



**FACULTAD DE POSTGRADO**

**TESIS DE POSTGRADO**

**EVALUACIÓN DE DESPERDICIOS OPERATIVOS  
GENERADOS EN UNA EMPRESA DE BATAS QUIRÚRGICAS**

**SUSTENTADO POR:**

**JUDITH PINEDA TABORA**

**ROGER GUILLERMO PUERTO HERNÁNDEZ**

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE  
MÁSTER EN DIRECCIÓN EMPRESARIAL**

**SAN PEDRO SULA, CORTÉS, HONDURAS, C.A.**

**JULIO, 2019**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**UNITEC**

**FACULTAD DE POSTGRADO**

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**RECTOR**

**MARLON BREVÉ REYES**

**SECRETARIO GENERAL**

**RÓGER MARTÍNEZ MIRALDA**

**VICERRECTOR ACADÉMICO**

**DESIREE TEJADA CALVO**

**VICEPRESIDENTE CAMPUS SPS**

**CARLA MARÍA PANTOJA**

**DECANO FACULTAD DE POSTGRADO**

**CLAUDIA MARÍA CASTRO VALLE**

**EVALUACIÓN DE DESPERDICIOS OPERATIVOS  
GENERADOS EN UNA EMPRESA DE BATAS QUIRÚRGICAS**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS  
REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE**

**MÁSTER EN**

**DIRECCIÓN EMPRESARIAL**

**ASESOR METODOLÓGICO**

**JUAN JACOBO PAREDES HELLER**

**ASESOR TEMÁTICO**

**LEONEL MOLINA**

**MIEMBROS DE LA TERNA:**

**JOSE RODOLFO SORTO**

**GABRIELA HUNG**

**LISETTE CARCAMO**

# **DERECHOS DE AUTOR**

© Copyright 2019

JUDITH PINEDA TABORA

ROGER GUILLERMO PUERTO

Todos los derechos son reservados.

# **AUTORIZACIÓN DEL AUTOR(ES) PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO DE TESIS DE POSTGRADO**

Señores

**CENTRO DE RECURSOS PARA**

**EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN (CRAI)**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA (UNITEC)**

**SAN PEDRO SULA**

Estimados Señores:

Nosotros, Judith Pineda Tabora y Roger Guillermo Puerto, de San Pedro Sula, autores del trabajo de postgrado titulado: Evaluación de desperdicios operativos generados en una empresa de batas quirúrgicas, presentado y aprobado en junio de 2019, como requisito previo para optar al título de Máster en Dirección Empresarial y reconociendo que la presentación del presente documento forma parte de los requerimientos establecidos del programa de maestrías de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), por este medio autorizo/autorizamos a las Bibliotecas de los Centros de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) de la UNITEC, para que con fines académicos, puedan libremente registrar, copiar o utilizar la información contenida en él, con fines educativos, investigativos o sociales de la siguiente manera:

- 1) Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo en las salas de estudio de la biblioteca y/o la página Web de la Universidad.
- 2) Permita la consulta, la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general en cualquier otro formato conocido o por conocer.

De conformidad con lo establecido en los artículos 9.2, 18, 19, 35 y 62 de la Ley de Derechos de Autor y de los Derechos Conexos; los derechos morales pertenecen al autor y son personalísimos, irrenunciables, imprescriptibles e inalienables, asimismo, por tratarse de una obra colectiva, los autores ceden de forma ilimitada y exclusiva a la UNITEC la titularidad de los derechos patrimoniales. Es entendido que cualquier copia o reproducción del presente documento con fines de lucro no está permitida sin previa autorización por escrito de parte de UNITEC.

En fe de lo cual, se suscribe el presente documento en la ciudad de San Pedro Sula a los xx días del mes de junio de 2019.

---

Judith Pineda Tabora

21743052

---

Roger Guillermo Puerto

21743098



**FACULTAD DE POSTGRADO**

## **EVALUACIÓN DE DESPERDICIOS OPERATIVOS GENERADOS EN UNA EMPRESA DE BATAS QUIRÚRGICAS**

**NOMBRE LOS MAESTRANTES:**

**JUDITH PINEDA TABORA Y ROGER GUILLERMO PUERTO**

### **Resumen**

El presente trabajo de investigación se enfoca en la evaluación de los desperdicios operativos generados en la elaboración de batas quirúrgicas en una empresa ubicada en Honduras. Los desperdicios operativos están representando a la empresa pérdidas millonarias que se reflejan en su costo de manufactura. Para la evaluación de los desperdicios operativos se utilizó la metodología de manufactura esbelta, esta metodología se enfoca en los desperdicios generados por la sobreproducción, tiempos de espera, inventario, defectos, retrabajos, movimientos innecesarios y transporte. Con la finalidad de obtener resultados se utilizó un enfoque cuantitativo con un estudio no experimental debido a que no se manipularon las variables solamente se recopilaron los datos. El tipo de diseño fue transversal y el alcance de la investigación es correlativo. El análisis realizado a los datos recopilados permitió la obtención de resultados para identificar las variables que inciden. Los resultados obtenidos demuestran que la sobreproducción, inventario, defectos, retrabajos y transporte generan desperdicios operativos. Finalmente se realizó un plan de acción que la empresa puede usar como guía para la eliminación del desperdicio operativo.

Palabras claves: Evaluación de Desperdicios Metodología Esbelta Desperdicios Operativos



**FACULTAD DE POSTGRADO**

**OPERATIONAL WASTE EVALUATION IN A SURGICAL GOWNS  
MANUFACTURING FACILITY.**

**PRESENTED BY:**

**Judith Pineda Tabora y Roger Guillermo Puerto**

**Abstract**

The present work focuses on the evaluation of the operative waste generated in the elaboration of surgical gowns in a company located in Honduras. Operational waste is representing millionaire lost that are reflected in the manufacturing cost. The lean manufacturing methodology was used for the evaluation of the operational waste, this methodology focuses on the waste generated by overproduction, waiting times, inventory, defects, rework, unnecessary movements and transportation. To obtain results, a quantitative approach was used with a non-experimental study because the variables were not manipulated, the data was collected. The type of design was transversal, and the scope of the investigation is correlative. The analysis made to the collected data allowed the obtaining of results to identify the variables that affect. The results obtained show that overproduction, inventory, defects, rework and transport generate operational waste. Finally, an action plan was made that the company can use as a guide for the elimination of operational waste.

**Key Words:** Evaluation of Operative Waste Lean Methodology Operational Waste



## **DEDICATORIA**

Dedicamos este logro en primer lugar a Dios que nos dio la sabiduría y fuerzas para cumplir con este reto, que significa un paso más en nuestro camino a formarnos como profesionales.

Dedicamos este logro a nuestros padres que nos apoyaron en todo el proceso de estudio y nos alentaron a seguir nuestra formación para ser personas de éxito.

Dedicamos este logro a nuestros amigos que nos ayudaron aportando ideas para nuestro proyecto de graduación y estuvieron presente cuando teníamos una duda para aclarar la misma.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC) por ser una fuente de conocimiento que nos van a marcar en nuestra formación educativa y que a la larga nos forma el carácter como profesionales.

Agradecemos a nuestro asesor Dr. Jacobo Paredes Heller por brindarnos guía, consejo y orientación en el trabajo de tesis. Nos sirvió de mucho apoyo los consejos y correcciones realizadas para culminar con éxito esta etapa.

Agradecemos a nuestro asesor temático Ing. Leonel Molina Guardiola por apoyarnos en la revisión y corrección del presente proyecto de investigación. Por guiarnos y dar ideas para el desarrollo de este trabajo de graduación.

Agradecemos a la empresa de batas quirúrgicas por entregar toda la información necesaria para el desarrollo de este proyecto de investigación. Por incentivar esta investigación y brindar los datos históricos del problema.

Agradecemos a los catedráticos que han sido importante en todo nuestro proceso de aprendizaje al nivel de maestría. Nos brindaron las pautas sobre cómo realizar trabajos de investigación y nos dieron las herramientas necesarias para completar este reto.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN .....	1
1.1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA .....	2
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	9
1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA .....	10
1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	10
1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....	11
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	11
1.4.1 OBJETIVO GENERAL .....	11
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
1.5 JUSTIFICACIÓN .....	12
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	15
2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....	15
2.1.1 ANÁLISIS DEL MACROENTORNO .....	18
2.1.2 ANÁLISIS DEL MICRO-ENTORNO .....	20
2.1.3 ANÁLISIS INTERNO .....	22
2.2 TEORÍA DE SUSTENTO .....	24
2.3 CONCEPTUALIZACIÓN .....	33
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA .....	34
3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA .....	34
3.1.1 DIAGRAMA DE VARIABLES .....	35
3.1.2 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES .....	37
3.1.3 HIPÓTESIS .....	41
3.2 ENFOQUE Y MÉTODOS .....	41
3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	42
3.3.1 POBLACIÓN .....	43
3.3.2 MUESTRA .....	43
3.3.3 UNIDAD DE ANÁLISIS .....	44
3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS .....	45

3.4.1 INSTRUMENTOS .....	45
3.4.2 TÉCNICA.....	45
3.5 FUENTES DE INFORMACIÓN .....	46
3.5.2 FUENTES SECUNDARIAS .....	46
3.6 LIMITACIONES .....	47
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	48
4.1 SOBREPDUCCIÓN .....	48
4.1.1 PRODUCCIÓN EXCESIVA .....	48
4.1.2 PRODUCCIÓN MÁS RÁPIDA .....	49
4.2 TIEMPO DE ESPERA .....	50
4.2.1 TIEMPO DE ESPERA POR FALTA DE TRABAJO .....	51
4.2.2 TIEMPO DE ESPERA POR CAMBIO DE ESTILO .....	52
4.2.3 TIEMPO DE ESPERA POR CAPACITACIONES Y REUNIONES .....	53
4.2.4 TIEMPO DE ESPERA POR MANTENIMIENTO .....	55
4.2.5 TIEMPO DE ESPERA POR MUESTRAS .....	56
4.2.6 TIEMPO DE ESPERA POR FALTA DE MATERIAL.....	58
4.2.7 TIEMPO DE ESPERA POR TRANSFERENCIAS DE PERSONAL .....	59
4.2.8 TIEMPO DE ESPERA POR RETRABAJOS .....	61
4.2.9 ANÁLISIS DE TIEMPOS DE ESPERA .....	62
4.3 INVENTARIO .....	63
4.3.1 INVENTARIO DE MATERIA PRIMA .....	64
4.3.2 INVENTARIO DE PRODUCTO EN PROCESO .....	65
4.3.3 INVENTARIO DE PRODUCTO FINAL .....	67
4.4 REPROCESOS .....	68
4.4.1 REPROCESOS DE PRODUCTO EN PROCESO.....	68
4.4.2 REPROCESOS DE PRODUCTO FINAL .....	69
4.5 DEFECTOS.....	70
4.5.1 DEFECTOS DE MATERIA PRIMA .....	71
4.5.2 DEFECTOS DE PRODUCTO EN PROCESO .....	72
4.5.3 DEFECTOS DE PRODUCTO TERMINADO .....	73
4.6 MOVIMIENTOS INNECESARIOS .....	74

4.7 TRANSPORTE .....	75
4.8 PRUEBA DE HIPÓTESIS .....	76
4.8.1 PRUEBA DE NORMALIDAD .....	77
4.8.2 COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS .....	78
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	82
5.1 CONCLUSIONES .....	82
5.2 RECOMENDACIONES .....	83
CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD .....	85
6.1 TÍTULO .....	85
6.2 INTRODUCCIÓN .....	85
6.3 OBJETIVO .....	86
6.4 PLAN DE ACCIÓN.....	86
6.4.1 PLAN DE ACCIÓN DEFECTOS Y RETRABAJOS EN PROCESO .....	86
6.4.2 PLAN DE ACCIÓN INVENTARIOS .....	87
6.4.3 PLAN DE ACCIÓN SOBREPDUCCIÓN Y TRANSPORTE .....	87
6.5 CRONOGRAMA .....	88
6.6 PRESUPUESTO .....	93
BIBLIOGRAFÍA .....	95

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de Congruencia Metodológica .....	35
Tabla 2 Operacionalización de las variables .....	37
Tabla 3 Prueba de Kruskal-Wallis: Diferencias versus Variables .....	79
Tabla 4 Análisis de Dimensiones estadísticamente significativas. ....	80
Tabla 5. Cronograma Plan de Acción .....	89
Tabla 6. Presupuesto Plan de Acción .....	93

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Grafico de Desperdicios Operativos.....	13
Figura 2 Diagrama de Flujo de Materiales de Proceso de Manufactura de Batas Quirúrgicas. ....	23
Figura 3 Diagrama de Variables .....	36
Figura 4 Enfoque y Métodos de Investigación.....	42
Figura 5 Porcentaje de Cumplimiento Plan de Producción .....	49
Figura 6 Porcentaje de Eficiencias. ....	50
Figura 7 Porcentaje de tiempo de espera por falta de trabajo. ....	51
Figura 8 Porcentaje de tiempo de espera por cambio de estilo. ....	53
Figura 9 Porcentaje de tiempo de espera por capacitaciones y reuniones de trabajo. ....	54
Figura 10 Porcentaje de tiempo de espera por mantenimiento. ....	56
Figura 11 Porcentaje de tiempo de espera por manufactura de muestras. ....	57
Figura 12 Porcentaje de tiempo de espera por falta de material. ....	59
Figura 13 Tiempo de espera por transferencias de personal. ....	60
Figura 14 Porcentaje de tiempo de espera por retrabajos. ....	62
Figura 15 Grafico de Pareto para tiempos de espera. ....	63
Figura 16 Porcentaje de Inventario de Materia Prima .....	65
Figura 17 Porcentaje de Inventario de Producto en Proceso .....	66
Figura 18 Porcentaje de Inventario de Producto Terminado.....	67
Figura 19 Porcentaje de Retrabajos de Producto en Proceso.....	69
Figura 20 Porcentaje de Retrabajos de Producto Terminado .....	70
Figura 21 Porcentaje de Defectos de Materia Prima .....	71
Figura 22 Porcentaje de Defectos de Productos en Proceso .....	72
Figura 23 Porcentaje de Defectos de Producto Terminado .....	73
Figura 24 Porcentaje de Movimientos Innecesarios .....	75
Figura 25 Porcentaje de Transporte.....	76
Figura 26 Prueba de Normalidad para las diferencias.....	77

# CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

En la actualidad la globalización de la empresa ha generado que cada día la competitividad sea más reñida y creciente. Esta competitividad en las empresas ha generado la necesidad de que las compañías busquen el mejoramiento continuo y se enfoquen a aumentar su productividad y eficiencia. Bajo esta presión de mejoramiento continua por la creciente competitividad, las compañías se han enfocado en reducir sus costos operativos, siendo los desperdicios uno de los contribuyentes al costo de manufactura. El rubro de manufactura de productos médicos no ha sido la excepción, y ha aumentado sus esfuerzos por implementar sistemas de control para los desperdicios.

## 1.1 INTRODUCCIÓN

La presente tesis tiene como objetivo principal, la evaluación de los desperdicios operativos para la producción de batas quirúrgicas en una empresa ubicada en Honduras, implementando la metodología de manufactura esbelta, con la finalidad de optimizar la materia prima utilizada para la operación y reducir los costos operativos de manufactura. El presente trabajo fue realizado en una empresa dedicada a la confección de batas quirúrgicas utilizadas a nivel mundial, al ser este un producto tan delicado y costoso de manufacturar, se debe de buscar desperdiciar la menor cantidad de materia prima posible para obtener mayores rentabilidades en un mercado altamente competitivo y especializado.

Al estar en un mercado altamente competitivo las empresas que se mantienen avante son aquellas que no incrementan sus precios de venta y logran reducir considerablemente sus costos de manufactura. Las empresas exitosas tienen un mayor control sobre sus desperdicios, estos se encuentran plenamente identificados y también se conocen sus causas. A pesar de tener identificados y en control los desperdicios las empresas activamente buscan lograr una disminución de estos, con la finalidad de tener mayores márgenes de ganancia.

El logro de la reducción de desperdicios no solamente se ve reflejado en los márgenes de ganancia, de igual manera se obtiene una utilización más efectiva de los recursos tanto humano como industrial. Las empresas designan grupos de trabajos conformados por distintas áreas para poder identificar soluciones y llegar a la meta de reducción de desperdicios. Gran parte de los



desperdicios de una empresa no son solamente tangibles, estos pueden ser intangibles como el tiempo. Los momentos de espera que tiene un operador antes de recibir todos sus implementos de trabajo, en este espacio también se deben de contabilizar los tiempos que las maquinas no están produciendo por un mantenimiento.

Las empresas año tras año definen sus metas para la parte operativa, dentro de estas metas se encuentra la reducción de desperdicios. Las empresas del rubro textil se miden contra otras empresas homologas con el fin de tener mejores indicadores de calidad y productividad. Tienen el conocimiento de la fuerte relación que existe entre estos dos factores para ser las líderes de su segmento de mercado y tener un mayor posicionamiento en los consumidores. La industria de batas quirúrgicas trabaja arduamente en la reducción de desperdicio, los desperdicios se encuentran contemplados dentro de los costos operativos por lo cual se enfocan en la identificación y reducción de estos. En la empresa de batas quirúrgicas ubicada en Honduras en lugar de experimentar una reducción de los desperdicios se ha tenido un incremento de estos, esto ha sucedido durante los años 2017 y 2018.

Debido a este incremento en los últimos dos años que impacta arduamente en los márgenes de ganancia de la empresa, se ha decidido evaluar los desperdicios dentro del proceso de manufactura de batas quirúrgicas, con el fin de identificar plenamente los desperdicios y sus causas. Mediante esta investigación se brindará un apoyo sustancial a la empresa para poder establecer una guía de los problemas puntuales que tienen en sus procesos de producción, al establecer una guía se pueden buscar las soluciones y ser una empresa más competitiva.

## 1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

El ejemplo más relevante de la utilización de manufactura esbelta en búsqueda de la reducción de desperdicios es de Toyota. Esta empresa de producción de vehículos es la pionera en cuanto a procesos de manufactura esbelta y ha hecho de su metodología un modelo que es copiado por todas las empresas del mundo. “En solo veinticinco años, Toyota ha pasado de ser una pequeña compañía japonesa a ser el mayor fabricante de automóviles del mundo” (Magee, 2008).

La compañía Toyota Motor Company Ltd. fue inscrita en 1937 como una empresa japonesa. El fundador de esta empresa fue Kiichiro Toyoda, una persona sin amplia experiencia en el diseño

y fabricación de vehículos. Su primer prototipo fue realizado en 1935 y la producción de este comenzó en el año 1937.

Kiichiro Toyoda obtuvo su financiamiento en 1929 para implementar mediante la venta de una exitosa empresa familiar que la heredó de su padre, su venta fue de aproximadamente 20 millones de dólares en el mercado actual. Una de las principales ventajas de la exitosa compañía de Telares fue la implementación de una maquina de Telares que detectaba cuando habian defectos en la producción y por la implementación de las primeras tecnologías a prueba de errores. (Shingo, 2017) Kiichiro Toyoda empleó los principios comerciales que su padre le enseñó. En base a las enseñanzas y principios comerciales que había heredado la calidad fue su pilar fundamental para tener una empresa exitosa.

#### PRINCIPIOS COMERCIALES DE TOYOTA (Meier, 2006):

- 1) Aportar en conjunto, sin depender de la posición política, al desarrollo y crecimiento del país mediante el cumplimiento de sus tareas.
- 2) Ser creativo, curioso y perfeccionista, para estar adelantado a los tiempos y ser líderes.
- 3) Ser practico.
- 4) Ser amable, generoso con los empleados y crear un ambiente familiar y seguro.
- 5) Ser respetuoso, siempre considerarse afortunado y agradecido de las cosas sin importar si son grandes o pequeñas.

En los primeros siete años de operaciones, la compañía Toyota vendió solamente la cantidad de 1500 vehículos. A pesar de esto la empresa tuvo éxito con la venta de camiones. Toyota tuvo suerte cuando el gobierno decidió que todos los fabricantes de vehículos japoneses debían de comercializar mas sus vehículos, esto termino la importación de autos provenientes de los Estados Unidos a Japón. Cuando comenzó la Segunda Guerra Mundial, Toyota se dedicó a producir autos para el departamento militar. Después de la guerra Toyota lanzó su primer auto económico en 1947 conocido como el Toyopet. En su primer año de producción de este vehículo la empresa vendió 100 mil unidades. En la crisis de la Segunda Guerra Mundial varias empresas en el mercado no pudieron mantener sus operaciones, fue en este periodo cuando Taiichi Ohno y Shigeo Shingo

iniciaron los fundamentos de producción que se conocen en la actualidad como manufactura esbelta (Shingo, 2017).

En 1950, Japón entró en recesión por este motivo Toyota tuvo que despedir masivamente a sus empleados y contrajeron grandes pérdidas financieras. Hasta el momento este ha sido el único año en que la compañía ha reportado pérdidas durante toda su historia productiva. En 1957 Toyota envió a tres empleados a conocer el mercado estadounidense y entender su comercio, durante ese año abrieron una concesionaria de vehículos en California. Empezaron a vender Toyopets, sin embargo, en este año la empresa solamente logró vender 300 unidades. En los años cincuenta y los sesenta, las tres empresas de producción de vehículos en los Estados Unidos eran General Motors, Ford y Chrysler, estas empresas controlaban el 90% de los autos vendidos en este país. Toyota analizó el mercado y comenzó a fabricar vehículos para este mercado en específico, el primero fue el Toyota Corona que tuvo muy buena aceptación (Shingo, 2017).

El periodo de 1973, fue clave para la manufactura moderna, debido a que a raíz de la crisis de petróleo que tenía un impacto mundial se publicaron de forma general los principios de producción de Toyota. Japón, siendo un país no productor de petróleo, sufrió un alto impacto debido a la crisis por petróleo, Toyota gracias a sus principios de producción fue una de las pocas empresas que pudo sobrevivir y controlar sus operaciones en la crisis. Debido a la crisis que se observaba en el país, el gobierno japonés, recomendó a Toyota publicar sus principios de producción, para que la economía japonesa pudiera recuperarse y crecer nuevamente (Shingo, 2017) .

En 1976, la Toyota se convirtió en el primer productor extranjero en vender 100 mil unidades en un año. Para 1984 esta empresa logró vender 800 mil autos, de los cuales ninguno fue producido en Estados Unidos. En 1986 decidió abrir su primera planta en suelo estadounidense, ese año vendió un millón de vehículos y logró alcanzar el 10% del mercado nacional. En 1989 Toyota lanzó al mercado dos modelos de su marca Lexus en los Estados Unidos. En 2007 Lexus vendió 300 mil unidades, con esto se convirtió en la cuarta marca mundial en ventas. Ese mismo año la Toyota tenía un margen operativo de más del 9% que representa el triple del margen de la industria. Toyota actualmente es el mayor fabricante de vehículos del mundo y vende más de 10 millones de vehículos (Shingo, 2017).

La compañía Toyota espera que todos los empleados, sin importar su nivel jerárquico, piensen y actúen como inspectores de calidad. Ellos se basan en que la experiencia de primera mano es la que mejora la calidad. En Toyota saben que los defectos o desperdicios de cualquier proceso no se pueden eliminar o mitigar si no se identifican primero y también si las causales no son estudiadas. Toyota es una compañía caracterizada porque cualquiera de sus empleados que identifique un defecto puede detener totalmente la línea de producción. Con esta cultura Toyota anima a sus empleados a aumentar la calidad mediante la identificación y posteriormente la eliminación de raíz de los defectos. Los empleados de Toyota ponen en practica tres ideales que son básicos para aumentar la calidad (Spear, 2004).

IDEALES BASICOS PARA AUMENTAR LA CALIDAD (Liker, Las claves del éxito de Toyota: 14 principios de gestión del fabricante más grande del mundo., 2006):

- 1) Hablar cuando sean identificados los defectos: todos los empleados son responsables por su línea de producción y por ende de su calidad, ningún empleado está exento de responsabilidad.
- 2) Utilizar los cinco porqués, con la finalidad de encontrar el nacimiento de este problema: esta ideología proviene que mediante las preguntas se lleva a la verdad, por eso los empleados se deben de preguntar constantemente.
- 3) Buscar la causal del defecto y solucionarlo: se debe de comprender que es lo que esta sucediendo, por eso se deben de encontrar los defectos antes de tratar de implementar una solución.

Toyota busca ofrecer mas valor en sus productos, los expertos consideran que Toyota brinda productos de mayor valor que la competencia. La competencia sabe que los vehículos de Toyota son mejores en la ingeniería y manufactura, esto aplica presión a sus competidores. Los vehículos Toyota son revendidos a un mayor precio que los autos de sus competidores. El objetivo principal de Toyota es producir bienes que sean mejores que los que ofrece su competencia, pero que estos cuesten igual o menor que los vehículos mas baratos. El Camry fue el vehículo mas vendido en Estados Unidos desde 1997 hasta el 2007, ya que la compañía no podía ofrecer algo similar al ser este un auto duradero, confiable y de bajo mantenimiento (Meier, 2006).

En Toyota todo se mejora y se actualiza, siempre se encuentran esforzándose por mejorar continuamente. El método de mejora continua de Toyota se denomina Sistema de Producción Toyota (TPS), este sistema se basa en dos principios fundamentales para su éxito que consisten en la producción justo a tiempo y Jidoka.

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE TOYOTA (Liker, Las claves del éxito de Toyota: 14 principios de gestión del fabricante más grande del mundo., 2006):

- 1) Justo a tiempo: al definir que insumos se necesitan y las cantidades necesarias para la producción, se pueden tener inventarios con niveles más bajos lo que se traduce en ahorro.
- 2) Jidoka: es el principio donde cualquier operador puede parar las líneas de producción si se identifica un error que afecta la calidad.

El Sistema de Producción Toyota funciona correctamente en esta empresa porque esta enlazado con los principios personales más importantes de la cultura corporativa de la empresa. Toyota es una empresa que tiene más de diez años aplicando el kaizen, el kaizen es el compromiso de eliminar cualquier causal de defecto y que incurra en desperdicios de recurso. El Sistema de Producción Toyota no solamente es una metodología de producción, sirve como guía de la compañía, de igual manera, requiere que la empresa mejore constantemente (Ohno, 2018).

Los colaboradores de Toyota buscan constantemente nuevas formas de colaborar entre ellos, con la finalidad de mejorar sus procesos y también las políticas de la empresa. El Sistema de Producción Toyota le permite a Toyota mejorar la calidad y al mismo tiempo reducir sus precios. Al tener una mejor calidad y precios mas baratos le da una ventaja competitiva contra otras empresas. La efectividad de la metodología Kaizen se basa en tres principios que le ha permitido alcanzar el éxito entre sus colaboradores (Ohno, 2018).

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LA METODOLOGÍA KAIZEN (Imai, 2000):

- 1) Tener en cuenta los procesos primero y no los resultados.
- 2) ensar en todo el panorama y actuar sistemáticamente.
- 3) No perder tiempo buscando culpables.

