

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA**

**CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**DISMINUCIÓN DE ALTOS COSTOS  
DEL PROCESO DE LOGÍSTICA  
MEDIANTE LA PROGRAMACIÓN DE  
TAMAÑOS EFICIENTES DE LOTES EN LA  
EMPRESA SMITH & NEPHEW, 2019**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE  
LICENCIATURA EN LA CARRERA  
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**JOSÉ PABLO GÓMEZ HERNÁNDEZ**

**TUTOR: ING. LUBIN CAMPOS UREÑA**

**TIBÁS, MAYO, 2019**

# DECLARACIÓN JURADA

## DECLARACIÓN JURADA

Yo José Pablo Gómez Hernández, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 1-1584-0387 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Licenciatura, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: Disminución de altas Costos del proceso de logística mediante la programación de tamaños eficientes de lotes en la empresa Smith & Nephew, 2019., es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público.

En fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los diecisiete días del mes de mayo del año dos mil diecinueve.

  
Firma del estudiante

Cédula: 1-1584-0387

## CARTA DEL TUTOR

### CARTA DEL TUTOR

San José, 15 de mayo de 2019

**Señores Registro**  
**Universidad Hispanoamericana**  
**Carrera de Ingeniería Industrial**

Estimados señores:

El estudiante José Pablo Gómez Hernández, cédula de identidad número 1-1584-0387, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado "**Disminución de altos costos del proceso de logística mediante la programación de tamaños eficientes de lotes en la empresa Smith & Nephew, 2019**", el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

|    |   |     |     |
|----|---|-----|-----|
| a) | ORIGINALIDAD DEL TEMA   | 10% | 10% |
| b) | CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES  | 20% | 18% |
| c) | COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION | 30% | 28% |
| d) | RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES  | 20% | 20% |
| e) | CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO  | 20% | 19% |
|    | TOTAL   |     | 95% |

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,



**Ingeniero Lubín Campos Ureña**  
**Cédula identidad 1-499-389**  
**Carné Colegio Profesional II-3108**

## CARTA DEL LECTOR

### CARTA DE LECTOR

San José,

Universidad Hispanoamericana  
Sede Llorente  
Carrera

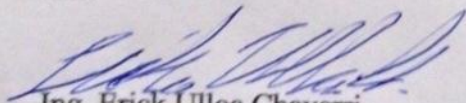
Estimado señor

El estudiante José Pablo Gómez Hernández, cédula de identidad 1-1584-0387, me ha presentado para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado " Disminución de Altos Costos del Proceso de Logística Mediante la Programación de Tamaños Eficientes de Lotes en la Empresa Smith & Nephew, 2019", el cual ha elaborado para obtener su grado de licenciatura en la carrera de Ingeniería Industrial.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y análisis de datos, la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre éstos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

Atte.



Ing. Erick Ulloa Chaverri

Cédula: 4-0132-0412

Carné: II 4406

# CARTA DEL FILÓLOGO

## CARTA DE REVISIÓN FILOLÓGICA

Señores  
Departamento de Registro  
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

El estudiante **José Pablo Gómez Hernández** me ha presentado, para efectos de corrección de estilo, en mi calidad de profesional de Filología y Enseñanza del Español, la tesis denominada **DISMINUCIÓN DE ALTOS COSTOS DEL PROCESO DE LOGÍSTICA MEDIANTE LA PROGRAMACIÓN DE TAMAÑOS EFICIENTES DE LOTES EN LA EMPRESA SMITH & NEPHEW, 2019**, la cual ha sido elaborada como parte de los requisitos para optar por el grado académico de Licenciatura en la carrera de Ingeniería Industrial.

He revisado, de acuerdo con los lineamientos de la corrección de estilo señalados por la Universidad, los aspectos de estructura gramatical, acentuación, ortografía, puntuación y los vicios de dicción que se trasladan a lo escrito, y he verificado que se han realizado todas las correcciones indicadas en el documento.

Agradeciendo su atención,



Lic. Henry Rivera Morales  
Céd. 1-1195-0430  
N° 036633  
Colegio de Licenciados y Profesores

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA  
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)  
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA  
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA  
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION

San José, 03 de julio del 2019


Señores:  
Universidad Hispanoamericana  
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) José Pablo Gómez Hernández con número de identificación 1-1584-0387 autor (a) del trabajo de graduación titulado **DISMINUCIÓN DE ALTOS COSTOS DEL PROCESO DE LOGÍSTICA MEDIANTE LA PROGRAMACIÓN DE TAMAÑOS EFICIENTES DE LOTES EN LA EMPRESA SMITH & NEPHEW, 2019** presentado y aprobado en el año 2019 como requisito para optar por el título de Licenciatura en Ingeniería Industrial; (SI) autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,

 1-1584-0387  
Firma y Documento de Identidad

## DEDICATORIA

Primeramente a Dios, que ha sido mi guía y protector a lo largo de toda mi vida, me ha dado la fuerza y salud para luchar por mis sueños. Además me ha bendecido con la maravillosa familia que tengo, la cual me ha apoyado en todo momento, por eso también le dedico este proyecto a ellos.

## **AGRADECIMIENTOS**

Especialmente a mis padres que son los pilares de mi vida y han estado presentes en todo momento, me han brindado el apoyo, motivación y las herramientas necesarias para alcanzar mis objetivos.

A mi tutor el Ing. Lubín Campos Ureña por brindarme de su tiempo, sus conocimientos, consejos y guía durante la realización del proyecto.

A la empresa Smith & Nephew y a todas las personas que de alguna u otra forma estuvieron presentes y me ayudaron a lo largo de este proceso.

## EPÍGRAFES

“Los científicos estudian el mundo tal como es; los ingenieros crean el mundo que  
nunca ha existido”

Theodore Von Karman

# ÍNDICE

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|  |       |
|--|-------|
| DECLARACIÓN JURADA .....                                 | II    |
| ÍNDICE DE TABLAS.....                                    | XIV   |
| ÍNDICE DE IMÁGENES .....                                 | XV    |
| ACRÓNIMOS Y SIGLAS .....                                 | XVI   |
| RESUMEN EJECUTIVO.....                                   | XVII  |
| CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....                            | XVIII |
| 1.1. INTRODUCCIÓN.....                                   | 19    |
| 1.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA .....             | 21    |
| 1.2.1. Antecedentes de la empresa. ....                  | 21    |
| 1.2.2. Misión y visión.....                              | 23    |
| 1.2.3. Valores .....                                     | 23    |
| 1.2.4. Política de calidad.....                          | 24    |
| 1.2.5. Organigrama.....                                  | 25    |
| 1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....                     | 26    |
| 1.3.1. La idea del problema.....                         | 26    |
| 1.3.2. Definición del problema. ....                     | 26    |
| 1.3.3. Justificación del problema .....                  | 27    |
| 1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....                  | 30    |
| 1.4.1. Objetivo general.....                             | 30    |
| 1.4.2. Objetivos específicos. ....                       | 30    |
| 1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES.....                        | 31    |
| 1.5.1. Alcances.....                                     | 31    |
| 1.5.2. Limitaciones.....                                 | 31    |
| CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....                          | 32    |
| 2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA ..... | 33    |
| 2.1.1 Ingeniería Industrial.....                         | 33    |
| 2.1.2 Análisis de procesos .....                         | 35    |
| 2.1.2.1 Definición de proceso.....                       | 35    |

|  |    |
|--|----|
| 2.1.2.2 Definición de un análisis de procesos .....  | 36 |
| 2.1.3 Tipos de Procesos Productivos .....  | 36 |
| 2.1.4 Indicadores de procesos.....   | 38 |
| 2.1.5 Tipos de indicadores .....   | 41 |
| 2.1.6 Indicadores de Control de Producción .....   | 43 |
| 2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO .....  | 46 |
| 2.2.1 Filosofía Lean Manufacturing.....  | 46 |
| 2.2.2 Principios del Lean Manufacturing .....  | 47 |
| 2.2.3 Herramientas Lean Manufacturing: .....   | 48 |
| 2.2.4 Kaizen mejora continua. ....   | 49 |
| 2.2.5 Principios fundamentales del Kaizen. ....  | 50 |
| 2.2.6 Metodología DMAIC .....  | 51 |
| 2.2.7 Diagrama de Ishikawa.....  | 53 |
| 2.2.8 Diagrama de Pareto .....   | 55 |
| 2.2.9 Diagrama de flujo.....   | 57 |
| 2.2.10 Diagrama de Gantt .....   | 61 |
| 2.2.11 Entrevistas .....   | 62 |
| 2.2.12 Observación directa .....   | 63 |
| 2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO .....   | 64 |
| 2.3.1 Estudio de métodos.....  | 68 |
| 2.3.2 Medición del Trabajo .....   | 69 |
| 2.4 ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES ...  | 72 |
| CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....  | 74 |
| 3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....   | 75 |
| 3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DE<br>PROYECTO .....   | 76 |
| 3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN<br>O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O<br>SERVICIO..... | 78 |
| 3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.....   | 79 |
| 3.5 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL<br>Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS .....                                  | 81 |

|   |     |
|---|-----|
| CAPÍTULO IV: LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS.....   | 82  |
| 4.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....  | 83  |
| 4.1.1 Evaluación de la situación actual .....   | 87  |
| 4.1.1.1 Análisis de Ishikawa .....  | 89  |
| 4.2 MAPEO DE LAS OPERACIONES .....  | 94  |
| 4.2.1 Diagrama de Flujo .....   | 94  |
| 4.3 ANÁLISIS DEL DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....                                   | 98  |
| 4.3.1 Análisis del proceso productivo .....   | 100 |
| 4.3.2 Resultados del método antiguo .....   | 106 |
| 4.3.3 Registros del problema encontrado .....   | 116 |
| 4.4 ANÁLISIS DE COSTOS .....  | 118 |
| 4.5 RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO .....  | 122 |
| CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN .....                                    | 124 |
| 5.1 DISEÑO DE PROPUESTAS DE SOLUCIÓN .....  | 125 |
| 5.1.1 Propuesta de modelo Lote a Lote (L4L) .....   | 125 |
| 5.1.2 Propuesta de crear una herramienta de programación de nuevos<br>tamaños de lote ..... | 127 |
| 5.1.3 Instructivo de uso de la herramienta de programación .....                            | 131 |
| 5.1.4 Propuesta de nuevos tamaños de lote .....   | 134 |
| 5.1.5 Diagrama de Gantt del proyecto .....  | 137 |
| 5.2 CONTROL DE EFECTIVIDAD .....  | 138 |
| 5.3 RESULTADOS DEL CONTROL DE EFECTIVIDAD .....   | 139 |
| 5.3.1 Diagrama de Gantt para la implementación de propuestas .....                          | 154 |
| CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....   | 155 |
| 6.1 CONCLUSIONES .....  | 156 |
| 6.2 RECOMENDACIONES.....  | 158 |
| BIBLIOGRAFÍA.....   | 159 |
| GLOSARIO .....  | 165 |
| ANEXOS.....   | 167 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 1: Símbolos del Diagrama de Flujo.....                                | 59  |
| Tabla 2: Lista de productos a trabajar.....                                 | 86  |
| Tabla 3: Diagrama de Pareto de factores.....                                | 87  |
| Tabla 4: Datos básicos a tomar en cuenta de cada producto.....              | 98  |
| Tabla 5: Duración de órdenes por producto.....                              | 107 |
| Tabla 6: Exportaciones 2018.....  | 116 |
| Tabla 7: Tabla de exceso de costos de esterilización.....                   | 120 |
| Tabla 8: Costos de mantener inventario.....                                 | 121 |
| Tabla 9: Nuevos tamaños de lote.....  | 135 |
| Tabla 10: Tabla de costos de mantener inventario de nuevas órdenes.....     | 140 |
| Tabla 11: Tabla de Exportaciones de febrero y marzo.....                    | 144 |
| Tabla 12: Exceso de costos de esterilización 2019.....                      | 146 |
| Tabla 13: Comparación excesos de costos entre cada año.....                 | 147 |
| Tabla 14: Rubros de la inversión de Smith & Nephew.....                     | 148 |
| Tabla 15: Beneficio para Smith & Nephew en el 2019.....                     | 150 |
| Tabla 16: Promedio de ahorro mensual con la implementación el proyecto..... | 152 |
| Tabla 17: Cálculo de VAN y TIR.....   | 153 |

## ÍNDICE DE IMÁGENES

|   |     |
|---|-----|
| Figura No 1: Organigrama de Smith & Nephew. ....  | 25  |
| Figura No 2: Ciclo DMAIC. ....  | 53  |
| Figura No 3: Diagrama de Ishikawa. ....   | 55  |
| Figura No 4: Diagrama de Pareto. ....   | 57  |
| Figura No 5: Diagrama de Gantt. ....  | 62  |
| Figura No 6 Cuadro de Diagrama de Pareto de productos. ....   | 84  |
| Figura No 7: Diagrama de Pareto de productos. ....  | 85  |
| Figura No 8: Diagrama de Pareto de factores. ....   | 88  |
| Figura No 9: Diagrama Ishikawa. ....  | 92  |
| Figura No 10: Diagrama de Flujo. ....   | 97  |
| Figura No 11: Gráfico pastel de la duración de las órdenes. ....  | 115 |
| Figura No 12: Gráfico Exportaciones 2018. ....  | 117 |
| Figura No 13: Costos de exportación y esterilización. ....  | 119 |
| Figura No 14: Modelo Lote a Lote. ....  | 127 |
| Figura No 15: Herramienta de programación nuevos tamaños de lote. ....  | 128 |
| Figura No 16: Diagrama de Gantt Estudio y análisis para la elaboración e implementación de la propuesta de mejora. .... | 137 |
| Figura No 17: Gráfico pastel de la duración de las órdenes propuestas. ....   | 139 |
| Figura No 18: Cuadro de resultados y beneficios. ....   | 142 |
| Figura No 19: Cuadro comparativo del lead time. ....  | 143 |
| Figura No 20: Gráfico comparación de pallets incompletos. ....  | 145 |
| Figura No 21: Diagrama de Gantt para la implementación de las propuestas de mejora. ....                                | 154 |

## ACRÓNIMOS Y SIGLAS

### C

|     |  |
|-----|--|
| CER | Clear Environment Room (Cuarto limpio) |
|-----|--|

### D

|     |   |
|-----|---|
| DHR | Device History Record (Registro de historial del dispositivo) |
|-----|---|

### P

|     |                               |
|-----|-------------------------------|
| PKG | Package (Empaque)             |
| PN  | Part Number (Número de parte) |

### Q

|     |                     |
|-----|---------------------|
| QTY | Quantity (Cantidad) |
|-----|---------------------|

## RESUMEN EJECUTIVO

Una compañía tan grande como Smith & Nephew busca constantemente la optimización de sus procesos con el objetivo de reducir desperdicios y alcanzar una mayor rentabilidad, ya que debido a la gran cantidad de productos que produce mueve mucho dinero. Como una oportunidad de mejora se identificó una problemática en los productos de la tecnología denominada Fixaction, debido al total de tarimas exportadas incompletas se tuvo un impacto negativo de \$374.247,97 dólares en el año 2018.

Tras la realización del análisis de la causa raíz del problema, se determinó que no se sabe cuáles son los tamaños de lote ideales para programar, por lo que se trabajó en el diseño de una propuesta que se implementó a partir de febrero del 2019.

Según los resultados obtenidos de los meses de febrero y marzo, los cuales fueron los de prueba, se consiguió una disminución drástica en la cantidad de tarimas exportadas incompletas, por lo que para el 2019 se pronostica un ahorro de \$286.776,29 dólares en comparación con el 2018.

## **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

## 1.1. INTRODUCCIÓN

El siguiente proyecto se va a enfocar en el área de planeación de la empresa Smith & Nephew, en la cual de acuerdo con la situación detectada, actualmente se está presentando un problema en la eficiencia de procesos de logística para el transporte del producto terminado y la disminución de los tiempos de espera del producto en shipping para consolidar cargas. No se está completando la cantidad de cajas requeridas por tarima para este proceso, por lo que el producto se queda retenido en la planta hasta 22 días en espera de poder completar el tamaño mínimo de cajas necesarias para hacer los traslados al proceso de esterilización. Tal proceso se realiza por medio de otra empresa, por lo que se generan atrasos en los pedidos, cargas de trabajo y poca rentabilidad.

De acuerdo con los niveles de producción que maneja la compañía, se tiene un tamaño mínimo de cajas por producto para mantener la rentabilidad de la empresa y las eficiencias en los envíos. Ruíz (2015) afirma:

Algunos clientes aceptan un porcentaje de excedente o de faltante en las órdenes de producción, estos porcentajes de aceptación son determinados por el mismo cliente, cada vendedor conoce el porcentaje de aceptación de cada

uno de sus clientes asignados y la orden de producción específica qué clientes aceptan excedente de producto terminado. (p.19)

Como se mencionó, se requiere de una cantidad mínima de cajas para llenar las tarimas que se van a transportar a esterilización, y de no ser así se estaría generando un costo mayor a la empresa al dejar el producto en espera o tener que enviar las tarimas incompletas a esterilizar.

Conforme a lo anteriormente mencionado, se analizará todo el proceso por el cual pasa el producto y se estudiarán todos los puntos más relevantes e importantes en cada una de las áreas, para poder encontrar los tamaños óptimos de cada uno de los productos a estudiar. Con ello se mejorará la productividad de la empresa, en la cual se tendrá un panorama más estable y claro a la hora de correr un producto, para cumplir con las métricas establecidas y que el negocio sea cada vez más rentable.

Es por esto que la orden de producción debe contener la cantidad de material apropiado para la realización del producto, y evitar el producto demás que genera costos extras y los faltantes en las órdenes que contribuyen a la disminución de la ganancia de la empresa. (Ruíz, 2015, p.20)

## **1.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA**

### **1.2.1. Antecedentes de la empresa**

Smith & Nephew tiene una historia que se remonta 160 años a la empresa familiar de Thomas James Smith, que abrió una pequeña farmacia en Hull, Inglaterra en 1856. A su muerte en 1896, su sobrino Horatio Nelson Smith asumió la dirección del negocio.

Pocos días después de la declaración de la Primera Guerra Mundial en 1914, Horatio Nelson Smith (sobrino del fundador de la compañía T. J Smith) se reunió con un enviado del presidente francés en Londres. La compañía se adjudicó un contrato para suministrar £ 350.000 de apósitos quirúrgicos y de campo, que se entregarían en cinco meses.

A finales de los años noventa, Smith & Nephew se había expandido hasta convertirse en un conglomerado de salud diverso con operaciones en todo el mundo, incluyendo varios dispositivos médicos, productos para el cuidado personal y tratamientos de heridas tradicionales y pioneros. En 1998, Smith & Nephew anunció una importante reestructuración para enfocar la atención de la administración y la inversión en tres unidades de negocio - manejo de heridas,

endoscopia y ortopedia - que ofrecieron altas oportunidades de crecimiento y margen.

Smith & Nephew fue incorporada y cotizada en la Bolsa de Valores de Londres en 1937 y en 1999 el Grupo también cotizaba en la Bolsa de Valores de Nueva York. En 2001, Smith & Nephew se convirtió en miembro constituyente del índice FTSE-100 en el Reino Unido. Esto significa que Smith & Nephew está incluido en las 100 mejores empresas cotizadas en la Bolsa de Londres, medidas en términos de capitalización de mercado. Hoy en día, Smith & Nephew es una sociedad anónima constituida y con sede en el Reino Unido y que realiza negocios en muchos países de todo el mundo.

Recientemente, la posición dentro del mercado global de reparaciones conjuntas de Medicina Deportiva se fortaleció significativamente con la adquisición de ArthroCare Corporation. La transacción agregó tecnología y productos altamente complementarios a la cartera existente, incluyendo la innovación en el anclaje de hombros.

### **1.2.2. Misión y visión**

Smith & Nephew apoya a profesionales de la salud en sus esfuerzos diarios para mejorar la vida de sus pacientes. Hacemos esto mediante la adopción de un enfoque pionero en el diseño de nuestros productos y servicios, al esforzarse para asegurar un amplio acceso a nuestras diversas tecnologías para más clientes a nivel mundial, y permitiendo mejores resultados para los pacientes y los sistemas sanitarios.

### **1.2.3. Valores**

Nuestros valores dan forma a todo lo que se hace como negocio y forman la base de nuestras relaciones con todos nuestros grupos de interés, los valores de nuestra compañía se articulan bajo los epígrafes de rendimiento, innovación y confianza.

#### **1.2.4. Política de calidad**

En Smith & Nephew estamos comprometidos a:

- Proveer productos seguros y efectivos que satisfagan las necesidades de los clientes.
- Mejorar continuamente la efectividad del sistema de gestión de la calidad.
- Asegurar el cumplimiento con toda la regulación aplicable.
- Satisfacer las necesidades de las partes interesadas a través de la mejora continua del desempeño sostenible.

Nuestra política se comunica a través de objetivos alineados, como una empresa comprometida con el desempeño, innovación y confianza.

### 1.2.5. Organigrama

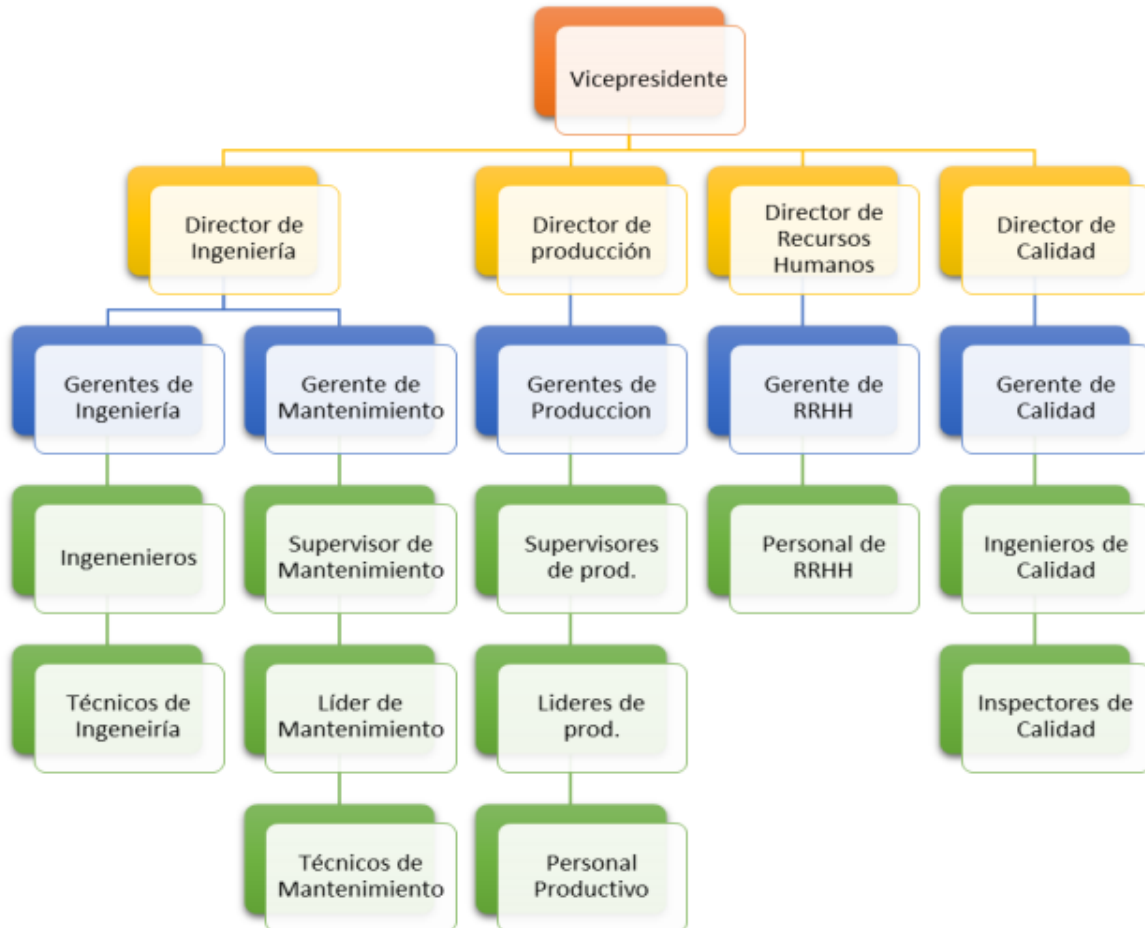


Figura No 1: Organigrama de Smith & Nephew.

Fuente: Hidalgo Chaves, B. (2018).

## **1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.3.1. La idea del problema**

Está sucediendo que no hay una definición del tamaño de los lotes ni un secuenciamiento lógico de producción que facilite la consolidación a tiempo de los productos a lo largo de la cadena de suministro (desde Almacén hasta el Centro de Distribución) por lo que se está presentando una mala programación y esto está elevando los costos a la empresa y los tiempos de espera.

### **1.3.2. Definición del problema**

**¿Cuál es el tamaño óptimo de los lotes para que se disminuyan los costos de logística y tiempos de espera a la hora de distribuir el producto, en el periodo de octubre del 2018 a marzo del 2019?**

### 1.3.3. Justificación del problema

Con la elaboración de este proyecto se podrá encontrar el tamaño óptimo de los lotes de producción a estudiar y con ello se podrá tener la cantidad necesaria para completar las tarimas o paletas (también se les llama así) en las que se acomoda las cajas con producto final, que posteriormente van a ser enviadas al exterior para realizarle el proceso de esterilización.

La programación de la producción es el proceso de tomar la orden y el pronóstico mensuales de ventas y asignar una fecha de producción y secuencia para cada vehículo. El objetivo es crear un programa de producción nivelado a lo largo de cada día de cada mes de producción. (Iyer, Seshadri y Vasher, 2010, p.18)

Es justamente esta la razón por la cual resolver este problema es sumamente importante, ya que cuando las tarimas no están completando su cantidad idónea el producto tiene que quedarse en espera por un tiempo más prolongado hasta que se tenga disponible la cantidad necesaria, entonces esto está generando más costos.

Cada planta debe determinar la secuencia exacta de producción en cada día de producción. Esta secuencia se determina tomando en cuenta las condiciones

operacionales de cada planta. Algunas de estas condiciones son el lote de colores, la carga de trabajo asociada con opciones específicas de mano de obra intensiva, y Heijunka de las opciones más importantes en un día. (Iyer et al, 2010, p.63)

También ocurre que las paletas se envían a medio llenar o media capacidad. Al hacer esto a la hora de prepararlas para el envío, primeramente retrasa el proceso hasta 30 minutos ya que tienen que realizar más operaciones para asegurar más las cajas, y segundo también lo que se hace en algunas ocasiones es que el espacio faltante se rellena con cajas vacías, o sea sin producto, que lo que hacen es la función de simular el peso y rellenar el área faltante. Esto claramente es espacio que está generando pérdidas y desperdicio.

