,0018	0,0020
21	Verificar coincidencia entre caja y etiqueta	0,0011	0,0009	0,0012	0,0010	0,0009	0,0015	0,0014	0,0012	0,0012	0,0010	0,0010	0,0012	0,0014	0,0013	0,0014
22	Etiquetar caja	0,0009	0,0011	0,0012	0,0010	0,0011	0,0009	0,0010	0,0010	0,0011	0,0009	0,0008	0,0010	0,0011	0,0010	0,0011

## ANEXO 12 – TIEMPO BÁSICO CAJA TIPO QB

TIEMPO OBSERVADO		Desviación Estándar	Límite Superior	Límite Inferior	Promedio Válido	Valoración			Tiempo básico
Tiempo Total Observado	Tiempo Medio del Ciclo					Habilidad	Esfuerzo	Total Valoración	
0,0370	0,0025	0,0002	0,0026	0,0023	0,0024	0,11	0,1	1,21	0,0029
0,1176	0,0078	0,0012	0,0090	0,0066	0,0079	0,11	0,1	1,21	0,0096
0,0923	0,0062	0,0018	0,0080	0,0043	0,0059	0,13	0,1	1,23	0,0073
0,0415	0,0028	0,0004	0,0031	0,0024	0,0026	0,11	0,1	1,21	0,0031
0,0468	0,0031	0,0004	0,0035	0,0028	0,0031	0,08	0,05	1,13	0,0035
0,0285	0,0019	0,0003	0,0022	0,0016	0,0019	0,11	0,1	1,21	0,0023
0,0374	0,0025	0,0006	0,0031	0,0019	0,0024	0,11	0,08	1,19	0,0029
0,0163	0,0011	0,0002	0,0013	0,0009	0,0011	0,11	0,10	1,21	0,0013
0,0264	0,0018	0,0002	0,0020	0,0015	0,0017	0,11	0,08	1,19	0,0020
0,0889	0,0059	0,0013	0,0073	0,0046	0,0060	0,08	0,10	1,18	0,0071
0,0159	0,0011	0,0001	0,0012	0,0009	0,0010	0,11	0,10	1,21	0,0012
0,2012	0,0134	0,0025	0,0159	0,0109	0,0130	0,13	0,10	1,23	0,0160
0,0182	0,0012	0,0001	0,0013	0,0011	0,0012	0,11	0,10	1,21	0,0015
0,0384	0,0026	0,0007	0,0032	0,0019	0,0026	0,11	0,08	1,19	0,0031
0,0677	0,0045	0,0012	0,0057	0,0034	0,0045	0,11	0,08	1,19	0,0054
0,0403	0,0027	0,0008	0,0035	0,0018	0,0026	0,08	0,08	1,16	0,0030
0,0325	0,0022	0,0003	0,0024	0,0019	0,0021	0,11	0,10	1,21	0,0025
0,0309	0,0021	0,0003	0,0023	0,0018	0,0021	0,11	0,10	1,21	0,0025
0,0343	0,0023	0,0002	0,0025	0,0021	0,0022	0,11	0,10	1,21	0,0027
0,0259	0,0017	0,0005	0,0022	0,0013	0,0018	0,08	0,10	1,18	0,0021
0,0176	0,0012	0,0002	0,0014	0,0010	0,0011	0,08	0,08	1,16	0,0013
0,0152	0,0010	0,0001	0,0011	0,0009	0,0010	0,11	0,10	1,21	0,0012