El kaizen y el Sistema de Producción Toyota funcionan en esta empresa porque se encuentran alineados con otros conceptos naturales de la cultura corporativa de la empresa como son: el ahorro, la perseverancia y el trabajo duro. Son principios propios de la empresa y no son tendencias, por eso han perdurado y se han compenetrado en los empleados. Toyota realiza un esfuerzo para mejorar y gerenciar las fortalezas de los empleados en lugar de tratar de mejorar sus debilidades. La cultura corporativa de Toyota entiende que todos cometen errores, en especial en los procesos que conllevan mayor grado de innovación y creatividad. En Toyota no esconden los errores ni los pasan por alto, estos errores son remarcados y se analiza porque esto salió mal, de igual manera se busca la manera de mejorar en procesos venideros. (Imai, 2000)

Los gerentes de Toyota apoyan los cambios a largo plazo, no temen a tomar decisiones que van a tardar diez años en ver el verdadero efecto. La Toyota se enfoca en la reducción de los desperdicios y que en todo lo que no sea el aprovechamiento máximo de sus recursos. De esta manera si un proceso o una actividad no aporta valor o se puede mejorar, entonces la actividad desaparece o se mejora por completo con la finalidad de mejorar su proceso.

Este enfoque también ha ido a formar parte de su impacto ambiental, todas las plantas de la empresa a nivel mundial no generan desperdicios. Esto es factible debido a que los proveedores utilizan empaques que pueden ser reutilizados, esta es una empresa enfocada a ayudar al medio ambiente. En lugar de asumir que todos los procesos están correctos, los gerentes animan a los colaboradores a siempre buscar maneras de hacer que todo mejore y que se generen una cantidad menor de desperdicios. El presidente actual de Toyota no era una persona del área de ventas, ni de finanzas o de la producción, es una persona que estuvo a cargo del departamento de reducción de costos. En cinco años esta persona logró eliminar más de 10 mil millones de dólares en costos, esto sin sacrificar la calidad. (Meier, 2006)

La empresa Solectron es el proveedor numero uno a nivel mundial de servicios de elaboración de implementos electrónicos y de una cadena de suministro integral. Esta empresa ha utilizado la metodología Six- Sigma Esbelta, esta metodología se enfoca en eliminar los desperdicios y la variación existente en todos los componentes de la cadena de suministro. Esta metodología solicita y se enfoca en lograr en que todas las partes de la empresa agreguen valor a los productos y servicios

ofrecidos a sus clientes. Solectron utiliza su sistema de producción basado en los cinco principios que fueron un factor clave para Toyota. (Chase, 2009)

#### PRINCIPIOS DE PRODUCCIÓN TOYOTA (Chase, 2009):

- 1) Valor: este principio se basa en que cada persona realice su trabajo buscando realizar actividades que agreguen valor para lo que los clientes desean y están dispuestos a pagar.
- 2) Cadena de valor: el principio se enfoca en dibujar y definir todos los pasos de los distintos procesos que compone. En la cadena de suministro, esto con la finalidad de lograr identificar las actividades de cada proceso que agregan valor al producto terminado y poder eliminar las actividades que no agregan valor y se definen como desperdicios.
- 3) Demanda: el principio de demanda radica en la eliminación de las causales principales de los desperdicios, busca eliminar la sobreproducción determinando la cantidad exacta de producto que los clientes quieren, también se enfoca en entregar el producto en el tiempo preciso que lo necesita el cliente. Este principio se categoriza por definir que la producción solo debe de comenzar cuando el cliente haga un pedido.
- 4) Flujo: este principio tiene como base eliminar otras causales de desperdicio que impactan fuertemente a la empresa como lo son el inventario innecesario y los tiempos de espera, el principio busca garantizar que la materia prima fluya de manera ininterrumpida por parte de toda la cadena de suministro de la empresa y no se detenga.
- 5) Mejora continua: el principio se enfoca en la eliminación completa de los desperdicios, esto se logra según el principio en una cadena de eventos que buscan realizar acciones que mejoren el proceso de producción de la empresa.

Solectron para complementar estos principios y tener una metodología consolidada de Six-Sigma Esbelta, es que motiva a sus empleados a buscar siempre una calidad superior en sus operaciones. Utilizan mediciones exhaustivas de estadística para analizar la variación de la calidad en todos sus procesos y posteriormente aplican la metodología de manufactura esbelta para reducir los desperdicios encontrados y eliminar los defectos. Esta metodología implementada le ha permitido a Solectron identificar rápidamente y corregir velozmente los distintos obstáculos o problemas relacionados con la calidad, esto se ve reflejado en resultados casi inmediatos en sus procesos. (Chase, 2009)

La metodología de manufactura esbelta combinada con Six-Sigma ha permitido a Solectron ser la empresa número uno en su rubro, así como también ser pionera en nuevas soluciones en los procesos. Año tras año mejoran su calidad y al mismo tiempo logran reducir sus desperdicios, sin sacrificar su productividad. El compromiso de sus empleados con la calidad hace que la corrección de los defectos logre mejorar sus procesos continuamente. J.D. Power and Associates es una empresa de marketing que proporciona sus servicios en un nivel global, esta empresa es la líder en cuanto a búsquedas para realizar comparaciones de precios entre vehículos o su opinión del funcionamiento de estos. Esta empresa es utilizada ya que los clientes confían en que los datos entregados son de calidad. (Liker & Choi, 2004)

Esta empresa es orientada a dar opiniones de que autos nuevos son los mejores, por lo cual ellos deben de detectar los defectos y fallas que estos puedan tener. Ellos realizan un estudio enfocado para detectar los problemas de los vehículos y este se divide en dos categorías:

- 1) La calidad de la producción que estudia los problemas causados por una descomposición total o el mal funcionamiento de los componentes, esto incluye el estudio de las piezas que dejan de funcionar, las que se separan de las partes y las que se rompen. En esta categoría se incluyen las siguientes subdivisiones:
- 2) La calidad de la manufactura mecánica donde se estudian todos los problemas que puedan tener los motores o las transmisiones de los vehículos, de igual manera se analizan los defectos que alterna la experiencia de conducción, como ruidos extraños o vibraciones en el timón.
- 3) La calidad de la carrocería e interiores también es evaluada donde se inspeccionan los acabados malos, daños en la pintura y problemas en su ensamblaje. Se evalúan detalles como los asientos, parabrisas, los focos y todas las extras que pueden alterar la percepción de calidad. La otra categoría que se considera en el estudio es el diseño de la calidad, esta se ocupa de determinar si las características de los vehículos funcionan como eran planeados.

### 1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En el presente segmento de la tesis se establece la definición del problema por medio de los tres incisos siguientes: el enunciado del problema, la formulación del problema y las preguntas de



la investigación. La finalidad de este problema es identificar claramente el problema que se busca solucionar en la empresa.

### 1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

En la actualidad la empresa de manufactura de batas quirúrgicas se dedica a la elaboración de estos productos que tienen la característica de ser desechables. Estas batas quirúrgicas no son para consumo nacional, todas se exportan a nivel mundial por lo cual deben de pasar todos los estándares de calidad internacionales. Estas batas quirúrgicas son elaboradas mediante varios procesos, en los cuales se generan desperdicios que están elevando los costos de manufactura del producto.

Se ha identificado un aumento en el costo de conversión de batas quirúrgicas, por lo que se ha planteado como parte de la cultura de mejora continua, la evaluación de los desperdicios en los procesos de manufactura. Las causas por las cuales se generan estos desperdicios operativos no están plenamente identificadas debido que la empresa no cuenta con un plan de reducción de desperdicios de manufactura. La carencia de una evaluación puntual de los desperdicios de manufactura y la no elaboración de un plan concreto ha afectado los costos de la empresa.

En base al aumento del costo de conversión es esencial e imprescindible realizar un análisis concreto, sobre los principales factores que afectan en la generación de desperdicios operativos en el proceso de elaboración de batas quirúrgicas. Mediante esta evaluación se definen soluciones de mejora para el proceso focalizando las mismas en las causas más relevantes, en búsqueda de la reducción en el costo de conversión para el 2019.

### 1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En base al problema planteado se establece la pregunta a investigar: ¿Cómo mediante la utilización de la metodología manufactura esbelta que categoriza los mayores contribuyentes de desperdicios como sobreproducción, inventarios, transportes, reprocesos, movimientos innecesarios y defectos, se pueden evaluar los desperdicios operativos generados en la producción de batas quirúrgicas?

### 1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Las preguntas de investigación que se utilizarán como guía para la resolución del problema planteado en este trabajo investigativo y que sientan las bases de investigación de la presente tesis son:

- 1) ¿Cuál es la relación existente entre la sobreproducción y los desperdicios operativos generados en el proceso de manufactura?
- 2) ¿Contribuyen los tiempos de espera a generar desperdicios operativos en la elaboración de batas?
- 3) ¿Influyen los transportes en la generación de desperdicios operativos?
- 4) ¿Cuál es la relación entre el inventario y los desperdicios operativos en el proceso de manufactura?
- 5) ¿Cuál es la relación existente entre los reprocesos y la generación de desperdicios operativos en la elaboración de batas?
- 6) ¿Contribuyen los movimientos innecesarios en la generación de desperdicios operativos en la elaboración de batas?
- 7) ¿Cuál es la relación existente entre los defectos en la elaboración de batas y la generación de desperdicios operativos?

### 1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

Los objetivos del proyecto indican el propósito que se busca alcanzar e investigar en el proyecto, en este apartado se definen el objetivo general y los objetivos específicos:

#### 1.4.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo general es el propósito identificado a nivel macro del proyecto, este objetivo general parte de un diagnóstico previo y evaluación de antecedentes de la empresa y establece la finalidad del proyecto. En este trabajo de investigación el objetivo general es: “Evaluar como la sobreproducción, inventarios, transporte, tiempos de espera, reprocesos, movimientos innecesarios y defectos contribuyen en la generación de desperdicios operativos durante la producción de batas quirúrgicas en una empresa ubicada en Honduras.”

#### 1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos del proyecto parten de las variables que está conformado el objetivo general, en base a estas variables se desarrolla el estudio con la finalidad de obtener respuestas e identificar cual o cuales de las variables están afectando el tema a estudiar. Los objetivos específicos de este proyecto son:

- 1) Indicar si existe una relación en la sobreproducción y los desperdicios operativos.
- 2) Mostrar si los tiempos de espera contribuyen a generar desperdicios operativos.
- 3) Definir si los transportes influyen en la generación de desperdicios de la parte operativa.
- 4) Demostrar si existe una relación entre el inventario y los desperdicios generados por la parte operativa.
- 5) Determinar si los reprocesos realizados tienen una relación con la generación de desperdicios operativos.
- 6) Analizar si los movimientos innecesarios realizados durante la manufactura y su posible generación de desperdicios operativos.
- 7) Distinguir si los defectos generados al elaborar batas quirúrgicas son desperdicios operativos.

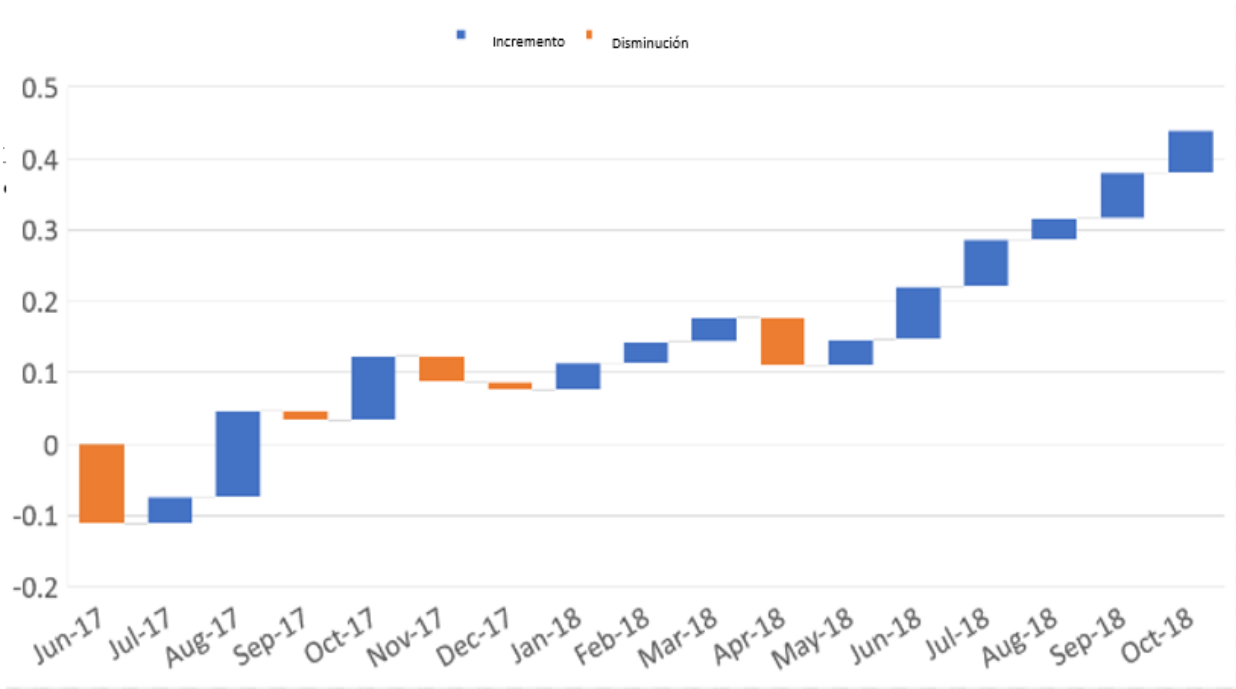
#### 1.5 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad las empresas han adoptado una filosofía de mejora continua que ha nacido por la necesidad de sobrevivir ante sus competidores, en el actual mercado competitivo. La industria de manufactura de productos médicos no es la excepción, la alta competitividad de la industria ha impulsado al rubro medico a unirse a esta filosofía que busca principalmente incrementar la eficiencia y productividad en sus procesos. La creciente ola de concientización sobre las infecciones contraídas en los hospitales ha impulsado al sector de la medicina a utilizar implementos desechables y de mayor protección. Las empresas de batas quirúrgicas están alertas sobre el crecimiento del mercado ante la alta rotación del producto. Estas empresas deben de mejorar sus procesos con el fin de optimizar sus márgenes de ganancia en un mercado donde cada día que pasa los precios se fijan más por la competencia.

La optimización de los recursos en toda la cadena de suministros constituye un factor clave para poder mantenerse competitivo en el mercado. Por esta razón, la empresa de manufactura de

batas quirúrgicas ha identificado como una oportunidad de mejora la evaluación de los desperdicios operativos en sus procesos de manufactura. El costo de manufactura está compuesto por los costos tanto directos como indirectos. Es por este motivo que las empresas buscan constantemente la reducción de desperdicios operativos, porque los desperdicios operativos no agregan valor al producto final y representan una pérdida económica para toda empresa. Para convertirse en empresas más eficientes, estas buscan constantemente la reducción de desperdicios operativos y por ende en empresas líderes en su rubro.

En el último periodo, 2018, se identificó un aumento en el costo de conversión de batas quirúrgicas con respecto al 2017. El costo de conversión se encuentra formado por costos de mano de obra y los costos indirectos de fabricación, al identificarse un aumento en el costo de conversión la empresa ha decidido realizar una evaluación interna de la eficiencia, productividad y generación de desperdicios operativos en los procesos de manufactura.



**Figura 1 Gráfico de Variación Costo de Conversión**

En la figura 1, se puede observar como durante la mayor parte del año 2018 se reportaron incrementos en el costo de conversión de batas quirúrgicas. Solo en un mes del año, abril del 2018, se logró una disminución en los costos de conversión. Luego de dos años con constantes incrementos en los costos de conversión, las finanzas de la empresa se han visto gravemente

afectadas, ya que este costo extra en la producción no se puede transferir al precio de venta debido a la alta competencia que existe en el mercado actual. Por este motivo previamente mencionado se ha decidido investigar sobre las posibles causas que están afectando los procesos de manufactura y proponer mejoras.

Las batas quirúrgicas están compuestas de una tela a base de fibra sintética de polipropileno. En el periodo del 2018, en total se desecharon 5.1 millones de libras de tela utilizada para la manufactura de batas quirúrgicas, lo cual genera un impacto ambiental para la zona. Según el reporte de diagnóstico sobre la situación de la gestión de los residuos en Honduras el 46.89% de los residuos en las industrias provienen de tela desechada. (Centro Nacional de Producción más Limpia de Hond., 2008)

Es importante resaltar que todo el material desechado en los procesos de manufactura de batas quirúrgicas es reciclado por una empresa tercera, lo cual disminuye el impacto ambiental generado. En el estudio publicado sobre el diagnóstico sobre la situación de gestión de residuos se identifica que una buena parte de los residuos, del grupo de plásticos, principalmente PET, polietilenos, y polipropileno se reutiliza, y una cantidad considerable de estos tipos de plásticos que no tiene niveles altos de contaminación son destinados al reciclaje mecánico. (Centro Nacional de Producción más Limpia de Hond., 2008)

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Al concluir el capítulo I se ha definido el problema de incumplimiento con el métrico de desperdicios operativos que se investigara a través del desarrollo de la presente tesis. Se ha definido el problema actual de la empresa de manufactura de batas de cirugía, el objetivo de estudio, las preguntas en las que se guiara la investigación y la justificación de esta. En el presente capítulo se presenta las bases teóricas utilizadas en la investigación, el enfoque y estructura a seguir durante de la investigación. Este apartado es esencial ya que contiene las teorías de sustento que se utilizan como guía para poder realizar la investigación y proponer opciones de mejora.

### 2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

“Cada producto debería ser considerado como si fuese único; sólo hay una oportunidad para lograr el éxito óptimo” (Deming, 1989, pág. 38) En base a lo mencionado por el famoso consultor Deming el cual indicaba que todos los productos tenían que ser tratados como únicos, esto se traduce a la búsqueda continua de las empresas para lograr reducir sus desperdicios. Las empresas que desaparecen son aquellas que no logran reducir sus desperdicios y esto impacta directamente al costo de manufactura. El costo de manufactura influye directamente la rentabilidad de las empresas, ya que el precio de venta de los productos son el total de sus costos más la ganancia que quiere el vendedor.

En un mercado altamente competitivo las empresas se mantienen en precios similares para ser atractivas a los compradores. Las empresas más rentables no son aquellas con los mayores precios de venta de sus productos si no aquellas que tienen los costos de producción más bajos del mercado. (MORILLO, 2001) : Cuando se manejan un margen de utilidades con unos ingresos constantes (ventas de difícil incremento o precios fijados por la competencia) la única alternativa viable es disminuir los costos, para mejorar la rentabilidad económica.

Las empresas activamente buscan la reducción de costos y dentro de estos se encuentran los costos de manufactura, las empresas manufactureras son pioneras en la búsqueda de la mejora continua. Con la mejora continua se busca no estar estancado en los mismos indicadores y año tras año superarse. La meta de las mayorías de las empresas es ser una empresa conocida en el mercado

como Seis Sigma, ser una empresa Seis Sigma significa que de cada millón de componentes producidos solamente 3.4 van a resultar defectuosos (López, 2001).

Una empresa Seis Sigma no se preocupa de los desperdicios en sus procesos, ya que tiene este bajo control y cumple siempre con las especificaciones de sus clientes. Las empresas Seis Sigma tienen plenamente identificados sus desperdicios y saben la manera de mitigarlos o hasta eliminar los mismos del proceso de producción para mantener sus márgenes de ganancia en la venta de sus productos. Para lograr la reducción de los defectos en sus procesos de producción las empresas identifican sus desperdicios. La mayoría de las empresas utilizan la metodología de metodología esbelta, para lograr la reducción de los desperdicios generados en sus procesos productivos y de esta manera prevenir y reducir los defectos. Con esta metodología primero se identifican los desperdicios que están causando pérdidas y posteriormente se implementan acciones correctivas y de mejora. La manufactura esbelta tiene como base siete posibles desperdicios que impacten en cualquier empresa (Correa, 2007).

#### SIETE DESPERDICIOS DE LA MANUFACTURA ESBELTA (Correa, 2007):

- 1) Sobreproducción: como su nombre lo indica significa producir más de lo que hemos acordado con el cliente mediante el proceso de venta, se debe de tener en cuenta que muchas veces se cambian los estilos o los productos que se hacen se convierten en obsoletos por eso no deben de utilizar una metodología de producción de empuje. Esto frecuentemente sucede cuando se produce antes de obtener un pedido de compra por parte de nuestros clientes o cuando no se miden las cantidades necesarias de materia prima.
- 2) Transporte: el transporte de la materia prima es necesario para poder tener todos los implementos necesarios para transformar está en un producto terminado, sin embargo, el transporte no agrega valor al producto. Por este motivo se deben de reducir las distancias, para no desperdiciar tiempo en esta labor.
- 3) Tiempos de espera: los tiempos de espera de los operadores son considerados desperdicios, ya que son momentos en los que no se está produciendo. No solamente cuando un operario no tiene sus herramientas disponibles se considera un tiempo de espera, también cuando este no ha recibido información de lo que tiene que hacer en su trabajo. Los mantenimientos de las

maquinas también son consideradas tiempos de espera que no agregan valor al producto y se convierte en una ineficiencia operativa y un desperdicio.

- 4) Reprocesos: los reprocesos son procedimientos innecesarios para realizar un producto, de igual manera se pueden considerar procesos que no agregan valor al producto terminado y que deben de ser eliminados. También realizar procesos donde una sola herramienta pueda realizar varios procesos al mismo tiempo, pero al no tenerla en existencia el producto debe de atravesar varios pasos más.
- 5) Inventario: el inventario es un activo de la empresa muy delicado, bajos niveles de inventario significan que pueda existir un paro en la producción al dejar de suministrar materia prima. Un elevado nivel de inventario representa una posible pérdida monetaria ya que los productos se pueden deteriorar si no son utilizados en tiempo y forma. Un elevado inventario puede servir para tapar algún proceso ineficiente, ya que siempre le va a suministrar para corregir sus errores.
- 6) Defectos: los defectos en la elaboración de producto implican o bien una corrección del error para que el producto entre dentro de los estándares del consumidor final o bien un producto tirado a la basura ya que no tiene solución. También implica realizar una logística inversa ya que estos productos defectuosos pueden ser retornados por el consumidor final al no cumplir con las expectativas dentro del contrato de compra entre ambas partes.
- 7) Movimientos innecesarios: este desperdicio se enfoca en los movimientos realizados por el operario y que no aporta ningún valor para la empresa. En este desperdicio se deben de analizar todos los movimientos para determinar si son necesarios o se pueden eliminar, con el fin de ser más eficientes.

Identificar correctamente los desperdicios es el paso más importante en búsqueda de la mejora continua, sin embargo, si estos no se eliminan todo lo anterior no sirve en lo absoluto. La mejor manera de lograr que los trabajadores se involucren en la eliminación de desperdicios es empoderar a estos para que se integren a la metodología. La eliminación de desperdicios en las empresas se ven reflejados instantáneamente en la disminución del costo de manufactura. Al eliminar los desperdicios de los procesos de manufactura se aumenta la productividad de la planta, impacta en la organización del área de trabajo y crea un mejor ambiente. (Meier, 2006)



### 2.1.1 ANÁLISIS DEL MACROENTORNO

En la actualidad el planeta se encuentra en un crecimiento en cuanto a la cantidad de personas que lo habitan, estas personas tienen necesidades básicas como la atención a su salud. La cantidad de procedimientos quirúrgicos que se realizan año tras año en el mundo va en aumento, esto en base a la relación de crecimiento anual de la población. En estos procedimientos quirúrgicos se utilizan batas quirúrgicas como equipo de protección para los médicos y enfermeras que brindan la atención médica. Al ser las batas quirúrgicas un equipo de protección personal para los brindadores del servicio de salud, estos por tener normas de salubridad estrictas deben deshacerse de las batas de cirugía. Los hospitales pueden reutilizar estas batas sin embargo es un proceso altamente costoso ya que tienen que esterilizar nuevamente las batas, por esto los hospitales utilizan batas nuevas que ya se encuentran esterilizadas. (Lenz, 2011)

En base a la necesidad de utilizar batas quirúrgicas nuevas constantemente estas deben de ser de carácter desechable, por lo cual las empresas de batas quirúrgicas venden batas desechables y que se encuentran previamente esterilizadas. En base a la premisa del crecimiento poblacional y la necesidad de servicios de salud, se puede establecer que el mercado de batas quirúrgicas se va a ver afectado con una demanda mayor anualmente por parte de los hospitales. Se han realizado múltiples estudios sobre el posible crecimiento del mercado de batas quirúrgicas, debido a la necesidad futura de suministros previamente identificada. En los estudios se descubrieron que las regiones que van a tener un crecimiento significativo de su demanda son Asia y Europa. El crecimiento va a ser dentro de los próximos años, es por eso por lo que los actuales competidores se encuentran invirtiendo arduamente en su departamento de investigación y desarrollo y también buscando la manera de aumentar sus clientes. (Sapatnekar & Chandra , 2018)

Estas empresas actualmente se encuentran en un punto de pronta expansión y lo realizan mediante las adquisiciones de otras empresas del mismo rubro, o bien las fusiones con otras empresas. Estas estrategias se realizan en base de posicionarse en una mejor manera en el porcentaje de mercado. Estas estrategias se deben a que es un mercado altamente penetrado y con una gran saturación de competidores. Las empresas toman segmentos del mercado y buscan ser fuertes en ese segmento, en su mayoría se segmentan por el tipo de producto que ofrecen, el canal de distribución existente, la región donde se encuentran y el uso final de la bata. El éxito de estas

compañías radica en los factores que los usuarios finales consideran de suma importancia, debido a que es un mercado sumamente saturado con competidores internacionales, las empresas buscan siempre satisfacer las necesidades de sus clientes y cumplir con los requisitos. (Sapatnekar & Chandra , 2018)

FACTORES DE ÉXITO (Sapatnekar & Chandra , 2018):

Dentro de estos factores de éxito considerado por los clientes se encuentran:

- 1) La efectividad de la barrera protectora de las batas quirúrgicas. Esto se traduce en la reducción de la posibilidad de ser infectados por un virus o una bacteria durante un procedimiento.
- 2) La comodidad y libertad para realizar movimientos. Este inciso se refiere a la suavidad del material y la percepción del usuario de su comodidad.
- 3) El desgarrar y resistencia de ruptura. Este ítem es de suma importancia ya que la bata debe de ser lo suficientemente fuerte para resistir lo que son pinchazos, cortes y rayones.
- 4) La barrera protectora de las batas en distintas condiciones. Este apartado se basa en la capacidad de las batas para ser resistentes a la abrasión y a la capacidad de no alterarse en distintas condiciones climáticas.