Otro punto que también es importante es que, de acuerdo con lo anteriormente mencionado de ello va a depender si una producción se envía a la empresa esterilizadora por medio de vía marítima o aérea. En este caso el envío marítimo no permite tarimas incompletas o con poca producción, por lo que se tiene que hacer vía aérea y este medio es más caro. Incluso también está sucediendo que el producto cuando sale de la compañía se transporta vía terrestre a los puntos de distribución y se hace por medio de dos tamaños distintos de contenedores, uno grande y uno pequeño, y lo que está ocurriendo es que ni siquiera el pequeño se está llenando.

Por todas estas situaciones mencionadas se tiene que analizar el proceso completo que recorre el producto, evaluar sus capacidades y sus puntos importantes para poder encontrar la mejor secuencia y el tamaño óptimo de los lotes, pero que vaya acorde con cada una de las áreas involucradas. Al lograr esto se podrán disminuir los altos costos del proceso de logística, con ello mejorar la rentabilidad de la empresa y además aumentar la productividad y el cumplimiento de las métricas.

## **1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.**

### **1.4.1. Objetivo general**

**Disminuir costos en los procesos de logística con la idónea programación de tamaños eficientes en los lotes para tener un mejor aprovechamiento económico.**

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Analizar todo el proceso que recorre el producto hasta ser distribuido.
- Determinar todos los puntos importantes para tener un tamaño eficiente de lote a trabajar.
- Diseñar una propuesta de mejora con los tamaños de lote eficientes.
- Implementar la propuesta de mejora diseñada para disminuir los costos en los procesos de logística.
- Calcular el impacto económico del proyecto, así como el costo-beneficio en el proceso logístico.

## **1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES**

### **1.5.1. Alcances**

La realización de este proyecto se va a enfocar en el área de Fixation de la empresa Smith & Nephew. Fixation es el nombre que recibe la familia de productos trabajados en este sitio los cuales utilizan la misma tecnología. De esta área se va a trabajar específicamente en 13 productos, los cuales son de mayor importancia ya que tienen mayor demanda y por ende más constancia en el proceso productivo. Se pretende ayudar en el problema que se está presentando de costos en el proceso de logística y tiempos de espera del producto terminado a la hora de ser distribuido al proceso de esterilización, por lo que se verá beneficiada la rentabilidad de la compañía.

### **1.5.2. Limitaciones**

Toda la información rige bajo normas de seguridad, por lo que esta misma puede que no sea del todo detallada, o al menos en algunos casos. Este proyecto involucra a varias áreas de la empresa, entonces va a depender mucho de la disponibilidad que tenga el distinto personal y de los acuerdos que se tenga sobre la información suministrada.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

## **2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA**

El contenido de esta sección brinda al lector una ubicación y conocimiento básico de conceptos importantes de la Ingeniería Industrial, la cual tiene como base el estudio de diversas herramientas que ayudan a la mejora continua en las empresas. A continuación se describirán cada una de estos conceptos que son necesarios para la investigación, desarrollo y aplicación en este proyecto:

### **2.1.1 Ingeniería Industrial**

La ingeniería es el estudio y la aplicación de la optimización de los procesos tomando en cuenta todos los diversos factores que se encuentran en él. De tal manera que:

En el desarrollo de sus actividades, además del conocimiento y la experiencia, lo que distingue al verdadero ingeniero es la imaginación, la capacidad de proponer soluciones innovadoras, alternativas a las convencionales, sin ser un inventor que razona a voluntad de su capricho. (Romero, Muñoz y Romero, 2005, p.2)

La ingeniería industrial está relacionada con el diseño, instalación y mejoramiento operacional de sistemas integrados de recursos humanos, materiales y equipos. Utiliza los conocimientos de las matemáticas, físicas, ciencias de la ingeniería y ciencias sociales, asociados a los principios y métodos de análisis y diseño de ingeniería para especificar, predecir, evaluar los resultados obtenidos de tales sistemas. Se puede definir la ingeniería industrial como “una disciplina dedicada al diseño, la innovación, la mejora, la instalación y la administración de sistemas integrados de recursos humanos, materiales, equipos y tecnologías, organizados para la producción eficiente y eficaz de manufactura y servicio” (Romero et al., 2005, p.11).

El ámbito de esta disciplina se ha prolongado recientemente, gracias a su aplicación en la mejora de la prestación de servicios de alto valor agregado, como son las distribuciones, transportes y suministros de mercancías (logística), los servicios de comunicación e información y los servicios de seguridad y médicos. Su trabajo verifica y cumple factibilidades políticas, sociales, legales, técnicas, económicas, financieras, ecológicas, ambientales y de seguridad en mano de obra, instalaciones y materiales, además “desempeña funciones que, aparentemente, no tienen relación con su habilidad específica; entre otras, el análisis financiero, debido a su conocimiento de las técnicas especiales en este campo y a su formación relacionada con la producción y los procesos. (Romero et al., 2005, p.12)

Esta ingeniería es un campo interdisciplinario con aplicaciones industriales, de servicios, comerciales y de gestión. Según el Instituto Americano de Ingeniería de Organización (AIIE) citado por Romero et al. (2005), “El ingeniero Industrial se ocupa del diseño, mejora e instalación de sistemas integrados de personas, materiales y energía” (p.13). Entre los campos de la ingeniería industrial se encuentran la planificación y gestión de la producción, la ingeniería y diseño de plantas industriales, la gestión de la calidad, el establecimiento de objetivos, entre otros.

### **2.1.2 Análisis de procesos**

El análisis de procesos es otra de las herramientas que permite realizar un claro análisis en cada uno de los procesos que las empresas establecen con el objetivo de llevar a cabo sus funciones.

#### **2.1.2.1 Definición de proceso**

Según la norma ISO 9000 (2015) un proceso se define como: “Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados” (p. 3.4)

### **2.1.2.2 Definición de un análisis de procesos**

Según Salazar (2016) el análisis de procesos es una metodología para examinar la dinámica de las organizaciones, teniendo como punto de partida el hecho de que estas, las organizaciones, se crean para llevar a cabo ciertos propósitos u objetivos perdurables, mediante la ejecución de una secuencia articulada de actividades.

### **2.1.3 Tipos de Procesos Productivos**

“Un proceso productivo es el conjunto de acciones para producir un determinado bien o servicio” (Fernández, 2005). La gran variedad de bienes y servicios da lugar a procesos productivos muy dispares, pero los distintos procesos pueden incluirse en alguno de estos tipos:

- Proceso por proyectos:

Supone la fabricación de un producto exclusivo, lo que conlleva diseñar un proceso único para cada proyecto. Son procesos largos y complejos. Un importante ejemplo es la construcción, por ejemplo: construcción aérea, naval, promociones de viviendas.

- Producción intermitente:

Dentro de este tipo de procesos se diferencian:

**Producción por talleres:** Se trabaja en lotes pequeños de una gran cantidad de productos que se adaptan a las características que el cliente señala. Son procesos habituales en empresas de servicios como reparación de automóviles o electrodomésticos, sanidad, entre otras (Fernández, 2005).

En un taller de reparación de automóviles, si tienen ciertas dimensiones, en él se están realizando varias tareas de reparación, diferentes aunque al mismo tiempo. Los tipos de avería se repiten, pero cada problema requiere un tratamiento individual y la pericia del mecánico. Lo mismo se puede aplicar en el hospital donde, metafóricamente, se "reparan" enfermos.

Producción por lotes: También se trabaja con lotes variados, pero hay mayor automatización. Es un sistema conocido como producción en centros de trabajo. Cada lote llega a un centro de trabajo para una operación y cuando se completa se traslada al siguiente centro. Este tipo de proceso se sigue en la industria farmacéutica y de equipos pesados.

- Producción en serie:

Producción en masa: Las máquinas y centros de trabajo se sitúan unos a continuación de otros, según la secuencia de tareas por realizar. Ejemplos de este tipo de producción son: la fabricación de automóviles, calculadoras, bolígrafos, entre otros.

Producción continua: El producto va pasando por una serie de operaciones distintas de forma continua, sin apenas paradas en el proceso de producción. Requiere alta automatización y está en funcionamiento las 24 horas del día. Ejemplos de esto son: la industria del acero y el papel. (Fernández, 2005).

#### **2.1.4 Indicadores de procesos**

Se puede definir un indicador como:

Una magnitud que expresa el comportamiento o desempeño de un proceso, que al compararse con algún nivel de referencia permite detectar desviaciones positivas o negativas. También, es la conexión de dos medidas relacionadas entre sí, muestran la proporción de la una con la otra (Mora, 2009, p. 26).

Los indicadores de procesos son los signos vitales de una determinada área de la organización y su constante control permite establecer condiciones e identificar diversos síntomas que se derivan del desarrollo normal de las actividades.

Dentro de los procesos productivos se debe contar con un mínimo posible de indicadores que garanticen, contar con información constante, real y precisa sobre aspectos, tales como: efectividad, eficiencia, eficacia, productividad, calidad y costos, los cuales constituyen un conjunto de signos vitales para dichos procesos. El acto de medir se realiza con base en la comparación y para ello se necesita una referencia contra la cual contrarrestar el resultado del indicador. Para ello existen varios niveles: el histórico, el estándar, el teórico, el que requieren los usuarios, los de la competencia, entre otros (Mora, 2009, p. 26).

Según Mora (2009), los indicadores tienen como características:

- Pueden medir cambios en una situación determinada o a través del tiempo.
- Facilitan mirar de cerca los resultados de iniciativas y acciones.
- Son instrumentos muy importantes para evaluar y dar surgimiento al proceso de desarrollo.

- Son instrumentos valiosos para determinar cómo se pueden alcanzar mejores resultados en proyectos de desarrollo.

Todo se puede medir y por tanto, todo se puede controlar, allí radica el éxito de cualquier proceso. El adecuado uso y aplicación de los indicadores permitirá un mejoramiento continuo en los procesos productivos, serán una base para la generación de ventajas competitivas sostenibles.

Cualquier indicador para que sea efectivo y eficiente debe contener al menos los siguientes atributos. Mora (2009) afirma:

- Medible: El indicador debe ser medible, esto significa que la característica descrita debe ser cuantificable en términos ya sea del grado o frecuencia de la cantidad de veces en la que ocurre.
- Entendible: El indicador debe ser reconocido fácilmente por todos aquellos que lo usan.
- Controlable: El indicador debe ser controlable dentro de la estructura de la organización.

Entre las principales ventajas de los indicadores se pueden mencionar:

- Apoya y facilita los procesos de toma de decisión.
- Controla la evolución en el tiempo de los procesos y variables.
- Sirve de base para la adopción de normas y patrones efectivos y útiles para la organización.
- Sirve de base para el desarrollo de sistemas de remuneración e incentivos.
- Sirve de base para la comprensión de la evolución, situación actual y futuro de la organización.

### **2.1.5 Tipos de indicadores**

Los indicadores se pueden explicar de la siguiente manera:

En el contexto de orientación hacia los procesos, un indicador puede ser de proceso o de resultados. En el primer caso, se pretende medir que está sucediendo con las actividades, y en segundo se quiere medir las salidas del proceso. (González, 2008, p.20)

También, se pueden clasificar los indicadores en indicadores de eficacia o de eficiencia. El indicador de eficacia mide el logro de los resultados propuestos. Indica si se hicieron las cosas que se debían hacer, los aspectos correctos del proceso. Los indicadores de eficacia se enfocan en el qué se debe hacer, por tal

motivo, en el establecimiento de un indicador de eficacia es fundamental conocer y definir operacionalmente los requerimientos del cliente del proceso para comparar lo que entrega el proceso contra lo que él espera. De lo contrario, se puede estar logrando una gran eficiencia en aspectos no relevantes para el cliente.

“Los indicadores de eficiencia miden el nivel de ejecución del proceso, se concentran en el ¿cómo se hicieron las cosas? y miden el rendimiento de los recursos utilizados por un proceso, están ligados muy directamente con la productividad” (González, 2008). Y, a su vez, se pueden dividir según las áreas de la organización, entre las cuales cabe mencionar:

- Compras e Inventarios.
- Bodegas.
- Transporte.
- Servicio al Cliente.
- Financieros.
- Control de Producción.

### 2.1.6 Indicadores de Control de Producción

Según Mora (2009), uno de los factores determinantes para que todo proceso se lleve a cabo con éxito, es implementar un sistema adecuado de indicadores para medir la gestión de estos, con el fin de que se puedan implementar indicadores en posiciones estratégicas que reflejen un resultado óptimo en el mediano y largo plazo, mediante las diferentes etapas del proceso. Por lo anterior, algunos indicadores que se pueden mencionar son los siguientes:

Eficacia de órdenes de trabajo entregadas: Consiste en el número de Órdenes de Trabajo generadas sin retrasos o sin la utilización de recursos adicionales.

Fórmula 2.1: Eficiencia de órdenes de trabajo entregadas

$$\text{Valor} = \frac{\text{Órdenes de Trabajo sin atrasos o problemas}}{\text{Total de Órdenes de Trabajo generadas}} * 100$$

Fuente: Mora (2009)

Se periodicidad de cálculo es una decisión de la persona a cargo y su objetivo mejorar el manejo y control de recursos.

Capacidad de producción utilizada: Consiste en la capacidad utilizada en el proceso productivo y la capacidad máxima del recurso.

Fórmula 2.2: Capacidad de producción utilizada

$$\text{Valor} = \frac{\text{Capacidad Utilizada}}{\text{Capacidad Máxima del Recurso}} * 100$$

Fuente: Mora (2009)

Su periodicidad es mensual y su objetivo es controlar la capacidad utilizada, para lograr una mejor utilización de las instalaciones de la compañía.

Rendimiento de la maquinaria: Consiste en analizar el nivel de producción real en relación con la capacidad de unidades de la maquinaria en un periodo determinado.

Fórmula 2.3: Rendimiento de la maquinaria

$$\text{Valor} = \frac{\text{Número de unidades procesadas}}{\text{Capacidad Máxima del Recurso}} * 100$$

Fuente: Mora (2009)

Su periodicidad es mensual y su objetivo es controlar los cuellos de botella conociendo la capacidad utilizada de cada máquina con respecto de su utilización máxima posible.

## **2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO**

Para la elaboración de este proyecto se trabajará con la metodología de Lean Manufacturing y Kaizen de mejora continua, así como la gestión de proyectos mediante la aplicación de DMAIC, por lo que estas serán las bases que guiarán y ayudarán a lograr el objetivo final establecido en este proyecto.

### **2.2.1 Filosofía Lean Manufacturing**

Lean Manufacturing es una metodología muy usada en la Ingeniería Industrial la cual busca hacer las cosas cada vez mejor eliminando todo aquello que no agrega valor al proceso, esta se define de la siguiente manera:

Es un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación de actividades que no agregan valor en un proceso, pero si implican costo y esfuerzo. La principal filosofía en la que se sustenta el Lean Manufacturing radica en la premisa de que "todo puede hacerse mejor"; de tal manera que en una organización debe existir una búsqueda continua de oportunidades de mejora. (Salazar, 2016).

Lean Manufacturing permitirá que la organización:

- Minimice sus inventarios
- Minimice sus retrasos
- Minimice su espacio de trabajo
- Minimice sus costos totales
- Minimice su consumo energético
- Mejore su calidad

En términos generales, contribuye a que la organización sea más competitiva, innovadora y eficiente.

### **2.2.2 Principios del Lean Manufacturing**

Esta metodología se rige por una serie de principios para su adecuado funcionamiento, los cuales según Ramírez (2017) son:

- Calidad perfecta a la primera: búsqueda de cero defectos, detección y solución de los problemas en su origen.

- Minimización del desperdicio: eliminación de todas las actividades que no son de valor añadido y/o optimización del uso de los recursos escasos (capital, gente y espacio).
- Mejora continua: reducción de costes, mejora de la calidad, aumento de la productividad y compartir la información.
- Procesos "Pull": los productos son tirados (en el sentido de solicitados) por el cliente final, no empujados por el final de la producción.
- Flexibilidad: producir rápidamente diferentes mezclas de gran variedad de productos, sin sacrificar la eficiencia debido a volúmenes menores de producción.
- Construcción y mantenimiento: de una relación a largo plazo con los proveedores tomando acuerdos para compartir el riesgo, los costes y la información.

### **2.2.3 Herramientas Lean Manufacturing**

Para la implementación de esta metodología se cuenta con una variedad de herramientas entre las cuales se puede mencionar las más importantes:

- Estandarización de trabajos.
- Las 5s (organización, orden y limpieza)
- KPIs (Indicadores)
- Mapa de la cadena de valor
- Buscar el flujo continuo.
- Kanban (regular el flujo de producción entre procesos, proveedores y clientes).
- Análisis de cuellos de botella
- Gemba (no estar tanto tiempo en la oficina y pasar más tiempo en el taller).

#### **2.2.4 Kaizen mejora continua.**

El término Kaizen es de origen japonés, se deriva de las palabras Kai-Cambio y Zen-Bueno, por lo que se puede traducir como un proceso de mejora continua. Según Salazar (2016), el método Kaizen consiste en integrar de forma activa a todos los trabajadores de una organización en sus continuos procesos de mejora, a través de pequeños aportes.

Para implementar la metodología de Kaizen en una organización es necesario tener en cuenta las siguientes condiciones que menciona Salazar (2016):

- Alto compromiso de la dirección de la empresa (Creación de escenarios de participación).
- Alta receptividad y perspectiva respecto a nuevos puntos de vista y aportes.
- Alta disposición de implementar cambios.
- Actitud receptiva hacia errores identificados durante el proceso.
- Alta valoración del recurso humano.
- Disposición de elaboración de estándares (garantía para no depreciar las mejoras).

### **2.2.5 Principios fundamentales del Kaizen**

Para la implementación de un proceso de mejora continua, deben aplicarse cuatro principios fundamentales, según afirma Salazar (2016):

- Optimización de los recursos actuales.
- Rapidez para la implementación de soluciones.
- Criterio de bajo o nulo costo.
- Participación activa del operario en todas las etapas.

## 2.2.6 Metodología DMAIC

DMAIC es un acrónimo de cinco letras, las cuales hacen referencia a las fases de la mejora de seis sigma. El significado de sus siglas en inglés es el siguiente:

Define (definir), Measure (medir), Analyze (analizar), Improve (mejorar) y Control (controlar). Cada una de estas etapas sigue el mismo ciclo de mejora que lleva el círculo de Deming conocido como PDCA, acrónimo del inglés Plan (planificar), Do (hacer), Check (verificar) y Act (actuar).

En seguida se va a explicación de cada fase del proceso de la metodología DMAIC:

- **Definir (define):** “En primer lugar se debe definir cuál es el problema que se quiere resolver, hay que saber en dónde se está. Esto es importante, ya que será difícil continuar si se falla en el primer paso” (Montes, 2017).
- **Medir (Measure):** “Se sabe dónde se está y ahora se quiere saber a dónde se va. El camino tiene que ser medible, por ello definir unas métricas a seguir, que ayuden a conocer la situación en la que se encuentra el problema que se quiere resolver. Se debe medir estos indicadores y establecer una ruta de seguimiento que permita más adelante poder analizar la situación. Y así saber si se ha llegado al destino” (Montes, 2017).

- **Analizar (Analyze):** “Con los datos que se han recogido se hará un análisis de estos, para determinar y analizar las razones por las que se está fallando y qué acciones deben implantarse para poder corregir el problema y mejorar los indicadores que se han marcado” (Montes, 2017).
- **Mejorar (Improve):** Tras esto llega el momento de poner en marcha las acciones necesarias para mejorar la situación actual.

El propósito de esta fase es el de implementar a gran escala las soluciones seleccionadas en las fases anteriores. Es en esta fase donde se generan las soluciones potenciales, se realizan en análisis de riesgos, se administra y ejecuta la solución, hacer alto y revisar el desarrollo de la fase de mejora.

(Montes, 2017)

- **Controlar (Control):** “Tras llevar a cabo estas acciones, se debe llevar un control sobre las mismas para asegurarse de que se implementan correctamente y que los objetivos que se habían marcado efectivamente se cumplen” (Montes, 2017).

En esta fase se puede realizar el seguimiento de las métricas y gráficas de control, documentar procedimientos estándares de operación, crear planes de control del proceso, documentar la historia de las actividades implementadas etc.



Figura No 2: Ciclo DMAIC.

Fuente: Elaboración propia.

### 2.2.7 Diagrama de Ishikawa

Este diagrama también es conocido como diagrama de espina de pescado, es una herramienta utilizada para la representación gráfica y sencilla en la que pueden relacionarse las distintas causas que producen un determinado efecto.

Según Acuña (2002), existen 3 tipos de diagramas de Ishikawa: el diagrama de procesos en el que se colocan los diversos procesos requeridos para la fabricación del producto en ramas, el diagrama de producto en el que se colocan las partes o componentes del producto en ramas y el diagrama general en el que se colocan todas las características directamente en ramas, de acuerdo con su ocurrencia en la secuencia de producción.

Según Acuña (2002), el procedimiento para construir cualquier diagrama es el siguiente:

- 1- Elegir el producto, proceso o efecto que va a ser objeto de estudio.
- 2- Dibuje el eje horizontal del diagrama y coloque a su derecha, la frase que describa el producto, proceso o efecto seleccionado.
- 3- Elabore una lista de las posibles causas y clasifíquelas de acuerdo con mano de obra, materia prima, métodos, maquinaria, medición y medio ambiente.
- 4- Ordene la información de manera secuencial, dibujando las flechas diagonales sobre el eje horizontal del diagrama.
- 5- Verificar que todas las posibles causas han sido comprobadas.

Ejemplo de un Diagrama de Ishikawa:



Figura No 3: Diagrama de Ishikawa.

Fuente: Ishikawa (1986).

### 2.2.8 Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es otra herramienta muy útil a la hora de encontrar los problemas o situaciones de mayor impacto.

Ayuda a clasificar datos de acuerdo con su frecuencia de ocurrencia y su importancia. Esta acción permite centrar la atención solamente sobre aquellos datos que sean representativos. Este tipo de diagrama se puede utilizar para una clasificación de inventarios y es comúnmente conocido como la clasificación ABC. (Acuña, 2002, p.144).

La construcción de un diagrama Pareto debe seguir los siguientes pasos:

1- Determinar un periodo para recolectar los datos; este puede tardar horas o inclusive varios días. Es importante mencionar que un estudio detallado asegura un mínimo de problemas por resolver.

2- Elaborar una hoja de datos que permita recabar los datos.

3- A la hora de documentar los datos se debe anotar de forma descendente en la hoja que se diseñó para tal fin.

4- Una vez recolectados los datos, colocarlos en el machote de Pareto.

5- Proyectar la línea acumulativa de cero hacia el ángulo superior derecho de la primera columna. Esta columna se determina cuando se llega a un nivel de 100% en la escala de porcentajes.

Una vez detectado el problema que presenta el mayor índice de frecuencia deberá someterse a un análisis de causa y efecto para determinar su verdadero origen, se recomienda utilizar el diagrama causa-efecto.

Ejemplo de un Diagrama de Pareto:

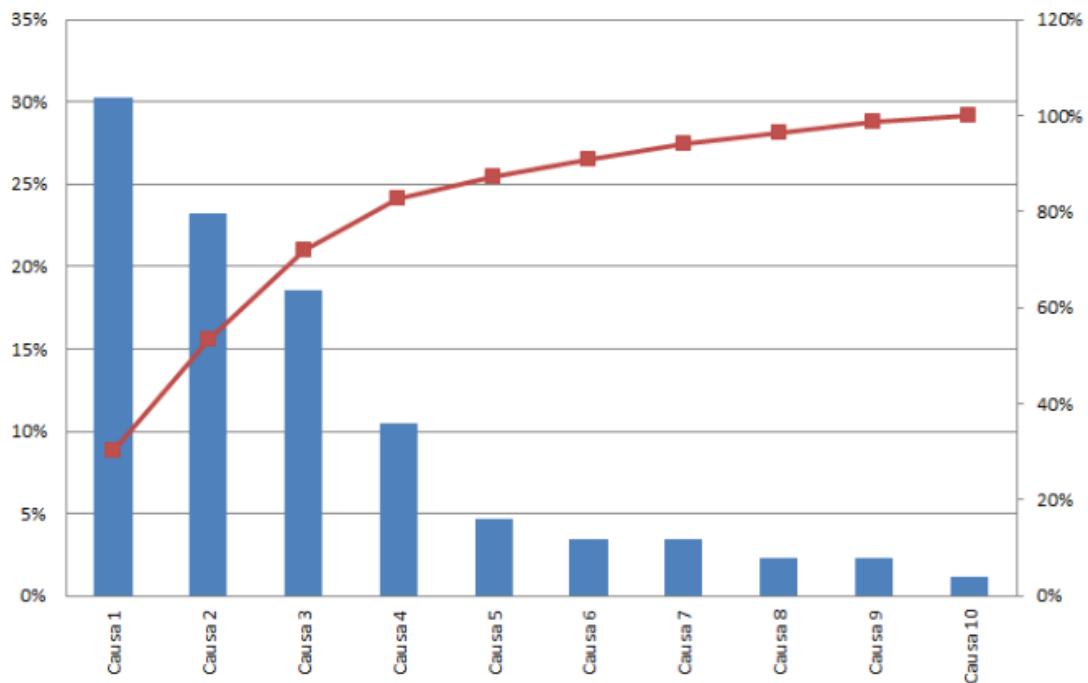


Figura No 4: Diagrama de Pareto.

Fuente: Aroca (2010).

### 2.2.9 Diagrama de flujo

Los diagramas de flujo (o flujogramas) se definen de la siguiente manera:










Son representaciones gráficas de la secuencia de los pasos o actividades de un proceso, incluidos transportes, inspecciones, esperas, almacenamientos y actividades de reproceso. A través de este diagrama se ve en qué consiste el

proceso y cómo se relacionan las diferentes actividades; es de especial utilidad para analizar y mejorar procesos. (Gutiérrez, 2010, p 200)

A la hora de elaboración de un diagrama de flujo, debe contar con símbolos estandarizados que contienen un significado preciso y, a la vez, estos deben convenir en reglas claras para su utilización. Según Benjamín y Fincowsky (2009), los símbolos de diagramación que se emplean internacionalmente son elaborados por dos diferentes instituciones, las cuales son:

La American Society of Mechanical Engineers (ASME) que ha desarrollado los símbolos que aparecen en la tabla 1, estos son aceptados en áreas de producción, pero se emplean escasamente en el trabajo de diagramación administrativa, pues se considera que su alcance se enfoca en los requerimientos de esta materia.