**ANEXO 13 – COEFICIENTE DE DESCUENTO CAJA TIPO QB**

Cód.	ACTIVIDAD	SEXO	1. Suplementos constantes		2. CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA										TOTAL	Índice
			Necesidades personales	Por fatiga	Supl. por trabajar de pie	Supl. por postura anormal	Lev. de Pesos y Uso de Fuerza	Int. de la luz	Calidad del Aire	Tensión Visual	Tensión Auditiva	Proc. complejo	Monotonía: Mental	Monotonía: Física		
1	Revisar Packing	M	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	12	0,12
2	Notificar a Ventas si el packing es incorrecto	M	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	12	0,12
3	Agrupar la orden	M	5	4	2	2	4	0	0	2	0	1	1	2	23	0,23
4	Marcar bunches con código de cliente y caja	M	5	4	2	0	0	0	0	2	0	1	0	0	14	0,14
5	Registrar egreso de inventario por pistoleo	M	5	4	2	0	0	0	0	2	0	1	0	2	16	0,16
6	Enviar tina a Empaque	M	5	4	2	0	4	0	0	0	0	1	0	0	16	0,16
7	Escoger tamaño de caja y escribir código	M	5	4	2	0	0	0	0	2	0	1	1	2	17	0,17
8	Tomar bunch y sacudir en aspiradora	M	5	4	2	0	1	0	0	0	0	1	1	2	16	0,16
10	Colocar caja en estantería si está incompleta	M	5	4	2	2	2	0	0	0	0	1	0	0	16	0,16
11	Completar caja	M	5	4	2	0	1	0	0	0	0	1	0	2	15	0,15
12	Tomar caja en cola	M	5	4	2	0	4	0	0	0	0	1	1	0	17	0,17
13	Atar los bunches (zuncho interno)	M	5	4	2	2	1	0	0	2	0	1	1	0	18	0,18
14	Empujar caja a cola	M	5	4	2	0	4	0	0	0	0	1	1	0	17	0,17
15	Asegurar bunches con cinta adhesiva	M	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	12	0,12
16	Tomar tapa de caja y escribir código	M	5	4	2	0	1	0	0	2	0	4	0	2	20	0,2
17	Tapar la caja	M	5	4	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	13	0,13
18	Asegurar tapa con cinta adhesiva	M	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	12	0,12
19	Colocar caja en zunchadora	M	5	4	2	0	4	0	0	0	0	1	0	0	16	0,16
20	Girar caja	M	5	4	2	0	4	0	0	0	0	1	0	0	16	0,16
21	Colocar caja en estantería	M	5	4	2	2	6	0	0	0	0	1	0	0	20	0,2
22	Verificar coincidencia entre caja y etiqueta	M	5	4	2	0	0	0	0	2	0	4	0	2	19	0,19
23	Etiquetar caja	M	5	4	2	2	0	0	0	0	0	1	0	2	16	0,16

**ANEXO 14 – TIEMPO ESTÁNDAR CAJA TIPO QB**

Proceso:	Empaque de bunches de rosas	Página:	1 de 1
Objetivo:	Empacar cajas QB, HB, JUMBO	Fecha:	05 de Octubre de 2015
Áreas:	Surtido, Empaque	Número de operarios: 7	

1	bunch
25	tallos

	Surtido	5	bunches	125	tallos
	Empaque 1	5	bunches	125	tallos
	Tomar bunch y sacudir	1	bunch	25	tallos
	Empaque 2	1	bunch	25	tallos
	Zuncho Interno	5	bunches	125	tallos
	Tapa de caja	5	bunches	125	tallos
	Zunchado de caja	5	bunches	125	tallos
	Etiquetado	5	bunches	125	tallos

Cód.	ACTIVIDAD	Tiempo Básico (horas)	TIEMPO ESTÁNDAR			
			Coefficiente de descuento	Frecuencia/ Unidad	Tiempo estándar/ Unidad	Tiempo de ciclo
1	Revisar Packing	0,0029	1,12	1,00E+00	3,3E-03	3,25E-03
2	Notificar a Ventas si el packing es incorrecto	0,0096	1,12	1,11E-02	1,2E-04	3,37E-03
3	Agrupar la orden	0,0073	1,23	1,00E+00	8,9E-03	1,23E-02
4	Marcar bunches con código de cliente y caja	0,0031	1,14	1,00E+00	3,6E-03	1,59E-02
5	Registrar egreso de inventario por pistoleo	0,0035	1,16	1,00E+00	4,1E-03	1,99E-02
6	Enviar tina a Empaque	0,0023	1,16	1,00E+00	2,7E-03	2,26E-02
7	Escoger tamaño de caja y escribir código	0,0029	1,17	1,00E+00	3,3E-03	2,60E-02
8	Tomar bunch y sacudir en aspiradora	0,0013	1,16	5,00E+00	7,7E-03	3,37E-02
9	Colocar caja en estantería si está incompleta	0,0020	1,16	5,00E-02	1,2E-04	3,38E-02
10	Completar caja	0,0071	1,15	5,00E-02	4,1E-04	3,42E-02
11	Tomar caja en cola	0,0012	1,17	1,00E+00	1,4E-03	3,56E-02
12	Atar los bunches (zuncho interno)	0,0160	1,18	1,00E+00	1,9E-02	5,45E-02
13	Empujar caja a cola	0,0015	1,17	1,00E+00	1,7E-03	5,62E-02
14	Asegurar bunches con cinta adhesiva	0,0031	1,12	1,00E+00	3,5E-03	5,96E-02
15	Tomar tapa de caja y escribir código	0,0054	1,2	1,00E+00	6,4E-03	6,61E-02
16	Tapar la caja	0,0030	1,13	1,00E+00	3,4E-03	6,95E-02
17	Asegurar tapa con cinta adhesiva	0,0025	1,12	1,00E+00	2,8E-03	7,23E-02
18	Colocar caja en zunchadora	0,0025	1,16	1,00E+00	2,9E-03	7,53E-02
19	Girar caja	0,0027	1,16	1,00E+00	3,1E-03	7,84E-02
20	Colocar caja en estantería	0,0021	1,2	1,00E+00	2,5E-03	8,09E-02
21	Verificar coincidencia entre caja y etiqueta	0,0013	1,19	1,00E+00	1,5E-03	8,24E-02
22	Etiquetar caja	0,0012	1,16	1,00E+00	1,4E-03	8,38E-02
<b>Tiempo Estándar hora/caja:</b>						<b>8,38E-02</b>