La función más relevante de las batas quirúrgicas es evitar que los médicos y enfermeras contraigan infecciones adquiridas en hospitales, estas infecciones en algunos casos son mortales. Según datos publicados por el Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades, el 30% de las infecciones tratadas en los hospitales son por infecciones contraídas en un sitio quirúrgico. Estos datos han alarmado al rubro médico y ha hecho que se enfoquen en comprar batas de mejor calidad. (Pujol & Limón, 2013)

El mercado de batas quirúrgicas durante un tiempo fue constante y no se tenían crecimientos significativos, pero las constantes innovaciones y el marketing realizado por las compañías han hecho que la demanda suba. Esto se debe a que antes solo en procedimientos quirúrgicos tendían a utilizar batas quirúrgicas. Las empresas se han empeñado en ofrecer distintos estilos con tal de cubrir todas las necesidades de los clientes. En el mercado de batas, se encuentran las batas desechables como segmento dominante en el mercado general de las batas quirúrgicas. El segmento

de batas quirúrgicas desechables es el más fuerte ya que se proyectan crecimientos de hasta un 5% anual en base a diversos estudios. En proyecciones realizadas por diversas empresas de investigación se proyecta que representen el 70% del mercado de batas para el año 2025. (Sapatnekar & Chandra , 2018)

Este pronóstico se realiza tomando como premisa a que estas batas quirúrgicas desechables proporcionan una mejor barrera protectora. En base a esto se considera que van a crecer más que las batas quirúrgicas reutilizables, estas batas reutilizables se estiman que solo crecerá en un 1.4%. Estas batas son el segundo segmento más amplio de las batas. El crecimiento de la demanda de batas quirúrgicas desechables se estima que crecerá en todas las regiones del mundo a excepción del Oriente Medio y África. En esta región la mayor demanda de batas son las batas quirúrgicas reutilizables, estas batas son las preferidas debido a los bajos ingresos de la población, la poca o nula conciencia y la casi inexistente fuente de recursos médicos desechables. En esta región consideran a los recursos desechables como recursos caros, por lo cual no se estima un crecimiento de las ventas de las batas quirúrgicas desechables. (Sapatnekar & Chandra , 2018)

### 2.1.2 ANÁLISIS DEL MICRO-ENTORNO

Las empresas de manufactura en suelo mexicano con la finalidad de mejorar su posición competitiva se encuentran incluyendo en sus estrategias métodos que fueron desarrollados en Japón y que fueron clave para que los japoneses se posicionaran en el mercado internacional. (Aguilar, 2002) Estos métodos conforman una metodología de manufactura conocida como Manufactura esbelta. Actualmente las empresas sin importar su tamaño y el rubro están siendo presionadas por los clientes. Estos demandan tiempos de entrega más rápidos, el desarrollo y la innovación de los productos, la entrega de lotes más pequeños en de una manera más frecuente y con una variedad de productos mayor a la existente, de igual manera precios de ventas en constante disminución, productos de calidad sin defectos y que estos sean fabricados a la medida.

En la mayoría de los casos los requisitos de los clientes se encuentran establecidos mediante un contrato, en estos contratos se incluyen penalizaciones económicas por diversas circunstancias. Dentro de estas circunstancias causales de penalización se encuentran: el incumplimiento en tiempos de entrega, las cantidades entregadas, la variedad de productos, la confiabilidad y calidad

de lo entregado. Los clientes dentro de los contratos establecen cargos por hora o por día de paro a raíz de la falta de productos entregados por un proveedor con un retraso en las entregas de estos productos. Otras cláusulas comunes son el pago de los daños o perjuicios a raíz de los defectos encontrados en la calidad y en la confiabilidad del producto. De esto radica en donde los clientes ya no tienen el tiempo para realizar inspecciones de calidad y esperan que los proveedores entreguen productos de calidad, ya que consideran que es su responsabilidad. (Aguilar, 2002)

Las empresas buscan proveedores que garanticen cumplir con los requisitos de sus compras, en base a esto ha crecido la necesidad de las empresas de certificar sus sistemas en normas de calidad internacionales. Las nuevas versiones de las normas internacionales de calidad tienen un enfoque distinto, ya que busca la mejora continua sin sacrificar la satisfacción del cliente y tratando de mejorar la posición competitiva del mercado. Six-Sigma es una metodología que sirve para el cumplimiento de una mejora continua de la calidad y de la productividad de las empresas. Las empresas han adoptado estas normas internacionales de calidad ya que los obliga a la reducción de costos y a reducir la variación en todos sus procesos. Algunos ejemplos de empresas mexicanas que han utilizado esta metodología son GE Mabe Quantum, Lear Corporation y Motorola (Aguilar, 2002).

La palabra Lean o esbelta fue acuñada en un estudio realizado por una universidad de los Estados Unidos, con el fin de analizar a nivel mundial los métodos utilizados para la producción de automóviles. Luego del estudio al conjunto de prácticas de Toyota que fue la empresa que mayor ventaja tenía se le denominó lean manufacturing o manufactura esbelta. La manufactura esbelta tiene como objetivo minimizar el uso de recursos en la empresa para lograr la satisfacción del consumidor final, mediante la entrega a tiempo del producto solicitado y con una inclinación a tener cero defectos en sus productos. “La manufactura delgada usa menos de cada cosa en la planta, menos esfuerzo humano, menos inversión en inventarios de materiales y herramientas, menos espacio y menos horas de ingeniería para desarrollar un nuevo producto” (Aguilar, 2002).

La metodología de manufactura esbelta ha sido utilizada por las empresas de manufactura con operaciones en México con el propósito de mejorar la productividad y reducción de costos. Esta metodología es utilizada porque solo se necesita utilizar el sentido común y apoya el trabajo

en equipo. En esta metodología se ha dado énfasis a un compromiso por parte de los colaboradores para la productividad, calidad y tener un abanico de productos.

En las empresas mexicanas se realizó un estudio comparativo entre las empresas que utilizan la manufactura convencional contra las que usan la manufactura esbelta, algunos resultados fueron los siguientes (Aguilar, 2002):

- 1) La distancia en los procesos es más corta con la manufactura esbelta
- 2) Las preparaciones de cambios de estilo con la manufactura esbelta llevan la mitad del tiempo
- 3) El costo del producto sufrió una reducción del 30% con la manufactura esbelta
- 4) Se reducen en 50% los defectos con la manufactura esbelta
- 5) Se redujo en un 50% el tiempo promedio del ciclo de manufactura

“En base a este comparativo se demostró que la manufactura esbelta en las empresas mexicanas ha tenido un impacto positivo superior a lo esperado” (Aguilar, 2002).

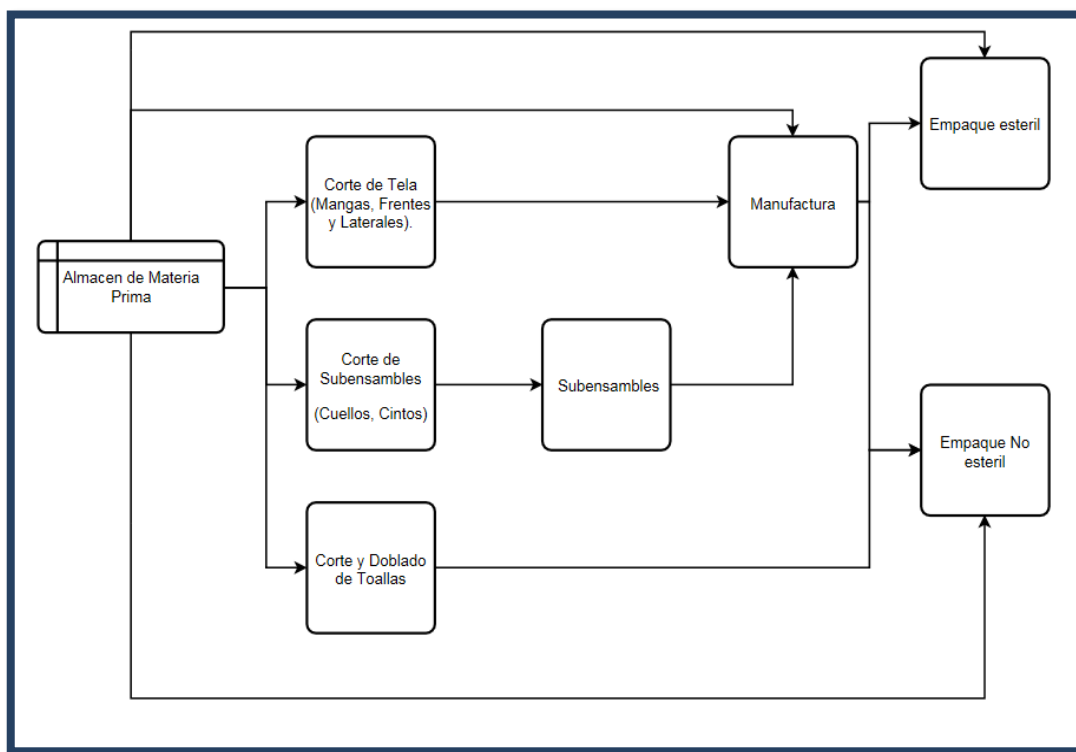
### 2.1.3 ANÁLISIS INTERNO

La empresa dedicada a la manufactura y distribución de batas quirúrgicas, inicio sus operaciones en Honduras en 1995. La empresa se ha dedicado en los 25 años en el país a la manufactura de diferentes tipos de batas quirúrgicas, que se diferencian de acuerdo con el nivel de protección que brindan, el tipo de procedimiento para el cual se utilizara y duración de este. En la actualidad la empresa cuenta con 2500 empleados y cuenta con una producción mensual que supera los 4 millones de batas quirúrgicas. La empresa está certificada bajo la norma de Gestión de calidad para producto médicos ISO 13485:2016, lo que le permite exportar y vender sus productos internacionalmente; adicionalmente está regulada por la Administración de Drogas y Alimentos (FDA) de los Estados Unidos.

La empresa de manufactura de batas quirúrgicas vende más de 300 diferentes tipos de códigos de producto terminado, de acuerdo con las necesidades del cliente. Dentro de sus procesos de manufactura tiene divididos los productos en 8 diferentes familias de batas, las cuales están clasificadas de acuerdo con los usos esperados de la bata, el tipo de cirugía en la que se utilizaran y la calidad de esta. Todo el producto manufacturado en la planta se vende internacionalmente, sus

ventas están concentradas principalmente en los Estados Unidos, Europa y Asia, y en un menor porcentaje en América Latina.

Los procesos de manufactura de batas de cirugía comienzan con el almacén, seguido por los procesos de tela, subensambles y toallas, subensamble de componentes que posteriormente alimentaran los procesos de manufactura, la manufactura de batas de cirugía y los empaques. En la figura 2 se puede observar de manera general el flujo de material en la planta de manufactura de batas quirúrgicas.



**Figura 2 Diagrama de Flujo de Materiales de Proceso de Manufactura de Batas Quirúrgicas.**

Se puede identificar en la figura 2, como cada uno de los procesos se interconecta con el siguiente, es por esta razón la importancia de mantener un flujo continuo dentro de las operaciones. El área de manufactura de batas de cirugía, el cual es alimentado por los procesos de cortes, subensambles y almacén es donde actualmente se encuentra el mayor porcentaje de trabajo en proceso.

El área de manufactura es una de las áreas más extintas en cuanto a cantidad de personal trabajando, espacio físico, mayor número de operaciones y cantidad de trabajo en proceso. Se cuenta con un total de 33 equipos de producción, los cuales están conformados con grupos de 10 a 15 personas. Debido a los factores anteriormente mencionadas es el área donde se han identificado que se generan la mayor cantidad de desperdicios operativos de la planta de manufactura de batas quirúrgicas.

Como parte del enfoque en la mejor continua la compañía ha establecido una meta anual de reducción de desperdicios, que año con año se espera sea más retadora. Durante el 2017 se alcanzó un 2.4% de desperdicio (\$2.5M) en relación con el costo de manufactura, en el 2018 se obtuvo un incremento de 8% en relación con el 2017, el porcentaje de desperdicio del 2018 fue de 2.6% (\$3M) en relación con el costo de manufactura. Al identificarse este incremento del 8% en el porcentaje de desperdicio del periodo 2017 a 2018 la empresa ha establecido para el 2019 una meta de 2.3% de desperdicio en comparación con el costo de manufactura.

## 2.2 TEORÍA DE SUSTENTO

Según (Chase, 2009): “El método de administración de la producción más importante de los últimos 50 años es la producción esbelta”. La manufactura esbelta se basa en la búsqueda constante de eliminar la mayoría de los desperdicios existentes en la cadena productiva de una empresa. Los movimientos innecesarios, pasos en el proceso productivo que no agregan valor al producto terminado y los sobre inventarios son algunos de los desperdicios que la manufactura esbelta identifica y ayuda a eliminar de una empresa.

La manufactura esbelta proviene del concepto elaborado por Toyota conocido como el justo a tiempo. La búsqueda por la reducción de desperdicios se remonta a los tiempos del siglo XX, cuando Henry Ford modernizó sus líneas de ensamble de vehículos. Se considera como precursor de esta metodología a Taichí Ohno, ya que logró que Toyota entregue autos de calidad y en el tiempo indicado. Al ver el éxito de Toyota muchas empresas buscan implementar esta metodología desarrollada con el fin de lograr reducir sus desperdicios. La manufactura esbelta es un grupo de actividades integrales enfocado en lograr la productividad deseada haciendo uso de los recursos mínimos posibles. La metodología radica en que las piezas de un proceso lleguen al siguiente

proceso justo a tiempo, y que fluya de esta misma manera durante toda la manufactura. Esta metodología también se basa en que no se van a producir bienes hasta que estos sean netamente necesarios, es decir hasta que el cliente los solicite. Esto significa que se va a trabajar con una demanda real y no con una demanda pronosticada como lo realizan la mayoría de las empresas manufactureras. (Ohno, 2018)

La metodología establece una teoría donde si un artículo se vende, el mercado solicita un remplazo de este producto, esto se traduce en que se debe de producir otro. En base a esta teoría deben de trabajar las empresas, con un sistema de jale y no de empuje donde se produce en base a la capacidad de producción de las líneas. Para garantizar este funcionamiento las empresas deben de estar en unos altos niveles de calidad, tener unas relaciones estrechas con sus proveedores y compradores.

## ELIMINACIÓN DEL DESPERDICIO

El desperdicio según el ex presidente de Toyota, Fujio Cho, significa “cualquier cosa que no sea la cantidad mínima de equipo, materiales, piezas y obreros absolutamente esencial para la producción”. La manufactura esbelta ha identificado siete tipos de desperdicios que se deben de eliminar en la cadena de suministro, estos son (Shingo, 2017):

- 1) Sobreproducción
- 2) Tiempo de espera
- 3) Transporte
- 4) Inventario
- 5) Reproceso
- 6) Movimientos innecesarios
- 7) Defectos

El esquema de la cadena de valor consiste en identificar los pasos que se pueden mejorar en un proceso. El esquema busca diagramar de manera detallada uno o varios procesos con el fin de determinar qué actividades agregan valor y cuáles no, las que no agregan se identifican y se



eliminan. “El esquema de la cadena de valor sirve para analizar los procesos existentes en una empresa” (Castro, 2009).

#### ELEMENTOS PARA LA CONSTRUCCION DE LA CADENA DE VALOR (Castro, 2009)

- 1) Redes de manufactura enfocadas
- 2) Tecnología de grupos
- 3) Calidad en la fuente
- 4) Producción justo a tiempo
- 5) Carga uniforme en la planta
- 6) Sistema de control de producción Kanban
- 7) Tiempos de preparación minimizados

Las redes de manufactura enfocadas toman como ejemplo a los japoneses quienes construyeron plantas pequeñas especializadas, en contrario a la práctica de la época de construir grandes plantas de manufactura que se encontraban integradas verticalmente. Ellos consideraban que en las plantas grandes las operaciones de manufactura se tornaban extensas y llenas de procedimientos burocráticos que son difícil de controlar y afecta el control. Las plantas pequeñas se podían especializar en ciertas acciones y de esta manera operan de una mejor manera (Chase, 2009).

La tecnología de grupos se basa en una metodología de trabajo donde las piezas parecidas se consolidan en familias y los pasos necesarios para llevar a cabo estas piezas son formados en celdas de trabajo especializadas. Esta metodología agrupa todos los pasos necesarios a trabajadores especializados en lugar de mover las piezas por toda una línea de trabajo a lo largo de la empresa. Las celdas de trabajo son funcionales ya que eliminan los movimientos innecesarios, así como varios tiempos de espera que tienen los colaboradores entre distintas operaciones, también el inventario se ve reducido ya que no comienzan otras piezas hasta que no terminan las que se están trabajando. Estas celdas de trabajo disminuyen la cantidad de operadores necesarios para fabricar piezas, los trabajadores a pesar de ser especializados pueden y conocen todos los procesos (Chase, 2009).

La calidad en la fuente se fundamenta en realizar las cosas correctamente desde un inicio y cuando algo no camina de manera deseada, detiene inmediatamente el proceso. La calidad en la fuente logra involucrar a los operarios al otorgarles sentido de responsabilidad sobre la calidad en la producción y los convierte en críticos de la calidad. Los operarios se enfocan en una parte del proceso a la vez de esta manera pueden encontrar los problemas de calidad en la acción que están ejecutando. Si un problema en la línea de producción está ocurriendo, los operadores tienen la potestad de parar toda la línea de producción hasta solucionar el impase (Chase, 2009).

La producción justo a tiempo radica en producir solamente lo que se necesita en el momento que se necesita y ningún excedente más. Cualquier excedente que sea producido por los operadores se contabiliza como un desperdicio, ya que absorbe tiempo en la fabricación de algo que no es primordial en ese determinado punto. Cabe mencionar que este principio se aplica en la fabricación repetitiva, quiere decir en productos semejantes constantemente sin muchas o ninguna variación. Para aplicar esta ideología no es necesario que sea una producción en masa, aunque sea una fábrica pequeña se puede aplicar. En contraste con otros procesos de fabricación donde el número de lotes varia, en esta metodología el número esencial es uno (Chase, 2009).

La producción justo a tiempo debe de tener buenas relaciones con sus proveedores ya que estos deben de hacer varios envíos durante múltiples ocasiones diarias para poder manejar lotes más pequeños y tener niveles de inventario bajos. Se busca minimizar los tiempos de traslado trabajando en celdas de trabajo con lo que se pueden reducir las filas de espera de producto, con esto se impacta una mejora en los tiempos de entrega. Al tener niveles de inventario bajos, los problemas de calidad en la parte productiva se vuelven evidentes. Al manejar niveles de inventario bajos no se van a tener repuestos suficientes para todos los errores y desperdicios que se pueden estar generados. De esta manera se pueden identificar los errores y se realiza una corrección inmediata, de lo contrario los costos de manufactura siempre van a ser elevados y no van a poder ser competitivos (Render & Heizer, 2007).

La carga uniforme en la planta corresponde a uniformar la cantidad del proceso productivo en todas las áreas para evitar las variaciones ocurridas generalmente en la programación de trabajo. Este busca que al generar cambios en los procesos productivos estos no se amplifiquen en otros procesos y poder adaptarse gradualmente a los cambios necesarios. Toyota realizaba cargas de

mezcla de productos en cantidades pequeñas, esto con el fin de aminorar las variaciones en las demandas. Utilizando una carga uniforme se reducen los costos mientras se cumple con la calidad y se produce lo necesario y programado (Render & Heizer, 2007).

Los sistemas de control de producción Kanban son sistemas que utilizan un instrumento de señalización para controlar los flujos JIT. La palabra Kanban es traducida a signo, son tarjetas de señalización y la utilización de varios instrumentos de señalización son sistemas de demanda. El Kanban puede ser utilizado con los proveedores para indicar cuando deben de ser suministrados (Chapman, 2006). Los tiempos de preparación minimizados se basa en que la fluidez de las líneas de producción es tan rápida que los equipos de producción deben de estar listos para producir la demanda solicitada. Se identificó que para obtener una reducción de tiempo los procesos se deben de dividir en distintas actividades, no se debe de esperar a que una maquina se pare para buscar como repararla se debe de tener el equipo a mano para realizar las correcciones y esto reduce el tiempo de preparación de equipo para mantenimientos. De igual manera se pueden cambiar las herramientas y comprar algunas que tengan doble funcionalidad (Shingo, 2019).

## REQUISITOS DE IMPLEMENTACIÓN DE MANUFACTURA ESBELTA

Para obtener una manufactura esbelta es necesario que el proceso sea repetitivo de esta manera se puede estandarizar, también las empresas deben de considerar que los sistemas son interrelacionados, esto significa que cualquier alteración afecta otras partes del proceso. La manufactura esbelta para poder funcionar requiere que el layout de la planta se encuentre diseñado de tal manera que el flujo de trabajo equilibrado sea garantizado, esto con un inventario mínimo de trabajo en proceso. Todos los puntos de trabajo son parte de una línea productiva, independientemente de que esta línea sea física o no. La capacidad de cada puesto de trabajo debe de ser calculada en pase a las operaciones que debe de realizar para impedir ser un cuello de botella. Cuando se realiza el diseño de la planta debe de quedar garantizado que todos los componentes estén relacionados con la logística interna y externa de la organización (Meyers, 2006).

Otro punto relevante de la manufactura esbelta es que se debe de dar mantenimiento preventivo a los equipos de producción, ya que esto nos va a garantizar un flujo ininterrumpido reduciendo los tiempos de inactividad o un mal funcionamiento de las maquinas. Los

mantenimientos preventivos se basan en inspecciones rutinarias y un plan de correcciones a los equipos para que sean confiables. Las empresas de manufactura buscan constantemente ejecutar solamente mantenimientos preventivos y no mantenimientos correctivos. Un mantenimiento correctivo es grave para cumplir con el plan de producción e indicar que los mantenimientos preventivos no están funcionando como espera. Los operadores deben de ser las personas que realicen los mantenimientos preventivos o que den la alarma, ya que son quienes trabajan a diario con las máquinas y las conocen a la perfección. Otro factor es la adquisición de equipos amigables y más sencillos en lugar de máquinas altamente complejas (Meyers, 2006).

### CALIDAD SIX-SIGMA

La calidad Six-Sigma es la metodología de crear calidad durante un proceso de manufactura, esto quiere decir que durante el proceso se inspecciona lo que se está realizando y se corrigen los defectos, de esta manera no se depende de las inspecciones al final. Esta metodología involucra a los empleados para que estos sean los que asuman la total responsabilidad de los componentes fabricados por su equipo de trabajo o de manera individual (Rivera, 2006).

Esta metodología basa su teoría en donde los empleados al ser responsables de sus acciones se comprometen con la calidad, por lo cual la manufactura esbelta trabaja mejor ya que solo van a entregar productos de buena calidad. Con productos de calidad y sin desperfectos saliendo de las líneas se elimina el inventario de respaldo por los defectos. Al eliminar ese inventario de respaldo las empresas demuestran su compromiso con una alta productividad, pero con calidad de la mano. Con la implementación de controles estadísticos que estudian la calidad y un programa de capacitaciones adecuado a los empleados, las inspecciones durante el proceso de producción se pueden ir eliminando y dejando solo inspecciones al inicio del proceso de manufactura y las que son al final de este. Ya que se considera que si los productos son conformes todos los demás van a ser conformes (Rivera, 2006).

Mediante el uso de la manufactura esbelta el diseño de los productos también se ve afectado, estos productos son más estandarizados, contienen menos piezas y estas piezas no presentan variaciones relevantes. Al modificar el producto y hacerlo de una manera más sencilla, su elaboración se convierte en un proceso más fácil y se reducen las variaciones.

## METODOLOGÍA SIX-SIGMA

La metodología Six-Sigma tiene muchas herramientas de la estadística que son ampliamente utilizados para controlar la calidad de los procesos, estas herramientas se utilizan continuamente y enfocadas a la calidad. La metodología Six-Sigma utiliza el ciclo conocido como DMAIC que significa definir, medir, analizar, implementar y controlar. El ciclo DMAIC es una metodología mejorada del ciclo PDCA creado por Deming, el ciclo de Deming consta de las etapas de planear, desarrollar, comprobar y actuar, a pesar de esto también se basa en la búsqueda de la mejora continua. Six-Sigma se enfoca en la metodología científica ya que es la comprobación de hipótesis entre la relación existentes de los insumos y los productos de los procesos en una empresa utilizando el diseño de experimentos. El objetivo general de la metodología Six-Sigma es proporcionar al cliente lo que desea, busca la rentabilidad de los procesos de manufactura (Amaya, Jiménez, & Heriberto, 2014).

### METODOLOGÍA DMAIC (Amaya, Jiménez, & Heriberto, 2014):

- 1) Definir (D)
  - 1.1) Identificar los clientes y las prioridades y necesidades de estos.
  - 1.2) Identificar las necesidades de los clientes y obtener una retroalimentación de lo entregado.
  - 1.3) Identificar las características importantes para la calidad del producto que el cliente considera como necesarias.
- 2) Medir (M)
  - 2.1) Se debe de identificar como se va a medir el proceso y cómo funciona el mismo.
  - 2.2) Determinar los procesos internos más relevantes que afectan en las características importantes para la calidad del producto.
  - 2.3) Medir los defectos que son generados en cada proceso.
- 3) Analizar (A)
  - 3.1) Determinar las causales más frecuentes en la generación de defectos.
  - 3.2) Comprender porque se generan los defectos en los procesos.
- 4) Implementar (I)
  - 4.1) Definir los medios que se van a utilizar para eliminar las causales de defectos.

- 4.2) Identificar las variables más relevantes y contabilizar sus efectos en las características de la calidad.
  - 4.3) Determinar los márgenes aceptables de variación de las variables identificadas y un sistema de medición.
  - 4.4) Corregir los procesos para estar dentro de los márgenes previamente establecidos como aceptables.
- 5) Control (C)
- 5.1) Determinar cómo se deben de mantener los niveles de las mejoras.
  - 5.2) Establecer herramientas para que las variables se mantengan dentro de los límites de aceptación.

## HERRAMIENTAS DE SIX SIGMA Y MEJORA CONTINUA

Las herramientas de Six-Sigma se utilizan desde hace mucho tiempo en las implementaciones de procesos de mejora continua. Lo que hace que Six-Sigma sea más eficiente es la integración de todas estas herramientas de la mejora continua. Las herramientas más comunes utilizados en los procesos de mejora continua son: los diagramas de flujo, gráficos de corridas, Paretos, histogramas, formas de comprobación, diagramas de causa y efecto y los gráficos de control (Niedwiecki & Chang, 1999).

- 1) Diagramas de flujo: los diagramas de flujo son ilustraciones de las actividades dentro de un proceso, el diagrama de flujo más detallado es el SIPOC (suministrador, insumos, procesos, obras, clientes). El SIPOC es un modelo que ayuda a definir las etapas de un proyecto desde los insumos necesarios hasta los productos.
- 2) Gráficos de corrida: Demuestran las tendencias de los datos en un periodo determinado de tiempo y por esta razón colaboran a comprender la escala de un problema en la etapa de definición.
- 3) Gráficos de Pareto: estos gráficos demuestran un problema y con las contribuciones relativas de cada parte del problema. El grafico se basa en la teoría en donde define que la gran cantidad de los errores se deben a un número pequeño de causas y que en estas se deben de trabajar.
- 4) Formas de comprobación: son formas uniformes para la recopilación de datos, esta recopilación de datos sirve para la creación de gráficos como el Parteo y los histogramas.

- 5) Diagrama de causa y efecto: estos gráficos se conocen como diagramas de espina de pescado, este diagrama ilustra las posibles relaciones entre causales potenciales y el problema que se está estudiando. Con este diagrama se pueden identificar las causas que están afectando al proceso y de esta manera enfocarse en eliminar las causales.
- 6) Gráficos de control: estos gráficos son sencillos, donde se grafica la estadística de un proceso con su promedio central y con los límites de control del proceso. Estos gráficos sirven para identificar si los procesos están operando de la manera adecuada o si las correcciones o modificaciones que se han realizado al proceso lo mejoran.