Tabla 1: Símbolos del Diagrama de Flujo.

| Simples   |  |
|---|--|
| Símbolo   | Representa   |
|    | Operación. Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento  |
|    | Inspección. Indica que se verifica la calidad y/o cantidad de algo   |
|    | Desplazamiento o transporte. Indica el movimiento de los empleados, material y equipo de un lugar a otro.                                  |
|    | Depósito provisional o espera. Indica demora en el desarrollo de los hechos.   |
|    | Almacenamiento permanente. Indica el depósito de un documento o información dentro de un archivo, o de un objeto cualquiera en un almacén. |
| Combinados  |  |
| Símbolo   | Representa   |
|    | Origen de una forma o documento. Indica el hecho de elaborar una forma o producir un informe   |
|  | Decisión o autorización de un documento. Representa el acto de tomar una decisión o bien el momento de efectuar una autorización.          |
|  | Entrevistas. Indica el desarrollo de una entrevista entre dos o más personas   |
|  | Destrucción de documento. Indica el hecho de destruir un documento o parte de él, o bien la existencia de un archivo muerto.               |

Fuente: Benjamín y Fincowsky (2009).

La American National Standard Institute (ANSI) ha preparado una simbología para representar flujos de información del procesamiento electrónico de datos, de la cual se emplean algunos símbolos para diagramas de flujo administrativos. La International Organization for Standardization (ISO) ha elaborado una simbología para apoyar la garantía de calidad a consumidores y clientes de acuerdo con las

normas ISO- 9000:2000. Existen, también, otras simbologías para diagramar sin una certificación tan estricta que por su versatilidad se emplean en las organizaciones, como es el caso de los diagramas integrados de flujo (DIF), que son una representación gráfica de los modelos físicos y de comunicación de un proceso, entre las cuales sobresalen dos estilos para describir el flujo de datos: Yourdon- De Marco y Gane & Sarson.

La creación del diagrama de flujo es una actividad que agrega valor, pues el proceso que representa es ahora disponible para ser analizado, no solo por quienes lo llevan a cabo, sino también, por todas las partes interesadas que aportarán nuevas ideas para cambiarlo y mejorarlo.

Ventajas:

- Favorece la comprensión del proceso a través de mostrarlo como un dibujo.
- Muestra las interfaces cliente- proveedor y las transacciones que en ellas se realizan, facilitando el análisis de estas.
- Es una excelente herramienta para capacitar a los nuevos empleados y también, a los que desarrollan la tarea, cuando se realizan mejoras en el proceso.

### **2.2.10 Diagrama de Gantt**

El diagrama de Gantt es una herramienta muy útil que nos permite, en la realización de un proyecto, organizar diversas tareas con sus respectivas etapas y sus distintos tiempos de duración de cada una, de una manera gráfica visualmente más cómoda y práctica. Esto permite tener una mejor organización y control.

Para complementar esta información anteriormente mencionada se puede decir que:

El diagrama de Gantt es una herramienta para planificar y programar tareas a lo largo de un período determinado. Gracias a una fácil y cómoda visualización de las acciones previstas, permite realizar el seguimiento y control del progreso de cada una de las etapas de un proyecto y, además, reproduce gráficamente las tareas, su duración y secuencia, además del calendario general del proyecto.

(Anónimo, 2018)

Ejemplo de un diagrama de Gantt:

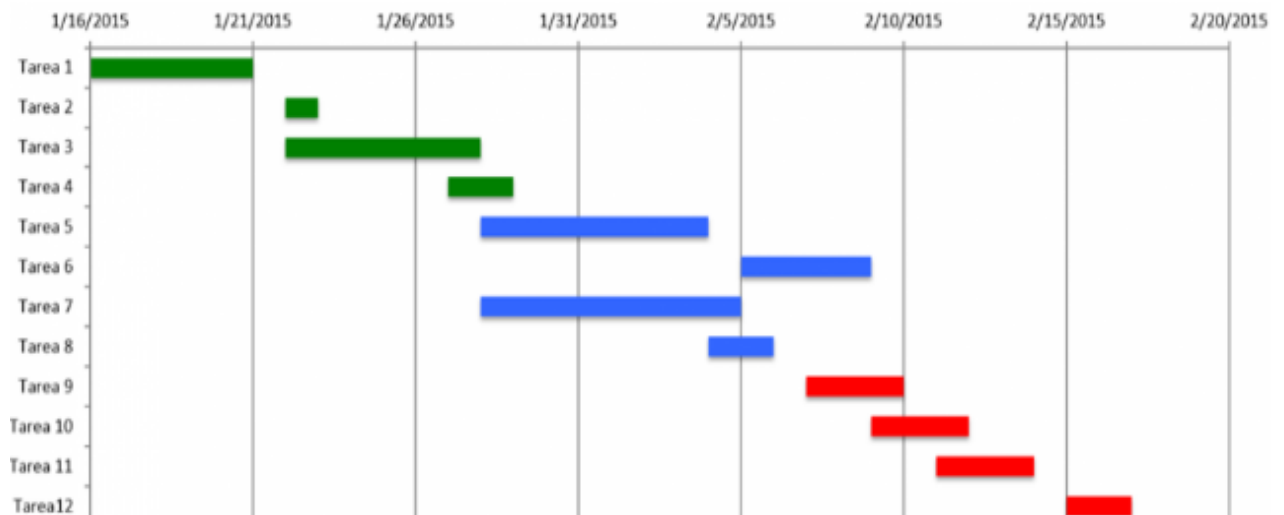


Figura No 5: Diagrama de Gantt.

Fuente: Ploue (2018).

### 2.2.11 Entrevistas

La entrevista es un método de investigación científica que utiliza un proceso de comunicación verbal, para recoger información en relación con un tema específico. Además, es una técnica muy útil para la recolección de la información con el propósito de lograr los objetivos de la investigación; consiste en formular una serie de preguntas a una o más personas, en donde las respuestas van a suministrar datos de interés para el desarrollo del sujeto en estudio.

### **2.2.12 Observación directa**

Mediante la utilización de los sentidos, se captan las realidades que se tienen a la mano, para luego ordenarlas cognitivamente. Esta técnica consiste en el uso sistemático, en la búsqueda de los datos que se necesitan para resolver el problema de investigación. Se llega así a la captación de la realidad que se desea conocer, lo cual conlleva a determinar algunas de las causas que generan el problema actual dentro de la organización.

## 2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO

Es de suma importancia que las compañías realicen un análisis del método de trabajo utilizado en sus distintos procesos. Salazar (2016) afirma:

El estudio del trabajo es una evaluación sistemática de los métodos utilizados para la realización de actividades con el objetivo de optimizar la utilización eficaz de los recursos y de establecer estándares de rendimiento respecto de las actividades que se realizan. Por lo cual este es la aplicación de ciertas técnicas y en particular el estudio de métodos y la medición del trabajo que se utilizan para examinar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada, con el fin de efectuar mejoras. (p. 3)

Un estudio de trabajo brinda grandes razones que impactan positivamente a la organización, entre las cuales se pueden mencionar:

- Es un medio de aumentar la productividad de una fábrica, mediante la reorganización del trabajo, método que normalmente requiere de poco o casi ningún desembolso de capital para instalaciones o equipos.

- Es sistemático, de modo que no se puede pasar por alto ninguno de los factores que influyen en la eficacia de una operación y el recoger todos los datos relacionados con la operación.
- Es el método más exacto conocido hasta ahora para establecer normas de rendimiento, de las que dependen la planificación y el control de la producción.
- Puede contribuir a la mejoría de la seguridad y las condiciones del trabajo al poner de manifiesto las operaciones riesgosas y establecer métodos seguros para efectuarlas.
- Las economías resultantes de la aplicación correcta del estudio del trabajo comienzan de inmediato y continúa mientras duren las operaciones.
- Es un instrumento que puede ser utilizado en todas partes.
- Es relativamente poco costoso y de fácil aplicación.

- Es uno de los instrumentos de investigación más penetrantes de que dispone la dirección. Por eso es una de las armas excelentes para atacar las fallas de cualquier organización. (p.13)

Por lo tanto se puede decir que el estudio de trabajo tiene por esencia analizar de qué manera se está ejecutando una actividad, además de simplificar o modificar el método operacional utilizado para reducir el trabajo innecesario o excesivo, o el uso antieconómico de recursos, y fijar el tiempo normal para la realización de esta actividad. Kanawaty (1996) afirma:

Es por ello que la reacción entre productividad y el estudio del trabajo es, pues evidente. Si gracias al estudio del trabajo se reduce el tiempo de realización de cierta actividad en un 20%, simplemente, como resultado de una nueva ordenación o simplificación del método de producción y sin gastos adicionales, la productividad aumentará en un valor correspondiente. (p.9)

Para efectuar un estudio del trabajo completo, según Kanawaty (1996) se deben recorrer 8 etapas fundamentales:

1. Seleccionar: el trabajo o proceso que se ha de efectuar.

2. Registrar: Recolectar todos los datos relevantes a cerca de la tarea o proceso, utilizando las técnicas más apropiadas y disponiendo los datos en forma más cómoda para analizarlos.

3. Examinar: los hechos registrados con pensamiento crítico, preguntándose si se justifica lo que se hace, según el propósito de la actividad; el lugar donde se lleva a cabo; el orden en que se ejecuta; quién lo ejecuta y los medios empleados.

4. Establecer: el método más económico, teniendo en cuenta todas las circunstancias y utilizando las diversas técnicas de gestión, así como los aportes de dirigentes, supervisores, trabajadores y otros especialistas, cuyos enfoques deben analizarse y discutirse.

5. Evaluar: los resultados obtenidos con el nuevo método en comparación con la cantidad de trabajo necesario y establecer un tiempo tipo.

6. Definir: el nuevo método y el tiempo correspondiente y presentar dicho método, ya sea verbalmente o por escrito, a todas las personas a quienes concierne, utilizando demostraciones.

7. Implantar: el nuevo método, formando a las personas interesadas, como práctica general aceptada con el tiempo fijado.

8. Controlar: la aplicación de la nueva norma siguiendo los resultados obtenidos y comparándolos con los objetivos. (p.21).

Como se había mencionado, el estudio del trabajo contempla varias técnicas, de las cuales se mencionan las siguientes:

### **2.3.1 Estudio de métodos**

El estudio de métodos se define de la siguiente manera:

Es el registro y examen crítico sistemático de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillos y eficaces de reducir los costos. En muchos casos, se refiere a una técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo o disminuir el costo por unidad de producción. (Niebel y Freivalds, 2001, p.6)

El objetivo de la ingeniería de métodos incluye diseñar, crear y seleccionar los mejores métodos, procesos, herramientas, equipos y habilidades de manufactura para poder fabricar un producto basado en planos y especificaciones de desarrollados en la selección de ingeniería del producto.

Las ventajas del estudio de métodos son:

- Mejora los procesos y los procedimientos.
- Mejora la disposición de la fábrica, taller y lugar de trabajo, así como los modelos de las máquinas e instalaciones.
- Economiza el esfuerzo humano y reduce la fatiga innecesaria.
- Mejora la utilización de materiales, máquinas y mano de obra.

### **2.3.2 Medición del Trabajo**

Es una técnica u herramienta de medición del trabajo utilizada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas y para analizar los datos afín de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea, según una norma de ejecución preestablecida.

Según Kanawaty (1996), “es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea según una norma de rendimiento preestablecida” (p.35).

Por lo cual para ello se requiere seguir rigurosamente ciertos pasos fundamentales, los cuales son:

1. Seleccionar el trabajo por estudiar.
2. Registrar todos los datos relevantes acerca de la tarea o proceso.
3. Analizar los registros críticamente.
4. Idear nuevos métodos.
5. Implantar.

Las ventajas de la medición del trabajo son:

- Establecer el tiempo tipo para cada actividad, además de estándares.
- Comparar el desempeño contra los estándares.
- Medir la productividad de una tarea.

De acuerdo con el análisis de todo esto es importante mencionar qué efectos tendría la empresa con la aplicación de una propuesta que pueda definir tamaños eficientes en los lotes de producción a la hora de hacer las programaciones semanales.

En primera instancia los efectos a corto plazo serían la implementación de una programación más sencilla y con menos cargas de trabajo y tiempo en cada una de las áreas involucradas, a mediano plazo se podría esperar la reducción en cantidad de tarimas incompletas o que se quedan en espera en la compañía y para largo plazo será disminuir los costos de la compañía enviando tarimas en su mayor capacidad posible y también disminuir los costos de mantener producto en espera en las bodegas de la empresa. Con todo esto se generará una rotación óptima y rápida del producto, la cual se vea reflejada en las tarimas a la hora de hacer los envíos a los centros de esterilización y distribución.

## **2.4 ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES**

La implementación de la metodología del Lean Manufacturing es muy importante en un proyecto, ya que ofrece la cantidad de herramientas necesarias para poder alcanzar los objetivos establecidos.

Es normal o frecuente que las empresas productivas busquen siempre la mejora continua en cada uno de sus procesos y en su organización en sí.

Apoyando lo anterior, Chicano (2016) afirma que:

En definitiva, el método de Kaizen se estudia en la dirección de empresas con el objetivo de conseguir incrementar los niveles de satisfacción, mejorar las tasas de retención del talento, incrementar la competitividad y optimizar la gestión de los problemas organizacionales a través del refuerzo de los equipos de trabajo, mediante la acumulación de resoluciones de pequeñas metas.

Dentro de los principales resultados o beneficios que se han obtenido en proyectos de implementación de Lean Manufacturing en las empresas se encuentran los siguientes:

1- Mejorar la productividad: Al desechar procesos improductivos, se consiguen grandes mejoras en el rendimiento de la empresa.

2- Se crea mayor satisfacción para el cliente: El Lean Manufacturing se enfoca en satisfacer las necesidades precisas del cliente, procurando que la entrega del producto se realice en el momento y lugar requerido por este.

3- Reducción de costos: Al mismo tiempo que se optimizan los procesos de producción, se reducen costos innecesarios que antes solían estar destinados a actividades que no proveían beneficios a la empresa.

4- Reducción de inventarios: Bajo este modelo de gestión se busca minimizar los 'despilfarros', reduciendo así la sobreproducción y permitiendo ahorros en la administración de inventarios.

## **CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

La definición del problema se realizó mediante el análisis de gráficos, tablas informativas y diagramas de flujo entre otros, esto para poder tener un panorama claro y así conocer las oportunidades de mejora en el proceso productivo y de logística. Se utilizaron herramientas como diagramas de Pareto e Ishikawa para delimitar y tener claro el estado actual del problema trabajado con respecto a sus distintas causas y consecuencias que lo generan, y que por ende afecta el proceso y los intereses de la empresa. Todo esto es detallado en el siguiente capítulo, junto con toda la información necesaria recolectada.

## **3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DE PROYECTO**

La metodología para realizar esta sección se llevó a cabo mediante la investigación de los datos que existen en la empresa y la tabulación de los mismos. Posteriormente se efectuó el estudio a profundidad de los diferentes procesos productivos y de logística por los cuales el producto transcurre hasta su entrega final a los puntos de esterilización y distribución.

Para obtener toda esta información se realizaron visitas al área de trabajo, en la que se efectuaron entrevistas a todo el personal involucrado y observaciones de los diferentes procesos para poder mapear estos mismos utilizando herramientas como diagramas de flujo, cursogramas analíticos, diagramas de recorrido, etc. Así se determina sus diferentes elementos, que agregan y no agregan valor al bien. Entre los colaboradores que participaron en la consulta de este estudio se pueden mencionar los siguientes:

- Gerente de planeación.
- Ingeniero de los Procesos de Fixation.
- Supervisores.
- Jefaturas de Operaciones.
- Técnicos.

- Operadores de equipo y manufactura.

Es importante la inclusión de todos los anteriores como sujetos de consulta, ya que son personas que normalmente conviven con los procesos de los productos de la familia Fixation, además de los procesos de empaque, almacenaje y envío a los puntos de esterilización y distribución.

También se utilizó para el desarrollo de esta investigación el cronómetro y las hojas de trabajo, ya que estas facilitan de igual forma el proceso de recolección de los datos. Es por esto que todos los procesos, actividades y tareas pertinentes fueran observados, medidos y analizados detenidamente, para así conocerlos a fondo e identificar claramente la incapacidad que presentan estos cuando son afectados por distintas mudas.

### **3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO**

El desarrollo de la propuesta de mejora se efectuó con base en el resultado del análisis del diagnóstico realizado y la causa raíz del problema trabajado, con el principal objetivo de disminuir costos de los procesos de logística con la idónea programación de tamaños eficientes de producción.

De acuerdo con todo lo analizado y estudiado, se propone un nuevo método para la programación de los tamaños de los lotes a trabajar. En este método se toma en cuenta la capacidad productiva de cada área involucrada directamente en el proceso, para que al final del mismo pueda ofrecer el mejor rendimiento o aprovechamiento en las tarimas que serán enviadas a esterilización y a los diferentes centros de distribución. También con esto se pretende eliminar o tener la menor cantidad de inventarios en proceso.

Con la implementación de este nuevo método se consigue un balance idóneo entre cada área productiva ya que busca la mayor productividad de cada una sin sobrecargar los procesos posteriores, con esto se evita generar tiempos de espera altos y el desorden del flujo productivo.

### 3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

En Smith & Nephew se trabaja en un ambiente regulado y controlado completamente ante cualquier acción o actividad que se realice, esto para que se cumplan todas las normas y lineamientos a los que esta compañía de dispositivos médicos está sujeta. Debido a esto, cualquier cambio o modificación en algún método de trabajo o proceso en general debe ser previamente revisado y debidamente aprobado por los responsables de las distintas áreas involucradas.

De acuerdo con lo anteriormente mencionado, se realizaron las siguientes acciones:

- Se realizó una reunión con todos los supervisores de cada área.
- En dicha reunión se les expuso el proyecto en sí.
- Se analizó toda la información necesaria.
- Se presentó la propuesta de mejora así como sus costos estimados para evidenciar su viabilidad.
- Después de compartir distintas opiniones se llegó a un acuerdo.
- Se define realizar las pruebas piloto y de acuerdo con los resultados poner el proyecto en marcha.

Para la realización de las pruebas piloto se hace una reunión con todo el personal involucrado o al menos con la mayor cantidad posible, para que estén enterados de los cambios que van a venir debido al proyecto. Se les solicita la colaboración para el registro de la nueva información, ya que de acuerdo con ella se van a tomar decisiones futuras.

### **3.5 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS**

Para realizar el seguimiento de los resultados del proyecto primeramente se implementaron hojas de registro de información adjunta a toda la documentación de los lotes, esta documentación se conoce como DHR (registro de historial del dispositivo). Aquí es donde se solicita la colaboración de todo el personal involucrado responsable de ir llenando durante el proceso toda esta información, para tener el registro detallado de cómo se comportó el lote durante el flujo productivo, conocer sus tiempos y sus capacidades y rendimiento en general con el nuevo tamaño de lote.

Se utilizó también el sistema informático SAP que es un software que sirve básicamente para brindar información. Se implementa para la recolección de datos que se le carguen, y además el procesamiento y muestra de los mismos de una manera fácil y rápida. Se utilizó como un medio de consulta para saber información con exactitud y poder hacer comparaciones con registros anteriores.

Es importante mencionar que gran parte de la responsabilidad está en los planificadores de producción, ya que de ellos depende que se programen en el sistema los nuevos lotes propuestos de producción.

## **CAPÍTULO IV: LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS**

## 4.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente la empresa cuenta con una gran cantidad de productos que se dividen por grupo o familia según el tipo de tecnologías y procesos que sean utilizados para la fabricación de estos mismos. La elaboración de este proyecto se enfoca exactamente en los productos de la familia denominada FIXATION, por lo que para delimitar el proyecto sobre cuáles de estos se va a trabajar se realizó un diagrama de Pareto.

En el siguiente cuadro del diagrama de Pareto se ven reflejados todos los productos con su respectivo PN (Número de Parte). El cuadro se realizó tomando en cuenta el pronóstico de la demanda de septiembre del 2018 hasta diciembre del 2019, este mismo dio como resultado lo siguiente:

Cuadro de Diagrama de Pareto de productos:

| PN Producto  | Demanda Set<br>17 a Dic 18 | % Relativo    | % Acumulado |
|--------------|----------------------------|---------------|-------------|
| 48401        | 73.700                     | 15,60         | 15,60       |
| 66970        | 48.200                     | 10,20         | 25,80       |
| 65203        | 44.500                     | 9,42          | 35,22       |
| 25110        | 31.500                     | 6,67          | 41,88       |
| 30646        | 29.500                     | 6,24          | 48,12       |
| 48221        | 27.300                     | 5,78          | 53,90       |
| 56086        | 24.600                     | 5,21          | 59,11       |
| 15324        | 22.000                     | 4,66          | 63,76       |
| 57407        | 20.850                     | 4,41          | 68,17       |
| 34770        | 20.750                     | 4,39          | 72,56       |
| 14952        | 14.500                     | 3,07          | 75,63       |
| 27631        | 14.400                     | 3,05          | 78,68       |
| 85936        | 13.250                     | 2,80          | 81,48       |
| 46855        | 12.400                     | 2,62          | 84,11       |
| 83034        | 12.400                     | 2,62          | 86,73       |
| 48400        | 9.750                      | 2,06          | 88,79       |
| 48214        | 8.176                      | 1,73          | 90,52       |
| 64953        | 8.008                      | 1,69          | 92,22       |
| 16982        | 5.100                      | 1,08          | 93,30       |
| 17331        | 4.000                      | 0,85          | 94,14       |
| 17357        | 3.050                      | 0,65          | 94,79       |
| 17358        | 2.800                      | 0,59          | 95,38       |
| 30647        | 2.750                      | 0,58          | 95,96       |
| 83038        | 2.250                      | 0,48          | 96,44       |
| 17351        | 1.800                      | 0,38          | 96,82       |
| 17645        | 1.750                      | 0,37          | 97,19       |
| 242201       | 1.700                      | 0,36          | 97,55       |
| 85937        | 1.600                      | 0,34          | 97,89       |
| 49711        | 1.600                      | 0,34          | 98,23       |
| 36873        | 1.450                      | 0,31          | 98,53       |
| 18273        | 1.200                      | 0,25          | 98,79       |
| 220000       | 1.000                      | 0,21          | 99,00       |
| 242401       | 950                        | 0,20          | 99,20       |
| 34731        | 600                        | 0,13          | 99,33       |
| 33510        | 600                        | 0,13          | 99,45       |
| 34496        | 500                        | 0,11          | 99,56       |
| 242101       | 500                        | 0,11          | 99,67       |
| 48040        | 400                        | 0,08          | 99,75       |
| 14102        | 300                        | 0,06          | 99,81       |
| 14977        | 200                        | 0,04          | 99,86       |
| 33509        | 200                        | 0,04          | 99,90       |
| 14976        | 150                        | 0,03          | 99,93       |
| 23071        | 150                        | 0,03          | 99,96       |
| 33840        | 100                        | 0,02          | 99,98       |
| 33512        | 100                        | 0,02          | 100,00      |
| <b>Total</b> | <b>472.584</b>             | <b>100,00</b> |             |

Figura No 6 Cuadro de Diagrama de Pareto de productos.

Fuente: Elaboración propia.

Seguidamente se observa el diagrama de Pareto de productos:

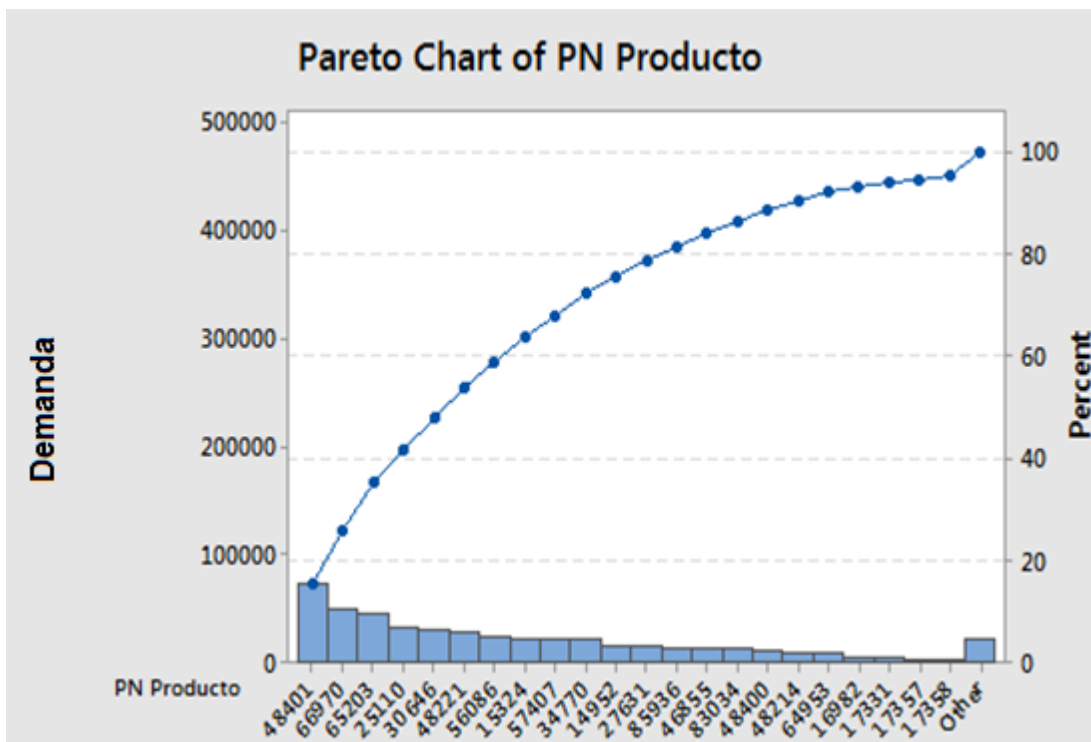


Figura No 7: Diagrama de Pareto de productos.

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la primera tabla, los primeros 13 productos son los que representan el 80% de impacto de mejora, ya que son los de mayor demanda y por ende los que se trabajan más constantes en el flujo productivo. Entonces debido a este resultado son los productos en los que se trabajó para este proyecto.