5,03

TIEMPO ESTÁNDAR	0,084
PRODUCCIÓN POR HORA	12
PRODUCCIÓN MENSUAL	2290



## ANEXO 15 – BALANCEO DE LÍNEA

Se debe balancear la siguiente línea de empaque

Demanda diaria (cajas)	180
Turno de trabajo (min)	330
Eficiencia planeada	80%

### SITUACIÓN ACTUAL

OPERACIÓN		Tiempo Estándar. (min)	IP Unidades/ minuto	No. Teóricos	No. Reales	Operación más lenta	Piezas / día	EFICIENCIA
Surtido	1	1,56	0,55	1,06	3	0,52		
Empaque 1	2	0,83	0,55	0,57	1	0,83		
Zunchado 1	3	2,02	0,55	1,38	1	2,02	163,4	
Tapado	4	1,04	0,55	0,71	1	1,04		
Zunchado 2	5	0,71	0,55	0,48	1	0,71		
T. CICLO		<b>6,16</b>		<b>4,20</b>	<b>7</b>			<b>44%</b>

### LÍNEA BALANCEADA

OPERACIÓN		Tiempo Estándar. (min)	IP Unidades/ minuto	No. Teóricos	No. Reales	Operación más lenta	Piezas / día	EFICIENCIA
Surtido	1	1,56	0,55	1,06	2	0,78		
Empaque 1	2	0,83	0,55	0,57	1	0,83		
Zunchado 1	3	2,02	0,55	1,38	2	1,01		
Tapado	4	1,04	0,55	0,71	1	1,04	317,3	
Zunchado 2	5	0,71	0,55	0,48	1	0,71		
T. CICLO		<b>6,16</b>		<b>4,20</b>	<b>7</b>			<b>85%</b>

## ANEXO 16 – HISTÓRICO DE VENTAS

		Total piezas	JUMBO	HB	QB
lunes	05-oct	234	18	143	73
martes	06-oct	326	24	190	112
miércoles	07-oct	161	11	97	53
jueves	08-oct	181	47	96	38
viernes	09-oct	107	13	52	42
sábado	10-oct	65	13	43	9
lunes	12-oct	266	33	159	74
martes	13-oct	319	22	162	135
miércoles	14-oct	157	13	60	84
jueves	15-oct	191	31	98	62
viernes	16-oct	153	6	87	60
sábado	17-oct	135	45	39	51
lunes	19-oct	212	23	132	57
martes	20-oct	285	23	161	101
miércoles	21-oct	145	2	84	59
jueves	22-oct	170	26	84	60
viernes	23-oct	83	5	38	40
sábado	24-oct	44	2	38	4
		180	20	98	62