## PROGRAMACIÓN NIVELADA

La manufactura esbelta solamente funciona con una programación estable sin grandes variaciones durante un periodo largo de tiempo. La programación nivelada es donde el material necesario para ser utilizado como producto final proviene de un patrón uniforme que permite que las distintas partes de la producción respondan a las señales. Esto quiere decir que las líneas sean capaces de responder a la producción deseada, sin tener que hacer amplias modificaciones (Chase, 2009).

En la manufactura esbelta se utiliza el termino de ventana congelada que básicamente es un periodo de tiempo donde la programación de trabajo no sufre ninguna variación y se encuentra fija y no se realiza ningún cambio. Mediante esta programación se puede tener un mejor control de las líneas productivas e identificar si están generando desperdicios controlados. En la manufactura esbelta se toma muy en cuenta la sobreutilización y la subutilización de la capacidad de producción. La manufactura esbelta indica que la capacidad excesiva de trabajadores y de máquinas es más económico y rentable que manejar altos niveles de inventario. Esto quiere decir que las empresas que no tienen suficientes recursos humano y de maquina se deben de apegar a tener altos niveles de inventario ya que no podría producir y cumplir con una demanda mayor a lo esperado. (Chase, 2009)

La manufactura esbelta indica que para tener éxito se debe de trabajar estrechamente con los proveedores, ya que estos son igual de importantes como nuestros empleados para lograr tener un sistema esbelto. Las empresas de supermercados que son más exitosas comparten sus inventarios

con sus proveedores de esta manera ellos saben cuándo deben de realizar otra entrega sin necesidad de recibir una orden de pedido por parte del supermercado (Chase, 2009).

Compartir esta información es vital para tener sistemas de producción nivelados ya que estos deben de cumplir con la demanda de los clientes. Una buena relación con los proveedores otorga confianza en los plazos de entrega del proveedor y de esta manera la empresa puede reducir sus inventarios de respaldo. Los proveedores son fundamentales en un proceso esbelto ya que ellos son quienes van a entregar los componentes que se necesitan para producir en el tiempo que se necesiten, además pueden darse los casos donde se necesiten entregas repetidas en un día. La confianza con los proveedores puede llegar a tal punto donde estos no nos entreguen el producto en un lugar de recepción si no que directamente a nuestras líneas de producción. Cuando se sabe que el proveedor trabaja bajo la metodología de manufactura esbelta se pueden reducir o hasta eliminar las inspecciones de calidad del producto cuando es entregado (Chase, 2009).

### 2.3 CONCEPTUALIZACIÓN

En la siguiente sección se definirán los principales conceptos a utilizar en el transcurso del desarrollo de la tesis.

- 1) **Manufactura Esbelta:** Conjunto de herramientas que se enfocan en la eliminación de todas las operaciones que no agregan valor en los procesos de transformación de productos o de prestación de servicios, con el fin de eliminar al mínimo los desperdicios (Chase, 2009).
- 2) **Justo a tiempo:** filosofía de manufactura esbelta que se establece con el fin de producir con el mínimo número de unidades, y de acuerdo con los requerimientos del cliente, con el fin de eliminar los inventarios (Chase, 2009).
- 3) **Administración de Drogas y Alimentos:** Ente regulatorio de los estados unidos que es responsable de controlar la regulación de los medicamentos de uso humano y veterinario. (FDA, 2019)
- 4) **ISO 13485:** Sistema de Gestión de Calidad para productos Médicos reconocido internacionalmente para fabricantes de equipos médicos y servicios relacionados. (ISO, 2019)
- 5) **Desperdicios:** Residuo de lo que no se puede o no es fácil aprovechar o se deja de utilizar por descuido (RAE, 2019).



## **CAPÍTULO III. METODOLOGÍA**

Este capítulo consta de la estructura de investigación que se debe realizar para cumplir y poder obtener respuestas de una forma científica. En base a lo mencionado, la metodología es un conjunto de actividades relacionadas que estable la manera adecuada de obtener respuestas de este el punto de vista científico. La metodología utilizada en la investigación va a depender de que carácter tenga esta, si es cuantitativa o cualitativa. Cuando se define el carácter de la investigación se determina la metodología a implementar para poder obtener las respuestas. En primera instancia se expone la validación de la investigación en este apartado se detallan los objetivos del estudio, las preguntas de la investigación y la definición de las variables. En esta investigación se utiliza la metodología de manufactura esbelta.

En el diseño de las variables se expone la relación entre estas, las dimensiones y también los indicadores que demuestran si existe o no una relación, se realiza la operacionalización de las variables que es necesario para entender el contexto del estudio. Luego se formulan las hipótesis las cuales o se rechazan o se aceptan, se determina el enfoque de la investigación, la población y muestra a estudiar. Se indican las fuentes primarias y secundarias utilizadas de respaldo para la investigación.

### **3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA**

En este apartado se ilustra la congruencia existente del planteamiento del problema con la metodología que se implementara. A continuación, se ilustra la matriz metodológica del proyecto.

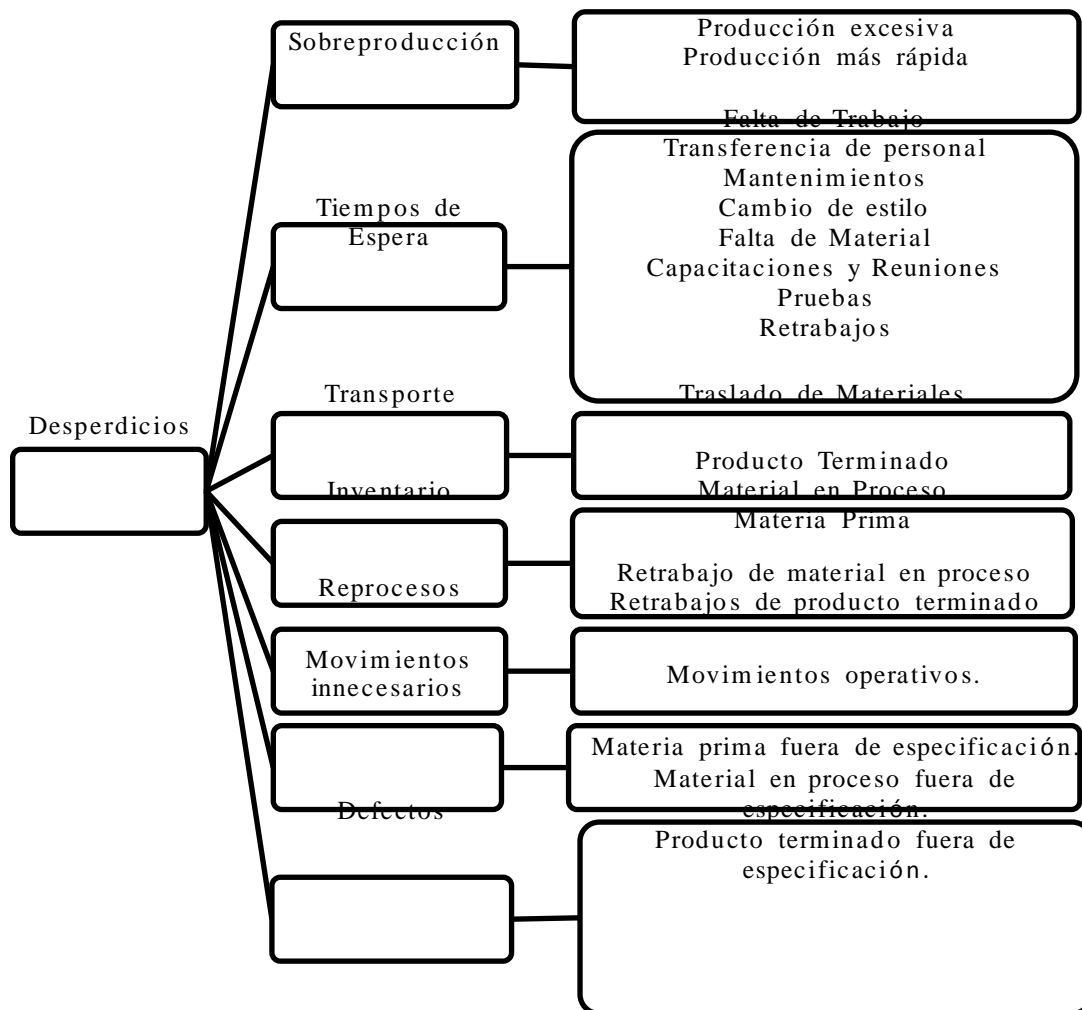
**Tabla 1 Matriz de Congruencia Metodológica**

Título: Evaluación de desperdicios operativos generados en una empresa de batas quirúrgicas					
		Objetivos		Variables	
Problema	Preguntas de Investigación	General	Específicos	Independiente	Dependiente
¿Cómo se pueden evaluar los desperdicios operativos para la producción de batas quirúrgicas, mediante la utilización de la metodología manufactura esbelta que categoriza los mayores contribuyentes de desperdicios como sobreproducción, inventarios, transportes, reprocesos, movimientos innecesarios y defectos?	¿Cuál es la relación existente entre la sobreproducción y los desperdicios operativos generados en el proceso de manufactura?	Evaluar como la sobreproducción, inventarios, transporte, tiempos de espera, reprocesos, movimientos innecesarios y defectos contribuyen en la generación de desperdicios operativos durante la producción de batas quirúrgicas en una empresa ubicada en Honduras.	Indicar si existe una relación en la sobreproducción y los desperdicios operativos.	Sobreproducción	Desperdicios
	¿Contribuyen los tiempos de espera de los operadores a generar desperdicios operativos en la elaboración de batas?		Considerar si los tiempos de espera de los operadores contribuyen a generar desperdicios operativos.	Tiempos de Espera	
	¿Influye el transporte de materia prima en la generación de desperdicios operativos?		Definir si el transporte de materia prima influye en la generación de desperdicios de la parte operativa.	Transporte	
	¿Determinar si existe una relación entre el inventario y los desperdicios operativos en el proceso de manufactura?		Demostrar si existe una relación entre el inventario y los desperdicios generados por la parte operativa.	Inventario	
	¿Esclarecer si los reprocesos existentes generan desperdicios operativos en la elaboración de batas?		Determinar si los reprocesos realizados tienen una relación con la generación de desperdicios operativos.	Reprocesos	
	¿Como los movimientos innecesarios influyen en la generación de desperdicios operativos en el proceso de manufactura?		Analizar los movimientos innecesarios realizados durante la manufactura y su generación de desperdicios.	Movimientos Innecesarios	
	¿Cuál es la relación existente entre los defectos en la elaboración de batas y la generación de desperdicios operativos?		Distintuir si los defectos generados al elaborar batas quirúrgicas son desperdicios operativos.	Defectos	

En la tabla 1, se presentó la matriz de congruencia metodológica la cual permite tener una visión clara y general de la investigación a realizarse. Dentro de la matriz se pueden identificar la relación entre el problema general, las siete preguntas de investigación establecidas, objetivo general y específicos y las variables independientes y dependiente.

### 3.1.1 DIAGRAMA DE VARIABLES

Luego de identificar en la investigación la congruencia se procede a diagramar las variables para un análisis claro y preciso, es necesario seguir indagando sobre estas variables y establecer las dimensiones de estas variables. Al establecer las dimensiones se obtiene una idea más clara sobre las oportunidades de mejora y también aspectos que pueden influenciar la variable dependiente, en la tabla siguiente se detallan las variables independientes y la dependiente, se agregaron sus dimensiones.



**Figura 3 Diagrama de Variables**

En la figura 3, se ilustra la relación existente entre la variable dependiente y las variables independientes las cuales se basan en las variables definidas por la metodología esbelta. En base a esta investigación se evaluará si existe una relación entre las variables independientes y si estas indican en la generación de desperdicios que es la variable dependiente. Luego de las variables independientes se encuentran identificadas las dimensiones para cada variable, estas dimensiones se evaluarán contra el indicador de la empresa con el fin de definir si la diferencia entre los datos es significativa e inciden en el indicador de desperdicios.

### 3.1.2 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

La operacionalización de las variables tiene el fin de poder analizar e identificar las variables independientes de las dependientes. Esto sirve para determinar y analizar los objetivos propuestos en el capítulo sobre el planteamiento del problema, a partir del análisis se podrán obtener respuestas. En la tabla siguiente se ilustran las variables independientes de la variable dependiente, de igual manera se enumeran las dimensiones e indicadores.

**Tabla 2 Operacionalización de las variables**

Variable Dependiente	Variables Independientes	Definición		Dimensiones	Indicador	Respuesta	Métrica	Cumplimiento
		Dimensiones	Operacional					
Desperdicios	Sobreproducción	Hacer más de lo que el cliente ha solicitado.	No cumplimiento de órdenes de producción programadas en base a la demanda del cliente.	Producción excesiva.	% cumplimiento con plan de producción	% que no agrega valor	0%	
				Producción más rápido de lo necesario.	% de eficiencia	% que no agrega valor	0%	
	Tiempo de espera	Todo consumo de tiempo que no agrega valor	Tiempo no productivo de máquinas y/o operadores	Tiempos de espera por falta de trabajo.	% de tiempo de espera por falta de trabajo	% que no agrega valor	8%	
				Tiempo de espera por transferencia de personal.	% de tiempo de espera por transferencias	% que no agrega valor		

**Continuación Tabla 2 Operacionalización de las variables**

Variable Dependiente	Variables Independientes	Definición		Dimensiones	Indicador	Respuesta	Métrica	Cumplimiento
		Dimensiones	Operacional					
Desperdicios	Tiempo de espera	Todo consumo de tiempo que no agrega valor.	Tiempo no productivo de máquinas y/o operadores.	Tiempo de espera por cambio de estilo.	% de tiempo de espera por cambio de estilo	% que no agrega valor	8%	
				Tiempo de espera por mantenimientos.	% de tiempo de espera por mantenimiento	% que no agrega valor		
				Tiempo de espera por muestras.	% de tiempo de espera por elaboración de muestras	% que no agrega valor		
				Tiempo de espera por capacitaciones.	% de tiempo de espera por capacitación	% que no agrega valor		
				Tiempo de espera por retrabajos.	% de tiempo de espera retrabajo de producto	% que no agrega valor		
				Tiempos de espera por falta de material.	% de tiempo de espera por falta de materiales	% que no agrega valor		

**Continuación Tabla 2 Operacionalización de las variables**

Variable Dependiente	Variables Independientes	Definición		Dimensiones	Indicador	Respuesta	Métrica	Cumplimiento
		Dimensiones	Operacional					
Desperdicios	Transporte	Todo aquellos traslados que no apoyan directamente el sistema de producción.	Traslados de materiales y herramientas en las áreas de manufactura.	Traslado de Materiales.	% de distancia de transporte adicional por materiales.	% que no agrega valor	7%	
	Inventario	Acumulación de materiales/productos sin una necesidad inmediata.	Materia prima, material en proceso o productos terminados que exceden la programación de producción.	Inventario de Producto Terminado.	% de inventario de producto terminado	% que no agrega valor	65%	
				Inventario de Material en Proceso.	% de inventario de material en proceso	% que no agrega valor	25%	
				Inventario de Materia Prima.	% de inventario de materia prima	% que no agrega valor	10%	
	Reproceso	Aplicación de medios o recursos por encima de lo necesario para llevar a cabo un proceso.	Retrabajos de material en proceso o producto terminado.	Retrabajos de material en proceso.	% de lotes en proceso reprocesados	% que no agrega valor	0,0115%	
				Retrabajos de producto terminado.	% de lotes de producto terminado reprocesados	% que no agrega valor	0,0115%	

**Continuación Tabla 2 Operacionalización de las variables**

Variable Dependiente	Variables Independientes	Definición		Dimensiones	Indicador	Respuesta	Métrica	Cumplimiento
		Dimensiones	Operacional					
Desperdicios	Movimientos innecesarios	Cualquier movimiento que no es necesario para completar una operación de valor añadido.	Todos los movimientos operativos que no generan valor en la transformación del producto.	Movimientos operativos.	% de tiempo que no agrega valor	% que no agrega valor	13%	
	Defectos	Cualquier producto que no cumple con las especificaciones establecidas.	Materia prima, material en proceso o productos terminados que no cumple con las especificaciones.	Materia Prima fuera de especificación.	% de lotes de materia prima rechazados	% que no agrega valor	0,0115%	
				Material en Proceso fuera de especificación.	% de lotes de material en proceso rechazados	% que no agrega valor	0,0115%	
				Producto Terminado fuera de especificación.	% de producto terminado rechazados	% que no agrega valor	0,0115%	

En la tabla 2, basado en la operacionalización de las variables se identifica la relación establecida entre la variable dependiente y las variables independientes que serán el objeto de estudio para definir la relación de estas con la variable dependiente. Posteriormente se definieron las dimensiones de cada variable independiente las cuales serán evaluadas contra el indicador o meta de la empresa. La comparación revelará si la dimensión se encuentra en control y en zona de cumplimiento, de lo contrario se marcará el no cumplimiento de la meta. El no cumplimiento se evaluará y determinará mediante el análisis estadístico de datos si es una causa que incide de manera significativa en la generación de desperdicios operativos en la elaboración de batas quirúrgicas.

### 3.1.3 HIPÓTESIS

En el presente trabajo de investigación tomando como premisa los resultados que el estudio realizado demuestre, se establecen las siguientes hipótesis:

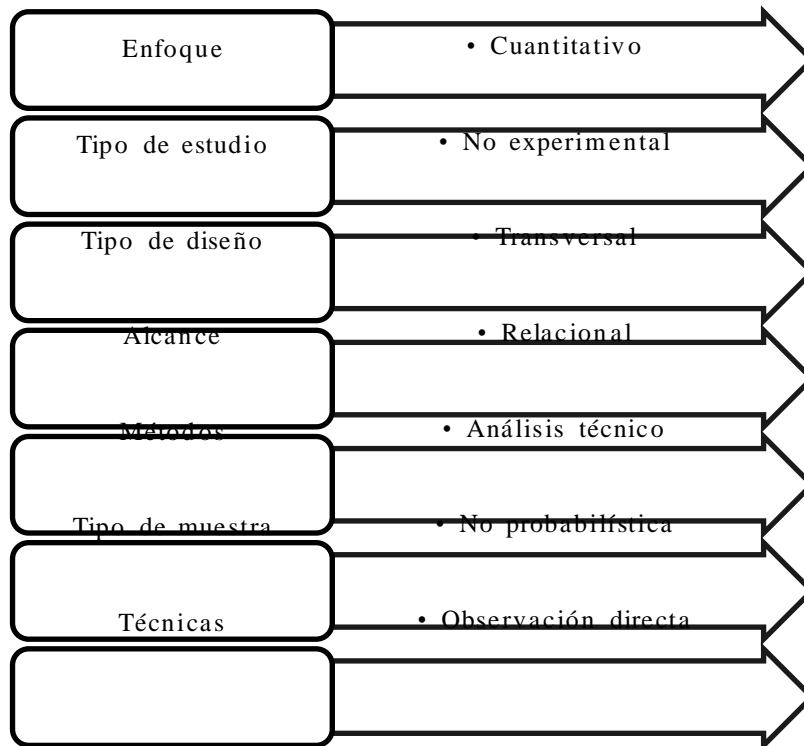
Hipótesis nula ( $H_0$ ): La sobreproducción, tiempos de espera, inventarios, transportes, reprocesos, movimientos innecesarios y defectos, no contribuyen en la generación de desperdicios operativos en el proceso de manufactura de batas quirúrgicas.

Hipótesis alternativa ( $H_1$ ): La sobreproducción, tiempos de espera, inventarios, transportes, reprocesos, movimientos innecesarios y defectos, contribuyen en la generación de desperdicios operativos en el proceso de manufactura de batas quirúrgicas.

### 3.2 ENFOQUE Y MÉTODOS

Las investigaciones se pueden enfocar desde un punto de vista cualitativo o cuantitativo, de igual manera el enfoque de una investigación puede ser mixto al combinar ambos puntos de vista, pero siempre va a existir uno más dominante que el otro. Con la finalidad de establecer el enfoque de la investigación primero se deben de tomar en cuenta los aspectos de cada uno de los tipos de enfoque posible.





**Figura 4 Enfoque y Métodos de Investigación.**

El enfoque de la investigación es cuantitativo, esto quiere decir que se utilizarán los datos recolectados como base para el estudio. Luego de determinar el enfoque cuantitativo se determina que será un estudio no experimental, ya que no se manipularán las variables. El tipo de diseño es transversal ya que se realizará en un periodo de tiempo determinado, el alcance de la investigación es relacional porque se evaluará la relación entre las variables independientes y la variable dependiente. El método por utilizar es un análisis técnico, el tipo de muestra es no probabilística ya que se realizará mediante un estudio continuo de tres semanas. La técnica utilizada será la observación directa.

### 3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de la investigación establece el plan por utilizar para recopilar la información necesaria en la investigación. El diseño de la investigación es un procedimiento complejo ya que se realiza en base a cada estudio, es por eso por lo que se debe de realizar un diseño único porque es imposible establecer un modelo metodológico estándar y único.

### 3.3.1 POBLACIÓN

En el siguiente segmento se establecerá la población de estudio donde se ejecutará la investigación de desperdicios operativos de manufactura de batas quirúrgicas. La población está conformada por agrupaciones de individuos o elementos individuales que tienen una o varias características en común. (Walpole, Myers, Myers, & Ye, 2007) La empresa de manufacturas de batas quirúrgicas donde se desarrolla la investigación divide sus operaciones en tres turnos de manufactura. Los turnos de manufactura trabajan los siete días, de lunes a domingo, en jornada diurna y cuatro días en jornadas nocturnas. A la semana se laboran 77 horas en las jornadas diurnas y 44 horas en jornadas nocturnas, haciendo un total de 121 horas a la semana. La población de estudio se establece como las jornadas de producción que se completan en un año operativo. El año operativo se conforma por 49 semanas de trabajo, lo que nos da como resultado una población de 5,929 horas de trabajo al año.

### 3.3.2 MUESTRA

La muestra es una parte de la población que es lo suficientemente representativa para realizar un análisis. La muestra usualmente son los elementos seleccionados de manera aleatoria para realizar análisis correspondientes al estudio, la muestra puede ser probabilística o bien no probabilística. Para el enfoque cuantitativo la muestra es un grupo de la población a estudiar, de este grupo se recopilan datos y este se debe de definir y delimitar, de igual manera debe de ser representativa de la población. La muestra es el subgrupo de la población de interés sobre el cual recolectan datos, que tiene que definirse con precisión y tiene que ser representativo de la población (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010)

Para la muestra de la investigación nos enfocamos en inicialmente la población de horas laboradas al año en la empresa de batas quirúrgicas, estas horas laboradas anualmente equivalen a 5,929 horas. Se utilizó un margen de error del 5% para realizar el cálculo de la muestra, de igual manera se consideró un nivel de confianza de 95%. El resultado final fue de una muestra 361 horas, durante este periodo de tiempo se analizarán los desperdicios generados durante la elaboración de batas quirúrgicas. Estas 361 horas equivalen a tres semanas de producción de la empresa, ya que semanalmente se laboran 121 horas. Por motivos de limitante de tiempo se seleccionaron tres

semanas continuas, las cuales se encuentran entre la semana 18 y 20 del año. La selección de estas tres semanas hace que la muestra sea no probabilística, debido a que no se seleccionaron al azar.

$$1) \quad n = \frac{Z^2 * P * Q * N}{(N - 1) * E^2 + Z^2 * P * Q}$$

En donde:

- 1) n= Tamaño de muestra
- 2) Z= Valor Z curva normal (1.96)
- 3) P= Probabilidad de éxito (0.50)
- 4) Q= Probabilidad de fracaso (0.50)
- 5) N= Población (5,929)
- 6) E= Error muestral (0.05)

### 3.3.3 UNIDAD DE ANÁLISIS

Las unidades de análisis son los elementos del universo de investigación sobre los cuales se medirán las variables definidas en el estudio. Las unidades análisis pueden ser de diferentes tipos, por ejemplo, existen las unidades individuales como lo son las personas y también las unidades colectivas como ser los grupos, las organizaciones y también los productos. En este trabajo de investigación la unidad de análisis son las batas quirúrgicas elaboradas en una empresa en Honduras, producidos en las horas correspondientes a la muestra.

### 3.3.4 UNIDAD DE RESPUESTA

Debido a la investigación se estableció que la unidad de análisis son las batas quirúrgicas elaboradas en una empresa en Honduras. La unidad de respuesta está conformada por la cantidad de desperdicio generado durante el proceso de elaboración de batas quirúrgicas. En base a la cantidad de desperdicio generado durante el proceso de elaboración se analizarán de donde proviene este desperdicio y que variables está incidiendo en la cantidad de desperdicio.

### 3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

En la siguiente sección se detallan las herramientas, técnicas e instrumentos que se utilizarán para el desarrollo de la investigación. Los instrumentos por utilizar para el tipo de investigación, cuantitativa, se enfocan en la medición, observaciones directas y recopilación de datos cuantitativos.

#### 3.4.1 INSTRUMENTOS

Para desarrollar la investigación se utilizan los siguientes instrumentos:

- 1) Mecanismos de recopilación de información y datos: durante se realice la investigación se recolectarán datos directamente del proceso para comprender el comportamiento del proceso de producción y obtener puntos de mejora dentro del proceso.
- 2) Análisis de base de datos: con el análisis de base de datos se busca definir una tendencia actual del problema, comparar los datos documentados a diario entre las diferentes familias de batas y establecer en que familias se presenta la mayor cantidad de desperdicio.
- 3) Análisis de estadísticas históricas de la empresa: se analizarán las estadísticas históricas de la empresa, con la finalidad de identificar patrones y tendencias históricas del proceso de producción identificar si han tenido propuestas de mejora y planes de acción.

#### 3.4.2 TÉCNICA

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizaron las siguientes técnicas:

- 1) La observación directa de los procesos de manufactura de batas quirúrgicas: se observó detenidamente todo el proceso de manufactura, los distintos pasos necesarios entre departamentos para poder elaborar una bata. Observación directa de los desperdicios y sus causas identificables, definición de los momentos claves donde se produce el desperdicio.
- 2) Elaboración de diagramas de flujos: se elaboraron diagramas de flujo para comprender los procesos y su relación interdependiente, con la finalidad de encontrar puntos de mejora e interrelación.

- 3) Mapa de la cadena de valor: se realizó un mapa de la cadena de valor con el objetivo de identificar qué pasos dentro de la elaboración de batas quirúrgicas no agrega valor al producto terminado. Con el mapa se define si estos pasos que no agregan valor son innecesarios y se pueden eliminar.
- 4) Graficas de Pareto: elaboración de graficas de Pareto para definir las familias de batas quirúrgicas que generan mayores desperdicios, con esto se enfoca en una menor cantidad de causales pero que significa el mayor impacto en el indicador de desperdicio.

### 3.5 FUENTES DE INFORMACIÓN

Las fuentes de información son aquellas de donde se obtienen los datos históricos y los datos recientes sobre los cuales se pueden realizar pronósticos del comportamiento posible de la investigación, como ser patrones, tendencias o estacionalidad. Dentro de las fuentes de información se encuentran dos tipos: fuentes primarias y fuentes secundarias.