Tabla 2: Lista de productos a trabajar.

| <b>PN's a trabajar</b> | <b>Descripción</b>                     |
|------------------------|--|
| 48401                  | 1.8MM Soft Suture Anchor               |
| 66970                  | MULTIFIX S - ULTRA,5.5MM               |
| 48221                  | Q Fix 2.8 Disposable Kit Shoulder      |
| 65203                  | Ultrabutton                            |
| 25110                  | SMARTSTITCH PP CONNECTOR               |
| 30646                  | SPEEDSCREW IMPLANT                     |
| 56086                  | CRESCENT XL, ACCU-PASS DIRECT          |
| 15324                  | MAGNUM 2 KNOTLESS IMPLANT OM-1502      |
| 57407                  | First Pass Disposable                  |
| 34770                  | SPEEDLOCK HIP KNOTLESS FIXATION DEVICE |
| 14952                  | OM-8850 SPEEDSTITCH NEEDLE             |
| 27631                  | NEEDLE AND SUTURE CAPTURE              |
| 85936                  | Disposable Kit, XL 1.8mm Q-Fix Mini    |

Fuente: Elaboración propia.

Se obtiene una lista de 13 productos, como se observa en el cuadro anterior, donde están clasificados por el número de parte (PN) y el nombre de cada uno específico de cada uno de ellos.

#### 4.1.1 Evaluación de la situación actual

Para evaluar la situación actual se realizó una entrevista (ver anexo 1) con la gerente del departamento de planeación, además con cada supervisor y líder de cada área, también se efectuó la observación directa de los procesos. De acuerdo con los resultados obtenidos y el análisis de los mismos, se creó un diagrama de Pareto en el cual se definieron una serie de factores., El encargado del proyecto José Pablo Gómez y la ingeniera industrial del área de planeación, Valeria Arrieta, les asignaron un valor según su peso o importancia, donde diez representa mayor impacto y el uno un menor impacto; esto para definir la prioridad con que se debe abordar cada uno de ellos para la resolución del problema principal. Tal información se detalla a continuación:

Tabla 3: Diagrama de Pareto de factores.

| <b>Factores</b>  | <b>Peso</b> | <b>%Relativo</b> | <b>%Acumulado</b> |
|--|-------------|------------------|-------------------|
| No se sabe cuáles son los tamaños de lotes ideales     | 10          | 18,87            | 18,87             |
| Prácticas inadecuadas de programación                  | 9           | 16,98            | 35,85             |
| Inventario dura más tiempo del requerido en el proceso | 9           | 16,98            | 52,83             |
| Elevado costo de mantener inventarios                  | 8           | 15,09            | 67,92             |
| Aumento en los costos de esterilización                | 7           | 13,21            | 81,13             |
| Materia prima propensa a dañarse                       | 4           | 7,55             | 88,68             |
| Sobre cargas de trabajo                                | 3           | 5,66             | 94,34             |
| Riesgos de generar un NCR (no conformidad)             | 2           | 3,77             | 98,11             |
| Pago de horas extra                                    | 1           | 1,89             | 100,00            |

Fuente: Elaboración propia.

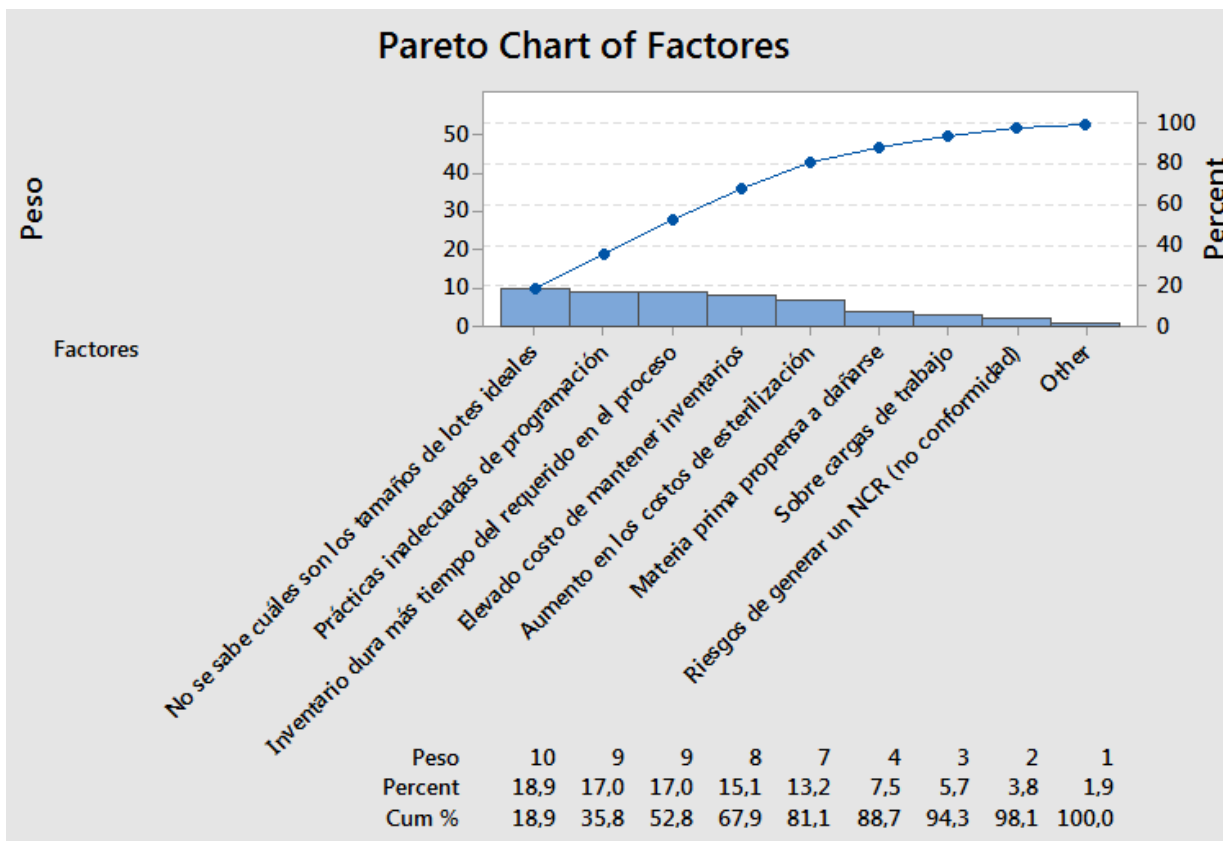


Figura No 8: Diagrama de Pareto de factores.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados del diagrama de Pareto, se puede observar que la principal causa es que no se sabe cuáles son los tamaños de lotes ideales, lo que provoca prácticas inadecuadas de programación. Debido a esto el inventario dura más del tiempo requerido en el proceso, esto va a afectar los costos de mantener inventario y también va a impactar los costos de esterilización ya que las tarimas se envían incompletas. Se debe de revisar y analizar los tamaños de lotes actuales para establecer nuevos de estos mismos que sean adecuados y ayuden a mitigar estas causas.

#### 4.1.1.1 Análisis de Ishikawa

Seguidamente para continuar con la evaluación de la situación actual se realizó un diagrama de Ishikawa en el cual se muestran las causas que están provocando y afectando el problema. Se detalla a continuación:

##### Método:

- No se sabe cuáles son los tamaños de lotes ideales: Con los lotes actuales se está teniendo problemas y retrasos a lo largo del proceso, por lo que no se sabe cuáles son los tamaños ideales.

- Prácticas inadecuadas de programación: Sucede que en ocasiones el personal del área de planeación cambia el tamaño de los lotes a conveniencia de algún área del proceso por solicitud del supervisor o líder de dicha área, y esto se hace sin tomar en cuenta las otras áreas del proceso. De un promedio de 10 lotes a la semana, 2 se cambian.

- Inventario dura más tiempo del requerido en el proceso: El producto dura en el proceso más del tiempo requerido por la empresa, que son quince días. Entre más

tiempo se tenga un inventario en el flujo productivo genera más volumen de trabajo y también resulta más costoso.

#### Materiales:

- Materia prima propensa a dañarse: Esto puede ocurrir por correr para sacar un lote más rápido o por estar más tiempo en el proceso.

#### Finanzas:

- Elevado costo de mantener inventarios: Porque el producto queda más tiempo en espera, el costo total mensual de mantenerlo es del 1,5% del costo total por unidad. Se detalla más adelante.

- Aumento en los costos de esterilización: Ya que se envían tarimas incompletas y el costo de esterilización es el mismo, independientemente si la tarima va completa o incompleta. Se detalla más adelante.

Personal:

- Pago de horas extra: Se recurre a esta medida para poder terminar lotes a tiempo.

- Riesgo de generar un NCR (no conformidad): Porque puede haber un faltante de documentación o error en algún proceso, y esto significa que el lote se tiene que quedar retenido hasta que el NCR sea liberado o retrabajado.

- Sobrecargas de trabajo: Ya sea porque se tiene que hacer un retrabajo o porque se tenga que trabajar a un mayor ritmo.

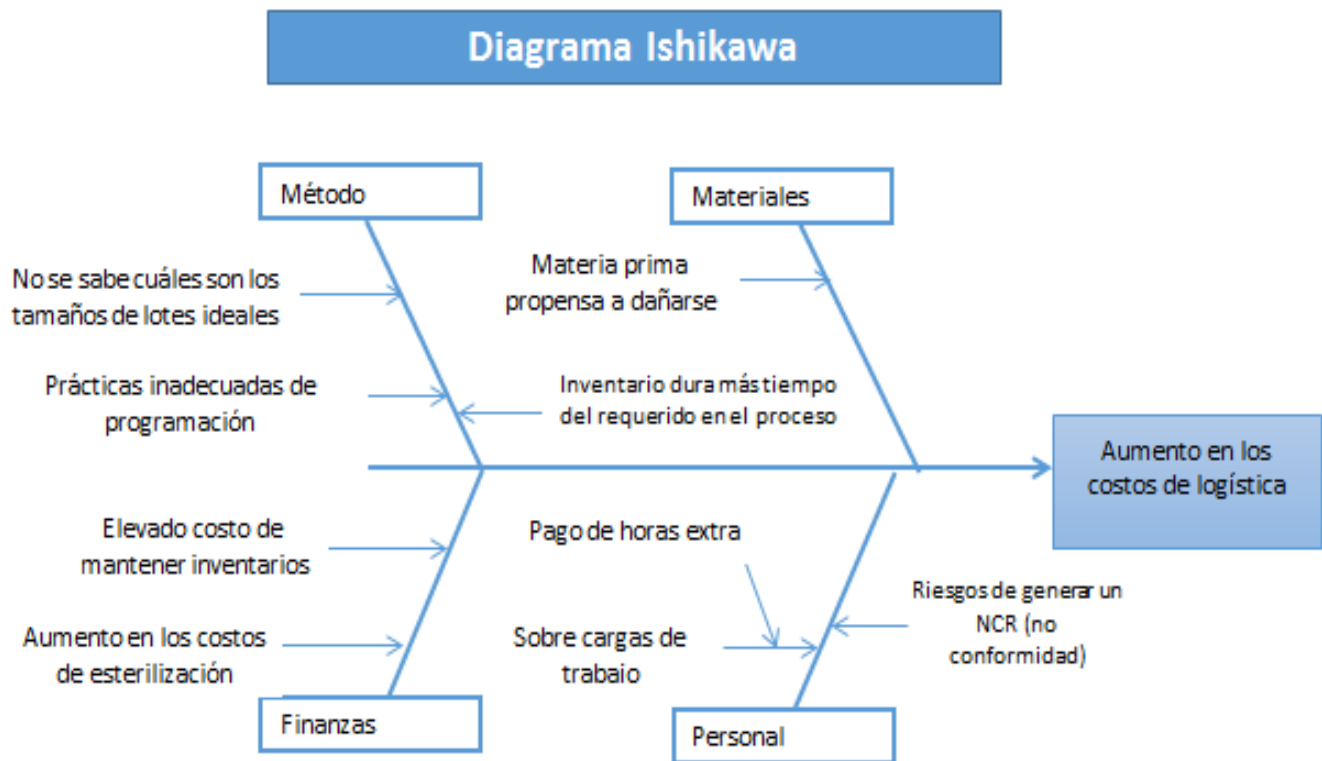


Figura No 9: Diagrama Ishikawa.

Fuente: Elaboración grupo de expertos entrevistados.

Como se observa, se estudió y analizó los distintos factores para determinar las diversas causas que están generando el problema de aumento en los costos de logística, por lo que en este capítulo se mostrará el resultado de dicho análisis.

En el diagrama de Ishikawa original se puede ver que, de acuerdo a lo mencionado en la página 87 sobre los resultados del Pareto, la principal causa es que no se sabe cuáles son los tamaños de lotes ideales, lo que provoca prácticas inadecuadas de programación. Debido a esto, el inventario dura más del tiempo

requerido en el proceso, esto afecta los costos de mantener inventario y también va a impactar los costos de esterilización, ya que las tarimas se envían incompletas. Es por esto que se debe de revisar y analizar los tamaños de lotes actuales para establecer nuevos tamaños que sean adecuados y ayuden a mitigar estas causas.

## 4.2 MAPEO DE LAS OPERACIONES

Para el estudio y análisis del problema es necesario conocer detalladamente el proceso completo por el que transcurre el producto hasta llegar a su fin. Para entenderlo mejor y claramente se investigó el diagrama de flujo que posee la empresa:

### 4.2.1 Diagrama de Flujo

Se presenta el diagrama de flujo del proceso productivo, el cual se explica detalladamente a continuación.

- Se inicia en el área de planeación (Planning), aquí se encargan de programar la producción semanal para cada línea de trabajo.
- Seguidamente en almacén se inicia la documentación del DHR, que es básicamente un folder con una serie de hojas que contienen la información pertinente a la orden o lote a trabajar. Dichas hojas a lo largo de todo el proceso se van a ir completando con más información requerida en cada una de las áreas.

- En almacén se alistan los componentes y materiales de las órdenes de acuerdo con el tamaño del lote requerido.
- Luego se envía al área de laser. Ahí primeramente se realiza la documentación de limpieza de línea, que esto es básicamente la verificación de que todo esté bien antes de empezar a trabajar, por ejemplo que los operarios estén certificados en las funciones, las máquinas estén en su función correcta, todos los componentes sean del mismo lote, en fin, que todo esté correctamente. Es importante mencionar que el producto entra a laser solo si es requerido por el proceso del producto, ya que no todos entran porque no lo requieren.
- En seguida se procesa el lote en laser que básicamente su producción consiste en el lavado o preplatinado de un componente del producto.
- Después se realiza el cierre del DHR de la orden en laser.
- Se realiza la inspección de calidad tanto de producto como de documentación.
- Luego se envía al cuarto limpio, conocido también por sus siglas como CER, aquí primeramente se realiza la documentación de limpieza de línea del cuarto limpio.

- Seguidamente se realiza la producción en el cuarto limpio, aquí lo que se realiza es el ensamble de las piezas.
- Después se realiza el cierre del DHR de la orden en el cuarto limpio.
- Se realiza la inspección de calidad tanto de producto como de documentación.
- Posteriormente se envía al área de empaque, donde de igual forma se realiza la documentación de limpieza de línea de empaque.
- Luego se realiza el empaque del producto.
- Se realiza el cierre del DHR de la orden en el área de empaque.
- Después se hace la inspección de calidad del producto empacado y de la documentación.
- Luego el área de Release se encarga de la elaboración de las listas de exportación.
- Y por último, Shipping se encarga de la facturación, la carga y el envío.

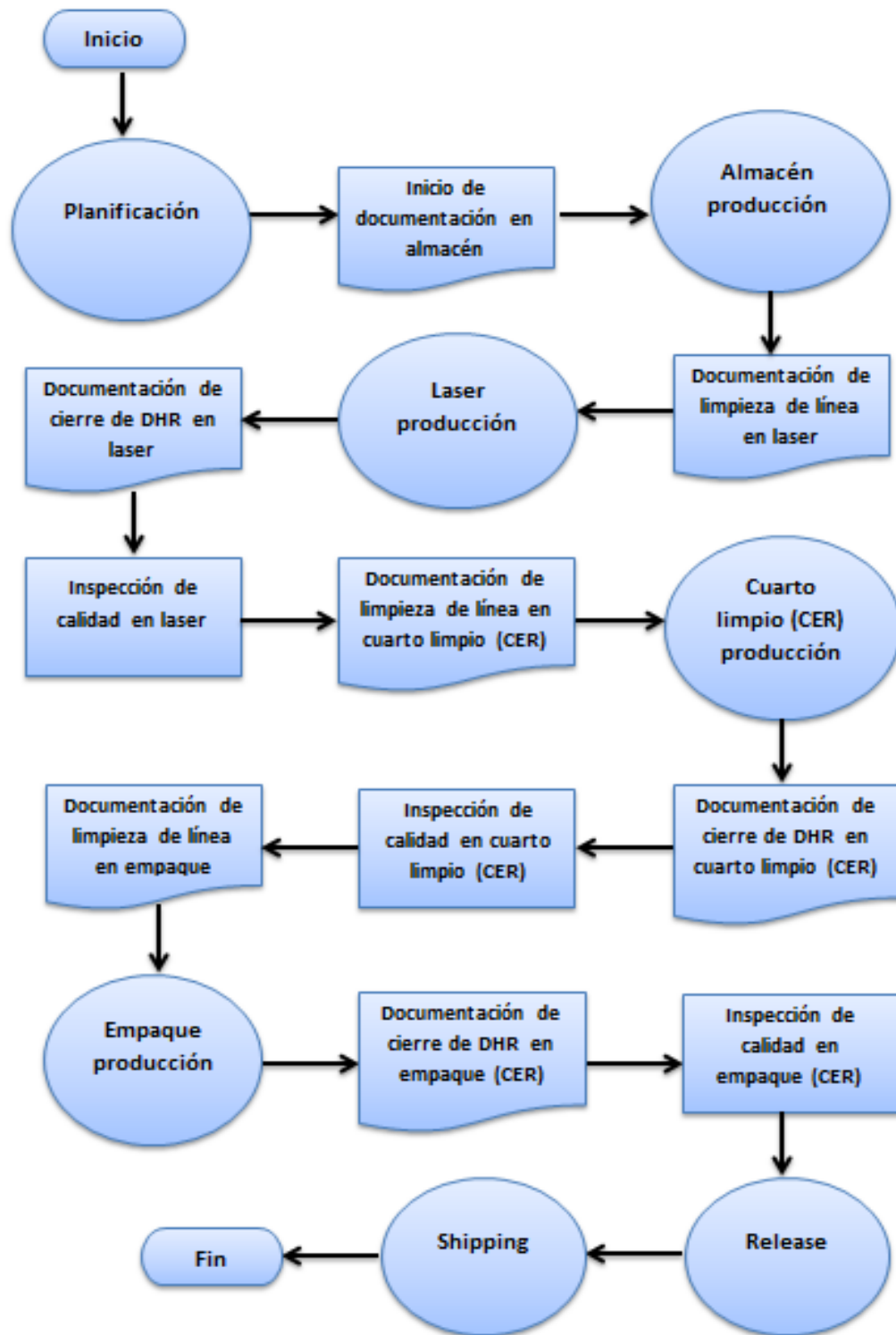


Figura No 10: Diagrama de Flujo.

Fuente: Elaboración propia.

### 4.3 ANÁLISIS DEL DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

De acuerdo con la investigación realizada de los datos básicos y fijos de cada producto, a excepción del tamaño de lote actual, a continuación se presenta una tabla con la tabulación de esta información. Es importante tomar esto en cuenta porque se va a necesitar a lo largo de todo el proyecto.

Tabla 4: Datos básicos a tomar en cuenta de cada producto.

| P/N a Analizar | Costo de producción und (dólares) | Demanda (unds) de Sep 2018 a Dic 2019 | Código esterilización | Tipo de caja Shipper | Uds/Caja Shipper | QTY de cajas/Tarima | Tamaño de lote actual |
|----------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|----------------------|------------------|---------------------|-----------------------|
| 48401          | 61,13                             | 73.700                                | ETO / Cycle 262       | 13611                | 20               | 16                  | 500                   |
| 66970          | 70,50                             | 48.200                                | Gamma / G-04          | 25090                | 36               | 32                  | 600                   |
| 48221          | 44,80                             | 24.600                                | Gamma / G-04          | 25090                | 36               | 32                  | 600                   |
| 65203          | 34,27                             | 31.500                                | ETO / Cycle 262       | 13616                | 87               | 32                  | 200                   |
| 25110          | 90,92                             | 29.500                                | ETO / Cycle 2         | 13616                | 50               | 32                  | 250                   |
| 30646          | 84,09                             | 27.300                                | Gamma / G-03          | 13611                | 24               | 32                  | 300                   |
| 56086          | 58,96                             | 22.000                                | ETO / Cycle 2         | 13616                | 40               | 32                  | 500                   |
| 15324          | 62,50                             | 20.850                                | ETO / Cycle 2         | 13611                | 21               | 16                  | 500                   |
| 57407          | 62,37                             | 20.750                                | ETO / Cycle 2         | 13611                | 25               | 16                  | 250                   |
| 34770          | 91,18                             | 13.250                                | ETO / Cycle 2         | 13611                | 20               | 16                  | 250                   |
| 14952          | 17,82                             | 9.750                                 | ETO / Cycle 2         | 13616                | 80               | 32                  | 150                   |
| 27631          | 193,52                            | 8.176                                 | EB - 019              | 25090                | 28               | 32                  | 112                   |
| 85936          | 35,99                             | 1600                                  | Gamma / G-04          | 25090                | 36               | 32                  | 200                   |

Fuente: Elaboración propia.

En la primera columna se presentan los números de parte de los trece productos en los que se trabaja, después siguen los costos en dólares de producir cada producto, posteriormente se muestra la demanda en unidades en el periodo de septiembre del 2017 a diciembre del 2018. En la columna de código de esterilización se investigó el código que tiene cada producto para ser esterilizado, ya que no se pueden mezclar cajas que tengan uno diferente. Solo se puede mezclar en una tarima las que tengan el mismo código de esterilización, cada color representa un código para mayor facilidad de visualización.

Después se muestra el tipo de caja shipper, que es básicamente el tamaño de la caja de cartón, por lo que se muestra el número de parte de cada caja. Posteriormente está la columna de unidades que caben en la caja shipper de acuerdo con el tipo de producto, después se presenta la cantidad de cajas que caben por tarima, esto es de acuerdo con el tamaño de la caja shipper.

Por último se muestran los tamaños de lotes actuales por producto, estas cantidades mostradas en esta sección son las que el planeador está programando cada semana a las diferentes áreas de trabajo y las que están provocando los inconvenientes en el proceso. En la tabla se resaltan con color ya que es el dato más importante y el que va a variar cuando se hagan las pruebas con otros tamaños de lote, además con los resultados de este mismo se pueden hacer las

comparaciones para ver si el nuevo lote es beneficioso o perjudicial en comparación con el anterior.

#### **4.3.1 Análisis del proceso productivo**

Para conocer a detalle todos los factores a tomar en cuenta relacionados con el proceso productivo, se realizaron entrevistas en cada una de las distintas áreas para conocer sus opiniones respecto al tamaño de los lotes con los que se ha estado trabajando. Se enlistaron los puntos más importantes mencionados, que se muestran a continuación:

##### Almacén:

- Según los supervisores y líderes de almacén, se prefiere que los lotes sean en tamaños de 500 o 1000.
- Entre más alta sea la orden, ya sea de 1000 o 1500 unidades, se agilizaría el proceso, ya que el lote se sacaría con solo una limpieza (esta consiste en la verificación de componentes con el mismo número de orden, revisión de que cada operario esté actualizado en la operación a ejecutar, que la estación de

trabajo esté lista para laborar y que control de calidad dé el visto bueno para empezar a trabajar la orden).

- En las órdenes como Multifix se preferiría que fueran de 500 unidades, ya que actualmente el tamaño del lote es de 600 unidades. Debido a esto el kitteo (que es la preparación de los materiales a usar en una orden, su respectivo conteo de unidades y separación en cantidades requeridas) es más lento y se tiene que contar por completo, por lo que requiere más tiempo.
- En las órdenes de Speedlook y First Pass también ocurre lo mismo que en el punto anterior, en especial el Speedlook ya que el “kitteo” es muy amplio y este producto cuenta con muchos componentes.
- El Disposable también es otro de los productos que genera retrasos debido a la misma razón.
- Estos tres productos, Disposable, Speedlook y First Pass, son los principales que preferirían que el tamaño de los lotes sea de 500 o al menos cantidades más grandes que las actuales.
- Además alistar las órdenes de estos 3 productos es hasta 4 veces más lento que los demás, por ejemplo un producto como el QFix se podría alistar de 2 a 3

minutos mientras que alguno de los 3 mencionados anteriormente ocuparían alrededor de 10 minutos.

- Otra razón por la cual se prefieren los lotes de 500 unidades es que si hay algún faltante, este se solicita por medio de un NTR (boleta de solicitud de componente). En los que no son de 500 unidades, si hay algún faltante es más difícil de justificar, por esta razón es que tienen que asegurarse de contar los lotes correctamente.

#### Laser (lavado/preplatinado):

- El producto Magnum 2 es el más lento para ellos debido a que se desfasa a bodega para otro proceso.
- En el Speedlook se considera que el tamaño del lote sea igual o no muy elevado a 250 unidades, ya que el proceso es muy lento, por ejemplo le hacen soldadura.
- El QFix no pasa por Laser pero los líderes de esta área consideran el tamaño de 500 unidades correcto, incluso podría ser más grande.

- El tamaño del Multifix se considera que no puede ser más alto debido al peso del producto, es más incómodo para trabajar. Si fuera menos, por ejemplo 300 unidades, en el cuarto limpio se trabaja muy rápido, por lo que se terminaría en poco tiempo, entonces en Laser tendrían que hacer más limpiezas de línea para más lotes.
- En el Disposable el tamaño de 600 unidades está bien, pero podría trabajarse un poco más.
- En fin para Laser principales productos que no se deberían modificar son Multifix, Magnum 2 y Speed Lock.
- Es importante tomar en cuenta los procesos que se llevan en esta área, ya que para algunos es más lento el proceso y se generará mucha recarga.

#### CER (Cuarto limpio):

- Para el QFix se están haciendo pruebas con lotes de 1000 unidades y han resultado exitosas.
- Los supervisores quieren que los lotes se corran en ciclo cuando no se logran terminar en el mismo turno, quiere decir que empiece turno 1 y termine turno 2,

pero comúnmente se tienen que sacar de proceso y empaclar debido a problemas como falta de personal, problemas con la operación, etc.