Tiempo Invertido por tipo de caja		
JUMBO	HB	QB
8%	61%	31%
7%	58%	34%
7%	60%	33%
26%	53%	21%
12%	49%	39%
20%	66%	14%
12%	60%	28%
7%	51%	42%
8%	38%	54%
16%	51%	32%
4%	57%	39%
33%	29%	38%
11%	62%	27%
8%	56%	35%
1%	58%	41%
15%	49%	35%
6%	46%	48%
5%	86%	9%
12%	55%	33%

## ANEXO 17 – CÁLCULO DE TAKT TIME Y CAPACIDAD DE LÍNEA

### TAKT TIME

Tiempo Disponible	horas	minutos	segundos
Jornada laboral	8	480	28800
2 Descansos		30	1800
Almuerzo		30	1800
Armar cajas	1	60	3600
Cargar a camión		30	1800
			19800

Tiempo Disponible JUMBO	Tiempo Disponible HB	Tiempo Disponible QB
(segundos)		
2279,6	10906,6	6613,8

Takt time		
JUMBO	HB	QB
114,9	111,4	106,9

<b>Demanda diaria</b>	<b>180</b>
-----------------------	------------

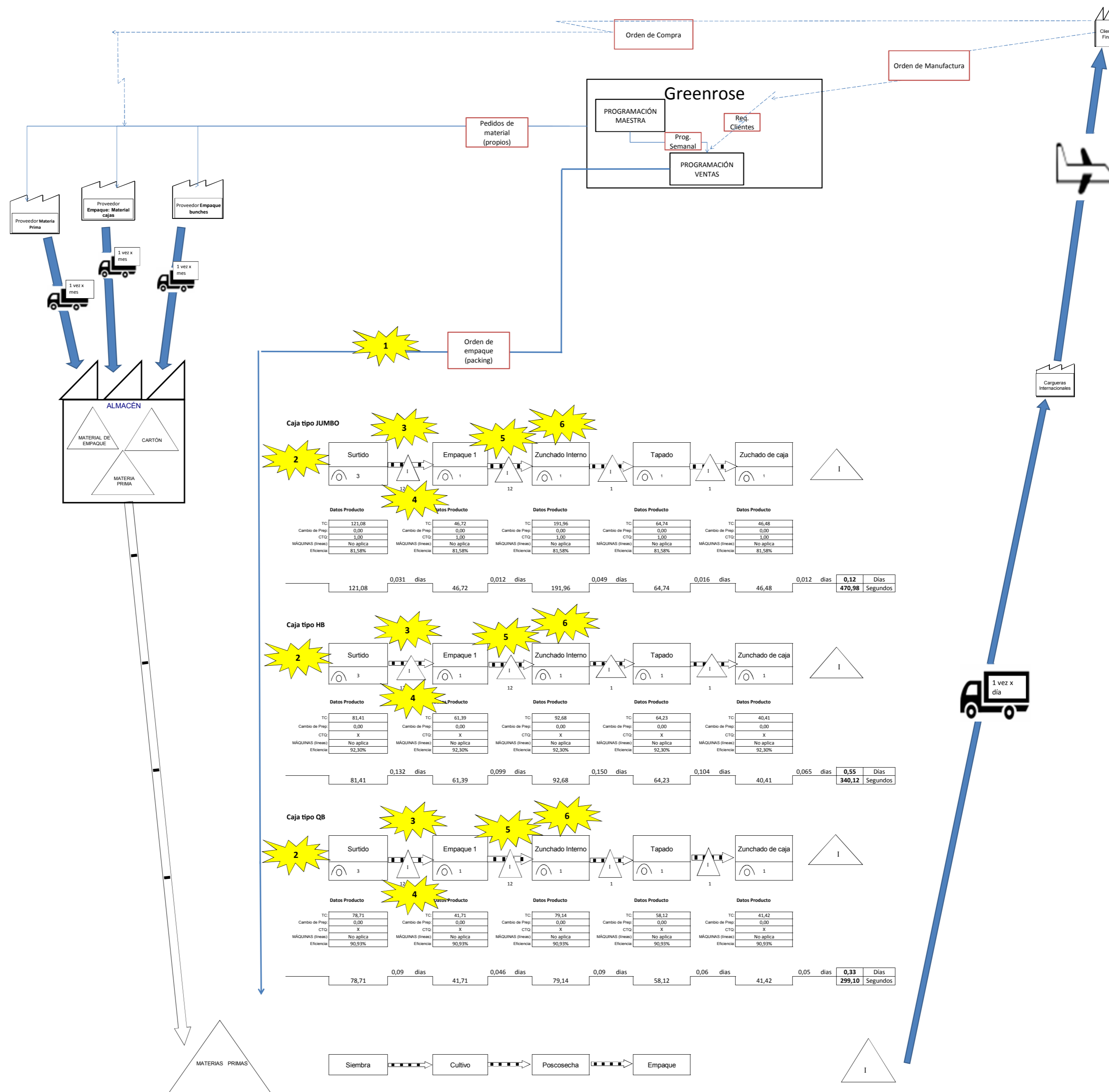
<b>Takt time total (seg)</b>	<b>110</b>
------------------------------	------------