#### 3.5.1 FUENTES PRIMARIAS

Las fuentes primarias son las que contienen información de primera mano, es decir es información original sin alteraciones, estas pueden ser obtenidas de libros, revistas científicas, encuestas y tesis. En esta investigación las fuentes primarias son:

- 1) Observación directa del proceso
- 2) Recopilación de datos

#### 3.5.2 FUENTES SECUNDARIAS

Las fuentes secundarias provienen de las fuentes primarias, estas fuentes son en esencia análisis o interpretación de documentos de las fuentes primarias. Como fuentes secundarias se utilizó diversos recursos que contribuyen a tener una mejor noción del problema. Con una idea más clara se puede establecer una solución puntual al tema investigado, las fuentes secundarias sirven como respaldo al trabajo utilizado como teoría de sustento. Para esta investigación se utilizaron las siguientes fuentes secundarias:

- 1) Páginas Web
- 2) Revistas Científicas
- 3) Libros de Texto
- 4) Datos históricos de la empresa
- 5) Tesis

### 3.6 LIMITACIONES

Se encontró como limitante el factor de tiempo ya que se redujo la cantidad de información recopilada para la investigación. Al no tener un año para desarrollar la investigación, se seleccionaron tres semanas de producción continuas por lo cual la muestra es no probabilística, sin embargo, se garantiza que durante el desarrollo de la investigación no hubo un hecho relevante o atípico que afectaran los resultados.

## **CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS.**

En el siguiente capítulo se presentarán los resultados obtenidos a partir de la información recolectada y el correspondiente análisis realizado de acuerdo a los resultados obtenidos. El análisis de los resultados consiste en interpretar los hallazgos relacionados con el problema de investigación a partir de los objetivos, preguntas de integración y las teorías planteados, con el fin de evaluar y confirmar o no las hipótesis de investigación establecidas. A partir de los resultados obtenidos se presentarán los análisis correspondientes para cada variable de estudio establecida en la metodología de la presente investigación.

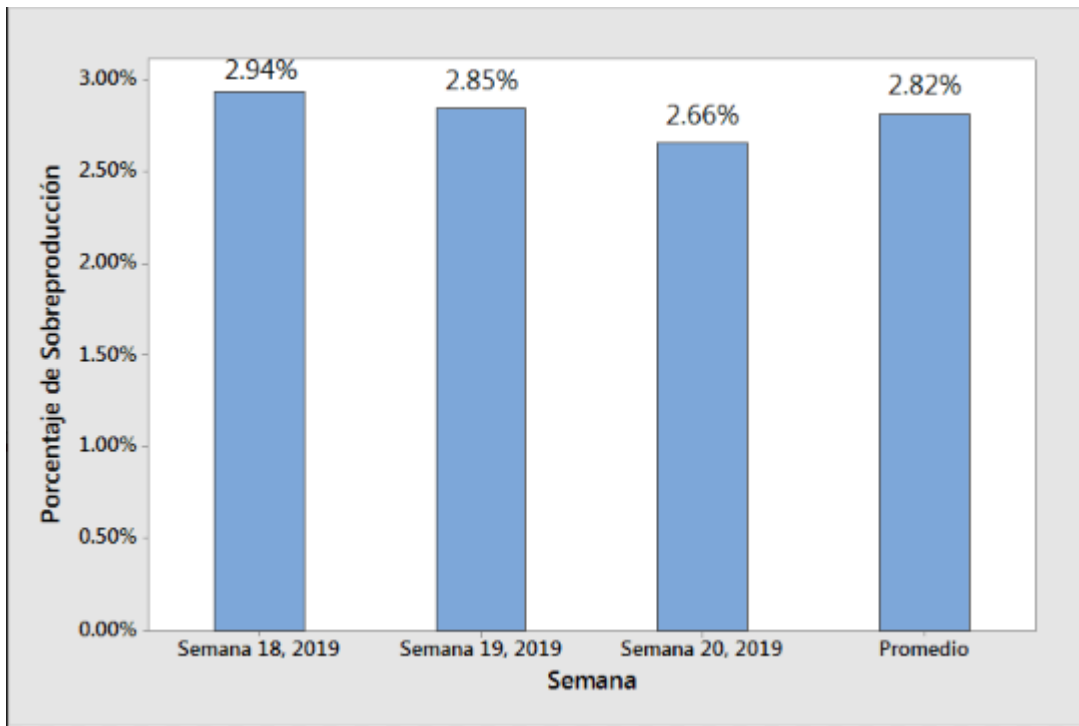
### **4.1 SOBREPDUCCIÓN**

La variable de sobreproducción en los procesos de manufactura se encuentra ligado al no cumplimiento del plan maestro de producción o bien al cumplimiento de un plan maestro de producción con valores elevados. Una empresa eficiente debe de producir solamente lo necesario y lo que tiene orden de compra, las empresas actuales no deben de tener inventarios de seguridad. La sobreproducción no es solamente la cantidad de producto final que se elaboró de manera excesiva, también se ve reflejado en producir antes de tiempo. En la metodología de manufactura esbelta se categoriza como desperdicio todo aquello que el cliente no está dispuesto a pagar, esto aplica para productos terminados que no tienen orden de compra y que por ende son desperdicios para la empresa. Los datos de producción se recopilaron de manera diaria, en base a los turnos operativos que laboraron cada día. La recopilación de datos se realizó desde la semana 18 del presente año hasta la semana 20. Las semanas corresponden a los días entre el 29 de abril de 2019 y el 19 de mayo de 2019. Los datos fueron proporcionados por el personal de producción, estos datos se encuentran validados por los supervisores de producción y el gerente de producción.

#### **4.1.1 PRODUCCIÓN EXCESIVA**

La producción excesiva es normalmente asociada con la sobreproducción, esto se debe a que la producción excesiva es la elaboración de excedentes. Los excedentes se elaboran por una mala planificación operativa o por el sistema de producción de la empresa donde produce en base a su capacidad operativa y no a las órdenes de compra existentes. Las empresas anteriormente producían

en base a su capacidad operativa, pero con la globalización los productos se convierten en obsoletos rápidamente y acarrea gastos extras de inventario y manejo de producto.



**Figura 5. Porcentaje de Cumplimiento Plan de Producción**

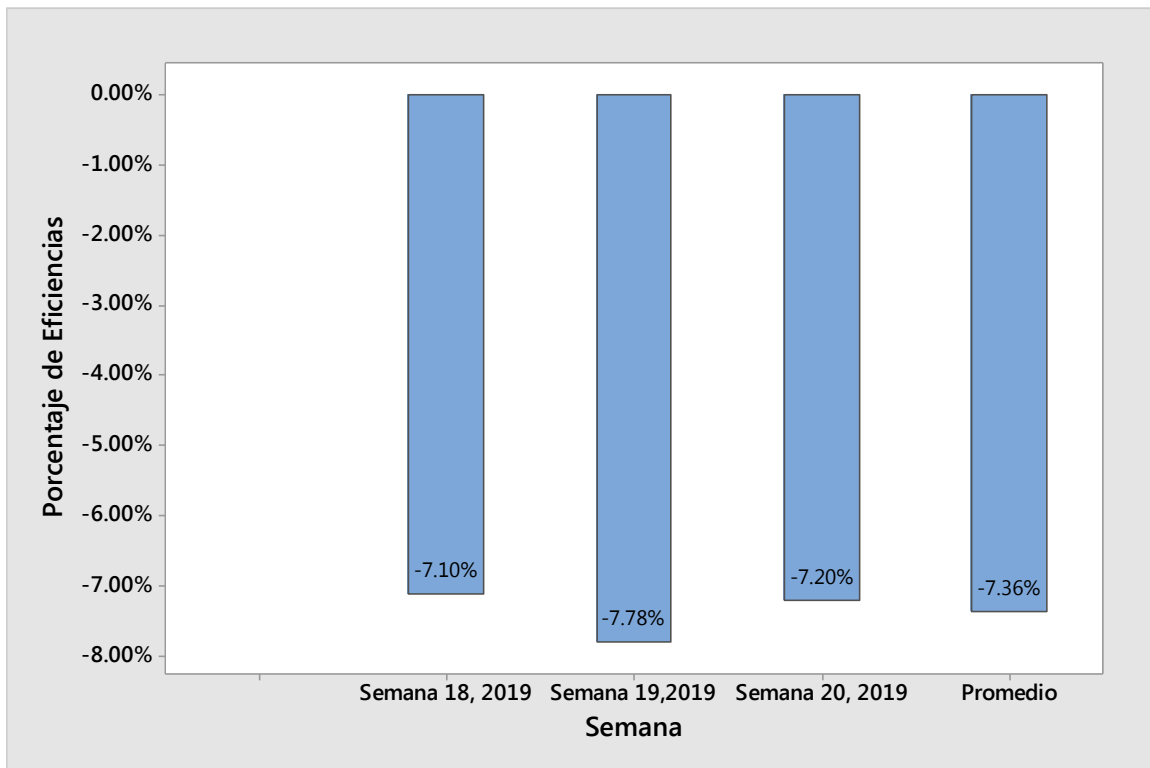
En base a la figura 5, se ilustra la sobreproducción existente en la empresa de batas quirúrgicas. En las tres semanas en promedio se sobre produce un 2.8%, el departamento de producción cumple con el plan de producción, pero se encuentra elaborando excedentes. Los productos excedentes elaborados se ven reflejado en el incumplimiento del nivel máximo de inventario de producto terminado. El inventario de producto terminado es el más valioso para una empresa ya que contiene el producto listo para su venta.

#### 4.1.2 PRODUCCIÓN MÁS RÁPIDA

El indicador de producción más rápida se basa en la elaboración de producto antes de que este sea necesario o más rápido de lo que el siguiente paso pueda fluir sin interrupciones. La empresa tiene eficiencias establecidas para el cumplimiento del plan de producción, una eficiencia significa una producción tardía y que puede generar atrasos en las líneas de producción. Una



eficiencia por encima de la meta significa que se están elaborando productos antes de ser necesitados, lo que impacta en el inventario de producto en proceso y de producto terminado.



**Figura 6. Porcentaje de Eficiencias.**

En la figura 6, se observa una eficiencia inferior a la meta establecida por la empresa. Durante las 3 semanas que se recopilaron datos las eficiencias en promedio de la empresa se encontraron en un 7.3% debajo de la meta del departamento de producción. Esto impacta directamente a los niveles de inventario de producto en proceso y de producto terminado.

#### 4.2 TIEMPO DE ESPERA

La variable de tiempo de espera en el proceso de manufactura de batas quirúrgicas consiste en todo aquel tiempo laboral donde el personal no está realizando los procesos de manufactura. Los procesos de manufactura de batas quirúrgicas consisten en procesos totalmente manuales y procesos de manufactura utilizando equipo semi-automáticos. Los datos se obtuvieron de una muestra de 3 semanas (semanas 18, 19 y 20 del 2019) correspondientes a los tiempos de espera obtenidos del 29/abril/2019 al 19/mayo/2019. Los datos de tiempo de espera se obtienen a partir de

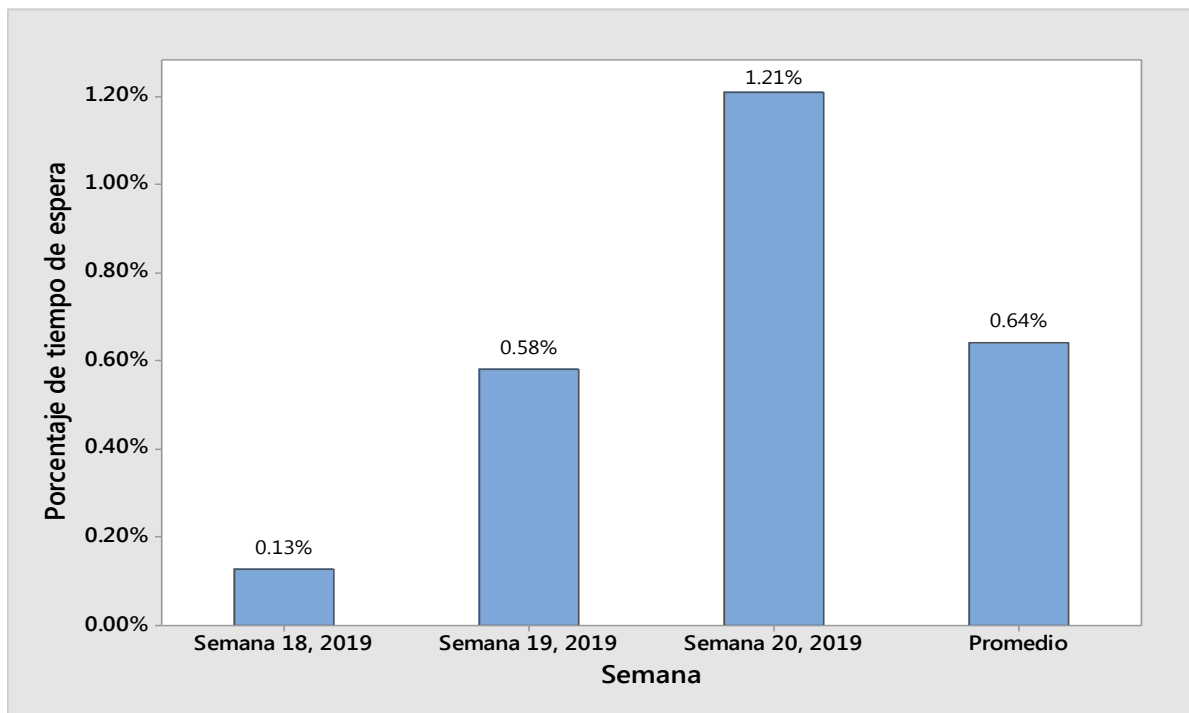
marcaciones de tiempo no productivo por parte del personal de producción. Estos reportes de tiempo no productivo son autorizados por los correspondientes supervisores, coordinadores y gerentes de producción para verificar la transparencia de estos.

#### 4.2.1 TIEMPO DE ESPERA POR FALTA DE TRABAJO

El tiempo de espera por falta de trabajo consiste en todo el tiempo en el que no existen ordenes de producción en las líneas de manufactura debido a la falta de demanda de productos por parte del cliente final, lo que genera que las líneas de producción de batas quirúrgicas tengan tiempo no productivo. El porcentaje de tiempo no productivo por falta de trabajo por demanda de producto se calculó utilizando la siguiente formula:

$$2) \% \text{ Tiempo por falta de trabajo} = \frac{\text{Horas no productivas por falta de trabajo}}{\text{Horas totales productivas planeadas}}$$

El porcentaje de tiempo de espera por falta de trabajo obtenidos para las semanas 18, 19, 20 y el promedio de las tres semanas que conforman el periodo de estudio se resumen en la figura 7.



**Figura 7. Porcentaje de tiempo de espera por falta de trabajo.**

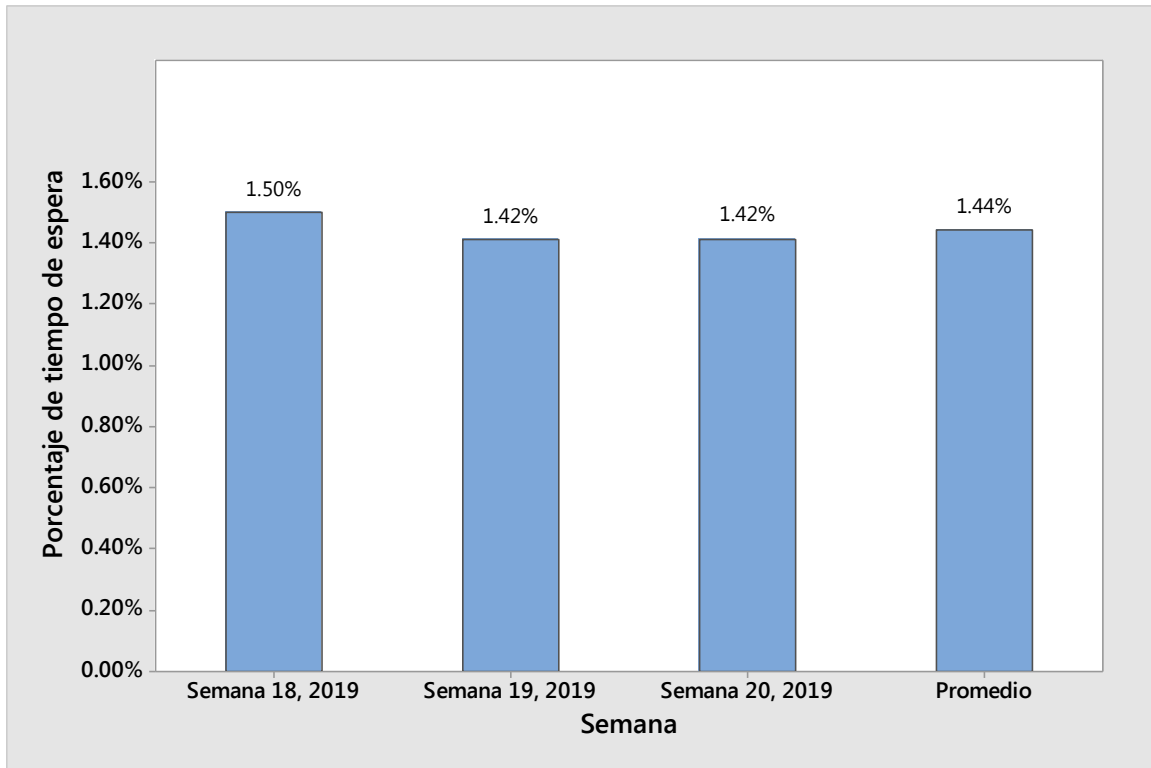
El porcentaje de tiempo de espera por falta de trabajo se incrementó del 0.13% a 1.21% en el transcurso del periodo de estudio. Los resultados demuestran que en promedio 0.64% del tiempo productivo planeado para las líneas de producción de batas quirúrgicos se invierte en tiempos de espera por falta de trabajo relacionada a la demanda de órdenes de producto de los clientes.

#### 4.2.2 TIEMPO DE ESPERA POR CAMBIO DE ESTILO

El tiempo de valor no agregado por cambio de estilo consiste en todo el tiempo en el que una línea de producción invierte en hacer los cambios de configuraciones de maquinaria, parámetros de maquinaria, ayudas visuales, estructuras, materiales e información. Los tiempos de espera por cambio de estilo se producen cuando un equipo de producción pasa de manufacturar un código de bata quirúrgica al siguiente según su plan de producción. Los cambios en un equipo de producción se realizan para cambiar la talla y/o estilo de bata quirúrgica siendo manufacturado. El porcentaje de tiempo no productivo por cambio de estilo se calculó utilizando la siguiente formula:

$$3) \% \text{ Tiempo por cambio de estilo} = \frac{\text{Horas no productivas por cambio de estilo}}{\text{Horas totales productivas planeadas}}$$

El porcentaje de tiempo de espera por cambio de estilo y/o talla de bata quirúrgicas manufacturadas para la semana 18, 19, 20 y el promedio del porcentaje de las tres semanas del periodo de estudio se presentan en la figura 8.



**Figura 8. Porcentaje de tiempo de espera por cambio de estilo.**

El porcentaje de tiempo de espera por cambio de estilo se mantiene constante en las tres semanas de estudio, 18, 19 y 20, se puede observar que en promedio hay un 1.44% del tiempo de producción planeado en las líneas de producción de batas quirúrgicas que se destina a la realización de cambios de estilo y/o talla de bata quirúrgica manufacturada. El tiempo de producción por cambios de estilo y/o talla tiene una relación con el número de cambios de estilo que se programan en las líneas de producción de batas quirúrgicas de acuerdo a la demanda del cliente por tipo y talla de bata requeridas.

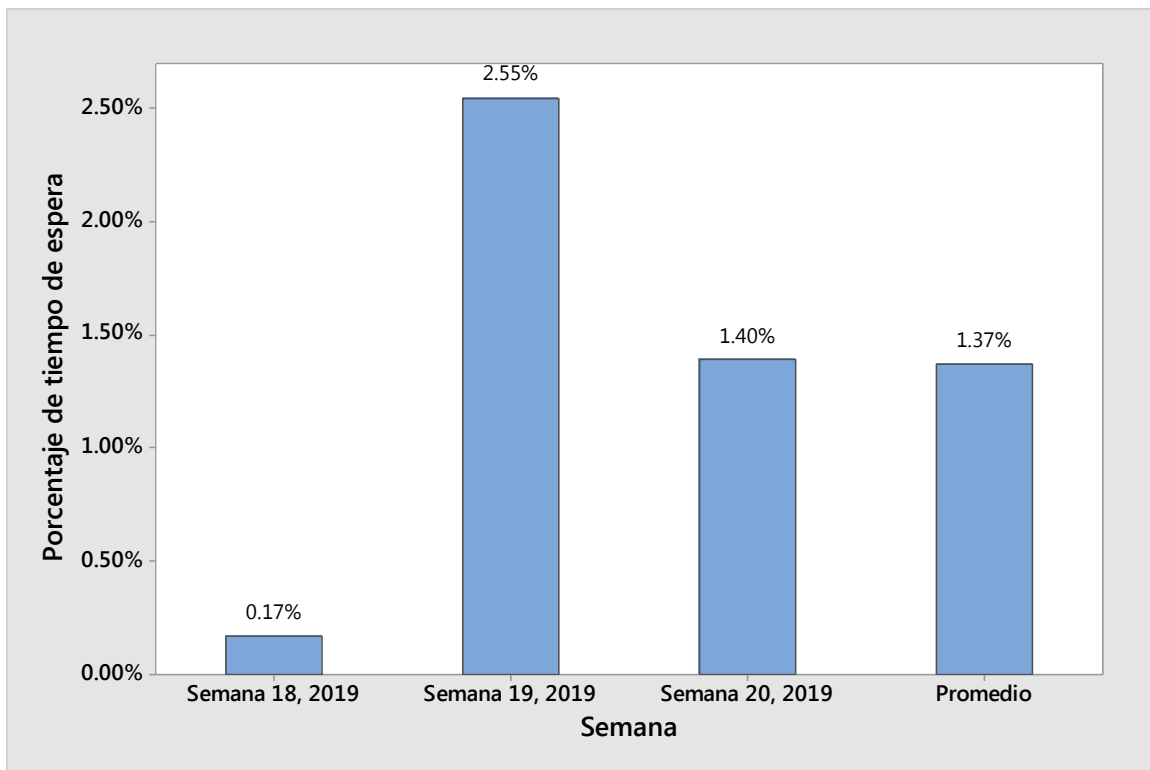
#### 4.2.3 TIEMPO DE ESPERA POR CAPACITACIONES Y REUNIONES

El tiempo de espera por capacitaciones o reuniones de trabajo se compone por todo el tiempo que se invierte en dar capacitaciones al personal de manufactura y el tiempo que se destina a hacer reuniones informativas al personal de manufactura. Las capacitaciones brindadas a los equipos de producción se proporcionan por parte del departamento de calidad e ingeniería; y las reuniones de trabajo se realizan principalmente para dar anuncios informativos cuando se da algún tipo de

cambio en la empresa y/o reuniones informativas para dar a conocer los resultados que la empresa a alcanzado. El porcentaje de tiempo de espera por capacitaciones y reuniones de trabajo se obtuvo utilizando la siguiente formula:

$$4) \% \text{ Tiempo por capacitación} = \frac{\text{Horas no productivas por capacitación}}{\text{Horas totales productivas planeadas}}$$

El porcentaje de tiempo no productivo destinado a la realización de reuniones de trabajo y capacitaciones al personal de manufactura obtenidos para las semanas 18, 19, 20 y el promedio de las tres semanas que conforman el periodo de estudio se resumen en la figura 9.



**Figura 9. Porcentaje de tiempo de espera por capacitaciones y reuniones de trabajo.**

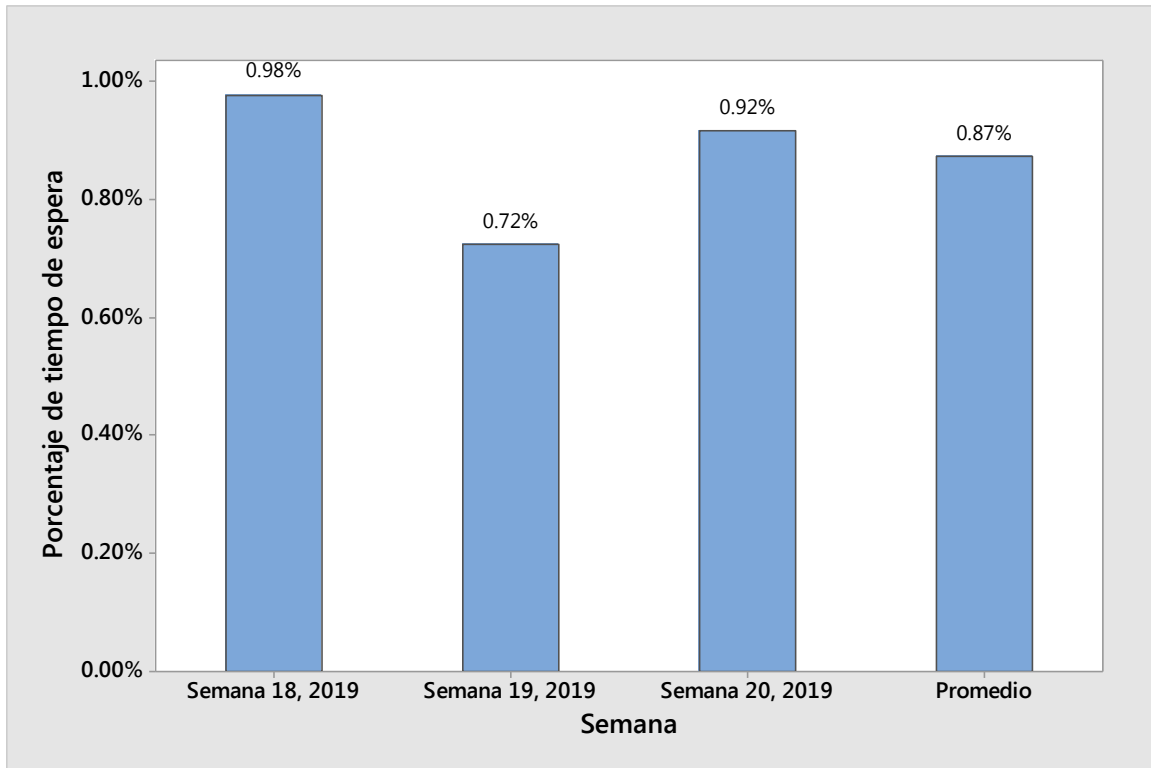
Se puede observar como el porcentaje de tiempo de espera por capacitaciones y reuniones de trabajo varia de semana a semana del periodo de estudio. En promedio se obtuvo que en las semanas 18, 19 y 20 el 1.37% del tiempo de producción programado se invirtió en el desarrollo de capacitaciones de calidad al personal de producción y realización de reuniones de trabajo informativas diarias.