- Se considera que el tamaño de los lotes podría ser mayor, por ejemplo el Multifix podría ser de 800 unidades y el Magnum 2 de 600 unidades.
- Con las pruebas respectivas se podría trabajar con lotes más grandes y correrlos en ciclos, que es lo que se quiere.
- Uno de los productos que para esta área es de los más complicados es el Conector.

#### PKG (Empaque):

- El QFix resulta un poco complicado para empaclar, sin embargo es manejable y no representa mayor retraso.
- Entre más grandes sean los tamaños de lotes es mejor para Empaque, ya que se puede empaclar más producto. En cambio, con tamaños de lotes más pequeños se generan más tiempos perdidos debido a que se tienen que realizar más limpiezas de línea, y esto afecta la productividad del área.

- También hay ocasiones en que no ha ingresado producción de la semana a empaque y entonces meten de la siguiente semana. Esto les genera un descontrol, el cual no es el más agradable para ellos.

Realse (listas de exportación):

- Producciones de aproximadamente 50000 unidades o más ya superan la capacidad máxima que tienen.
- Han tenido que hacer horas extra para cumplir con la producción, poner una tercera línea de empaque de 10 am a 6 pm.
- Pero en realidad va muy acorde a las capacidades que tienen las demás áreas anteriores.

Shipping (facturación, carga y envío):

- Aquí las paletas no se están completando, por lo que se tienen que hacer muchos retrabajos de esquineros (que es un empaque especial en las esquinas de las cajas en la tarima) y se están mandando las cajas incompletas.

- De acuerdo a la demanda va a depender la cantidad de producto que llegue aquí.
- Para este departamento el tamaño de los lotes debería aumentar, pero esto también depende de las otras áreas.
- Cuando se va a mandar producto en vía marítima pero el contenedor queda a la mitad no es rentable para la empresa, por lo que se tiene que mandar vía aérea, entre más completo y cargado va un contenedor marítimo menor es el costo.

#### **4.3.2 Resultados del método antiguo**

Continuando con la recolección de datos se consigue un historial de los productos en los que se trabaja, Se puede ver y analizar el comportamiento de estos mismos a lo largo del proceso productivo con los tamaños de lotes que se han venido trabajando anteriormente, por lo que se consigue una trazabilidad más detallada.

Antes que nada es importante mencionar que un lote normalmente no tiene que durar más de dos semanas en proceso, para tener el detalle de esta información se realiza con la implementación de una serie de hojas (ver anexo 2). Estas se agregan al inicio del folder de documentación que va a transcurrir por todo el

proceso, en las cuales se va a llenar la fecha y la hora tanto de ingreso como de salida del producto en cada área por la que transcurre. Esto se hace durante los meses de noviembre y diciembre del 2018, y como resultado se obtiene lo siguiente:

Tabla 5: Duración de órdenes por producto

| Duración de órdenes por producto |                                     |            |                      |             |                    |
|----------------------------------|-------------------------------------|------------|----------------------|-------------|--------------------|
| PN                               | Descripción                         | % 1 semana | % Menos de 2 semanas | % 2 semanas | % Más de 2 semanas |
| 48401                            | 1.8MM Soft Suture Anchor            | 0          | 20                   | 60          | 20                 |
| 66970                            | MULTIFIX S - ULTRA,5.5MM            | 0          | 0                    | 0           | 100                |
| 48221                            | Q Fix 2.8 Disposable Kit Shoulder   | 0          | 54                   | 46          | 0                  |
| 65203                            | Ultrabutton                         | 62         | 25                   | 13          | 0                  |
| 25110                            | SMARTSTITCH PP CONNECTOR            | 0          | 0                    | 0           | 100                |
| 30646                            | SPEEDSCREW IMPLANT                  | 0          | 11                   | 22          | 67                 |
| 56086                            | CRESCENT XL, ACCU-PASS DIRECT       | 17         | 0                    | 58          | 25                 |
| 15324                            | MAGNUM 2 KNOTLESS IMPLANT OM-1502   | 0          | 25                   | 75          | 0                  |
| 57407                            | First Pass Disposable SPEEDLOCK HIP | 43         | 57                   | 0           | 0                  |
| 34770                            | KNOTLESS FIXATION DEVICE            | 0          | 0                    | 65          | 35                 |
| 14952/<br>64622                  | OM-8850 SPEEDSTITCH NEEDLE          | 75         | 0                    | 25          | 0                  |
| 27631                            | NEEDLE AND SUTURE CAPTURE           | 0          | 0                    | 35          | 65                 |
| 85936                            | Disposable Kit, XL 1.8mm Q-Fix Mini | 5          | 5                    | 25          | 65                 |
| <b>Promedio</b>                  |                                     | 15,54      | 15,15                | 32,62       | 36,69              |

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se presenta el detalle del comportamiento de cada producto en el flujo productivo luego de la medición de los lotes antiguos:

PN: 48401 - 1.8MM Soft Suture Anchor:

- Tamaño de los lotes: 500 unidades.
- Se determina que el 60% de las órdenes duraron al menos dos semanas desde que se ingresaron hasta salir del proceso, un 20% tardaron menos de dos semanas y otro 20% más de dos semanas. Además se obtiene que donde se retrasa más tiempo la orden es cuando sale del proceso de empaque hasta llegar a shipping, se tarda hasta una semana o más.

PN: 66970 - MULTIFIX S ULTRA, 5.5MM:

- Tamaño de los lotes: 600 unidades.
- El 100% de los lotes procesados duraron 3 semanas en terminarse, y los principales atrasos se generaron cuando las órdenes al salir del proceso de laser se quedaron varadas entre una semana a semana y media mientras se ingresaban al proceso productivo del cuarto limpio (CER). También otras

al salir de proceso de almacén quedaron varadas entre semana y semana y media antes de ingresar al proceso de Laser.

- También se dieron atrasos en el tiempo de espera del lote cuando sale de la línea de producción y se empieza a hacer el cierre del DHR, ya que hubo casos que duraron hasta más de 3 días.

PN: 48221 - Q Fix 2.8 Disposable Kit Shoulder:

- Tamaño de los lotes: 600 unidades.
- En este caso los lotes tuvieron un comportamiento más similar, se mantuvieron con una duración de entre nueve días a dos semanas.
- Los principales atrasos o tiempos de espera se dieron entre almacén y el proceso productivo del cuarto limpio, donde se llegó a tardar hasta 5 días. También en el tiempo de empezar a hacer el cierre del DHR después de haber salido de empaque, donde se llegó a tardar hasta 5 días.

PN: 65203 – Ultrabutton:

- Tamaño de los lotes: 200 unidades.

- En este caso la mayoría de los lotes tuvieron un flujo más continuo, el 62% de ellos duraron 8 días en el proceso.
- Aun así donde se presentaron más atrasos fue en el tiempo de empezar a hacer el cierre del DHR después de haber salido del área de producción de empaque, donde se llegó a tardar hasta 2 días.

PN: 25110 - SMARTSTITCH PP CONNECTOR:

- Tamaño del lote: 250 unidades.
- El 40% de los lotes duraron cuatro semanas y media en proceso, sin embargo para el 60% restante su rango de duración fue de dos semanas y media a tres semanas.
- Se presentaron atrasos considerables en que el lote duró más de una semana después de haber salido del cierre del DHR de empaque e ingresar a los cierres de calidad de esta misma área, además dos semanas y media mientras se hacían los cierres de calidad de empaque.

- En algunos de los casos el lote estuvo hasta 7 días en el área de Laser, también duró alrededor de tres a cuatro días en la línea de producción del cuarto limpio (CER).

PN: 30646 - SPEEDSCREW IMPLANT:

- Tamaño del lote: 300 unidades.
- El 67% de las órdenes tardó tres semanas en el proceso.
- Después de laser el lote tardó hasta nueve días en ingresar a la línea de producción del cuarto limpio. También se presenciaron algunos casos en que después de haber salido del cuarto limpio tardó hasta seis días en ingresar a empaque.
- Además se presentaron atrasos de hasta 10 días mientras se hacían los cierres de calidad de empaque.

PN: 56086 - CRESCENT XL, ACCU-PASS DIRECT:

- Tamaño del lote: 500 unidades.

- El 25% de los lotes duró 2.5 semanas, mientras que el 75% 2 semanas o menos.
- Las mayores demoras se presentaron en las limpiezas de línea y cierres de DHR de cada área.

PN: 15324 - MAGNUM 2 KNOTLESS IMPLANT OM-1502:

- Tamaño del lote: 500 unidades.
- El 75% de los lotes duraron 2.5 semanas, mientras que el 25% duraron 2 semanas o menos.
- La mayoría de los atrasos se presentaron a la hora de hacer los cierres de calidad en el cuarto limpio y en el área de empaque.

PN: 57407 - First Pass Disposable:

- Tamaño del lote: 250 unidades.

- El 57% de los lotes duró dos semanas, pero todos estos eran de 250 unidades, mientras que el 43% duró una semana.
- Después de salir de laser, los lotes se quedaron en espera hasta ocho días para ingresar en la línea de producción del cuarto limpio.

PN: 34770 - SPEEDLOCK HIP KNOTLESS FIXATION DEVICE:

- Tamaño del lote: 250 unidades.
- El 65% de los lotes se tardaron dos semanas en ser procesados y el 35% duró más de dos semanas.
- Después de salir de almacén, los lotes se quedaron en espera hasta una semana para ingresar en la línea al área de Laser.

PN: 14952 - OM-8850 SPEEDSTITCH NEEDLE:

- Tamaño del lote: 300 unidades.

- El comportamiento de estas órdenes está entre una semana a dos semanas, el 100% duraron ese lapso de tiempo.
- En la línea del proceso productivo del cuarto limpio, el lote se tardó más de un día por espera de cierres de calidad y DHR.

PN: 27631 - NEEDLE AND SUTURE CAPTURE:

- Tamaño del lote: 112 unidades.
- El 65% de las órdenes se procesaron en 2 semanas y media
- Después de salir de laser, los lotes se quedaron en espera hasta casi semana y media para ingresar en la línea de producción del cuarto limpio.

PN: 85936 - Disposable Kit, XL 1.8mm Q-Fix Mini:

- Tamaño del lote: 200 unidades.
- El 65% de los lotes se procesaron en más de dos semanas.

- Se presentaron atrasos en los cierres de calidad y DHR de todas las áreas.

A continuación se muestra un gráfico pastel donde se ve reflejado el porcentaje promedio de duración de todas órdenes medidas de cada producto:

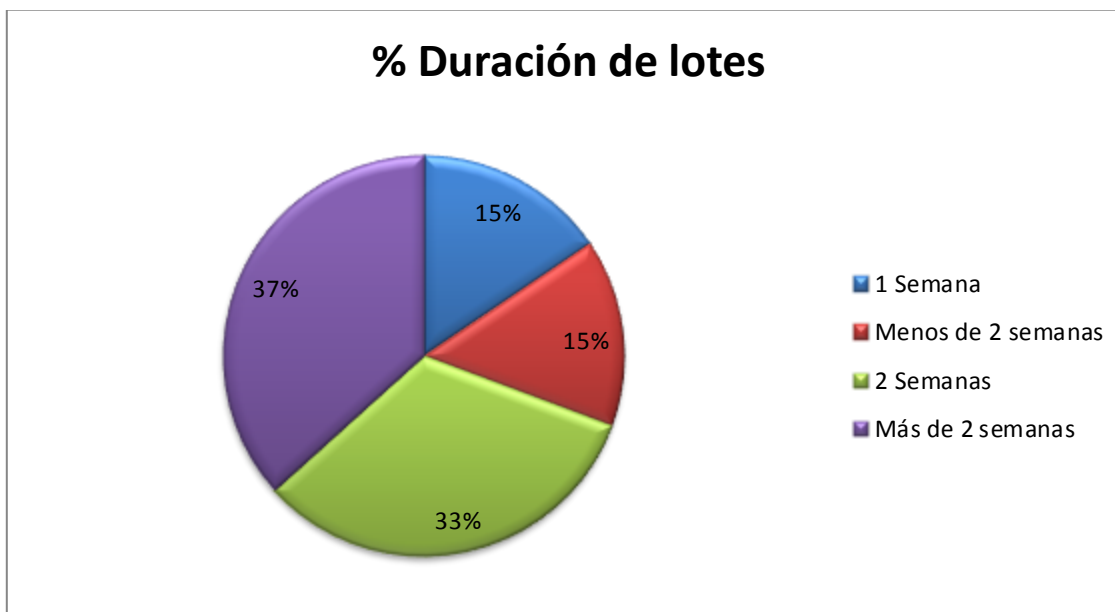


Figura No 11: Gráfico pastel de la duración de las órdenes.

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en el anterior gráfico, el 37% de los lotes trabajados tuvieron una duración de más de dos semanas en el proceso productivo, por lo que se sale del tiempo normal establecido que son 15 días. Esto significa que el producto se queda más tiempo en inventario para la empresa, lo cual no le es beneficioso.

### 4.3.3 Registros del problema encontrado

Continuando con la investigación se logra obtener un historial de las exportaciones en el año 2018, donde se ve reflejada la cantidad considerable de tarimas o pallets incompletas que fueron enviadas mes a mes.

Tabla 6: Exportaciones 2018.

| Envíos de Fixation del 2018 |               |                     |                       |
|-----------------------------|---------------|---------------------|-----------------------|
| Mes                         | Total Pallets | Pallets Incompletos | % Pallets Incompletos |
| Enero                       | 23            | 10                  | 43,48                 |
| Febrero                     | 65            | 38                  | 58,46                 |
| Marzo                       | 29            | 17                  | 58,62                 |
| Abril                       | 44            | 28                  | 63,64                 |
| Mayo                        | 51            | 29                  | 56,86                 |
| Junio                       | 42            | 20                  | 47,62                 |
| Julio                       | 42            | 23                  | 54,76                 |
| Agosto                      | 20            | 11                  | 55,00                 |
| Septiembre                  | 53            | 24                  | 45,28                 |
| Octubre                     | 67            | 29                  | 43,28                 |
| Noviembre                   | 59            | 34                  | 57,63                 |
| Diciembre                   | 47            | 22                  | 46,81                 |

Fuente: Elaboración propia.

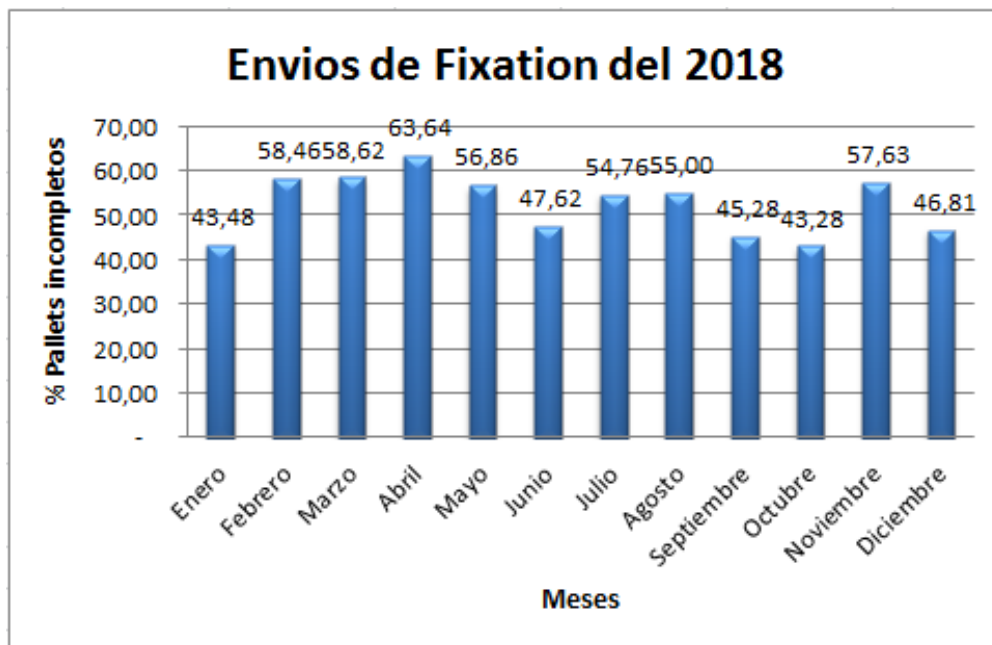


Figura No 12: Gráfico Exportaciones 2018.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro y gráfico anterior se presentan la cantidad de pallets (tarimas) que se exportaron en el 2018, está clasificado por mes, total de pallets exportados, la cantidad de pallets incompletos que se exportaron y el porcentaje de pallets incompletos. Esta última columna se resalta de color celeste ya que es la más importante, porque en ella se puede observar el gran porcentaje de tarimas que no se enviaron en su máxima. Además se presenta el promedio general de pallets incompletos en el año 2018 que es de 52,62%, esto demuestra que más de la mitad de las exportaciones se realizaron con tarimas incompletas, lo cual no es beneficioso para la empresa.

## 4.4 ANÁLISIS DE COSTOS

En la figura número 13 se puede observar el costo de exportación de cada producto desde la empresa hasta Miami, ya sea vía aérea o marítima, además también se muestra el costo de transporte terrestre de Miami a la esterilizadora. Estos costos varían según el peso total de las tarimas, ya que la exportación aérea y marítima se cobra por peso. También se muestran los costos de esterilización según el código que tenga cada producto, pero en este caso el costo siempre va ser el mismo independientemente de si la tarima va completa o incompleta, por lo que aquí está la importancia de tener el mayor rendimiento o aprovechamiento de la capacidad de las tarimas.

Se puede observar también el código de esterilización de cada producto, la cantidad de cajas por tarima, los pesos de las cajas tanto individuales como totales, el peso de las tarimas (paletas) y el peso total por envío, que básicamente es la sumatoria de todos los pesos anteriormente mencionados.

| P/N   | Codigo de esterilizacion | QTY cajas | Peso por caja (Kg) | Peso del total de cajas (Kg) | Peso de las paletas (Kg) | Peso total por envio (Kg) | Costo de esterilización, gamma & ETO | Costo de Export Aérea | Costo de Export Océano | Costo Terrestre Miami-Esterilizadora |
|-------|--------------------------|-----------|--------------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------------------|
| 48401 | ETO/CYCLE 262            | 16        | 8,65               | 138,4                        | 7,35                     | 145,75                    | \$ 1.456,62                          | \$ 435,25             | \$ 260,35              | \$ 125,00                            |
| 66970 | GAMMA/G-04               | 32        | 9,35               | 299,2                        | 11,85                    | 311,05                    | \$ 1.200,00                          | \$ 775,76             | \$ 260,35              | \$ 128,00                            |
| 48221 | GAMMA/G-04               | 32        | 8,45               | 270,4                        | 11,85                    | 282,25                    | \$ 1.200,00                          | \$ 716,44             | \$ 260,35              | \$ 125,00                            |
| 65203 | ETO/CYCLE 262            | 32        | 5,05               | 161,6                        | 7,35                     | 168,95                    | \$ 1.456,62                          | \$ 483,04             | \$ 260,35              | \$ 125,00                            |
| 25110 | ETO/CYCLE 2              | 32        | 5,95               | 190,4                        | 7,35                     | 197,75                    | \$ 1.456,62                          | \$ 485,02             | \$ 224,10              | \$ 125,00                            |
| 30646 | GAMMA/G-03               | 32        | 9,85               | 315,2                        | 11,85                    | 327,05                    | \$ 1.200,00                          | \$ 808,72             | \$ 260,35              | \$ 140,00                            |
| 56086 | ETO/CYCLE 2              | 32        | 6,50               | 208                          | 7,35                     | 215,35                    | \$ 1.456,62                          | \$ 516,17             | \$ 224,10              | \$ 125,00                            |
| 15324 | ETO/CYCLE 2              | 16        | 9,05               | 144,8                        | 7,35                     | 152,15                    | \$ 1.456,62                          | \$ 435,00             | \$ 224,10              | \$ 125,00                            |
| 57407 | ETO/CYCLE 2              | 16        | 11,70              | 187,2                        | 7,35                     | 194,55                    | \$ 1.456,62                          | \$ 479,35             | \$ 224,10              | \$ 125,00                            |
| 34770 | ETO/CYCLE 2              | 16        | 8,95               | 143,2                        | 7,35                     | 150,55                    | \$ 1.456,62                          | \$ 435,00             | \$ 224,10              | \$ 125,00                            |
| 14952 | ETO/CYCLE 2              | 32        | 6,00               | 192                          | 7,35                     | 199,35                    | \$ 1.456,62                          | \$ 487,85             | \$ 224,10              | \$ 125,00                            |
| 27631 | EB-019                   | 32        | 8,00               | 256                          | 11,85                    | 267,85                    | \$ 618,00                            | \$ 686,77             | \$ 224,10              | \$ 125,00                            |
| 85936 | GAMMA/G-04               | 32        | 8,50               | 272                          | 11,85                    | 283,85                    | \$ 1.200,00                          | \$ 719,73             | \$ 260,35              | \$ 125,00                            |

Figura No 13: Costos de exportación y esterilización.

Fuente: Elaboración propia.

Seguidamente de acuerdo con esta información, en la siguiente tabla se muestra los costos en relación con los envíos realizados y la cantidad de tarimas incompletas. Están clasificados por la totalidad de pallets enviados mes a mes, el número de pallets incompletos y los costos totales de estos mismos.

Tabla 7: Tabla de exceso de costos de esterilización

| Envíos de Fixation del 2018 |               |                     |  |   |
|-----------------------------|---------------|---------------------|--|---|
| Mes                         | Total Pallets | Pallets Incompletos | Costo de esterilización total de Pallets | Excesos de costos por pallets incompletos |
| Enero                       | 23            | 10                  | \$ 30.202,47                             | \$ 13.131,51                              |
| Febrero                     | 65            | 38                  | \$ 85.354,80                             | \$ 49.899,73                              |
| Marzo                       | 29            | 17                  | \$ 38.081,37                             | \$ 22.323,56                              |
| Abril                       | 44            | 28                  | \$ 57.778,63                             | \$ 36.768,22                              |
| Mayo                        | 51            | 29                  | \$ 66.970,69                             | \$ 38.081,37                              |
| Junio                       | 42            | 20                  | \$ 55.152,33                             | \$ 26.263,02                              |
| Julio                       | 42            | 23                  | \$ 55.152,33                             | \$ 30.202,47                              |
| Agosto                      | 20            | 11                  | \$ 26.263,02                             | \$ 14.444,66                              |
| Septiembre                  | 53            | 24                  | \$ 69.596,99                             | \$ 31.515,62                              |
| Octubre                     | 67            | 29                  | \$ 87.981,10                             | \$ 38.081,37                              |
| Noviembre                   | 59            | 34                  | \$ 77.475,90                             | \$ 44.647,13                              |
| Diciembre                   | 47            | 22                  | \$ 61.718,09                             | \$ 28.889,32                              |
| <b>Total</b>                |               |                     | \$ 711.727,72                            | \$ 374.247,97                             |

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa, el costo de esterilizar el total de pallets enviados fue de \$711.727,72 y de esta suma hubo un desperdicio de dinero por la cantidad de \$374.247,97, quiere decir que el 52,58% del costo total. Esto se dio por el número de tarimas que fueron enviadas incompletas, y al no ir a su mayor rendimiento o capacidad se crea esta pérdida de dinero; como se mencionó anteriormente, el costo de esterilización siempre va a ser el mismo independientemente de la capacidad a la que vaya la tarima.

Tabla 8: Costos de mantener inventario.

| Costo de mantener inventario nov y dic 2018 |                          |  |  |  |                         |
|---|--------------------------|--|--|--|-------------------------|
| Costo promedio por unidad \$                | Costo de mantener al mes | Costo total de mantener una unidad al mes \$ | Cantidad unds en inventario oct y nov 2018 | Cantidad unds en inventario por mas de 2 semanas | Costo total de mantener |
| 69,85                                       | 1,50%                    | 1,04775                                      | 41334                                      | 15293,58   | \$29.665,77             |

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la información brindada por el departamento de contabilidad se obtuvo el costo promedio por unidad y costo de mantener inventario al mes. Con base en los resultados del registro de información que se realizó durante los meses de noviembre y diciembre de los lotes con los tamaños en los que se ha trabajado (ver figura número 11), se obtuvo que el 37% de las órdenes duraron más de dos semanas, lo cual representa 15293,58 unidades de la demanda total de los dos meses. Estos exceden el tiempo requerido por la empresa, debido a esto, el costo de mantener el inventario fue de \$29.665,77.

## 4.5 RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO

De acuerdo con la información obtenida de la situación del comportamiento de los lotes en todo el proceso, se puede determinar lo siguiente:

Se logra cumplir los objetivos específicos de diagnóstico, ya que de acuerdo con todo el análisis del proceso se logra llegar a la causa raíz del problema y con ello se determina los tamaños ideales de lote para cada producto estudiado. El 37% de las órdenes duraron más de dos semanas para ser procesadas, quiere decir que más de lo normal o establecido por la empresa que son 15 días. Por lo tanto, el costo de mantener el inventario fue de \$29.665,77 en los meses de noviembre y diciembre del 2018.

Cuando se trabaja con lotes más pequeños se requiere repetir operaciones más constantemente debido a que se tiene que hacer documentación más seguida. Por ello se presenten atrasos en los cierres de DHR (cierre de toda la documentación que trae el lote desde el inicio) de las diferentes áreas, o en el tiempo que tienen que esperar las órdenes para que se empiece a hacer dichos cierres.

Se presentaron demoras de hasta una semana en pasar de Empaque hasta llegar a Shipping, por lo que esto provoca que las tarimas queden en espera para ver si se pueden completar o que del todo se tengan que mandar sin su mayor capacidad. Además se comprobó que el año pasado 2018 se exportó un total de 285 pallets incompletos, por lo que claramente aumentó los costos del proceso.

Realizar envíos con las tarimas incompletas le resulta más costoso a la empresa, porque se determina que aunque las exportaciones se cobran por peso total de las paletas, al llegar a la esterilización el precio siempre va ser el mismo independientemente de cómo venga la tarima. De acuerdo con esto el resultado de exceso de costos por tarimas incompletas fue por la cantidad de \$374.247,97, esto representa un gran desperdicio de dinero para la empresa.

De acuerdo con lo mencionado y analizado en los capítulos vistos, se comprueba la hipótesis del problema ya que se presentaron excesos de costos en el proceso por la suma de \$374.247,97. Esto debido a que, de toda la cantidad de tarimas enviadas a esterilizar en el año 2018, 285 fueron enviadas incompletas las cuales representan el 52,58% del total; y al no ir a su mayor rendimiento o capacidad se generó este desperdicio de dinero. Además también se comprueba la hipótesis porque el promedio de espera de los lotes por más de 2 semanas en la compañía fue del 37%, por lo que el costo de mantener el inventario equivale a \$29.665,77, lo cual corresponde a otro exceso gastos.