### CAPACIDAD

Tiempo más lento JUMBO	192,0
Tiempo más lento HB	92,7
Tiempo más lento QB	81,4

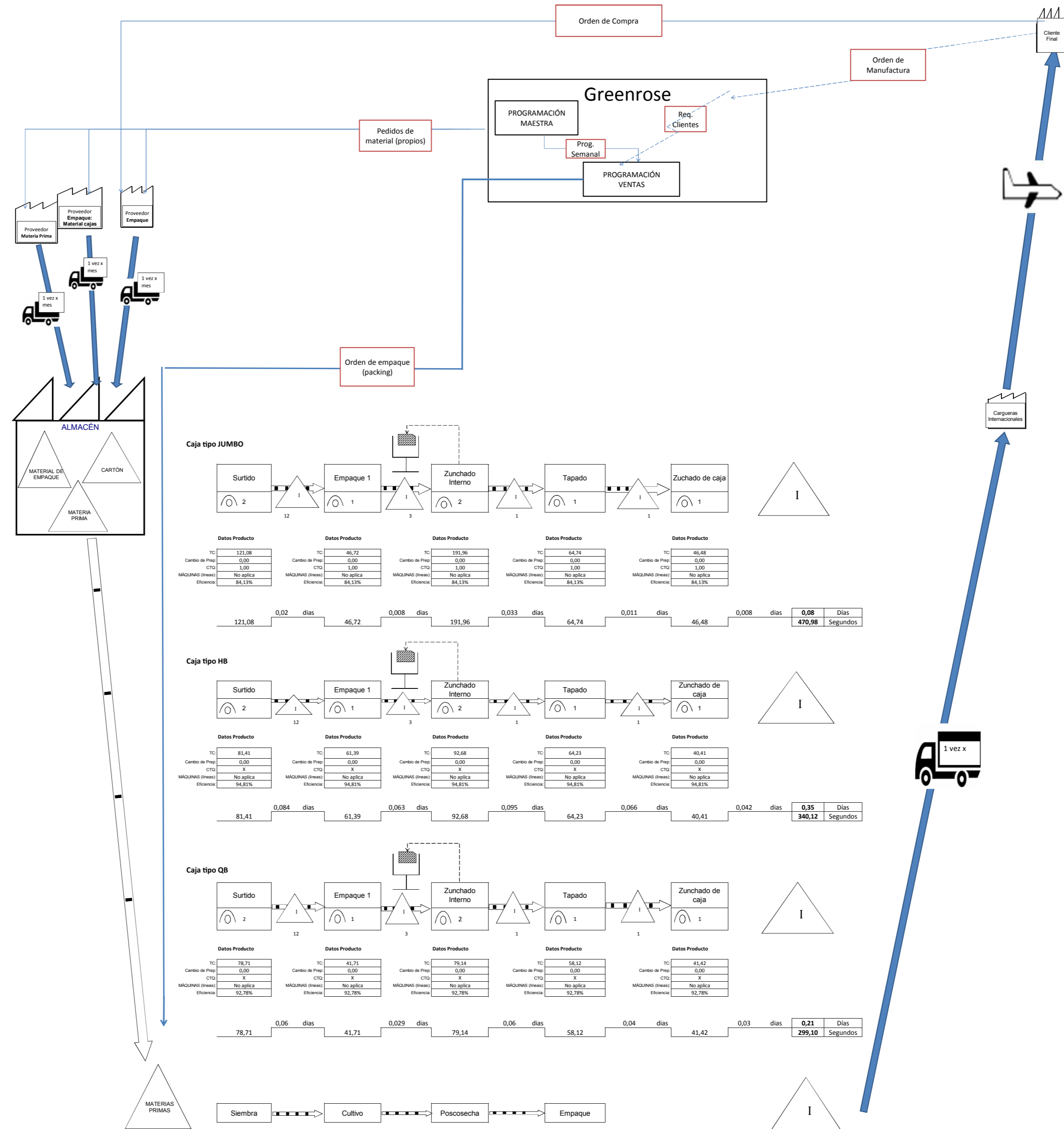
Capacidad	
JUMBO	11,9
HB	117,7
QB	81,2





## ANEXO 20 – PLAN DE ACCIÓN PARA VSM FUTURO

	DESPERDICIO IDENTIFICADO	MEJORA PROPUESTA	HERRAMIENTA
1	Pérdida de tiempo por selección errónea de bunches	Generar desde el departamento de Ventas packings de diferentes colores	Poka Yoke
2	Desperdicio de flor por desconocimiento de su existencia	Crear etiqueta para inventariar bunches de terceros	Poka Yoke
3	Errores al descontar bunches del sistema de inventario, se desecha la flor mal inventariada	Crear la opción de descuento manual en el sistema de inventario	Poka Yoke
4	Desconocimiento de información del packing en la estación de Empaque 1, se procede a empacar mal una caja desperdiciando material	Colocar pantalla táctil que muestre el packing en tiempo real en la estación de Empaque 1	Poka Yoke
5	No existe evidencia de retiro de bunches en la estación de Empaque 1	Crear tarjetas que evidencien el retiro de los bunches para la estación de Empaque 1	Kanban de retiro
6	La carga de trabajo en el zunchado es demasiada para un solo operario, y en el surtido la capacidad de mano de obra está sobredimensionada	Cambiar la estructura de la línea de empaque para nivelar la carga de trabajo entre operarios y aumentar la capacidad en el cuello de botella	Balance de línea



**ANEXO 22 – INDICADORES DE GESTIÓN**

Actividades a mejorar	Objetivo	Factor crítico del éxito	Indicador	Dimensiones Administrativas	Forma de cálculo	Frecuencia de datos				Meta	Responsable
						Semestral	Trimestral	Mensual	Diario		