#### 4.2.4 TIEMPO DE ESPERA POR MANTENIMIENTO

El tiempo de espera por mantenimiento consiste en todo el tiempo no productivo de maquinaria o equipo utilizados en las líneas de producción que se generan por fallos o mal funcionamiento de estos. En las líneas de producción de batas quirúrgicas se utilizan diferentes maquinarias que son manejadas por el equipo de producción para la realización de cada una de las operaciones requeridas en la elaboración del producto terminado de acuerdo a los requerimientos del cliente. Las líneas de producción están conformadas por diferentes estructuras donde se van realizando las operaciones que deben de cumplir con los criterios establecidos por los procedimientos, por lo que al no encontrarse las estructuras como se establece se generan tiempos de espera por el mantenimiento de estos. La fórmula utilizada para el cálculo del porcentaje de tiempo de espera por mantenimientos correctivos para maquinaria, equipo y estructuras se presenta a continuación.

$$5) \% \text{ Tiempo por mantenimiento} = \frac{\text{Horas por mantenimientos correctivos}}{\text{Horas totales productivas planeadas}}$$

El porcentaje de tiempo no productivo generado por fallos o mal funcionamiento de equipo, maquinaria o estructuras resultantes durante las semanas 18, 19, 20 y el promedio de las tres semanas que conforman el periodo de estudio se presentan en la figura 8.



**Figura 10. Porcentaje de tiempo de espera por mantenimiento.**

En la figura 10 se pueden identificar los porcentajes de tiempos de espera que la maquinaria, equipo y estructura tuvieron por mantenimientos correctivos. En el periodo de las tres semanas de estudio se puede determinar que es un porcentaje que varía en cada una de las semanas. En promedio durante las semanas 18, 19 y 20 se obtuvo que el 0.87% del tiempo de producción programado se invirtió en mantenimientos correctivos de maquinarias, equipo y estructuras utilizadas en los equipos de producción.

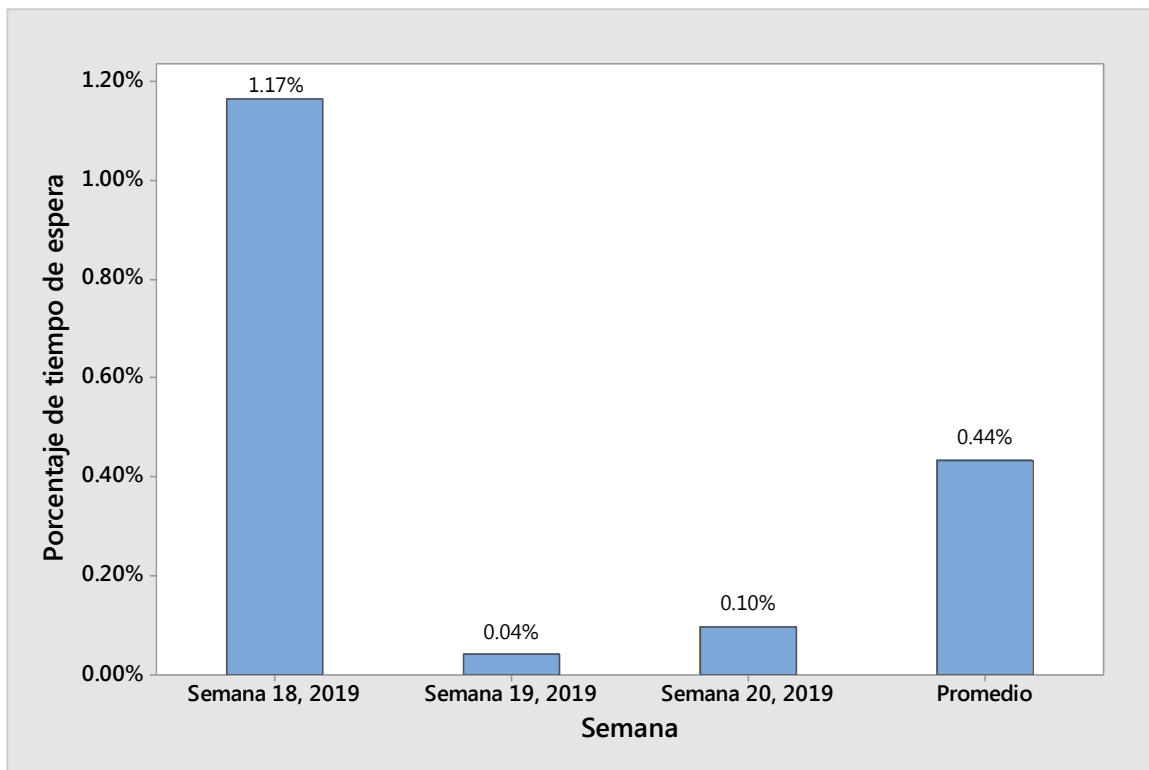
#### 4.2.5 TIEMPO DE ESPERA POR MUESTRAS

El tiempo de espera categorizado como muestras en los procesos de producción de batas quirúrgicas consiste en el tiempo en que la producción no es destinada a la realización de productos terminados para la venta y comercialización. El tiempo de elaboración de muestras en las líneas de producción se utiliza para la elaboración de prototipos cuando se realizan cambios en procesos y productos existentes, cuando se lanzan nuevos productos y/o procesos de producción, cuando se realizan estudios de ingeniería, por validación de nuevos procesos y/o productos, cuando se realizan

validaciones por cambios realizados a los procesos y/o productos existente y por muestras destructivas realizadas para la realización de pruebas de control de calidad del producto. Para el cálculo del tiempo de espera generado por la manufactura de muestras de prototipos, validaciones y pruebas se utilizó la formula presentada a continuación.

$$6) \% \text{ Tiempo de espera por muestras} = \frac{\text{Horas por manufactura muestras}}{\text{Horas totales productivas planeadas}}$$

El porcentaje de tiempo generado por la manufactura en la elaboración de muestras de destinadas a estudios de ingeniería, prototipos y validaciones de procesos y/o productos durante las semanas 18, 19 , 20 y el promedio de tiempo representado por las tres semanas de estudio se presentan en la figura 11.



**Figura 11. Porcentaje de tiempo de espera por manufactura de muestras.**

En la figura 11, se puede identificar como el tiempo de espera por manufactura de muestras es un tiempo de espera que varía de acuerdo a necesidades específicas cuando se realizan cambios o se lanzan nuevos productos y/o procesos. Se identifica un alto porcentaje en la semana 18 en



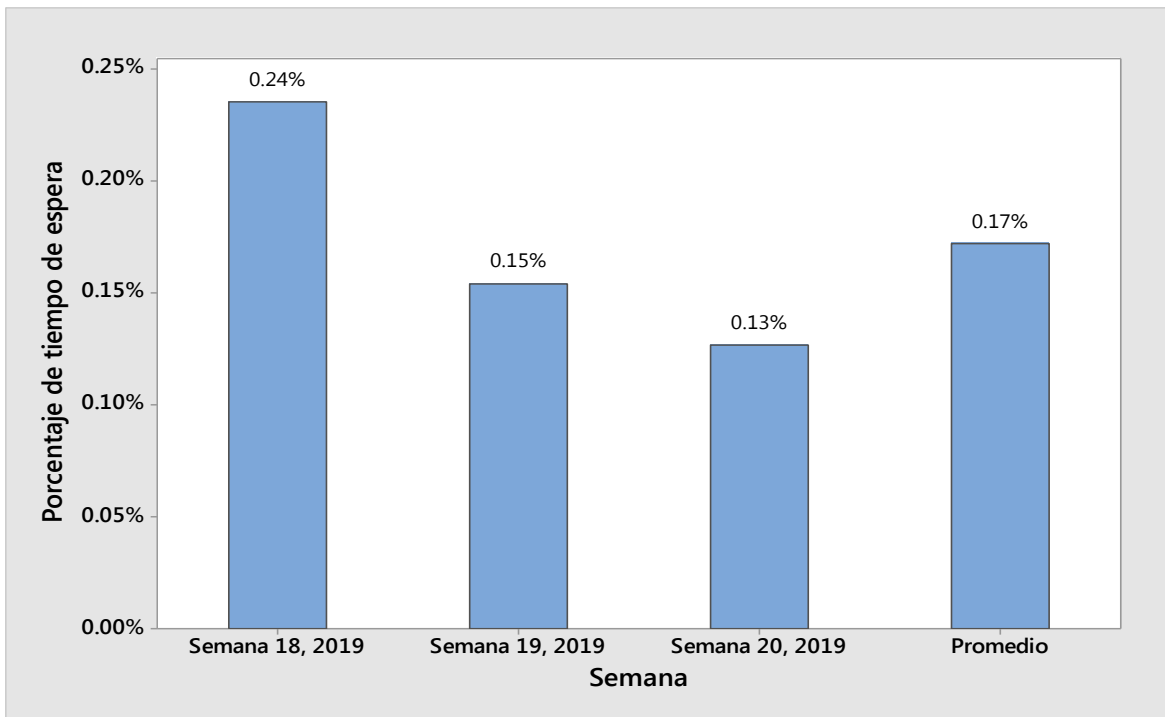
comparación con las semanas 19 y 20. En promedio durante las tres semanas de estudio se obtuvo que un 0.44% del tiempo de producción programado se invirtió en la elaboración de batas quirúrgicas destinadas a muestras por estudios de ingeniería, validaciones o prototipos.

#### 4.2.6 TIEMPO DE ESPERA POR FALTA DE MATERIAL

El tiempo de espera por falta de material en las líneas de producción se compone por el tiempo total que una línea de producción no puede producir batas quirúrgicas debido a que no cuenta con todos los componentes necesarios para realizarlo. Los componentes que son entradas para las líneas de producción consisten en materia prima que se envía directamente del almacén hacia las líneas de producción como ser puños, logos, etiquetas y tarjetas; subensambles de producción como ser cintos y cuellos que se envían de las diferentes células de subensamble y la tela que se recibe del proceso anterior de corte como ser corte de manga, corte de laterales y cortes de área frontal. Los tiempos de espera por falta de material consiste en el tiempo en que cualquiera de los componentes mencionados anteriormente no está disponible en el tiempo requerido por las líneas de producción. La fórmula para el cálculo del porcentaje de tiempo de espera por falta de materiales se presenta a continuación.

$$7) \% \text{ Tiempo por falta de material} = \frac{\text{Horas no productivas por falta de material}}{\text{Horas totales productivas planeadas}}$$

El porcentaje del tiempo de espera que se produce debido a la falta de materia primas o materiales de procesos anteriores en el tiempo correcto en las líneas de producción durante las semanas 18, 19, 20 y el promedio de tiempo equivalente a las tres semanas representativas en el estudio se presentan en la figura 12.



**Figura 12. Porcentaje de tiempo de espera por falta de material.**

Se pueden identificar en la figura 12, que los porcentajes de tiempo de espera por falta de material van disminuyendo a partir de la semana 18 a la semana 20, se puede observar una diferencia de aproximadamente 50% comparando la semana 18 y la semana 20. En promedio durante las tres semanas de estudio los resultados demuestran que el 0.17% del tiempo de producción programado para las líneas de producción se utilizó en esperas en las líneas de producción de materias primas por parte de almacén, subensambles y/o tela enviada del departamento de corte.

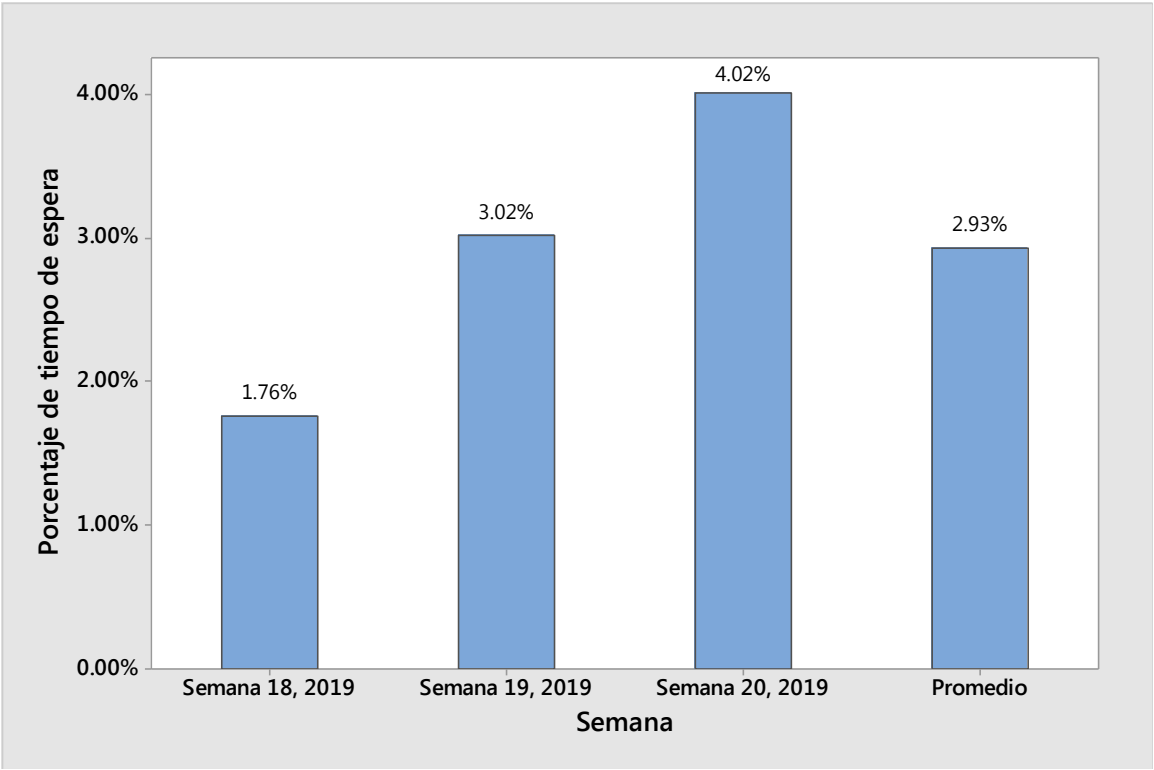
#### 4.2.7 TIEMPO DE ESPERA POR TRANSFERENCIAS DE PERSONAL

El tiempo de espera por transferencias de personal se compone por el tiempo total que se invierte en poder distribuir al personal operativo en los equipos de producción incompletos en las áreas de manufactura. El área de producción de manufactura de batas quirúrgicas está conformada por 33 equipos de producción, los cuales están conformados de 10 a 20 personas de acuerdo a la cantidad de operaciones necesarias para la manufactura del tipo bata quirúrgica. El tiempo de espera por transferencia de personal se da al inicio del turno cuando existe personal ausente y se

tienen que redistribuir los equipos de producción y cuando hay personal incapacitado que necesite ser reemplazado por otro personal. Este tiempo de espera está relacionado directamente al porcentaje de ausentismo e incapacidades que tiene la empresa de manufactura de batas quirúrgicas. La fórmula utilizada para el cálculo del porcentaje de tiempo de espera por transferencia de personal se presenta a continuación.

$$8) \% \text{ Tiempo por transferencias} = \frac{\text{Horas no productivas por transferencias}}{\text{Horas totales productivas planeadas}}$$

Los porcentajes de tiempo de espera por transferencias de personal operativo en las líneas de producción para las semanas 18, 19, 20 y el promedio resultante para las tres semanas de estudio se presentan en la figura 11.



**Figura 13. Tiempo de espera por transferencias de personal.**

Se puede observar en la figura 13 que el porcentaje de tiempo de espera por transferencia de personal aumento de la semana 18 hasta la semana 20 en más del 100%. El tiempo de espera por transferencia de personal, al tener una alta relación con el nivel de ausentismo e incapacidades del

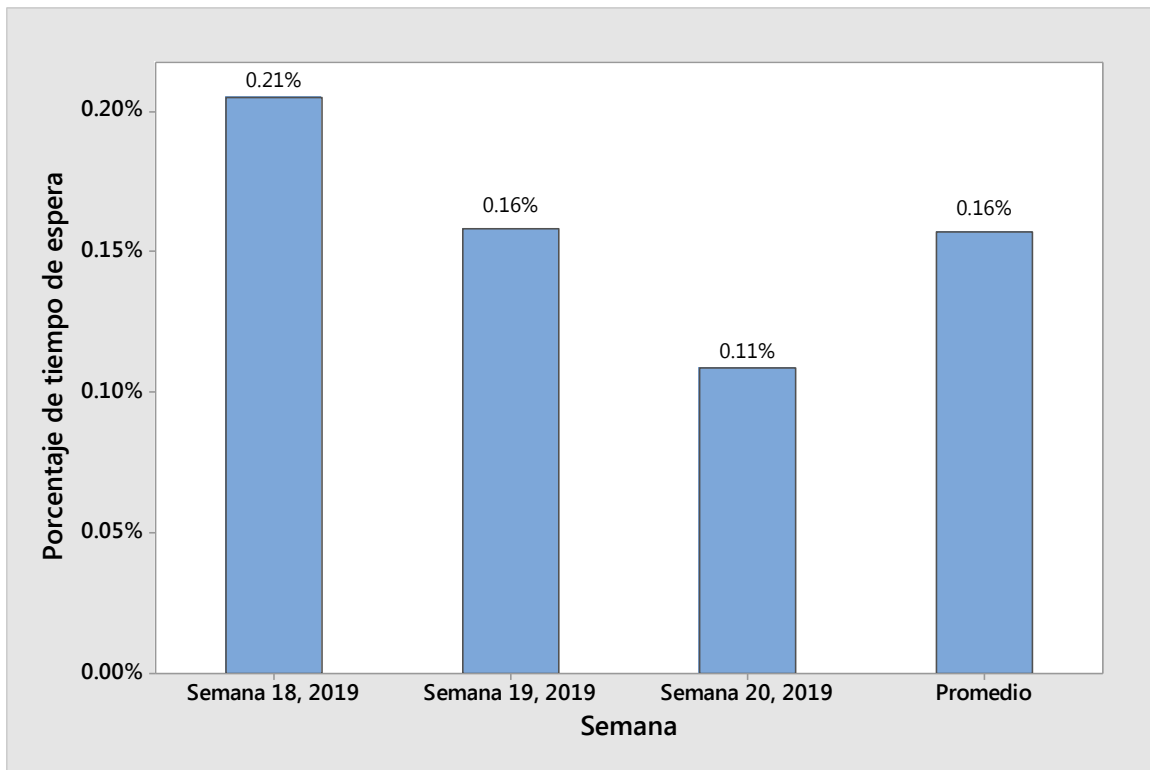
personal operativo es un indicador con un alto grado de variación. En promedio durante las tres semanas de estudio los resultados de los datos obtenidos muestran que el 2.93% del tiempo de producción programado se invierte en transferencias del personal operativo por ausentismo e incapacidades.

#### 4.2.8 TIEMPO DE ESPERA POR RETRABAJOS

El tiempo de espera por retrabajos está conformado por el tiempo no productivo que los operarios emplean para corregir el producto no conforme rechazado por los auditores. Este producto es rechazado por los inspectores al no cumplir con las especificaciones de los clientes, por lo cual se regresa a las líneas de producción para que los operarios corrijan los defectos y se entregue un producto conforme. La fórmula utilizada para el cálculo del porcentaje de tiempo de espera por retrabajo empleado para la corrección de producto no conforme es la siguiente.

$$9) \text{ \% Tiempo de espera por retrabajo} = \frac{\text{Horas por retrabajo}}{\text{Horas totales productivas planeadas}}$$

El porcentaje del tiempo de espera que se produce debido a los retrabajos que se tiene que realizar para tener el producto conforme y que pase las pruebas de auditoría. Se tomaron los datos en las líneas de producción durante las semanas 18, 19, 20 y el promedio de tiempo equivalente a las tres semanas representativas en el estudio se presentan en la figura 14.

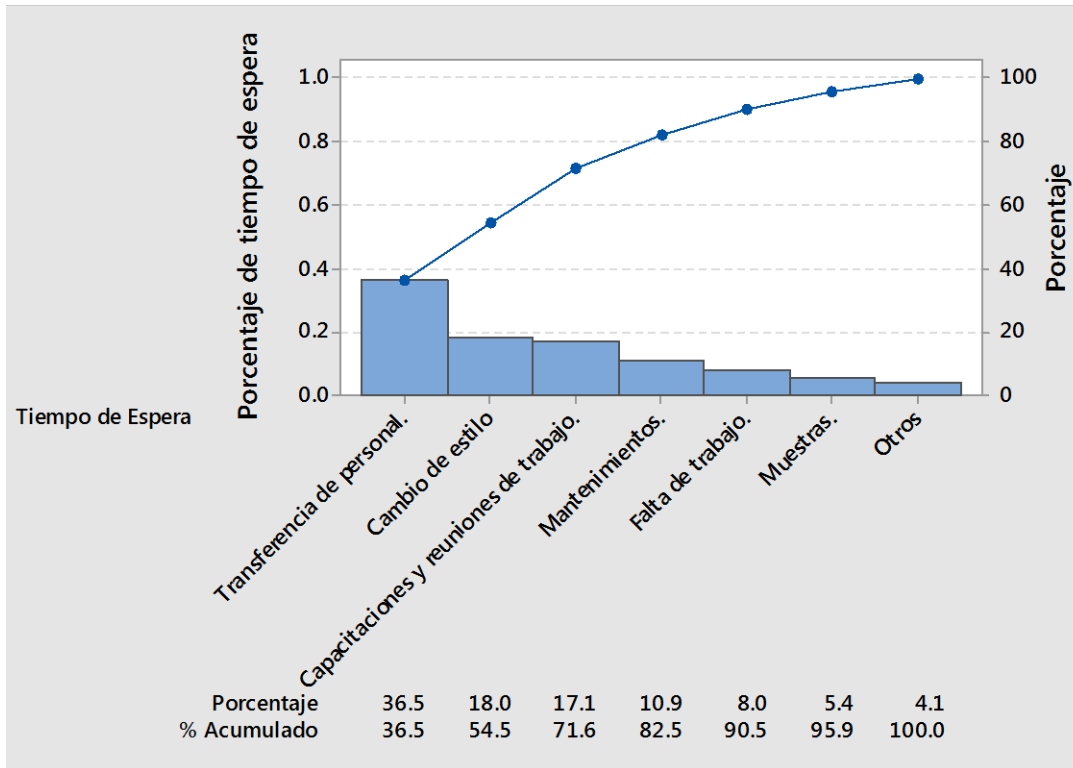


**Figura 14. Porcentaje de tiempo de espera por retrabajos.**

En la figura 14, se puede identificar como el tiempo de espera por retrabajos en las batas quirúrgicas elaboradas, es un tiempo que presenta variación durante las semanas. El promedio de porcentaje de tiempo de espera por retrabajos es de un 0.16%, la semana donde se tuvo un incremento en el porcentaje fue en la semana 18 del 2019. La razón del incremento radica en que esta semana es posterior a semana santa y se había acumulado la cantidad de producto por corregir.

#### 4.2.9 ANÁLISIS DE TIEMPOS DE ESPERA

En la figura 13, se presenta el grafico de Pareto realizado para la variable de tiempos de espera donde se presentan los resultados de las ocho dimensiones de estudio para el tiempo de espera como ser el porcentaje de tiempo de espera por cambio de estilo, el porcentaje de tiempo de espera por transferencia de personal, el porcentaje de tiempo de espera por capacitaciones y reuniones de trabajo, el porcentaje de tiempo de espera por mantenimiento y otros.



**Figura 15. Gráfico de Pareto para tiempos de espera.**

Se puede identificar en la figura 15, los resultados obtenidos de porcentaje de tiempos de espera para cada uno de los indicadores, los cuales muestran que del tiempo de espera en las líneas de producción el principal contribuyente son las transferencias de personal operativo en las líneas de producción. El tiempo de espera por cambio de estilo y/o talla en las líneas de producción se puede observar que es el segundo contribuyente en los tiempos de espera, seguido por capacitaciones y reuniones de trabajo y tiempos de espera por mantenimiento. Las cuatro dimensiones mencionadas anteriormente forman el 80% del tiempo total de espera en las líneas de producción.

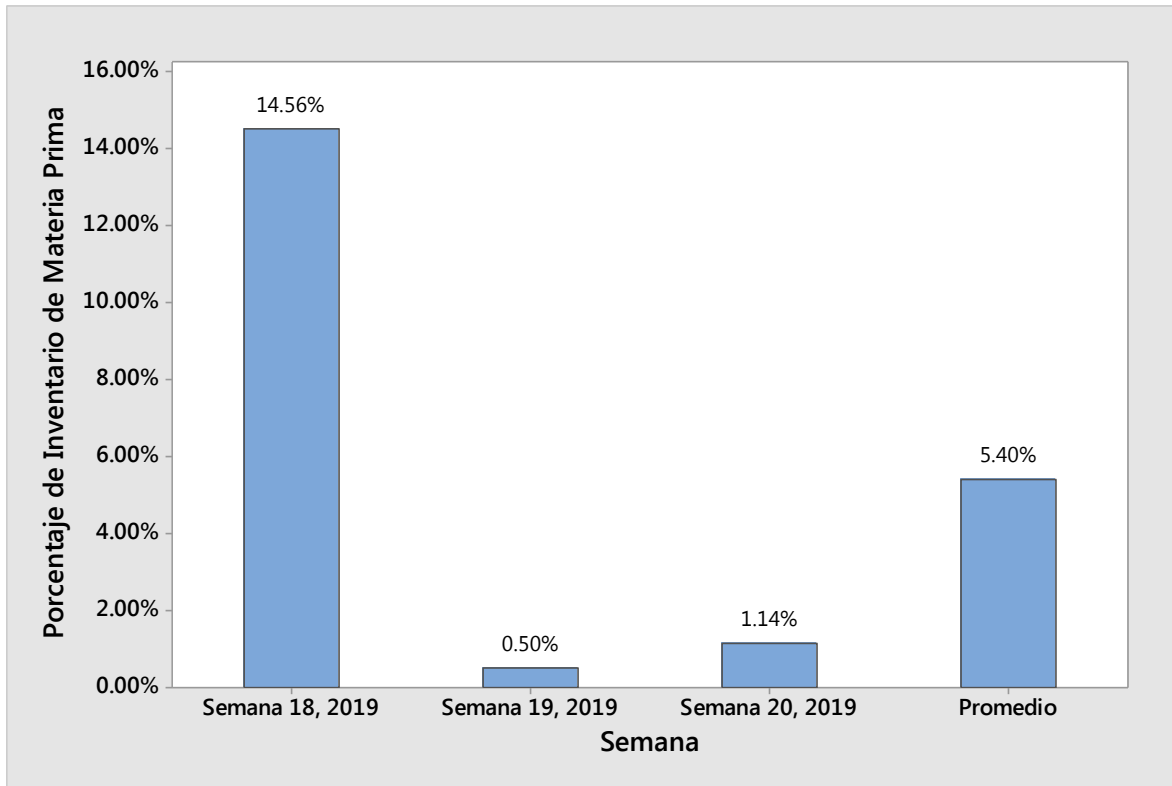
#### 4.3 INVENTARIO

La variable de inventario en las empresas de manufactura es quizás una a la cual se le presta mayor atención y enfoque. Esta necesidad de mantener los niveles de inventario en rangos óptimos surge debido a que el inventario representa cantidades importantes de los activos de la empresa. Los inventarios son activos que pueden entrar en obsolescencia o se pueden dañar, de igual manera acarrear costos adicionales que influyen en el costo de manufactura. El inventario se

divide en tres tipos: inventario de materia prima, inventario de producto en proceso y el inventario de producto terminado. Los datos se obtuvieron de una muestra durante las 3 semanas del estudio (semana 18-20), correspondiente a las fechas entre el 29 de abril de 2019 a 19 de mayo de 2019. Los datos de los niveles de inventario se obtuvieron diarios de manera general, debido a que no realizan cierres de inventario al finalizar un turno. Se realiza un reporte diario sobre los niveles de los tres inventarios, el cual es realizado por los utilitarios coordinados por el área de logística.