# **CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN**

## **5.1 DISEÑO DE PROPUESTAS DE SOLUCIÓN**

De acuerdo con los resultados del diagnóstico realizado en el cual se determinan las causas del problema presentado, se procede a implementar la solución a la problemática del proyecto. Cada una de las acciones acordadas y realizadas se detalla a continuación.

### **5.1.1 Propuesta de modelo Lote a Lote (L4L)**

Según Salazar (2016), esta técnica consiste en realizar pedidos o corridas de producción iguales a las necesidades netas de cada periodo, minimizando así los costos de mantenimiento del inventario. Este modelo es muy conveniente a utilizar en empresas que elaboran productos que tienen una demanda directa o también llamada demanda independiente, la cual significa que su demanda viene directamente de pedidos de venta, previsiones de ventas futuras, o para cumplir con stocks de seguridad.

Dentro de las características principales de este modelo se puede encontrar:

- Fija los pedidos planeados para igualar con exactitud los requerimientos netos.
- Producir exactamente lo necesario sin tener que trasladar inventario a periodos futuros.
- Minimizar al máximo los costos de mantenimiento.
- Deprecia los costos y las restricciones de capacidad de ordenar.

Se propone la utilización de este modelo de control de inventarios ya que es totalmente acorde con los sistemas productivos enfocados estratégicamente en el proceso, además de que reduce al máximo los costos de mantenimiento.

A continuación se muestra el ejemplo de cómo funciona este mismo, para este caso se presenta con el producto llamado 1.8MM Soft Suture Anchor, donde se tomó en cuenta la demanda de los meses de enero y febrero del 2019, los cuales se ven representados en 8 semanas. Se despliega la cantidad a producir por semana, el inventario final que con este modelo es cero, al igual que el costo de mantenimiento, y también se observa el costo de preparación y costo total acumulado, que es la suma de cada periodo.

| 1.8MM Soft Suture Anchor |                      |                           |                  |                        |                      |                       |
|--------------------------|----------------------|---------------------------|------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|
| Semana                   | Requerimientos netos | Cantidad de la producción | Inventario final | Costo de mantenimiento | Costo de preparación | Costo total acumulado |
| 1                        | 1500                 | 1500                      | 0                | \$0                    | \$300,00             | \$300,00              |
| 2                        | 1000                 | 1000                      | 0                | \$0                    | \$300,00             | \$600,00              |
| 3                        | 1000                 | 1000                      | 0                | \$0                    | \$300,00             | \$900,00              |
| 4                        | 1000                 | 1000                      | 0                | \$0                    | \$300,00             | \$1.200,00            |
| 5                        | 1500                 | 1500                      | 0                | \$0                    | \$300,00             | \$1.500,00            |
| 6                        | 1500                 | 1500                      | 0                | \$0                    | \$300,00             | \$1.800,00            |
| 7                        | 1000                 | 1000                      | 0                | \$0                    | \$300,00             | \$2.100,00            |
| 8                        | 1000                 | 1000                      | 0                | \$0                    | \$300,00             | <b>\$2.400,00</b>     |

Figura No 14: Modelo Lote a Lote.

Fuente: Elaboración propia.

### 5.1.2 Propuesta de crear una herramienta de programación de nuevos tamaños de lote

Una de las principales causas del problema encontrado es que se presentan prácticas inadecuadas a la hora de programar las órdenes, ya que en ocasiones el personal de planeación cambia el tamaño de los lotes a conveniencia o solicitud del líder o supervisor de algún área. Las malas prácticas mencionadas anteriormente se hacen sin tener muy en cuenta la capacidad de las otras partes del proceso involucradas, además de que no se cuenta con un pronóstico de cómo se comportaría el nuevo tamaño de lote, ni se posee un registro de datos sobre los beneficios o problemas presentados con los nuevos tamaños que hayan sido programados.

Es muy importante tener totalmente a mano la información anteriormente mencionada, ya que es de suma importancia a tener en cuenta a la hora en que se quiera programar tamaños de lotes diferentes a los propuestos ya sea por solicitud o capacidad de algún área. El uso de una herramienta que proporcione todo esto de forma fácil e inmediata es muy beneficioso y de gran apoyo.

A continuación se muestra y se explica detalladamente la herramienta:

| P/Ns a Analizar | Descripción                            | Uds/Caja Shipper | QTY de cajas/Tarima | Demanda febrero 2019 | Lot size act | Lot size propuesto | Lot Almacen | Lot Laser           | Lot CER             | Lot PKG | Lot Shipping | Cajas Shipper por lote actual | Cajas Shipper por lote propuesto | Número ordenes a programar (mes) | Registro de beneficios ó problemas presentados |
|-----------------|--|------------------|---------------------|----------------------|--------------|--------------------|-------------|---------------------|---------------------|---------|--------------|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--|
| 48401           | 1.8MM Soft Suture Anchor               | 20               | 16                  | 5000                 | 500          | 500                | 500         | No pasa por Laser   | 500                 | 500     | NA           | 25                            | 25                               | 10                               |  |
| 66970           | MULTIFIX S - ULTRA,5.5MM               | 36               | 32                  | 7000                 | 600          | 500                | 500         | 600 ó menos         | 800                 | 500     | NA           | 16,67                         | 14                               | 14                               |  |
| 48221           | Q Fix 2.8 Disposable Kit Shoulder      | 36               | 32                  | 3000                 | 600          | 1000               | 500         | No afecta           | 1000                | 500     | NA           | 16,67                         | 28                               | 3                                |  |
| 65203           | Ultrabutton                            | 87               | 32                  | 4500                 | 200          | 250                | 500         | No pasa por Laser   | Igual ó solo 50 más | 500     | NA           | 2,30                          | 3                                | 18                               |  |
| 25110           | SMARTSTITCH PP CONNECTOR               | 50               | 32                  | 1800                 | 250          | 300                | 500         | 300                 | 300                 | 500     | NA           | 5                             | 6                                | 6                                |  |
| 30646           | SPEEDSCREW IMPLANT                     | 24               | 32                  | 1200                 | 300          | 300                | 500         | 300                 | 500                 | 500     | NA           | 12,50                         | 12,50                            | 4                                |  |
| 56086           | CRESCENT XL, ACCU-PASS DIRECT          | 40               | 32                  | 3500                 | 500          | 1000               | 500         | No pasa por Laser   | 1000                | 500     | NA           | 12,50                         | 25                               | 3,5                              |  |
| 15324           | MAGNUM 2 KNOTLESS IMPLANT OM-1502      | 21               | 16                  | 1500                 | 500          | 500                | 500         | 500                 | 600                 | 500     | NA           | 24                            | 24                               | 3                                |  |
| 57407           | First Pass Disposable                  | 25               | 16                  | 3500                 | 250          | 350                | 500         | 250 ó solo 100 más  | 250 ó solo 100 más  | 500     | NA           | 10                            | 14                               | 10                               |  |
| 34770           | SPEEDLOCK HIP KNOTLESS FIXATION DEVICE | 20               | 16                  | 1500                 | 250          | 300                | 500         | Igual ó solo 50 más | 500                 | 500     | NA           | 12,50                         | 15                               | 5                                |  |
| 14952/<br>64622 | OM-8850 SPEEDSTITCH NEEDLE             | 80               | 32                  | 1800                 | 150          | 600                | 500         | No afecta           | 600                 | 500     | NA           | 1,88                          | 7,50                             | 3                                |  |
| 27631           | NEEDLE AND SUTURE CAPTURE              | 28               | 32                  | 784                  | 112          | 112                | 500         | 112                 | 112                 | 500     | NA           | 4                             | 4                                | 7                                |  |
| 85936           | Disposable Kit, XL 1.8mm Q-Fix Mini    | 36               | 32                  | 1500                 | 200          | 500                | 500         | No pasa por Laser   | 500                 | 500     | NA           | 5,56                          | 14                               | 3                                |  |

Figura No 15: Herramienta de programación nuevos tamaños de lote.

Fuente: Elaboración propia.

Se creó esta herramienta, la cual es una tabla elaborada en Excel por José Pablo Gómez, encargado del proyecto, y Valeria Arrieta del departamento de planeación, esto con el visto bueno por parte de la gerente del área. Dicha herramienta contiene la información importante que el planificador correspondiente tiene que tener en cuenta a la hora de cambiar el tamaño de lote de algún producto en específico. Además es importante mencionar que el mantenimiento y la actualización de datos de esta misma está a cargo de los 3 planificadores del área.

Primeramente se encuentra los PN (números de parte) de cada producto con su respectivo nombre, seguidamente se muestra el número de unidades que caben en una caja shipper (caja de cartón), luego la cantidad de cajas shipper necesarias para completar una tarima. Estos datos son fijos, no varían en ningún momento. Se continúa con la sección donde se coloca la demanda total por mes, y luego vienen las columnas del tamaño de lote actual y el propuesto que de acuerdo con su variación va a pronosticar los resultados del tamaño de lote ingresado.

Para tomar decisiones es de suma importancia tomar en cuenta la información que se estudió y analizó en cada área del proceso, la cual se muestra en las columnas de lote de almacén, laser, CER, PKG y Shipping. Los datos que se presentan aquí representan la cantidad máxima por lote de cada producto.

Para el caso de almacén y PKG es importante mencionar que de acuerdo con lo investigado en esas áreas se prefiere que los lotes sean de 500 o 1000 unidades. Sin embargo se es consciente de que va muy de la mano con la capacidad de los otros departamentos, además de que los procesos de estos mismos son más rápidos que los demás.

En las columnas de cajas shipper por lote actual y propuesto se muestra el pronóstico de la cantidad de cajas shipper que se van a obtener con la cantidad de lote ingresada. Lo importante a analizar con el resultado de esta fórmula es cuántas cajas shipper salen con el tamaño de lote ingresado, y con esto saber si todas salen completas o qué tan incompleta iría la restante.

Posteriormente se presenta la columna de número de órdenes a programar durante el mes, que es la que da como resultado el total de órdenes que se tienen que programar en relación con la demanda del mes.

Es importante mencionar que si el total de órdenes a programar no da un número cerrado por ejemplo 3.5 órdenes, con la utilización de esta herramienta se puede analizar la información que hay en ella misma para programar otro tamaño de lote para ese 0.5 restante. Así no se va a ver afectada la capacidad de cada área y además se cumple con la demanda del mes.

Por último se tiene la columna de registro de beneficios o problemas presentados, en ella se va a tener un historial de los efectos obtenidos del tamaño de lote con el que se está trabajando. Estos datos son los que van a indicar si la cantidad del lote es adecuada o no. En la figura número 8 se muestran los resultados de la implementación de los tamaños de lote propuestos con esta herramienta.

### **5.1.3 Instructivo de uso de la herramienta de programación**

Primeramente el archivo se va a tener como acceso directo en la computadora para mayor facilidad y agilización. Cuando se va a usar la herramienta en el momento que se abre aparece un cuadro donde se despliegan las siguientes opciones:

- Información general.
- Demanda por mes.
- Capacidad de cada área.
- Historial del tamaño de lote actualmente usado
- Probar nuevo tamaño de lote.

Al seleccionar alguna de las opciones cuando se abra se podrá elegir si ver toda la lista de productos o filtrar a solo el que necesite, cada uno de estos ítems a elegir va a mostrar información importante a considerar de cada producto de acuerdo con título de la casilla. Dichas opciones se ofrecen por separado para mayor facilidad de visualización y actualización de algún detalle en específico.

La opción en la que se va a ingresar para probar nuevo tamaño de lote es en la que se llama así mismo, al abrirse se muestra toda la información de la herramienta y aquí es donde va a permitir que se ingrese una cantidad diferente de lote a la que se está usando. Con ello se busca pronosticar el resultado que se puede obtener y compararlo con el tamaño de lote actual, ya que brinda la cantidad total de cajas shipper (caja de cartón), además de si alguna de ellas queda incompleta con su respectivo porcentaje. Este resultado se obtiene con la siguiente fórmula la cual ya está guardada en la herramienta, es solo de ingresar el dato:

$$\frac{\text{Lote actual o propuesto}}{\text{Unidades por caja shipper}} = \text{Cantidad cajas shipper por lote actual o propuesto}$$

También en esta misma opción de la herramienta se puede observar el número de órdenes a programar de acuerdo con la demanda del mes y al igual que lo

anteriormente mencionado, este resultado se obtiene con la siguiente fórmula, la cual ya está guardada en la herramienta:

$$\frac{\text{Demanda del mes}}{\text{Tamaño de lote propuesto}} = \text{Número de órdenes a programar}$$

Una vez analizado el nuevo tamaño de lote ingresado con las capacidades productivas de cada área y con el resultado del pronóstico, se procede a tomar la decisión de si se programa este mismo, se deja como anteriormente estaba o si se prueba con otro nuevo tamaño. Cada vez que se haga un cambio de tamaño de lote, apenas se empiecen a tener los primeros resultados, se tiene que ingresar a la opción de historial del tamaño de lote actualmente usado para actualizarla y poner en ella los todos los beneficios o problemas presentados a lo largo del proceso.

Para ver manual gráfico de uso de la herramienta dirijase al anexo 6.

#### **5.1.4 Propuesta de nuevos tamaños de lote**

De acuerdo con el estudio realizado a lo largo de todo el proceso que recorre el producto y con el análisis de la información y datos obtenidos de cada área, se evaluaron todos los puntos importantes a tener en cuenta para la definición de nuevos tamaños de lotes para programar semanalmente. Como resultado del análisis anteriormente mencionado se proponen e implementan los tamaños de lote siguientes:

Tabla 9: Nuevos tamaños de lote.

| PN          | Descripción                            | Lot size actual unds | Lot size propuesto unds | Justificación   |
|-------------|--|----------------------|-------------------------|---|
| 48401       | 1.8MM Soft Suture Anchor               | 500                  | 500                     | Cumple con la capacidad de cada área y dura el tiempo requerido.  |
| 66970       | MULTIFIX S - ULTRA,5.5MM               | 600                  | 500                     | Se baja a 500 porque estaba durando mas de 15 días y si cumple con la capacidad de cada área.   |
| 48221       | Q Fix 2.8 Disposable Kit Shoulder      | 600                  | 1000                    | Si hay capacidad para trabajarlo de 1000 en cada área y se ahorra tiempos de cierre de documentación.   |
| 65203       | Ultrabutton                            | 200                  | 250                     | Por capacidad del cuarto limpio se sube solo a 250 ya que es un producto con mucha recarga laboral.   |
| 25110       | SMARTSTITCH PP CONNECTOR               | 250                  | 300                     | Por capacidades de el cuarto limpio y laser se sube a 300, se ajusta al turno completo diario de trabajo por lo que se ahorran limpiezas de linea y cierres de documentación. |
| 30646       | SPEEDSCREW IMPLANT                     | 300                  | 300                     | Por capacidad de laser se deja igual ya que el producto tiene mucha recarga laboral, además dura el tiempo requerido por la empresa.  |
| 56086       | CRESCENT XL, ACCU-PASS DIRECT          | 500                  | 1000                    | Si hay capacidad para trabajarlo de 1000 en cada área y se ahorra tiempos de cierre de documentación.   |
| 15324       | MAGNUM 2 KNOTLESS IMPLANT OM-1502      | 500                  | 500                     | Por capacidad de laser se deja igual ya que es muy lento, además dura el tiempo requerido por la empresa.   |
| 57407       | First Pass Disposable                  | 250                  | 350                     | Por capacidades del cuarto limpio y laser se sube a 350, se ajusta al turno completo diario de trabajo por lo que se ahorran limpiezas de línea y cierres de documentación.   |
| 34770       | SPEEDLOCK HIP KNOTLESS FIXATION DEVICE | 250                  | 300                     | Por capacidad de laser se sube solo a 300 ya que es un producto con mucha recarga laboral, además se ahorran cierres de documentación   |
| 14952/64622 | OM-8850 SPEEDSTITCH NEEDLE             | 150                  | 600                     | Si hay capacidad para trabajarlo de 600 en cada área y se ahorra tiempos de cierre de documentación.  |
| 27631       | NEEDLE AND SUTURE CAPTURE              | 112                  | 112                     | Por sugerencia del departamento de planeación se deja igual ya que es un producto con componentes especiales los cuales vienen en paquetes de esa cantidad                    |
| 85936       | Disposable Kit, XL 1.8mm Q-Fix Mini    | 200                  | 500                     | Si hay capacidad para trabajarlo de 500 en cada área y se ahorra tiempos de cierre de documentación.  |

Fuente: Elaboración propia.

El nuevo tamaño de los lotes va acorde a la capacidad de cada área y con el visto bueno de los supervisores de cada una de ellas, ya que en una reunión se les presentó y explicó las propuestas, y también se evacuaron dudas. En la figura número 18 se muestran los resultados obtenidos de la implementación de las cantidades anteriormente mostradas, las cuales demuestran que los nuevos tamaños son adecuados.



## 5.2 CONTROL DE EFECTIVIDAD

Después de la presentación de las propuestas al personal de planeación y a los supervisores de cada área, se procede a implementarlas y a partir de ese momento se empieza a realizar el control de efectividad de que se esté cumpliendo con las mismas.

Este control se realiza a lo largo de dos meses, se inicia el 18 de febrero y finaliza el 17 de abril. Durante todo este tiempo se programan lotes con los tamaños propuestos y se van documentando los resultados obtenidos en la herramienta de Excel propuesta, ya sean positivos o negativos. De acuerdo con ellos se puede tomar decisiones para seguir programando los mismos o diferentes tamaños, siempre tomando en cuenta la capacidad de cada área y el comportamiento de los lotes ya programados.

Como apoyo a este control se vuelve a implementar en los folder de documentación de cada orden la hoja para recaudar información que se utilizó en la medición del método antiguo (ver anexo 2). Además se realiza monitoreo constante con el personal de planeación de que se esté programando las órdenes propuestas, y se cuenta con la disposición del encargado de este proyecto José Pablo Gómez de atender y despejar cualquier duda o consulta.

### 5.3 RESULTADOS DEL CONTROL DE EFECTIVIDAD

Luego de haber implementado las propuestas de mejora diseñadas para la solución del problema, se obtienen los resultados de los lotes trabajados. Toda esta información se detalla a continuación:

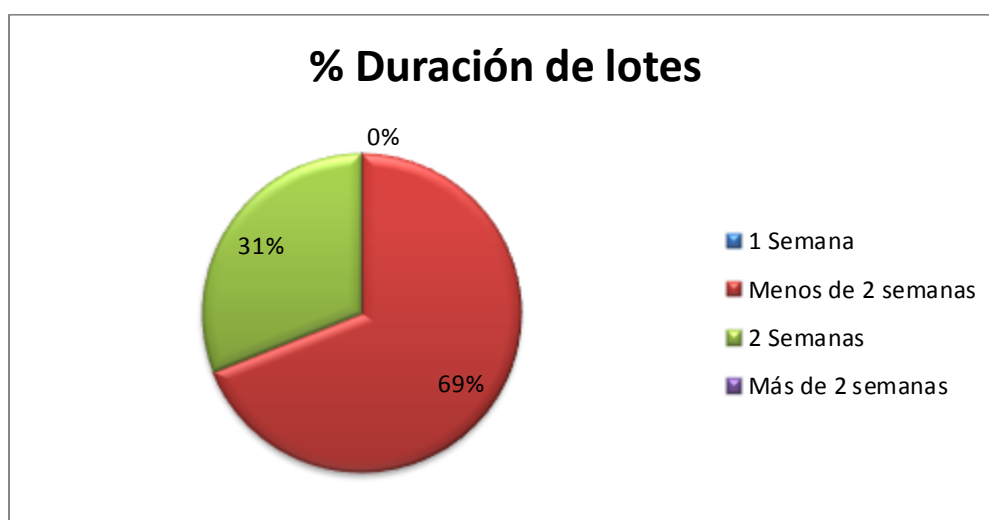


Figura No 17: Gráfico pastel de la duración de las órdenes propuestas.

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, el 31% de las órdenes duraron dos semanas en el proceso productivo, mientras que el 69% restante duró menos de dos semanas. Esto indica que ninguna orden permaneció o demandó más tiempo del requerido por la empresa, que son quince días.

Tabla 10: Tabla de costos de mantener inventario de nuevas órdenes.

| Costos de mantener inventario feb y mar 2019 |                          |  |  |  |                         |
|--|--------------------------|--|--|--|-------------------------|
| Costo promedio por unidad \$                 | Costo de mantener al mes | Costo total de mantener una unidad al mes \$ | Cantidad unds en inventario feb y mar 2019 | Cantidad unds en inventario por mas de 2 semanas | Costo total de mantener |
| 69,85  | 1,50%                    | 1,04775                                      | 40096                                      | 0  | \$21.005,29             |

Fuente: Elaboración propia.

Al no durar ninguna orden más del tiempo requerido no hay inventario en espera, por lo que el costo de mantenerla es \$21.005,29; esto en comparación con los resultados de los lotes antiguos, pues el 37% de ellos duraron más de dos semanas, y el costo total de mantener el inventario fue de \$29.665,77. Esto quiere decir que se logró disminuir el producto en espera y por ende el costo, ya que hubo un ahorro de \$8.660,48 entre cada periodo.

A continuación se muestra un cuadro en el cual se detalla la duración promedio de días por orden con el tamaño de lote propuesto para cada producto, también se observa el máximo de cantidad de cajas shipper conseguidas en cada uno de ellos. Por último se encuentra el área donde están documentados los beneficios obtenidos al haber programado los tamaños de lote propuestos, estos mismos son los que se tienen que agregar a la herramienta elaborada para que se vaya generando un historial de datos. Tal historial se tomaría en cuenta a la hora de tomar decisiones futuras.

| PN    | Descripción                       | Lot size anterior | Lot size propuesto | Días promedio de duración lot size anterior | Días promedio de duración lot size propuesto | Cajas Shipper por lote anterior | Cajas Shipper por lote propuesto | Beneficios   |
|-------|-----------------------------------|-------------------|--------------------|---|--|---------------------------------|----------------------------------|--|
| 48401 | 1.8MM Soft Suture Anchor          | 500               | 500                | 12,5  | 12,5   | 25,00                           | 25,00                            | Se obtienen 25 cajas completas, cumple con la capacidad de cada área y dura 12,5 días  |
| 66970 | MULTIFIX S - ULTRA,5.5MM          | 600               | 500                | 18  | 13,75  | 16,67                           | 14                               | Dura 13.75 días, 4.25 días menos que el lote anterior, 14 cajas completas, 33 unds por día lote anterior y 36 unds por día lote propuesto.   |
| 48221 | Q Fix 2.8 Disposable Kit Shoulder | 600               | 1000               | 10,5  | 12   | 16,67                           | 28                               | Dura 12 días, 28 cajas completas, 57 unds por día lote anterior y 83 unds por día lote propuesto.  |
| 65203 | Ultrabutton                       | 200               | 250                | 11  | 11   | 2,30                            | 3                                | Dura la misma cantidad de días promedio que son 11 y se producen 50 unds más, salen 3 cjas, con el lote anterior se hacían 18 unds por día y con el lote propuesto 23 unds por día.  |
| 25110 | SMARTSTITCH PP CONNECTOR          | 250               | 300                | 17,5  | 11   | 5,00                            | 6,00                             | Dura 11 días, 6.5 días menos que el lote anterior, 6 cajas completas, con el lote anterior se hacían 14 unds por día y con el lote propuesto 27 unds por día, en el CER se ajusta al turno completo, mínimo 1 limpieza de línea menos. |
| 30646 | SPEEDSCREW IMPLANT                | 300               | 300                | 15  | 15   | 12,50                           | 12,50                            | Dura 15 días, 12.5 cajas, por capacidad de Laser se deja igual.  |
| 56086 | CRESCENT XL, ACCU-PASS DIRECT     | 500               | 1000               | 13,5  | 15   | 12,50                           | 25,00                            | Dura 15 días, con el doble de tamaño se obtienen 25 cajas completas, 37 unds por día lote anterior y 66 unds por día lote propuesto.   |

|                 |  |     |     |      |      |       |       |  |
|-----------------|--|-----|-----|------|------|-------|-------|--|
| 15324           | MAGNUM 2<br>KNOTLESS<br>IMPLANT OM-1502      | 500 | 500 | 11,5 | 11,5 | 24    | 24    | Dura 11.5 días, 24 cajas completas, por capacidad de Laser se deja igual ya que es muy lento.  |
| 57407           | First Pass<br>Disposable                     | 250 | 350 | 16   | 15   | 10,00 | 14,00 | Dura 15 días, 1 día menos que el lote anterior, 14 cajas completas, con el lote anterior 15.5 unds por día, con el propuesto 19 unds por día, en el CER se ajusta al turno completo, mínimo 1 limpieza de línea menos. |
| 34770           | SPEEDLOCK HIP<br>KNOTLESS<br>FIXATION DEVICE | 250 | 300 | 10,5 | 11   | 12,50 | 15,00 | Dura 11 días, 15 cajas completas, 24 unds por día lote anterior y 27 unds por día lote propuesto.  |
| 14952/<br>64622 | OM-8850<br>SPEEDSTITCH<br>NEEDLE             | 300 | 600 | 5,75 | 8    | 1,88  | 7,50  | Dura 8 días, 7.5 cajas, con el lote actual, 52 unds por día y con el lote propuesto 72 unds, 2.75 días más pero se hace el doble de producción, mínimo 1 limpieza de línea menos.                                      |
| 27631           | NEEDLE AND<br>SUTURE CAPTURE                 | 112 | 112 | 14   | 14   | 4,00  | 4,00  | Dura 14 días, 4 cajas completas, por sugerencia se deja igual.   |
| 85936           | Disposable Kit, XL<br>1.8mm Q-Fix Mini       | 200 | 500 | 6,33 | 8    | 5,56  | 14    | Dura 8 días, 14 cajas completas, con lote anterior 32 unds por día y con el propuesto 62.5 unds por día, mínimo 1 limpieza de línea menos.   |

Figura No 18: Cuadro de resultados y beneficios.

Fuente: Elaboración propia.