Estación 1 de Empaque	Eliminar errores en el empaque ocasionados por confusión de la órdenes de empaque	Cumplimiento del tiempo estándar	% Cumplimiento	Eficiencia	$\frac{\text{Tiempo observado}}{\text{Tiempo Estándar}} \times 100$			X		95%	Supervisor del Área
		Cumplimiento de los requisitos del cliente	% Nivel de satisfacción	Calidad	$\frac{\# \text{ de quejas solucionadas}}{\# \text{ total de quejas}} \times 100$			X		95%	Supervisor del Área
		Cumplimiento de la planificación	% Cumplimiento	Productividad	$\frac{\# \text{ cajas empacadas al día}}{\# \text{ cajas planeadas}} \times 100$			X		95%	Empacador 1
Estaciones de Zunchado y tapado	Reducir índices de bunches golpeados por proceso de empaque defectuoso	Cumplimiento del tiempo estándar	% Cumplimiento del tiempo estándar	Eficiencia	$\frac{\text{Tiempo observado}}{\text{Tiempo Estándar}} \times 100$			X		90%	Supervisor del Área
		Disminución de devoluciones	% Devoluciones	Eficacia/Calidad	$\frac{\# \text{ de cajas devueltas}}{\# \text{ de cajas enviadas a clientes}} \times 100$			X		3% o menos	Supervisor del Área
		Eliminación de desperdicios	% Materia prima desperdiciada	Productividad	$\frac{\# \text{ de cajas reprocesadas}}{\# \text{ total de cajas procesadas}} \times 100$			X		5% o menos	Supervisor del Área
Surtido	Disminuir el índice de bunches dados de baja por errores en el descuento de inventario	Cumplimiento de órdenes generadas por ventas	% Cumplimiento de órdenes	Eficiencia	$\frac{\# \text{ de órdenes completas}}{\# \text{ de órdenes generadas por ventas}} \times 100$			X		95% o más	Surtidores
		Bunches dados de baja	% Bunches dados de baja	Productividad	$\frac{\# \text{ de bunches no utilizados por error}}{\# \text{ de bunches ingresados al cuarto frío}} \times 100$				X	5% o menos	Surtidores