#### 4.3.1 INVENTARIO DE MATERIA PRIMA

El inventario de materia prima se encuentra conformado por todos los insumos o componentes que son necesarios para la elaboración de un producto terminado. Estos insumos o componentes no presentan alteración desde que se realizó la compra de estos. La mayoría de la materia prima se encuentra en el área de bodega donde no ha sido requisada por parte de los utilitarios, quienes son los encargados de abastecer las líneas de producción con las partes necesarias. Al finalizar cada día se realiza un conteo sobre la cantidad de componentes existentes, cada componente tiene su valor en dólares y esta cantidad se compara con la meta establecida sobre los niveles de inventario óptimos para la empresa.



**Figura 16. Porcentaje de Inventario de Materia Prima**

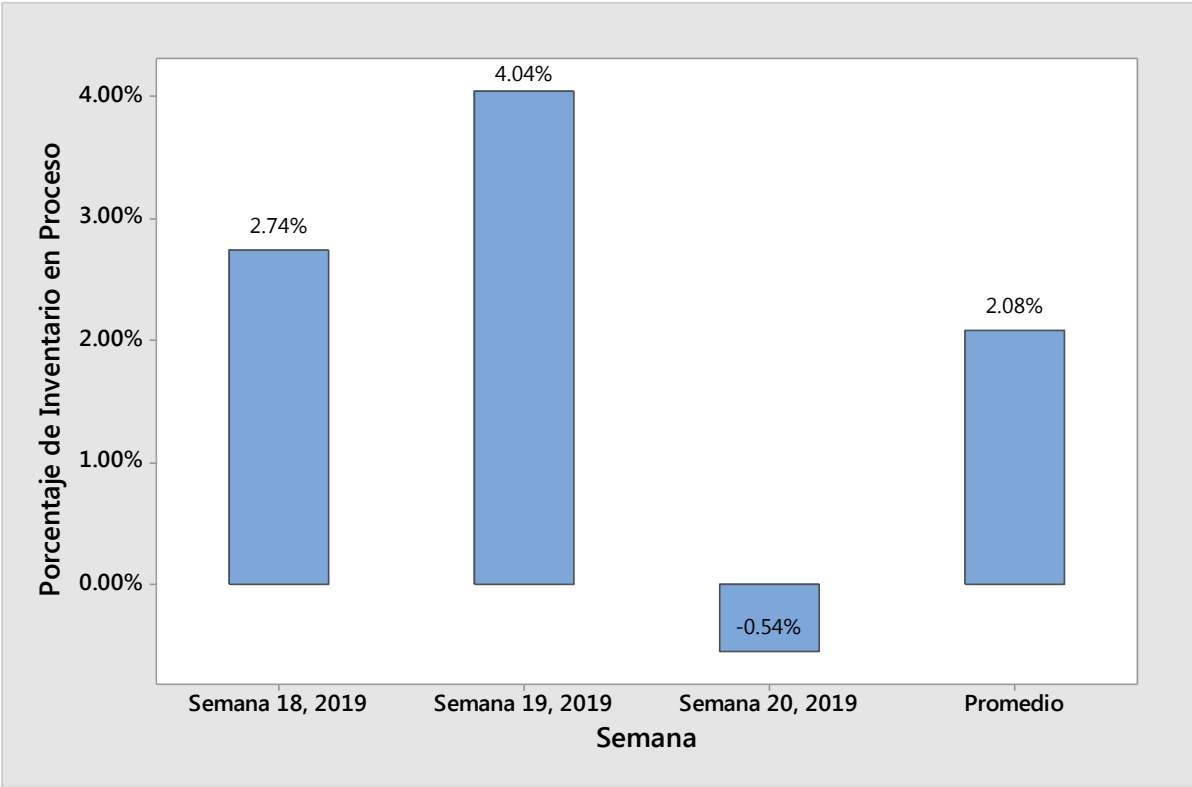
Se puede identificar en la figura 16, los resultados en base al promedio de inventario de materia prima para cada semana, donde en la primera semana existía una diferencia elevada con respecto a la meta establecida para este indicador. El excedente de materia prima representa una compra antes de tiempo o bien el no cumplimiento del plan maestro de producción, la empresa es estricta con este indicador ya que acarrea costos indirectos. Con respecto a la segunda semana se presenta una disminución en los niveles de inventario de materia prima, a raíz de esta variación se emplearon acciones correctivas logrando una disminución para la tercera semana y teniendo una diferencia mínima en el indicador.

#### 4.3.2 INVENTARIO DE PRODUCTO EN PROCESO

El inventario de producto en proceso representa los insumos o componentes que se encuentran en las líneas de producción y se están utilizando con el fin de entregar un producto terminado. El control del inventario de producto en proceso debe de ser relevante y con cierres frecuentes debido a que los operadores en muchas ocasiones no informan sobre ciertos defectos y



en sistema se contabiliza esto como producto en proceso cuando en realidad debería de ser liquidado del inventario. Las empresas que no realizan controles estrictos de producto en proceso, al finalizar un periodo de tiempo se encuentran con que deben de realizar ajustes en su inventario y esto representa grandes pérdidas para la empresa.

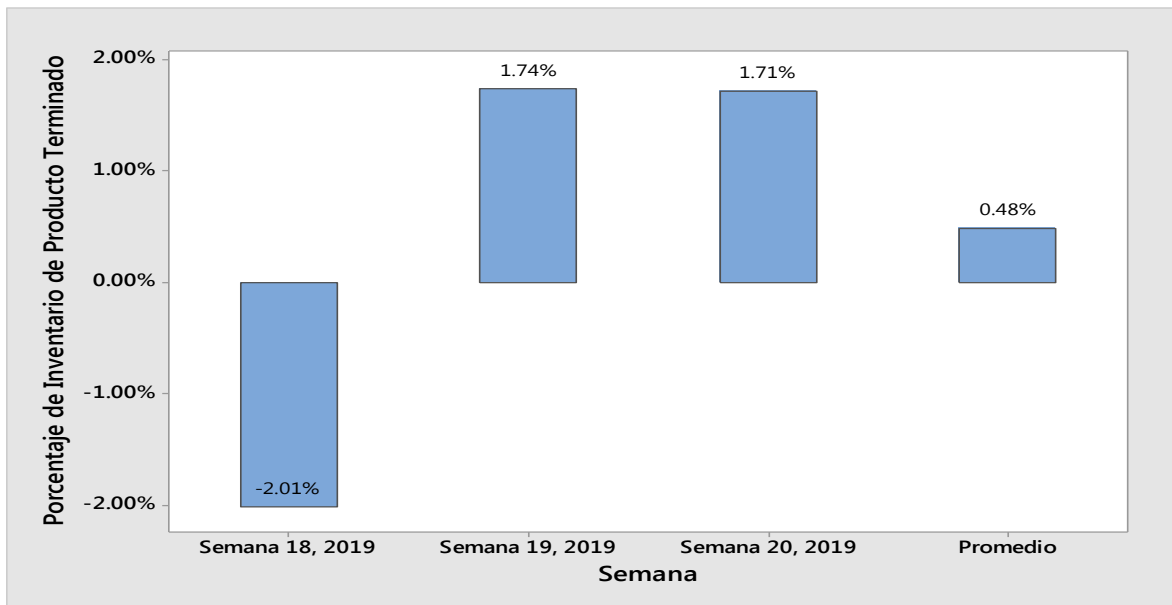


**Figura 17. Porcentaje de Inventario de Producto en Proceso**

En base a la figura 17, se realiza un análisis sobre las variaciones en los niveles del inventario de producto en proceso, donde se encuentra una diferencia especialmente notoria en la semana 1, posteriormente se realizaron correcciones para tener una diferencia menor entre los niveles de inventario existentes y el indicador de la empresa. En la semana tres se presentó una diferencia muy baja, lo que demuestra que la empresa tiene los controles necesarios para mantener el indicador. El excedente de producto en proceso sirve como una alerta de la eficiencia en las líneas y la producción de los turnos, esto se debe a que el tiempo de ciclo de producción no se esta cumpliendo.

### 4.3.3 INVENTARIO DE PRODUCTO FINAL

El inventario de producto terminado debe de ser el inventario con menores diferencia entre los niveles óptimos establecidos por la empresa y la cantidad en almacén. El inventario de producto terminado es el inventario de mayor valor para una empresa, ya que contiene el valor agregado de sus procesos. Altos niveles de inventario de producto terminado representan una incorrecta planeación de la producción y una baja rotación de inventario. Las empresas tratan de mantener la menor cantidad de producto terminado en el almacén debido a que esto representa costos adicionales al producto, la alta competitividad del mercado ha impulsado a que las industrias distribuyan su producto terminado una vez este salga de sus líneas de producción.



**Figura 18. Porcentaje de Inventario de Producto Terminado.**

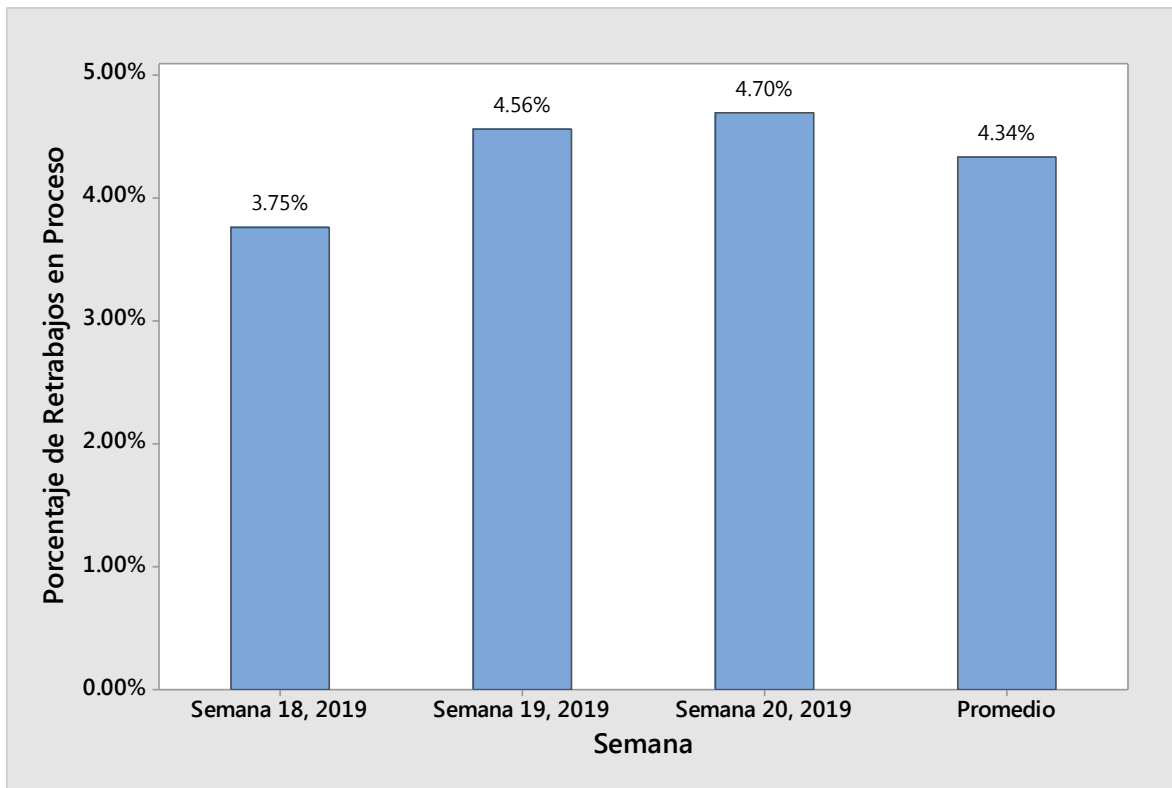
En base a la figura 18, se realiza un análisis sobre las diferencias en los niveles de inventario de producto terminado. Cabe mencionar que es el inventario que presenta menores variaciones a lo largo de las 3 semanas de recopilación de datos. El incremento en la semana 2 tiene relación con la finalización del excedente de producto en proceso que tenía la empresa para ese periodo de tiempo. Para la semana tres se presenta una estabilidad en el indicador, el excedente de producto terminado le representa a la empresa posibles pérdidas ya que es producto terminado sin orden de compra.

## 4.4 REPROCESOS

La variable de reprocesos en las empresas de manufactura es estudiada continuamente, se forman equipos de trabajo con la finalidad de evitar la existencia de estos reprocesos en la industria. Los reprocesos son pasos que se deben de realizar para corregir un error en el proceso productivo, los reprocesos no agregan valor al producto que se elabora. La modalidad de suprimir las actividades que no agregan valor en las industrias está en auge y es por eso que las empresas cuando se habla de actividades que no agregan valor, inmediatamente piensan en los reprocesos y la solución a estos. Se recopilaron los retrabajos realizados durante las 3 semanas del estudio (semana 18-20), correspondiente a las fechas entre el 29 de abril de 2019 a 19 de mayo de 2019. Los datos de retrabajos se obtuvieron de manera diario y con asignación a cada turno. Los datos son validados por los auditores de calidad, quienes indican una no conformidad de la prenda y esta debe de ser corregida antes de pasar al siguiente proceso o para culminar con todo el ciclo de producción.

### 4.4.1 REPROCESOS DE PRODUCTO EN PROCESO

Los reprocesos de producto en proceso son reprocesos realizado por los operadores que cometieron el error, o bien por un turno que ingresa posteriormente y donde el auditor reportó la no conformidad. Los reprocesos de producto en proceso no agregan valor, en la mayoría de los casos el desperfecto se puede solucionar y continuar con el proceso productivo de la prenda. Los retrabajos son contabilizados de manera diaria y se busca la causa raíz de estos para evitar su futura reincidencia si es atribuible al equipo o maquinaria.

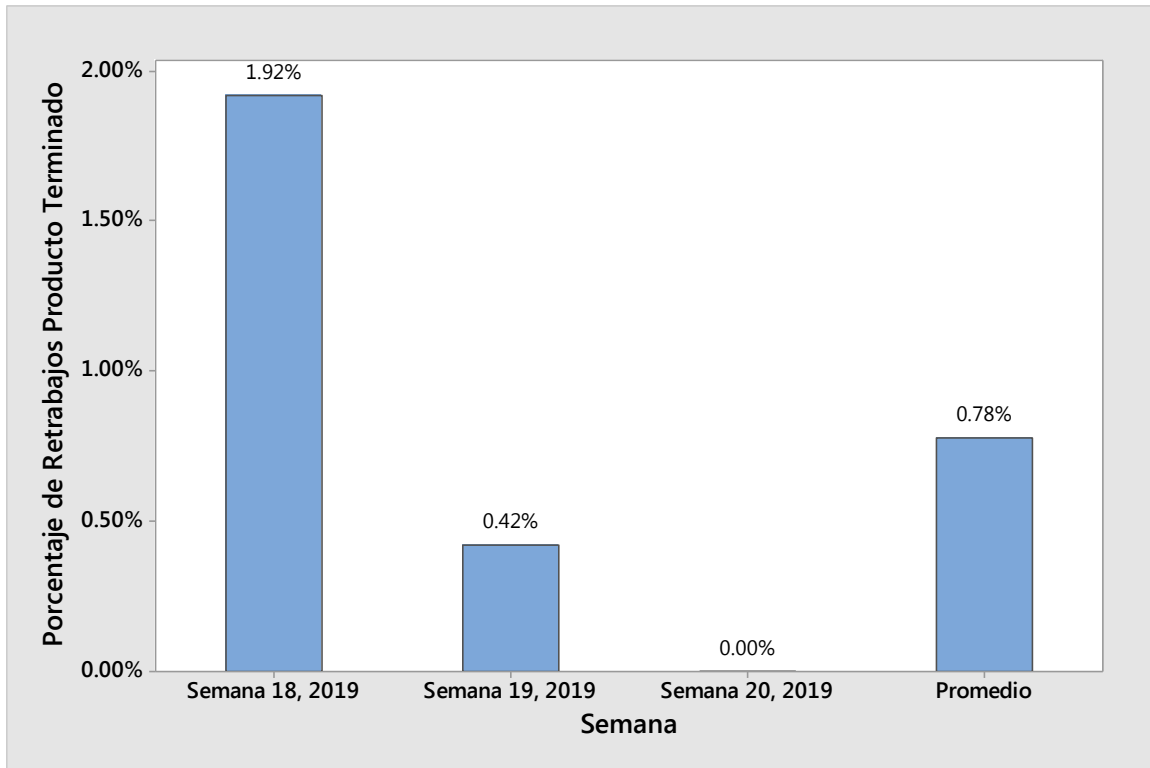


**Figura 19. Porcentaje de Retrabajos de Producto en Proceso.**

En base a la figura 19, se realiza un análisis sobre las diferencias en los niveles de retrabajos de producto en proceso realizado con la meta del indicador. Los retrabajos de producto en proceso son frecuentes y se presentan de manera diaria, todas las semanas se encontró por encima de la meta. Debido a este constante incumplimiento se pueden realizar acciones de mejora para cumplir con el indicador.

#### 4.4.2 REPROCESOS DE PRODUCTO FINAL

Los reprocesos de producto final son realizados a piezas terminadas y que no se había detectado una no conformidad a lo largo de la cadena productiva. La mayoría de estas no conformidades son reportadas por auditores de calidad, los reprocesos son realizados por el turno en labor. Estos retrabajos a pesar de ser realizados por el turno en vigencia no son cargados a sus indicadores.



**Figura 20. Porcentaje de Retrabajos de Producto Terminado**

En base a la figura 20, se observa el no cumplimiento del indicador para la semana 18, para la empresa es vital no tener retrabajos de producto terminado porque esto refleja falencias en el proceso de auditoría de calidad durante la cadena de producción. En la segunda semana se presentó una disminución de los retrabajos de producto terminado y en la tercera semana no se tuvieron reportes de no conformidades.

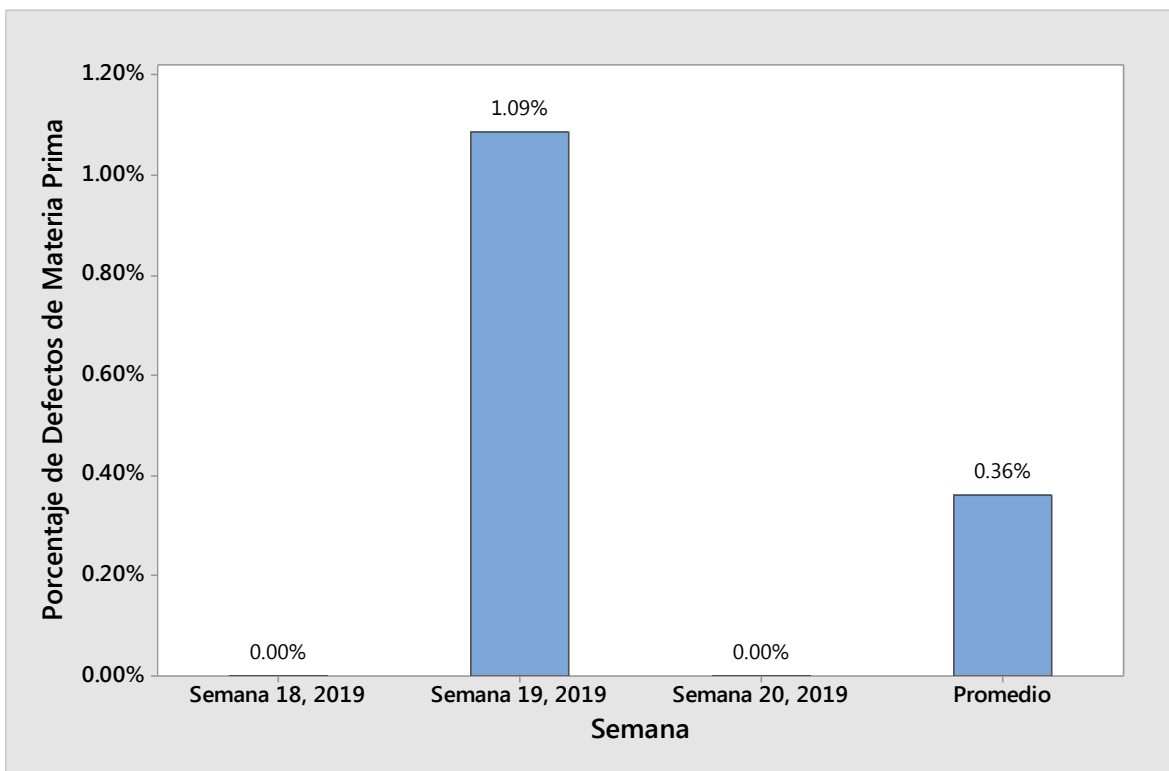
#### 4.5 DEFECTOS

La variable de defectos se encuentra ligada a los retrabajos realizados en los distintos pasos del proceso productivo de la empresa. Cuando un retrabajo no es suficiente para corregir la no conformidad la prenda se descarta y forma parte de los defectos de producción. Dentro de la variable de defectos se encuentran las dimensiones de defectos de materia prima, defectos de producto en proceso y defectos de producto terminado. Se recopilieron los defectos contabilizados durante las 3 semanas del estudio (semana 18-20), correspondiente a las fechas entre el 29 de abril de 2019 a 19 de mayo de 2019. Los datos de retrabajos se obtuvieron de manera diario y con asignación a cada turno. Los datos son validados por los auditores de calidad, quienes indican una

no conformidad de la prenda y esta debe de ser corregida antes de pasar al siguiente proceso o para culminar con todo el ciclo de producción.

#### 4.5.1 DEFECTOS DE MATERIA PRIMA

Los defectos de materia prima son notificados por los auditores de calidad y por los operadores que trabajan en el proceso de elaboración de batas quirúrgicas. Los defectos de materia prima se encuentran ligados a las especificaciones del producto comprado por la empresa a sus proveedores. Los insumos adquiridos deben de cumplir con las especificaciones contractuales para entregar un producto de calidad a sus compradores. El no cumplimiento de las especificaciones de materia prima genera un atraso en el proceso de producción y el proveedor es multado por entregar materia prima no conforme.



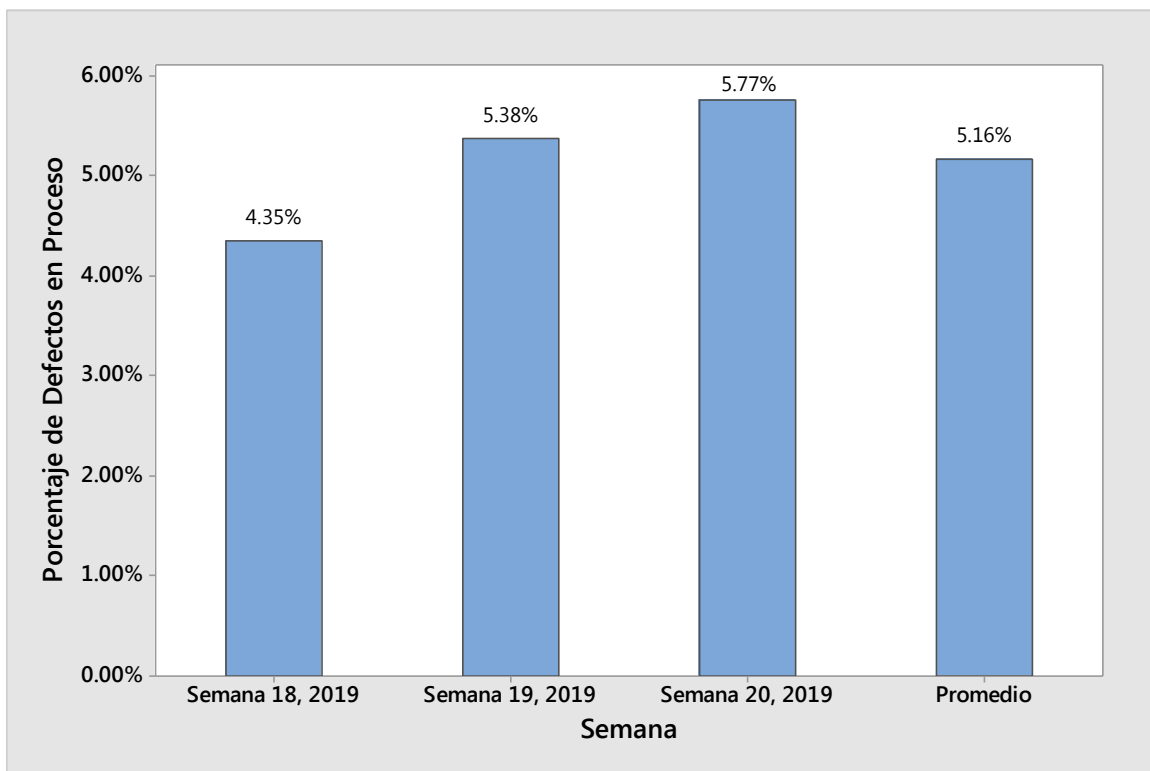
**Figura 21. Porcentaje de Defectos de Materia Prima**

En base a la figura 21, se ilustra en la semana 2 el rechazo de la materia prima al no cumplir con las especificaciones de material. Solamente se contabilizó un rechazo de materia prima en las

3 semanas de estudio, al proveedor se le gestionó una no conformidad y el producto fue enviado a desecho.

#### 4.5.2 DEFECTOS DE PRODUCTO EN PROCESO

Los defectos de producto en proceso son reportados por el personal de calidad, quienes realizan auditorias de calidad al finalizar cada proceso. De igual manera, la mayoría de los reportes de defectos de productos en proceso provienen de los mismos operarios. Los operarios constantemente notifican de los defectos encontrado en el producto en proceso porque este defecto o se corrige o la prenda se desecha. Los operarios son conscientes de que si no reportan los defectos estos se van a contabilizar a ellos y tienen una meta sobre la calidad en la producción de cada operario.