Seguidamente se presenta un cuadro donde se muestra la comparación del lead time en relación con la demanda del mes de cada producto con el tamaño de lote anterior y el actual. Para este caso se documentó con la demanda del mes de febrero del 2019.

| PN              | Descripción                            | Demanda febrero 2019 | Lot size anterior | Lot size propuesto | Lead time con lot size anterior (Días) | Lead time con lot size propuesto (Días) | Diferencia (anterior menos propuesto) |
|-----------------|--|----------------------|-------------------|--------------------|--|---|---------------------------------------|
| 48401           | 1.8MM Soft Suture Anchor               | 5000                 | 500               | 500                | 125                                    | 125                                     | 0                                     |
| 66970           | MULTIFIX S - ULTRA,5.5MM               | 7000                 | 600               | 500                | 210                                    | 192,5                                   | 17,5                                  |
| 48221           | Q Fix 2.8 Disposable Kit Shoulder      | 3000                 | 600               | 1000               | 52,5                                   | 36                                      | 16,5                                  |
| 65203           | Ultrabutton                            | 4500                 | 200               | 250                | 247,5                                  | 198                                     | 49,5                                  |
| 25110           | SMARTSTITCH PP CONNECTOR               | 1800                 | 250               | 300                | 126                                    | 66                                      | 60                                    |
| 30646           | SPEEDSCREW IMPLANT                     | 1200                 | 300               | 300                | 60                                     | 60                                      | 0                                     |
| 56086           | CRESCENT XL, ACCU-PASS DIRECT          | 3500                 | 500               | 1000               | 94,5                                   | 52,5                                    | 42                                    |
| 15324           | MAGNUM 2 KNOTLESS IMPLANT OM-1502      | 1500                 | 500               | 500                | 34,5                                   | 34,5                                    | 0                                     |
| 57407           | First Pass Disposable                  | 3500                 | 250               | 350                | 224                                    | 150                                     | 74                                    |
| 34770           | SPEEDLOCK HIP KNOTLESS FIXATION DEVICE | 1500                 | 250               | 300                | 63                                     | 55                                      | 8                                     |
| 14952/<br>64622 | OM-8850 SPEEDSTITCH NEEDLE             | 1800                 | 150               | 600                | 69                                     | 24                                      | 45                                    |
| 27631           | NEEDLE AND SUTURE CAPTURE              | 784                  | 112               | 112                | 98                                     | 98                                      | 0                                     |
| 85936           | Disposable Kit, XL 1.8mm Q-Fix Mini    | 1500                 | 200               | 500                | 47,475                                 | 24                                      | 23,475                                |

Figura No 19: Cuadro comparativo del lead time.

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar que la diferencia fue positiva en todos los casos a excepción de los productos que no se cambió el tamaño del lote y por ende da como resultado cero. Para todos los demás se tiene un lead time menor, lo cual representa que los productos duran menos días en el proceso en comparación con los tamaños de lote utilizados anteriormente. Toda esta información de días ganados también es importante agregarla al área de beneficios de la herramienta

diseñada, ya que se considera importante a tener en cuenta a la hora de tomar decisiones para futuros nuevos cambios de tamaño de lote.

Consecuentemente se muestra el registro de las exportaciones realizadas en los meses de febrero y marzo, que fue donde se empezó a programar los tamaños de lote propuestos. Se puede observar la cantidad de pallets o tarimas enviadas, el número de ellas que se enviaron incompletas y su respectivo porcentaje.

Tabla 11: Tabla de Exportaciones de febrero y marzo.

| <b>Envíos de Fixation del 2019</b> |                      |                            |                              |
|------------------------------------|----------------------|----------------------------|------------------------------|
| <b>Mes</b>                         | <b>Total Pallets</b> | <b>Pallets Incompletos</b> | <b>% Pallets Incompletos</b> |
| Febrero                            | 52                   | 6                          | 11,54                        |
| Marzo                              | 36                   | 3                          | 8,33                         |

Fuente: Elaboración propia.

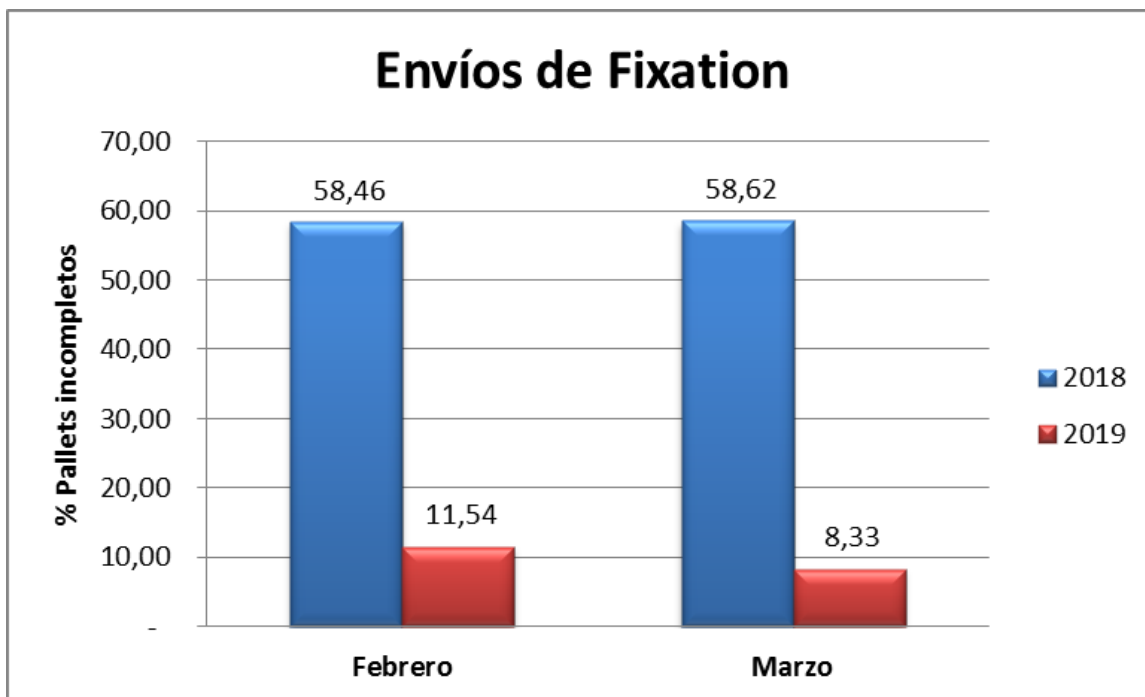


Figura No 20: Gráfico comparación de pallets incompletos.

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar la gran diferencia de un año a otro del porcentaje de tarimas incompletas. En febrero y marzo del 2019 con la implementación de los tamaños de lote propuestos se logró bajar a solo 11,54% y 8,33% del total enviadas en cada mes. Esto representa una diferencia significativa, la cual se refleja en la disminución de los costos de esterilización al enviar mucha menor cantidad de tarimas incompletas.

En la siguiente tabla se observa los costos de esterilización del total de pallets enviados en los meses de febrero y marzo de 2019, además del exceso de costos por pallets enviados incompletos.

Tabla 12: Exceso de costos de esterilización 2019.

| <b>Envíos de Fixation del 2019</b> |                      |                            |   |  |
|------------------------------------|----------------------|----------------------------|---|--|
| <b>Mes</b>                         | <b>Total Pallets</b> | <b>Pallets Incompletos</b> | <b>Costo de esterilización total de Pallets</b> | <b>Excesos de costos por pallets incompletos</b> |
| Febrero                            | 52                   | 6                          | \$ 68.283,84                                    | \$ 7.878,90                                      |
| Marzo                              | 36                   | 3                          | \$ 47.273,43                                    | \$ 3.939,45                                      |
|                                    |                      | <b>Total</b>               | <b>\$ 115.557,27</b>                            | <b>\$ 11.818,36</b>                              |

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa, el costo de esterilizar el total de pallets enviados fue de \$115.557,27, y de esta suma hubo un exceso de costos por la cantidad de \$11.818,36.

En el siguiente cuadro se puede observar la comparación del exceso de costos de febrero y marzo del año 2018 contra los de año 2019, además del ahorro que se obtiene al trabajar con los tamaños de lote propuestos.

Tabla 13: Comparación excesos de costos entre cada año.

| Mes           | Excesos de costos por pallets incompletos 2018 |                    | Excesos de costos por pallets incompletos 2019 |           |
|---------------|--|--------------------|--|-----------|
| Febrero       | \$   | 49.899,73          | \$   | 7.878,90  |
| Marzo         | \$   | 22.323,56          | \$   | 3.939,45  |
| <b>Total</b>  | \$   | 72.223,29          | \$   | 11.818,36 |
| <b>Ahorro</b> |  | <b>\$60.404,94</b> |  |           |

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados obtenidos, el exceso de costos por enviar pallets incompletos en los meses de febrero y marzo del año 2018 fue de \$72.223,29, mientras que para el año 2019 con la implementación de los tamaños de lote propuestos fue de \$11.818,36. Así se puede concluir que Smith & Nephew tuvo un ahorro de \$60.404,94 de un año a otro para los meses de febrero y marzo respectivamente, para la compañía esto representa un gran beneficio.

Como parte importante para el estudio y análisis en lograr identificar la causa raíz de este proyecto y todo lo que involucra la investigación, fue necesaria una inversión alrededor de \$6.770,00 dólares por parte de Smith & Nephew. En la siguiente tabla se muestran los rubros generales de la inversión llevada a cabo.

Tabla 14: Rubros de la inversión de Smith &amp; Nephew.

| Concepto  | Horas              | Costo             |
|---|--------------------|-------------------|
| Elaboración herramienta Excel                     | 2                  | \$40,00           |
| Capacitación área de planeación                   | 1                  | \$70,00           |
| Entrenamiento personal administrativo             | 6                  | \$250,00          |
| Entrenamiento personal operativo                  | 6                  | \$600,00          |
| Paro de producción por entrenamiento del personal | 6                  | \$5.700,00        |
| Inspección de efectividad                         | 5                  | \$55,00           |
| Atención de inconvenientes                        | 5                  | \$55,00           |
|   | <b>Costo total</b> | <b>\$6.770,00</b> |

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de Smith & Nephew.

Primeramente es importante mencionar que todas las capacitaciones serán efectuadas por José Pablo Gómez y Valeria Arrieta del departamento de planeación, ya que son los que elaboraron la herramienta de Excel.

Se sigue con la capacitación del personal de planeación sobre las propuestas implementadas, en las que se encuentra el uso del nuevo método, la herramienta establecida y los tamaños de lote definidos. Aquí se les explicará el nuevo modelo de manejo de inventario, el funcionamiento y el modo de uso de la herramienta de Excel, además se les brindará y justificará los nuevos tamaños de lote establecidos.

Seguidamente se entrena al personal administrativo de cada área del proceso además del personal operativo. Aquí se les explican los cambios realizados, motivos, beneficios y la nueva hoja controlada que se agrega al folder de documentación de cada lote (ver anexo 1). Es importante que todo el personal esté entrenado y sepan cómo llenar la hoja, ya que cualquiera lo puede hacer y es de carácter obligatorio que sea llenada; además es importante porque la empresa exige la actualización del personal cuando se genera un cambio, y una vez realizado el personal tiene que firmar para hacer constar que fue recibido.

Se considera el costo del paro de producción por el entrenamiento del personal ya que el proceso por área se tiene que detener por completo mientras dicho entrenamiento es efectuado. Posteriormente se realiza la inspección de efectividad, la cual corresponde al monitoreo del cumplimiento de las propuestas, y por último la atención de inconvenientes que se vayan generando en alguna área del proceso.

En la siguiente tabla se muestra una comparación entre los costos totales históricos del año 2018 contra los pronosticados del año 2019, así como la inversión de Smith & Nephew.

Tabla 15: Beneficio para Smith & Nephew en el 2019.

| Mes                              | Excesos de costos por pallets incompletos 2018 | Excesos de costos por pallets incompletos 2019 |
|----------------------------------|--|--|
| Enero                            | \$13.131,51                                    | \$15.700,72                                    |
| Febrero                          | \$49.899,73                                    | \$7.878,90                                     |
| Marzo                            | \$22.323,56                                    | \$3.939,45                                     |
| Abril                            | \$36.768,22                                    | \$5.909,18                                     |
| Mayo                             | \$38.081,37                                    | \$5.909,18                                     |
| Junio                            | \$26.263,02                                    | \$5.909,18                                     |
| Julio                            | \$30.202,47                                    | \$5.909,18                                     |
| Agosto                           | \$14.444,66                                    | \$5.909,18                                     |
| Septiembre                       | \$31.515,62                                    | \$5.909,18                                     |
| Octubre                          | \$38.081,37                                    | \$5.909,18                                     |
| Noviembre                        | \$44.647,13                                    | \$5.909,18                                     |
| Diciembre                        | \$28.889,32                                    | \$5.909,18                                     |
| <b>Total</b>                     | <b>\$374.247,97</b>                            | <b>\$80.701,68</b>                             |
| <b>Ahorro Total 2019 vs 2018</b> |  | <b>\$293.546,29</b>                            |
| <b>Inversión</b>                 |  | <b>(\$6.770,00)</b>                            |
| <b>Beneficio Neto 2019</b>       |  | <b>\$286.776,29</b>                            |

Fuente: Elaboración propia.

Basándose en los resultados registrados en febrero y marzo del 2019 se puede decir que el costo promedio de enviar pallets incompletos es de \$5.909,18 al mes.

Por esto, se pronostica que la empresa obtendría un beneficio de ahorro de alrededor de \$286.776,29 para el año 2019.

Seguidamente se procedió a calcular el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), esto con el objetivo de demostrar la viabilidad del proyecto y el beneficio que la compañía obtendrá tras la implementación del mismo. Para calcular el VAN y TIR se necesitan los datos de tasa de interés, cantidad de periodos o vida útil del proyecto, costo de inversión inicial y beneficio (ahorro) mensual pronosticado para el año 2019.

Se determinó utilizar una vida útil de  $n=11$ , lo que quiere decir que son once periodos (meses). Esto ya que el ahorro se calculó partir de febrero del 2019, con respecto a los datos del 2018.

La empresa Smith & Nephew ha fijado para las inversiones que realiza en sus proyectos una tasa meta de interés anual de un 13%. Esta tasa es usada para determinar la viabilidad de las propuestas, por lo que el TIR debe superar ese 13% para considerar un proyecto e invertir en él. En este caso, como los periodos son mensuales, entonces la tasa a utilizar sería la siguiente:

$$\frac{13\% \text{ anual}}{12 \text{ meses}} = 1.0833\% \text{ interés mensual}$$

A continuación se muestra el ahorro promedio que la empresa obtendrá con la implementación del proyecto. Para obtener este resultado se tomaron los costos del año 2018 contra los ahorros pronosticados en el 2019 entre los meses de febrero y diciembre. La diferencia obtenida entre cada mes equivale a las ganancias o ahorros pronosticados tras la implementación del proyecto.

Tabla 16: Promedio de ahorro mensual con la implementación el proyecto.

| <b>Mes</b>                                  | <b>Excesos de costos por pallets incompletos 2018</b> | <b>Excesos de costos por pallets incompletos 2019</b> | <b>Ahorro</b>       |
|---|---|---|---------------------|
| Febrero                                     | \$49.899,73   | \$7.878,90  | \$42.020,82         |
| Marzo                                       | \$22.323,56   | \$3.939,45  | \$18.384,11         |
| Abril                                       | \$36.768,22   | \$5.909,18  | \$30.859,04         |
| Mayo  | \$38.081,37   | \$5.909,18  | \$32.172,19         |
| Junio                                       | \$26.263,02   | \$5.909,18  | \$20.353,84         |
| Julio                                       | \$30.202,47   | \$5.909,18  | \$24.293,29         |
| Agosto                                      | \$14.444,66   | \$5.909,18  | \$8.535,48          |
| Septiembre                                  | \$31.515,62   | \$5.909,18  | \$25.606,44         |
| Octubre                                     | \$38.081,37   | \$5.909,18  | \$32.172,19         |
| Noviembre                                   | \$44.647,13   | \$5.909,18  | \$38.737,95         |
| Diciembre                                   | \$28.889,32   | \$5.909,18  | \$22.980,14         |
| <b>Total</b>                                | <b>\$361.116,46</b>                                   | <b>\$65.000,96</b>                                    | <b>\$296.115,50</b> |
| <b>Ahorro promedio pronosticado por mes</b> |   | <b>\$26.919,59</b>                                    |                     |

Fuente: Elaboración propia.

Seguidamente de haber determinado todos los datos anteriormente mostrados, se procedió a calcular los valores correspondientes al VAN y TIR, los cuales se presentan a continuación.

Tabla 17: Cálculo de VAN y TIR.

| <b>Tasa Interés de Smith &amp; Nephew (TMAR)</b> | <b>1,0833%</b>      |
|--|---------------------|
| <b>Flujo de efectivo</b>                         |                     |
| Inversión inicial                                | -\$6.770,00         |
| Flujo ahorro en febrero                          | \$26.919,59         |
| Flujo ahorro en marzo                            | \$26.919,59         |
| Flujo ahorro en abril                            | \$26.919,59         |
| Flujo ahorro en mayo                             | \$26.919,59         |
| Flujo ahorro en junio                            | \$26.919,59         |
| Flujo ahorro en julio                            | \$26.919,59         |
| Flujo ahorro en agosto                           | \$26.919,59         |
| Flujo ahorro en septiembre                       | \$26.919,59         |
| Flujo ahorro en octubre                          | \$26.919,59         |
| Flujo ahorro en noviembre                        | \$26.919,59         |
| Flujo ahorro en diciembre                        | \$26.919,59         |
| <b>VAN</b>                                       | <b>\$270.968,92</b> |
| <b>TIR</b>                                       | <b>398%</b>         |

Fuente: Elaboración propia.

Según los resultados obtenidos del cálculo del VAN y TIR, se determina que el valor actual del dinero corresponde a \$270.968,92 y se obtiene un TIR del 398% en un periodo de 11 meses. Esto demuestra que la inversión se recupera extremadamente rápido, y al superar la meta de 1.0833% mensual confirma que el proyecto es sumamente viable y beneficioso para la empresa.

### 5.3.1 Diagrama de Gantt para la implementación de propuestas

En la siguiente imagen se muestra el diagrama de Gantt, que resume las principales acciones realizadas para el diseño e implementación de la propuesta de mejora:

| Actividad  | Fecha inicio | Fecha final | ene-19           |                  | feb-19           |                  |                  |                  | mar-19           |                  |  |  | abr-19 |  |  |  |   |  |  |  |  |
|--|--------------|-------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--|--|--------|--|--|--|---|--|--|--|--|
|  |              |             | 21 Ene al 26 Ene | 28 Ene al 02 Feb | 04 Feb al 11 Feb | 18 Feb al 25 Feb | 04 Mar al 11 Mar | 18 Mar al 25 Mar | 01 Abr al 08 Abr | 15 Abr al 22 Abr |  |  |        |  |  |  |   |  |  |  |  |
| Elaboración de propuestas de mejora              | 21-ene-19    | 02-feb-19   | ■                |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |  |  |        |  |  |  |   |  |  |  |  |
| Presentación de propuestas de mejora             | 04-feb-19    | 04-feb-19   |                  |                  | ■                |                  |                  |                  |                  |                  |  |  |        |  |  |  |   |  |  |  |  |
| Capacitación personal de planeación              | 05-feb-19    | 05-feb-19   |                  |                  | ■                |                  |                  |                  |                  |                  |  |  |        |  |  |  |   |  |  |  |  |
| Capacitación personal administrativo y operativo | 06-feb-19    | 06-feb-19   |                  |                  | ■                |                  |                  |                  |                  |                  |  |  |        |  |  |  |   |  |  |  |  |
| Capacitación personal administrativo y operativo | 07-feb-19    | 07-feb-19   |                  |                  | ■                |                  |                  |                  |                  |                  |  |  |        |  |  |  |   |  |  |  |  |
| Implementación de propuestas de mejora           | 11-feb-19    | 16-feb-19   |                  |                  |                  | ■                |                  |                  |                  |                  |  |  |        |  |  |  |   |  |  |  |  |
| Control de efectividad                           | 18-feb-19    | 17-abr-19   |                  |                  |                  |                  |                  | ■                |                  |                  |  |  |        |  |  |  |   |  |  |  |  |
| Presentación de resultados                       | 24-abr-19    | 24-abr-19   |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |  |  |        |  |  |  | ■ |  |  |  |  |

Figura No 21: Diagrama de Gantt para la implementación de las propuestas de mejora.

Fuente: Elaboración propia

## **CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 6.1 CONCLUSIONES

Tras la finalización de este proyecto realizado y la implementación de las propuestas establecidas, se puede concluir lo siguiente.

1- Se logra cumplir el objetivo general del proyecto, el cual consiste en disminuir costos en los procesos de logística. Esto gracias a que se define la idónea programación de tamaños eficientes de lotes, por lo que se pronostica un ahorro de alrededor de \$286.776,29 dólares en el 2019 con respecto al 2018.

2- De igual forma se logran cumplir los objetivos específicos, empezando por todo el análisis realizado que permitió llegar a la causa raíz del problema, la cual está en que no se sabe cuáles son los tamaños de lote ideales.

3- Al cuantificar el exceso de costos debido a la problemática, se tuvo como resultado una cifra de \$374.247,97 dólares por el envío de pallets incompletos en el año 2018.

4- Después de determinar todos los aspectos importantes para definir tamaños adecuados de lotes, se procedió a diseñar la propuesta. Esta en síntesis consistió

en coordinar con el departamento de planeación trabajar con el modelo de programación de lote por lote. Además se diseñó una herramienta que facilita y pronostica la información importante para tomar nuevas decisiones, y por último se definieron los tamaños eficientes de lote.

5- Tras la implementación de la propuesta en los meses de febrero y marzo del 2019, se logra evidenciar que el producto dura en el proceso el rango de tiempo requerido por la empresa, que son máximo 15 días. Además se logra enviar considerablemente menos tarimas incompletas, se obtiene en promedio un resultado de 9,94% mientras que en el 2018 fue de 52,62%.

6- La inversión de Smith & Nephew para la realización de este proyecto se calcula en \$6.770,00 dólares. Además se determina que el valor actual del dinero corresponde a \$270.968,92 y se obtiene un TIR del 398% por lo que se concluye que el proyecto es viable y beneficioso para la empresa.

## 6.2 RECOMENDACIONES

Tras la conclusión exitosa de la implementación del proyecto, se procede a realizar las siguientes recomendaciones que pueden generar un valor agregado.

1- Para fomentar la mejora continua se recomienda realizar al menos una vez al mes una caminata Gemba, la cual esté conformada por supervisores y líderes, esta consiste en observar, verificar y analizar el proceso en todas las áreas involucradas que recorre el producto. Esto para tener el control del comportamiento de las áreas, además de encontrar y sugerir nuevas oportunidades de mejora.

2- Se recomienda que cuando se presenten faltantes de personal operativo se recurra a la solicitud de préstamo de recurso humano de otras áreas o líneas productivas, ya que no es una práctica comúnmente usada y en ocasiones hay personal con tiempo libre, el cual podría ser aprovechado dando soporte donde sea requerido en el momento. Esto siempre y cuando estén entrenados para el tipo de producto y operación específica.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Acuña, J. (2002). *Control de la Calidad*. 3ª ed. San José: Ed. Tecnológico de Costa Rica.

Aroca, D. (2010). *Diagrama de Pareto: qué es y cómo realizarlo paso a paso*.

España: Lean Manufacturing 10. Disponible en:

<https://leanmanufacturing10.com/diagrama-de-pareto>

Ávila Baray, H. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación*. México:

Ed. Eumet.

Barboza Calvo, M. (2018). *Mejora en la operación de bending para la reducción del costo operativo de la línea STV de Smith and Nephew Costa Rica, a ser implementado en el 2018*. (Tesis inédita de Licenciatura). Universidad Hispanoamericana, Heredia, Costa Rica.

Benjamin, E. y fincowsky, F. (2009). *Organización de Empresas*. 3ª ed. México DF,

México: Ed. McGraw-Hill.

Chicano, E. (2016). *Método de Kaizen. Mejora continua hacia la excelencia*.

España: Revista Digital INESEM. Disponible en:

<https://revistadigital.inesem.es/gestion-empresarial/metodo-de-kaizen-mejora-continua-hacia-la-excelencia/>

Fernández, B. (2005). Tipos de procesos productivos. México: EDUCATIVA.

Disponible en: <http://www.e>

[educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio//2750](http://www.educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio//2750)

[/2773/html/13\\_tipos\\_de\\_procesos\\_productivos.html](http://www.educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio//2750/2773/html/13_tipos_de_procesos_productivos.html)

González, C. (2008). Centro de conocimiento: *Indicadores*. España: Asociación

Española para la Calidad. Disponible en: <http://www.aec.es/web>

[/guest/centroconocimiento/indicadores?p\\_p\\_id=56\\_INSTANCE\\_e0N5&p\\_p\\_](http://www.aec.es/web/guest/centroconocimiento/indicadores?p_p_id=56_INSTANCE_e0N5&p_p_lifecycle=0&p_p_state=exclusive&p_p_mode=view&_56_INSTANCE_e0N5_struts_action=%2Fjournal_content%2Fview&_56_INSTANCE_e0N5_groupId=10128&_56_INSTANCE_e0N5_articleId=169723&_56_INSTANCE_e0N5_viewMode=print)

[lifecycle=0&p\\_p\\_state=exclusive&p\\_p\\_mode=view&\\_56\\_INSTANCE\\_e0N5\\_str](http://www.aec.es/web/guest/centroconocimiento/indicadores?p_p_id=56_INSTANCE_e0N5&p_p_lifecycle=0&p_p_state=exclusive&p_p_mode=view&_56_INSTANCE_e0N5_struts_action=%2Fjournal_content%2Fview&_56_INSTANCE_e0N5_groupId=10128&_56_INSTANCE_e0N5_articleId=169723&_56_INSTANCE_e0N5_viewMode=print)

[uts\\_action=%2Fjournal\\_content%2Fview&\\_56\\_INSTANCE\\_e0N5\\_groupId=101](http://www.aec.es/web/guest/centroconocimiento/indicadores?p_p_id=56_INSTANCE_e0N5&p_p_lifecycle=0&p_p_state=exclusive&p_p_mode=view&_56_INSTANCE_e0N5_struts_action=%2Fjournal_content%2Fview&_56_INSTANCE_e0N5_groupId=10128&_56_INSTANCE_e0N5_articleId=169723&_56_INSTANCE_e0N5_viewMode=print)

[28&\\_56\\_INSTANCE\\_e0N5\\_articleId=169723&\\_56\\_INSTANCE\\_e0N5\\_viewMod](http://www.aec.es/web/guest/centroconocimiento/indicadores?p_p_id=56_INSTANCE_e0N5&p_p_lifecycle=0&p_p_state=exclusive&p_p_mode=view&_56_INSTANCE_e0N5_struts_action=%2Fjournal_content%2Fview&_56_INSTANCE_e0N5_groupId=10128&_56_INSTANCE_e0N5_articleId=169723&_56_INSTANCE_e0N5_viewMode=print)

[e=print](http://www.aec.es/web/guest/centroconocimiento/indicadores?p_p_id=56_INSTANCE_e0N5&p_p_lifecycle=0&p_p_state=exclusive&p_p_mode=view&_56_INSTANCE_e0N5_struts_action=%2Fjournal_content%2Fview&_56_INSTANCE_e0N5_groupId=10128&_56_INSTANCE_e0N5_articleId=169723&_56_INSTANCE_e0N5_viewMode=print)

Gutiérrez, H. (2010). *Calidad Total y Productividad*. 3ª ed. México DF, México: Ed.

McGraw-Hill.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Batista Lucio, P. (2014).

*Metodología de la Investigación*. 6ª Ed. México: Ed. McGraw-Hill.

Hidalgo Chaves. B. (2018). *Reducción de inventarios en proceso, en la compañía Smith and Nephew, ubicada en el Coyoil de Alajuela, 2017- 2018.* . (Tesis inédita de Licenciatura). Universidad Hispanoamericana, Heredia, Costa Rica.

Ishikawa, K. (1986). *¿Qué es el control total de la calidad? La modalidad japonesa.* Bogotá, Colombia: Ed. Norma.

Iyer, A.; Sridhar, S. y Vasher, R. (2010) *Administración de la cadena de suministro Toyota: un enfoque estratégico a los principios del célebre sistema de Toyota.* España: Ed. McGraw-Hill

Kanawaty, G. (1996). *Introducción al Estudio del Trabajo.* 4ª ed. Ginebra, Suiza: Ed. Oficina Internacional del Trabajo.

Monte, M. (2017). *Metodología DMAIC.* Colombia: Club Responsables de Gestión de Calidad. Disponible en: <https://clubresponsablesdecalidad.com/en-que-consiste-la-metodologia-dmaic/>

Mora, L. (2009). *Indicadores de la Gestión Logística KPI.* 2ª ed. Bogotá, Colombia: Ed. Ecoe.

Niebel, B. y Freivalds, A. (2001) *Ingeniería Industrial. Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo*. 11ª ed. México DF, México: Ed. Alfaomega.

OBS Bussines School (2018). *¿Qué es un diagrama de Gantt y para qué sirve?* España. Disponible en: <https://www.obs-edu.com/int/blog-project-management/diagramas-de-gantt/que-es-un-diagrama-de-gantt-y-para-que-sirve>

Ploue, C. (2018). *Dónde puede encontrar las mejores plantillas del diagrama de Gantt?* USA: Smartsheet. Disponible en: <https://es.smartsheet.com/blog/donde-puede-encontrar-las-mejores-plantillas-del-diagrama-de-gantt>

Ramírez, P. (2017). *Lean Manufacturing*. Colombia: Lean Solutions. Disponible en: <https://www.leansolutions.co/conceptos/lean-manufacturing/>

Romero, O.; Muñoz, D. y Romero, S. (2005) *Introducción a la Ingeniería. Un enfoque industrial*. México: Ed. Thomson.

Ruíz Rivera. M. (2015). *Propuesta para mejorar el modelo de gestión de órdenes de producción que impacte en la disminución de costos extras en la empresa*

*Poliart Impresores S.A.* (Tesis inédita de Licenciatura). Universidad Hispanoamericana, San José, Costa Rica.

Salazar, B. (2016). *Herramientas para el ingeniero industrial*. Colombia: Ingeniería Industrialonline.com. Disponible en:  
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-del-trabajo/>

Salazar, B. (2016). *Herramientas para el ingeniero industrial*. Colombia: Ingeniería Industrialonline.com. Disponible en:  
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/>

Zúñiga Vargas. C. (2018). *Propuesta de plan de mejoramiento para los procesos productivos del taller industrial Tomás Rojas*. (Tesis inédita de Licenciatura). Universidad Hispanoamericana, Heredia, Costa Rica.

## **GLOSARIO**

**F**

|          |   |
|----------|---|
| Fixation | Tecnología patentada por Smith and Nephew |
|----------|---|

**K**

|        |                                     |
|--------|-------------------------------------|
| Kitteo | Conteo y preparación de componentes |
|--------|-------------------------------------|

**P**

|          |   |
|----------|---|
| Pallets  | Tarimas en las que se exporta el producto |
| Planning | Departamento de planeamiento              |

**R**

|         |   |
|---------|---|
| Realese | Departamento de elaboración de las listas de exportación. |
|---------|---|

**S**

|          |   |
|----------|---|
| SAP      | Sistema informático de gestión empresarial    |
| Scrap    | Desecho de proceso                            |
| Shipping | Departamento de facturación, carga y el envío |

## **ANEXOS**

**ANEXO 1: ENCUESTA ELABORADA AL PERSONAL.**

1- ¿En su departamento se presentan problemas con los lotes trabajados de la tecnología Fixaction? Si es así ¿por qué?

2- De acuerdo con la lista adjunta de productos de Fixaction ¿considera que los tamaños actuales de lote van acordes con la capacidad de su departamento? Indique cuáles sí y cuáles no.

3- Con base en la pregunta anterior, en los que respondió no ¿cuál considera que es el tamaño de lote que tienen capacidad para trabajar en su departamento?

4- ¿Cuáles detalles considera que se deben tomar en cuenta en su departamento a la hora de programar un tamaño de lote?

5- Comentario extra.

## ANEXO 2: CONTROL DE ENTRADA Y SALIDA DE ORDEN

Proyecto **Planning**  
 Responsables: Jose Pablo Gomez  
 Valeria Arrieta

### Control de entrada y salida de orden

| Numero de Parte | Numero de Orden | Revision | Cantidad |
|-----------------|-----------------|----------|----------|
|                 |                 |          |          |

| Almacén - Alistado de orden |      |                |      |
|-----------------------------|------|----------------|------|
| Inicio                      |      | Final          |      |
| Fecha                       | Hora | Fecha          | Hora |
|                             |      |                |      |
| Realizado por:              |      | Realizado por: |      |

| Laser – Proceso Productivo |      |                |      |
|----------------------------|------|----------------|------|
| Inicio                     |      | Final          |      |
| Fecha                      | Hora | Fecha          | Hora |
|                            |      |                |      |
| Realizado por:             |      | Realizado por: |      |

+

| Laser – DHR Cierre Producción |      |                |      |
|-------------------------------|------|----------------|------|
| Inicio                        |      | Final          |      |
| Fecha                         | Hora | Fecha          | Hora |
|                               |      |                |      |
| Realizado por:                |      | Realizado por: |      |

□

| Laser – Calidad / Cierres |      |                |      |
|---------------------------|------|----------------|------|
| Inicio                    |      | Final          |      |
| Fecha                     | Hora | Fecha          | Hora |
|                           |      |                |      |
| Realizado por:            |      | Realizado por: |      |

| CER – Proceso Productivo |      |                |      |
|--------------------------|------|----------------|------|
| Inicio                   |      | Final          |      |
| Fecha                    | Hora | Fecha          | Hora |
|                          |      |                |      |
| Realizado por:           |      | Realizado por: |      |

| CER – DHR Cierre Producción |      |                |      |
|-----------------------------|------|----------------|------|
| Inicio                      |      | Final          |      |
| Fecha                       | Hora | Fecha          | Hora |
|                             |      |                |      |
| Realizado por:              |      | Realizado por: |      |

| CER – Calidad / Cierres |      |                |      |
|-------------------------|------|----------------|------|
| Inicio                  |      | Final          |      |
| Fecha                   | Hora | Fecha          | Hora |
|                         |      |                |      |
| Realizado por:          |      | Realizado por: |      |

Nota: Retirar hoja del ~~cuote~~ posterior al proceso de ~~realse~~ y contactar a Jose Pablo Gomez. Contacto para preguntas: Valeria Arrieta. Ext: 1654 o Jose Pablo Gomez. ~~Cel~~: 88888888 (Después de las 2PM)

Proyecto **Planning**  
 Responsables: Jose Pablo Gomez  
 Valeria Arrieta

| Empaque - Etiquetas |      |                |      |
|---------------------|------|----------------|------|
| Inicio              |      | Final          |      |
| Fecha               | Hora | Fecha          | Hora |
|                     |      |                |      |
| Realizado por:      |      | Realizado por: |      |

| Empaque - Producción |      |                |      |
|----------------------|------|----------------|------|
| Inicio               |      | Final          |      |
| Fecha                | Hora | Fecha          | Hora |
|                      |      |                |      |
| Realizado por:       |      | Realizado por: |      |

| Empaque - DHR Cierre Producción |      |                |      |
|---------------------------------|------|----------------|------|
| Inicio                          |      | Final          |      |
| Fecha                           | Hora | Fecha          | Hora |
|                                 |      |                |      |
| Realizado por:                  |      | Realizado por: |      |

| Empaque - Calidad / Cierres |      |                |      |
|-----------------------------|------|----------------|------|
| Inicio                      |      | Final          |      |
| Fecha                       | Hora | Fecha          | Hora |
|                             |      |                |      |
| Realizado por:              |      | Realizado por: |      |

| Shipping List - Proceso |      |                |      |
|-------------------------|------|----------------|------|
| Inicio                  |      | Final          |      |
| Fecha                   | Hora | Fecha          | Hora |
|                         |      |                |      |
| Realizado por:          |      | Realizado por: |      |

| Shipping List  |                    |
|----------------|--------------------|
| CRST:          | Cantidad de cajas: |
| Realizado por: |                    |

| Realiza        |      |                |      |
|----------------|------|----------------|------|
| Inicio         |      | Final          |      |
| Fecha          | Hora | Fecha          | Hora |
|                |      |                |      |
| Realizado por: |      | Realizado por: |      |

Nota: Retirar hoja del **router** posterior al proceso de **realiza**, y contactar a Jose Pablo Gomez. Contacto para preguntas: Valeria Arrieta, Ext: 1654 o Jose Pablo Gomez, **Cel**: 88888888 (Después de las 2PM)

## ANEXO 3: CÁLCULO COSTO DE EXPORTACIONES VÍA AÉREA

| <b>SJO - AUS</b>  |            |                |                |                 |                 |
|---|------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| <b>ALL IN RATE</b>  | <b>Min</b> | <b>+100 kg</b> | <b>+500 kg</b> | <b>+1000 kg</b> | <b>+2000 kg</b> |
| <b>4-5 Day</b>  | \$ 300.00  | \$ 2.43        | \$ 2.43        | \$ 2.43         | \$ 2.43         |
| <b>6-8 Day</b>  | \$ 300.00  | \$ 2.36        | \$ 2.36        | \$ 2.36         | \$ 2.36         |
| <p><i>Based on actual weight</i><br/> <i>FSC built-in (subject to fluctuation)</i><br/>           + DUA: \$35 per DUA<br/>           +Terminal Fee: \$50<br/>           + IT: \$50<br/>           + Duties and Taxes</p>                          |            |                |                |                 |                 |
| <b>SJO – AUS EXPEDITE</b>   |            |                |                |                 |                 |
| <b>ALL IN RATE</b>  | <b>Min</b> | <b>+100 kg</b> | <b>+500 kg</b> | <b>+1000 kg</b> | <b>+2000 kg</b> |
| <b>2-3 Days</b>   | \$ 500.00  | \$ 3.03        | \$ 2.98        | \$ 2.98         | \$ 2.93         |
| <p><i>Based on DIM factor of 6,000 cm</i><br/> <i>FSC built-in (subject to fluctuation)</i><br/>           + DUA: \$35 per DUA<br/>           +Terminal Fee: \$50<br/>           + IT: \$50 (if applicable)<br/>           + Duties and Taxes</p> |            |                |                |                 |                 |

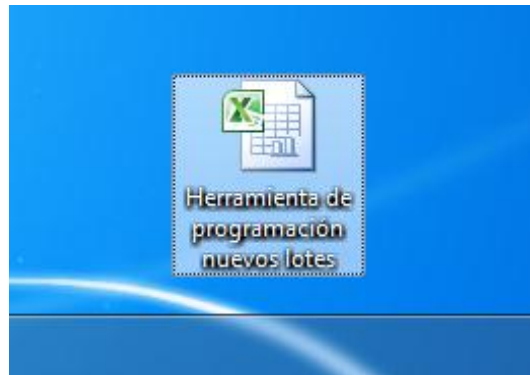
## ANEXO 4: CÁLCULO COSTO DE EXPORTACIONES VÍA MARÍTIMA

| <b><i>Ocean Pricing: CRSJO – USCMH via MIA Port</i></b> |                      |                      |                      |                      |
|---|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Origin:   | Heredia, Costa Rica  | Heredia, Costa Rica  | Heredia, Costa Rica  | Heredia, Costa Rica  |
| Load Port:  | LIM                  | LIM                  | LIM                  | LIM                  |
| Destination:  | Lockbourne, OH 43137 | Lockbourne, OH 43137 | Lockbourne, OH 43137 | Lockbourne, OH 43137 |
| Discharge Port:   | Port Everglades      | Port Everglades      | Port Everglades      | Port Everglades      |
| Move Type:  | All-Motor            | All-Motor            | All-Motor            | All-Motor            |
| Transit Time  | 9 days               | 9 days               | 9 days               | 9 days               |
| Service Type:   | Door to Door         | Door to Door         | Door to Door         | Door to Door         |
| Equipment Type:   | 20' Dry              | 40' Dry              | 45' Dry (96)         | 45' Dry (102)        |
| Ocean Freight**   | \$1,500.00           | \$1,755.00           | \$2,310.00           | Not Available        |
| GRI   | -                    | -                    | -                    |                      |
| BAF/Bunker  | \$176                | \$352                | \$402                |                      |
| Low Sulfur Fuel*  | \$80.00              | \$80.00              | \$90.00              |                      |
| DUA   | \$35.00              | \$35.00              | \$35.00              |                      |
| Cross Dock  | \$200.00             | \$200.00             | \$215.00             |                      |
| U.S. Inland   | \$1,600.00           | \$1,600.00           | \$1,600.00           |                      |
| U.S. Inland Fuel  | \$335.00             | \$335.00             | \$335.00             |                      |
| Handling Fee  | \$50.00              | \$50.00              | \$50.00              |                      |
| Documentation   | \$50.00              | \$50.00              | \$50.00              |                      |
| TICA  | \$25.00              | \$25.00              | \$25.00              |                      |
| Total   | \$4051.00            | \$4482.00            | \$5,122.00           |                      |

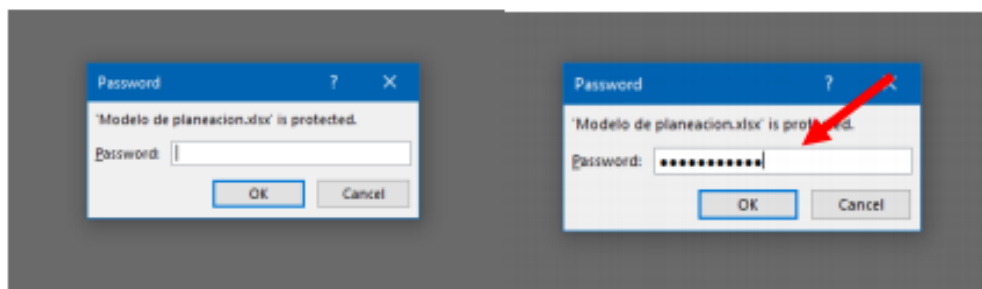
\*\*Ocean Rates valid for 1 year and subject to ocean carrier increases like GRI or BAF

## ANEXO 5: MANUAL DE USO HERRAMIENTA DE PROGRAMACIÓN DE NUEVOS TAMAÑOS DE LOTE

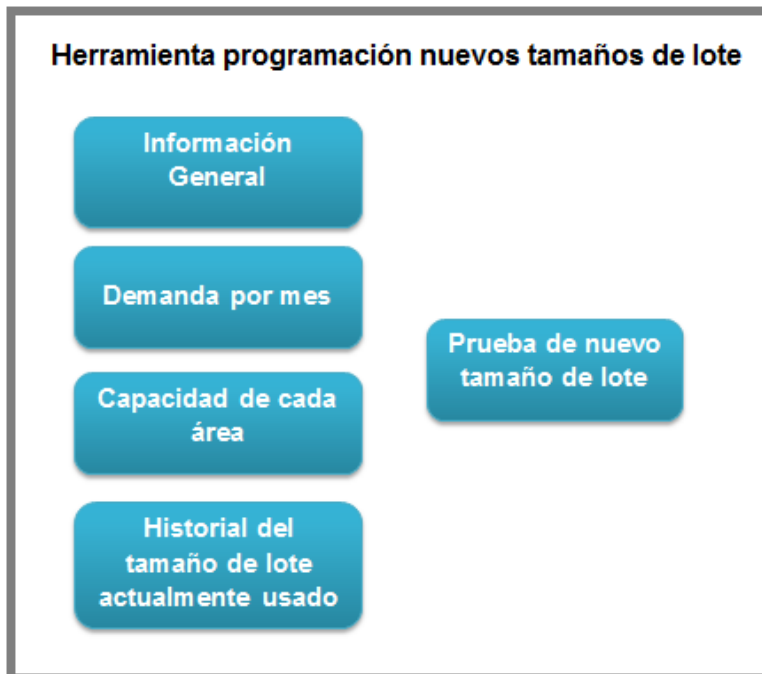
1- Primero abra el archivo llamado herramienta de programación nuevos lotes.



2- Ingrese clave de acceso.



3- Elija la casilla a usar.



4- Si eligió la de información general le aparecerá lo siguiente:

| P/Ns a Analizar | Descripción                       | Uds/Caja Shipper | QTY de cajas/Tarima |
|-----------------|-----------------------------------|------------------|---------------------|
| 48401           | 1.8MM Soft Suture Anchor          | 20               | 16                  |
| 66970           | MULTIFIX S - ULTRA,5.5MM          | 36               | 32                  |
| 48221           | Q Fix 2.8 Disposable Kit Shoulder | 36               | 32                  |
| 65203           | Ultrabutton                       | 87               | 32                  |
| 25110           | SMARTSTITCH PP CONNECTOR          | 50               | 32                  |
| 30646           | SPEEDSCREW IMPLANT                | 24               | 32                  |
| 56086           | CRESCENT XL, ACCU-PASS DIRECT     | 40               | 32                  |
| 15324           | MAGNUM 2 KNOTLESS IMPLANT OM-1502 | 21               | 16                  |
| 57407           | First Pass Disposable             | 25               | 16                  |

En esta casilla se muestra la información general de cada producto, como su nombre completo, la cantidad de unidades que caben en una caja shipper y la cantidad de cajas shipper necesarias para llenar una tarima.

5- Si eligió la opción de demanda por mes le aparecerá lo siguiente:

| P/N   | Description                       | sep-1 | oct-1 | nov-1 | dic-1 |
|-------|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 48401 | 1.8MM Soft Suture Anchor          | 6500  | 4500  | 4900  | 3500  |
| 66970 | MULTIFIX S - ULTRA,5.5MM          | 2400  | 4400  | 2000  | 2400  |
| 48400 | 2.8MM Soft Suture Anchor          | 2000  | 3500  | 3500  | 3000  |
| 65203 | Ultrabutton                       | 0     | 1000  | 1000  | 1400  |
| 25110 | SMARTSTITCH PP CONNECTOR          | 1000  | 2000  | 1500  | 2000  |
| 30646 | OPUS SPEEDSCREW IMPLANT           | 1500  | 900   | 1500  | 1500  |
| 48221 | Q Fix 2.8 Disposable Kit Shoulder | 3600  | 0     | 2000  | 1200  |
| 56086 | CRESCENT XL, ACCU-PASS DIRECT     | 0     | 1000  | 1500  | 1000  |
| 15324 | MAGNUM 2 KNOTLESS IMPLANT OM-1502 | 0     | 500   | 500   | 1250  |

En esta casilla se muestra la demanda por mes de cada producto junto con su respectivo nombre.

6- Si eligió la opción de capacidad de cada área le aparecerá lo siguiente:

| P/Ns a Analizar | Descripción                       | Lot Almacen | Lot Laser          | Lot CER             | Lot PKG | Lot Shipping |
|-----------------|-----------------------------------|-------------|--------------------|---------------------|---------|--------------|
| 48401           | 1.8MM Soft Suture Anchor          | 500         | No pasa por Laser  | 500                 | 500     | NA           |
| 66970           | MULTIFIX S - ULTRA,5.5MM          | 500         | 600 ó menos        | 800                 | 500     | NA           |
| 48221           | Q Fix 2.8 Disposable Kit Shoulder | 500         | No afecta          | 1000                | 500     | NA           |
| 65203           | Ultrabutton                       | 500         | No pasa por Laser  | Igual ó solo 50 más | 500     | NA           |
| 25110           | SMARTSTITCH PP CONNECTOR          | 500         | 300                | 300                 | 500     | NA           |
| 30646           | SPEEDSCREW IMPLANT                | 500         | 300                | 500                 | 500     | NA           |
| 56086           | CRESCENT XL, ACCU-PASS DIRECT     | 500         | No pasa por Laser  | 1000                | 500     | NA           |
| 15324           | MAGNUM 2 KNOTLESS IMPLANT OM-1502 | 500         | 500                | 600                 | 500     | NA           |
| 57407           | First Pass Disposable             | 500         | 250 ó solo 100 más | 250 ó solo 100 más  | 500     | NA           |

En esta casilla se muestra la capacidad productiva por orden de cada área del proceso, la cual es de gran importancia tomar en cuenta a la hora de hacer algún cambio de lote.

7- Si eligió la opción de historial del tamaño de lote actualmente usado, le aparecerá lo siguiente:

| P/Ns a Analizar | Descripción                       | Lot size actualmente usado | Beneficios   |
|-----------------|-----------------------------------|----------------------------|--|
| 48401           | 1.8MM Soft Suture Anchor          | 500                        | Se obtienen 25 cajas completas, cumple con la capacidad de cada área y dura 12,5 días  |
| 66970           | MULTIFIX S - ULTRA,5.5MM          | 600                        | Dura 13.75 días, 4.25 días menos que el lote anterior, 14 cajas completas, 33 unds por día lote anterior y 36 unds por día lote propuesto.   |
| 48221           | Q Fix 2.8 Disposable Kit Shoulder | 600                        | Dura 12 días, 28 cajas completas, 57 unds por día lote anterior y 83 unds por día lote propuesto.  |
| 65203           | Ultrabutton                       | 200                        | Dura la misma cantidad de días promedio que son 11 y se producen 50 unds más, salen 3 cjas, con el lote anterior se hacían 18 unds por día y con el lote propuesto 23 unds por día.  |
| 25110           | SMARTSTITCH PP CONNECTOR          | 250                        | Dura 11 días, 6.5 días menos que el lote anterior, 6 cajas completas, con el lote anterior se hacían 14 unds por día y con el lote propuesto 27 unds por día, en el CER se ajusta al turno completo, mínimo 1 limpieza de línea menos. |
| 30646           | SPEEDSCREW IMPLANT                | 300                        | Dura 15 días, 12.5 cajas, por capacidad de Laser se deja igual.  |

En esta casilla se muestra el historial de beneficios y problemas presentados con la utilización del tamaño de lote actual, la información que hay aquí es de suma importancia ya que básicamente muestra el comportamiento del lote en el proceso. Cabe mencionar que esta se tiene que actualizar cada vez que es cambiado un tamaño de lote y se empiezan a obtener los primeros resultados.

## 8- Si eligió la opción de prueba de nuevo tamaño de lote, le aparecerá lo siguiente:

| P/Ns a Analizar | Descripción                       | Uds/Caja Shipper | QTY de cajas/Tarima | Demanda febrero 2019 | Lot size act | Lot size propuesto | Lot Almacen | Lot Laser         | Lot CER             | Lot PKG | Lot Shipping | Cajas Shipper por lote actual | Cajas Shipper por lote propuesto | Número ordenes a programar (mes) | Registro de beneficios ó problemas presentados |
|-----------------|-----------------------------------|------------------|---------------------|----------------------|--------------|--------------------|-------------|-------------------|---------------------|---------|--------------|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--|
| 48401           | 1.8MM Soft Suture Anchor          | 20               | 16                  | 5000                 | 500          | 500                | 500         | No pasa por Laser | 500                 | 500     | NA           | 25                            | 25                               | 10                               |  |
| 66970           | MULTIFIX S - ULTRA, 5.5MM         | 36               | 32                  | 7000                 | 600          | 500                | 500         | 600 ó menos       | 800                 | 500     | NA           | 16,67                         | 14                               | 14                               |  |
| 48221           | Q Fix 2.8 Disposable Kit Shoulder | 36               | 32                  | 3000                 | 600          | 1000               | 500         | No afecta         | 1000                | 500     | NA           | 16,67                         | 28                               | 3                                |  |
| 65203           | Ultrabutton                       | 87               | 32                  | 4500                 | 200          | 250                | 500         | No pasa por Laser | Igual ó solo 50 más | 500     | NA           | 2,30                          | 3                                | 18                               |  |
| 25110           | SMARTSTITCH PP CONNECTOR          | 50               | 32                  | 1800                 | 250          | 300                | 500         | 300               | 300                 | 500     | NA           | 5                             | 6                                | 6                                |  |
| 30646           | SPEEDSCREW IMPLANT                | 24               | 32                  | 1200                 | 300          | 300                | 500         | 300               | 500                 | 500     | NA           | 12,50                         | 12,50                            | 4                                |  |
| 56086           | CRESCENT XL, ACCU-PASS DIRECT     | 40               | 32                  | 3500                 | 500          | 1000               | 500         | No pasa por Laser | 1000                | 500     | NA           | 12,50                         | 25                               | 3,5                              |  |
| 15324           | MAGNUM 2 KNOTLESS IMPLANT OM-1502 | 21               | 16                  | 1500                 | 500          | 500                | 500         | 500               | 600                 | 500     | NA           | 24                            | 24                               | 3                                |  |

En esta casilla es la que le permite ingresar un nuevo tamaño de lote y ver el pronóstico del resultado que se va a obtener. Además agrupa toda la información necesaria para que pueda hacer la comparación y análisis y así tomar la decisión de si programa el nuevo lote, deja el que estaba o prueba otro totalmente diferente a las opciones anteriormente analizadas.