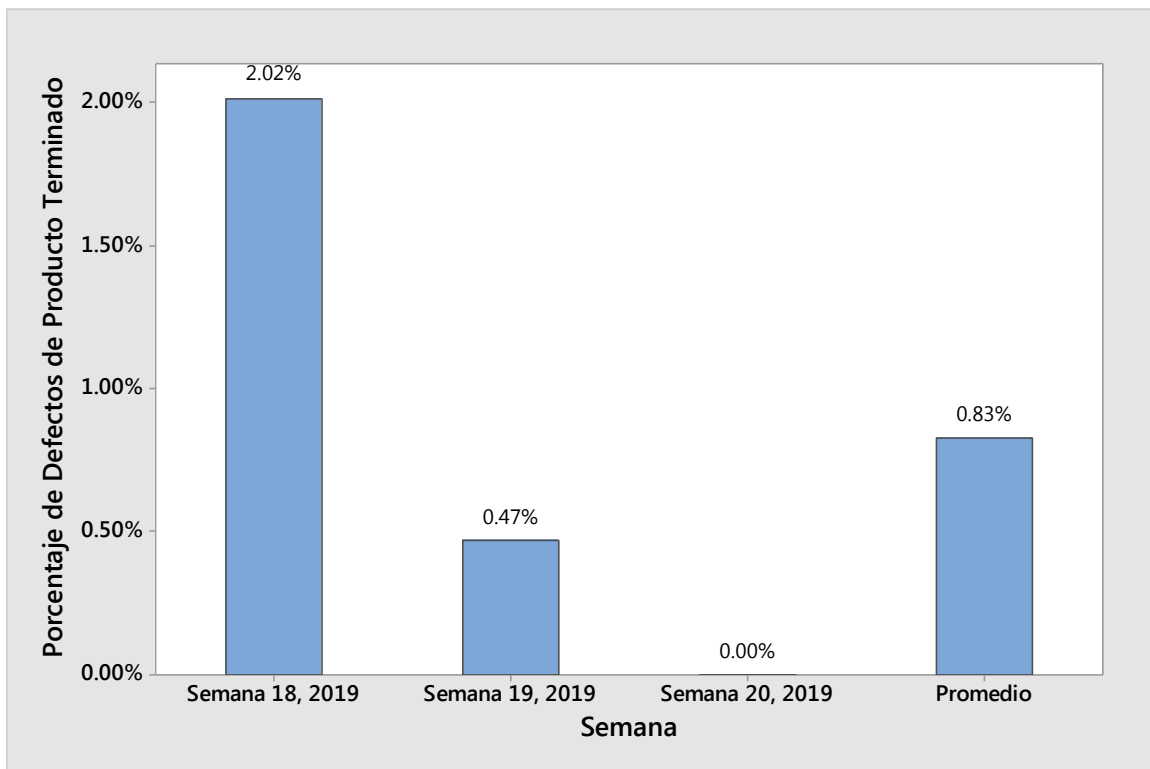
**Figura 22. Porcentaje de Defectos de Productos en Proceso**

En la figura 22 sobre defectos de productos en proceso, se identifica que se reporta durante las 3 semanas de investigación constantes defectos en los productos en proceso. La tendencia

durante las tres semanas es al alza, lo que es alarmante y la empresa se debe enfocar en esta dimensión.

#### 4.5.3 DEFECTOS DE PRODUCTO TERMINADO

Los defectos de producto terminado son aquellos identificados cuando se ha finalizado el proceso productivo, estos defectos son identificados por los auditores de calidad quienes realizan muestreos constantes y exhaustivos al producto final. Cuando se identifica un defecto final se decide si se corrige el defecto encontrado o se desecha la bata quirúrgica. Los auditores de calidad evalúan todas las especificaciones del cliente y la comparan con las batas quirúrgicas elaboradas para evitar un reclamo posterior del cliente.



**Figura 23. Porcentaje de Defectos de Producto Terminado**

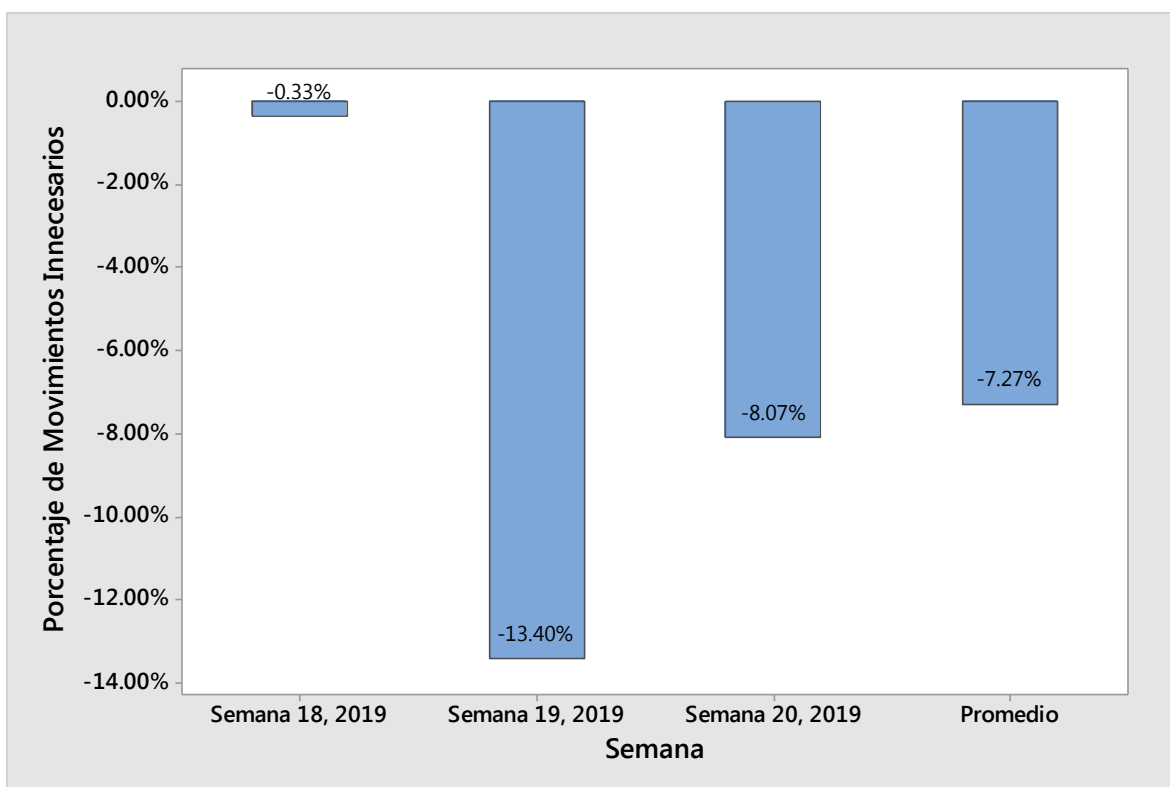
En la figura 23, la cual refleja los datos recopilados durante las 3 semanas de investigación sobre la dimensión de defectos encontrados en productos terminados, nos indica que en la primera semana se reportaron incidencias en los productos terminados los cuales producen que la empresa entrara en una zona de no cumplimiento de la meta. En la segunda semana se identificó un caso de



defecto en el producto terminado lo que se vio reflejado en los indicadores de calidad de la planta. Para la tercera semana de estudio no se reportó ningún caso de defectos en los productos finales lo que se encuentra de acorde a lo que aspira la empresa a no tener defectos en productos finales.

#### 4.6 MOVIMIENTOS INNECESARIOS

La variable de movimientos innecesarios se basa en todas aquellas que realiza un operario que no agrega valor a la empresa, esas actividades son evaluadas por ingenieros con el fin de eliminarlas debido a que consumen tiempo y esfuerzo que puede ser utilizado en otras actividades. Los movimientos innecesarios fueron cronometrados para identificar la cantidad de tiempo que un operario pasa sin realizar actividades que agreguen valor. Se recopilaron los movimientos realizado por los operarios en su jornada laboral, estos movimientos se cronometrarón y se compararon con la meta de la planta, durante las 3 semanas del estudio (semana 18-20), correspondiente a las fechas entre el 29 de abril de 2019 a 19 de mayo de 2019. Los datos de movimientos innecesarios se obtuvieron de manera diaria y con una muestra al día. Los datos son validados por los auditores de métodos, quienes observaban continuamente a los operarios en el cumplimiento de sus labores en una jornada normal.

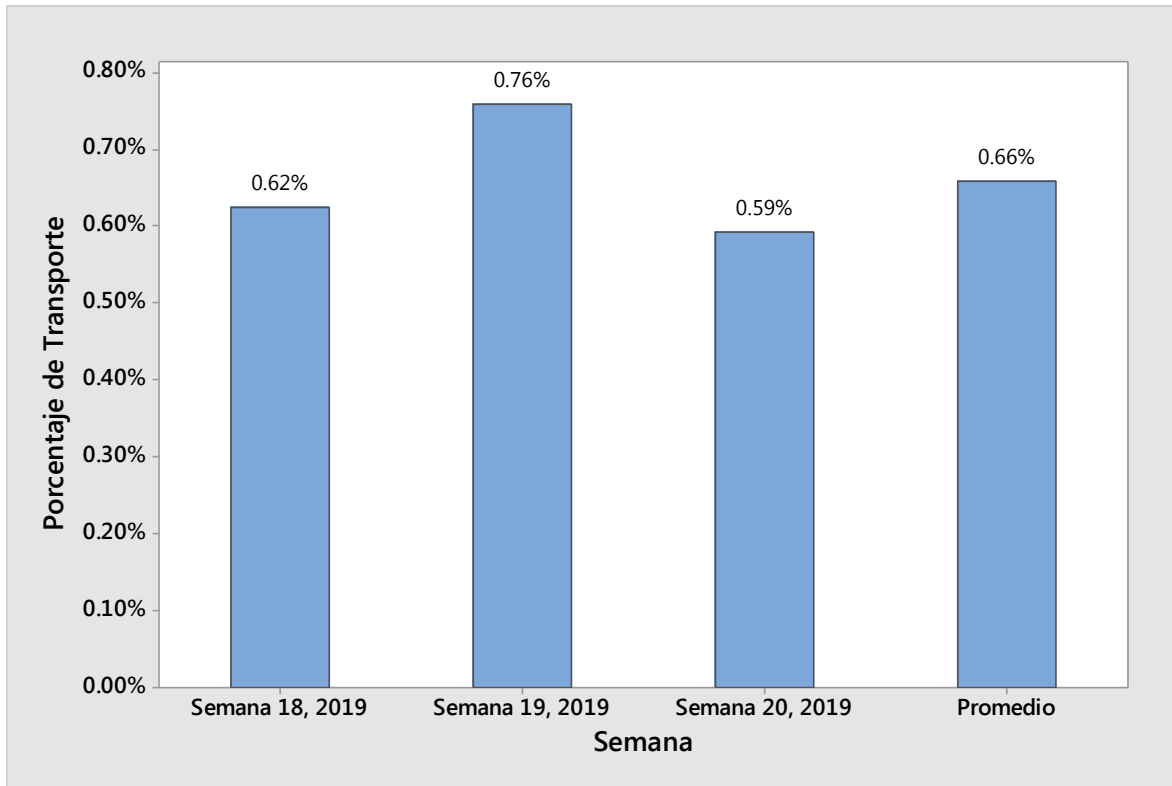


## **Figura 24. Porcentaje de Movimientos Innecesarios**

En la figura 24, se observa los tiempos obtenidos por el personal de métodos sobre el tiempo de movimientos innecesarios que realiza un operario en su jornada laboral, se identificó que en promedio los operarios están por debajo de la meta máxima. Encontrarse por debajo de la meta representa que los operarios emplean más tiempo en actividades que agregan valor al proceso. En las tres semanas de estudio se identificó que los operarios son más productivos que la meta establecida.

### **4.7 TRANSPORTE**

La variable de transporte se basa en todas aquellas distancias que recorre un operario o utilitario llevando inventario entre las líneas para continuar con el proceso productivo. Se recopiló los transportes realizados por los operarios en su jornada laboral, estos transportes se cronometraron y se compararon con la meta de la planta, durante las 3 semanas del estudio (semana 18-20), correspondiente a las fechas entre el 29 de abril de 2019 a 19 de mayo de 2019. Los datos de transporte se obtuvieron de manera diaria y con una toma de cada turno durante las tres semanas. Los datos son validados y recopilados por los auditores de métodos, quienes dan seguimiento a las distancias recorridas por los utilitarios que son los encargados del abastecimiento de producto a las líneas de manufactura.



**Figura 25. Porcentaje de Transporte**

En la figura 25 se observa el no cumplimiento constante de la meta de la planta, en las tres semanas de estudio. Los datos son similares durante las jornadas de trabajo, se identificó que la principal causa de transporte extra es el realizado por los utilitarios para abastecer completamente a las líneas de producción. Los utilitarios en muchas ocasiones no tienen el cuidado de realizar la entrega de materia prima adecuada y los operarios deben de solicitar más insumos.

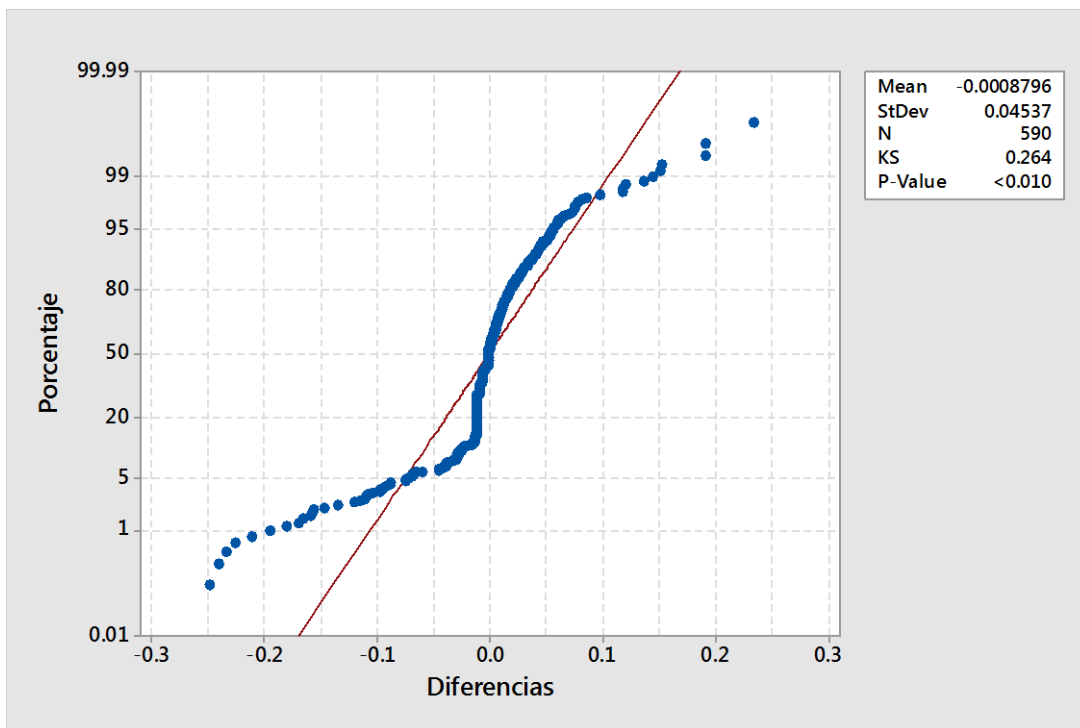
#### 4.8 PRUEBA DE HIPÓTESIS

En la siguiente sección se mostrarán los resultados obtenidos en la realización de la prueba de hipótesis. La prueba de hipótesis suele comenzar con alguna teoría, afirmación, o aseveración sobre un parámetro específico de una población (Levine, Krehbiel y Berenson, 2006). La teoría de sustento expuesta en el marco teórico del presente informe es basada en la metodología de manufactura esbelta que establece que los siete principales desperdicios operativos en un proceso de producción son la sobreproducción, inventarios, tiempos de espera, movimientos innecesarios, defectos, retrabajos y transportes. Mediante la evaluación de la hipótesis se confirmará si estos siete

desperdicios de la manufactura esbelta se presentan en los procesos de producción de batas quirúrgicas.

#### 4.8.1 PRUEBA DE NORMALIDAD

La prueba de normalidad da a conocer si las diferencias obtenidas para cada uno de los indicadores que fueron recopilados en las tres semanas que conforman el periodo de estudio siguen una distribución normal. Se obtuvieron un total de 590 datos en el periodo de estudio por lo que se determinó la utilización de la prueba de Kolgomorov-Smirnov. En la realización de la prueba de hipótesis de Kolgomorov-Smirnov se utilizó un nivel de significancia de 0.05. En la figura 26 se muestran los resultados obtenidos mediante la utilización del software estadístico Minitab para la prueba de normalidad de Kolgomorov-Smirnov.



**Figura 26. Prueba de Normalidad para las diferencias.**

Se puede identificar en la figura 26 que el comportamiento de los datos no sigue una distribución normal y se puede confirmar mediante el valor p obtenido de 0.010. Un valor p menor o igual al nivel de significancia, establecido como 0.05, determinara el rechazo de la hipótesis nula

por lo que se concluye que los datos no siguen una distribución normal. En base a los resultados obtenidos, los datos y la prueba de hipótesis deberán ser analizados utilizando pruebas no paramétricas.

#### 4.8.2 COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

En la sección anterior, se concluyó que los datos de diferencias de cada una de las dimensiones de estudio no siguen una distribución normal, por lo que se requiere realizar el análisis de la prueba de hipótesis utilizando pruebas no paramétricas. La comprobación de la hipótesis se realizó utilizando la prueba de Kruskal Wallis para las veinte dimensiones creadas en base a los siete desperdicios de manufactura esbelta para los procesos de manufactura. La utilización de la prueba de Kruskal Wallis permitirá comprobar si la hipótesis nula se rechaza o se acepta y la determinación de cuales variables influyen en un mayor porcentaje en los desperdicios operativos de los procesos de manufactura de batas quirúrgicas.

Las veinte dimensiones de estudio que se incluyeron dentro del alcance del estudio son en el tiempos de espera por falta de trabajo, tiempos de espera por falta de material, tiempos de espera por mantenimientos, tiempo de espera por elaboración de muestras, tiempo de espera por retrabajos, tiempos de espera por transferencias, tiempos de espera por capacitaciones y reuniones de trabajo, porcentaje de retrabajos de material en proceso, porcentaje de retrabajos de producto final, porcentaje de defectos de materia prima, porcentaje de defectos de material en proceso, porcentaje de defectos de producto terminado, eficiencia, porcentaje de cumplimiento del plan de producción, porcentaje de transporte que no agrega valor, porcentaje de movimientos innecesarios, porcentaje de inventarios de materia prima, porcentaje de inventario de material en proceso y porcentaje de inventario de producto terminado.

La prueba de Kruskal Wallis se realizó utilizando un nivel de significancia del 0.05 por lo que se establece que un valor p menor o igual al nivel de significancia rechazara la hipótesis nula, y un valor mayor al nivel de significancia aceptara la hipótesis nula. La hipótesis nula fue establecida mediante el supuesto que las siete variables de manufactura esbelta no contribuyen en la generación de desperdicios operativos en los procesos de manufactura de batas quirúrgicas. En

la tabla 3 se presentan los resultados obtenidos mediante la utilización del software estadístico Minitab.

**Tabla 3. Prueba de Kruskal-Wallis: Diferencias versus Variables**

Kruskal-Wallis Test on Diferencias				
Var	N	Median	Ave Rank	Z
CAP	31	-0.0095651	256.6	-1.30
CE	31	-0.0001165	315.1	0.66
CUM	31	0.0098644	389.7	3.16
DFF	31	-0.0115000	154.7	-4.72
DFM	31	-0.0115000	133.9	-5.42
DFP	31	0.0390424	514.8	7.36
Kruskal-Wallis Test on Diferencias				
Var	N	Median	Ave Rank	Z
EFI	31	-0.0693315	47.9	-8.31
FM	31	-0.0020000	303.5	0.27
FT	31	-0.0070000	296.1	0.02
INF	21	0.0107989	341.8	1.27
INM	21	0.0159879	445.2	4.10
INP	21	0.0238280	421.7	3.46
MT	31	0.0051626	369.6	2.49
MU	31	-0.0090000	233.4	-2.08
RT	31	-0.0020000	303.4	0.27
RTF	31	-0.0115000	149.4	-4.90
RTP	31	0.0334719	496.8	6.75
TF	31	0.0047746	292.0	-0.12
TI	31	-0.0676692	159.9	-4.55
TRAN	31	0.0072580	388.3	3.11
Overall	590		295.5	
H = 311.35 DF = 19 P = 0.000				
H = 312.38 DF = 19 P = 0.000 (adjusted for ties)				

Se pueden observar en la tabla 3 los resultados obtenidos de la prueba de Kruskal Wallis, se obtuvo un valor p de 0.000 por lo que se rechaza la hipótesis nula que establece que la sobreproducción, inventarios, tiempos de espera, transporte, tiempos innecesarios, retrabajos y defectos no contribuyen en la generación de desperdicios operativos en una empresa de manufactura de batas quirúrgicas. Mediante los resultados obtenidos se puede concluir que hay al menos una o más variables que inciden en la generación de desperdicios operativos en los procesos de manufactura de batas quirúrgicas. Con la finalidad de poder identificar que dimensiones son las que significativamente generan desperdicios operativos en los procesos de manufactura se utilizara el valor Z por variable que se obtiene al realizar la prueba de Kruskal Wallis.

Para poder determinar las dimensiones del estudio que contribuyen significativamente a la generación de desperdicios se utiliza la comparación de los valores Z. Si el valor Z para una dimensión es mayor que 1.96 se puede concluir con un 95% de confianza que la dimensión es estadísticamente significativa y contribuye a la generación de desperdicios operativos. En la tabla 4 se presenta el análisis realizado basado en los valores Z de cada dimensión de estudio que determinara que dimensiones son estadísticamente significativas.

**Tabla 4. Análisis de Dimensiones estadísticamente significativas.**

Kruskal-Wallis Test on Diferencias					
Var	N	Median	Ave Rank	Z	Significativo
CAP	31	-0.0095651	256.6	-1.30	No
CE	31	-0.0001165	315.1	0.66	No
CUM	31	0.0098644	389.7	3.16	Si
DFE	31	-0.0115000	154.7	-4.72	Si*
DFM	31	-0.0115000	133.9	-5.42	Si*
DFP	31	0.0390424	514.8	7.36	Si
EFI	31	-0.0693315	47.9	-8.31	Si*
FM	31	-0.0020000	303.5	0.27	No
FT	31	-0.0070000	296.1	0.02	No
INF	21	0.0107989	341.8	1.27	No
INM	21	0.0159879	445.2	4.10	Si
INP	21	0.0238280	421.7	3.46	Si
MT	31	0.0041626	369.6	1.49	No
MU	31	-0.0090000	233.4	-2.08	Si*
RT	31	-0.0020000	303.4	0.27	No
RTF	31	-0.0115000	149.4	-4.90	Si*
RTP	31	0.0334719	496.8	6.75	Si
TF	31	0.0047746	292.0	-0.12	No
TI	31	-0.0676692	159.9	-4.55	Si*
TRAN	31	0.0072580	388.3	3.11	Si
Overall	590		295.5		
H = 311.35 DF = 19 P = 0.000					
H = 312.38 DF = 19 P = 0.000 (adjusted for ties)					
*Las diferencias negativas no inciden en la generación de desperdicios operativos					

Se pueden observar en la tabla 4 los resultados del análisis de valores Z por cada dimensión de estudio, se tomaron como significativos todos los valores mayores a 1.96. Los valores negativos se dejaron fuera del alcance del estudio debido a que se están estudiando las diferencias, donde se consideran aceptables los valores negativos. Mediante el análisis realizado se puede concluir que

de las veinte dimensiones de estudio siete son estadísticamente significativas por lo que son los principales contribuyentes en la generación de desperdicios operativos.

Las dimensiones estadísticamente significativas identificadas fueron los defectos en proceso, retrabajos en proceso, inventarios de materia prima, inventario de producto en proceso, cumplimiento con el plan de producción, y Transporte. Se puede concluir que cinco de las variables, de las siete establecidas por la manufactura esbelta, está contribuyendo en la generación de desperdicios operativos en los procesos de manufactura de batas quirúrgicas. Las cinco dimensiones que se identificaron como estadísticamente significativas en la generación de desperdicios operativos en los procesos de elaboración de batas quirúrgicas fueron los reprocesos, inventarios, defectos, transporte y sobreproducción.



## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Este capítulo se realiza en base a los resultados y análisis obtenidos durante la recopilación de datos en las tres semanas de producción y los resultados obtenidos durante este periodo de tiempo. En el presente capítulo se plasman las conclusiones y recomendaciones del trabajo de investigación realizado en una empresa de manufactura de batas quirúrgicas en base a los resultados obtenidos de los desperdicios operativos generados en los procesos de elaboración de producto.

### **5.1 CONCLUSIONES**

Considerando los resultados obtenidos durante las tres semanas establecidas como periodo de estudio donde se recopilaron los datos en los procesos de manufactura de batas quirúrgicas. En base a la hipótesis planteada se concluye que:

- 1) Se identificó una sobreproducción, ya que se está excediendo en la variable de porcentaje de cumplimiento del plan de producción. Debido a este incumplimiento del plan maestro de producción, se están generando desperdicios significativos.
- 2) Los tiempos de espera totales identificados en la elaboración de batas quirúrgicas representan un 8.03% del tiempo de producción total del proceso. La meta establecida para esta variable en base al estándar de la compañía es de 8%. Se identificó que las mayores causas de tiempo de espera en el proceso son: transferencia de personal, cambio de estilo, capacitaciones y mantenimientos.
- 3) Se identificó una variación significativa en la variable de inventario, donde se encontró el incumplimiento en cuanto a la meta para inventario de producto en proceso y al inventario de materia prima en la planta. Esta diferencia correspondía a más de un millón de dólares en excedente de producto en proceso.
- 4) En la variable de reprocesos, se observa que el principal aporte de retrabajos proviene de aquellos que son derivados del material en proceso. En las tres semanas de estudio solamente se identificó y documentó una vez el incumplimiento de la meta de reprocesos de producto terminado.
- 5) En la variable correspondiente a los defectos, dentro de las dimensiones de esta variable se identificó que la dimensión de materiales en proceso es la principal razón de los defectos. En

las jornadas de análisis se reportó un defecto de materia prima y solamente se identificaron dos defectos en el producto terminado.

- 6) La variable de movimientos innecesarios se encuentra en control, en promedio los operadores que elaboran las batas quirúrgicas pasan más tiempo realizando actividades que agregan valor al producto. Esta variable no incide en los desperdicios operativos de la empresa.
- 7) En la variable de transporte se determinó el no cumplimiento de la meta de la empresa, se identificó que la principal causa es porque los utilitarios que abastecen las líneas de producción en diversas ocasiones no proporcionan las cantidades adecuadas de materia prima y deben de realizar otra entrega.
- 8) Se rechaza la hipótesis nula al encontrar evidencias que la sobreproducción, inventario, retrabajos, defectos y transporte influyen en la generación de desperdicios operativos en la elaboración de batas quirúrgicas.

## 5.2 RECOMENDACIONES

Estableciendo que siempre existe un margen de mejora continua de los procesos en cualquier industria, y en base que esta es una empresa altamente competitiva y en pro de la mejora continua en el plan de reducción de desperdicios se recomienda a la empresa de manufactura de batas quirúrgicas lo siguiente:

- 1) Se recomienda a la empresa, dar seguimiento al cumplimiento del plan maestro de producción ya que se está generando una sobreproducción al no cumplir con las ordenes de producción establecidas para cada equipo de producción.
- 2) Se recomienda a la empresa enfocarse en los tiempos de espera generados por la transferencia de personal entre las líneas de producción, implementando entrenamientos cruzados para que los operarios estén capacitados en varios procesos y la redistribución sea más fácil y conlleve menos tiempo de espera. Para los tiempos de espera por cambios de estilo se recomienda que el departamento de planeación evalúe, la posibilidad de tener líneas cargadas con un solo estilo durante periodos prolongados de tiempo para reducir la cantidad de cambios de estilo. Se recomienda a la empresa realizar las capacitaciones en días libres de los operarios para evitar el paro de las líneas de producción, mediante el uso de incentivos al personal operativo por asistir a las capacitaciones. Se recomienda a la empresa aumentar la frecuencia de auditorías

sobre el procedimiento de mantenimientos preventivos, en base a la existencia de mantenimientos correctivos que afectan el indicador de tiempo de espera.

- 3) Se recomienda a la empresa realizar inventarios por jornada de producción diaria, con la finalidad de tener un mejor control y dar el respectivo seguimiento al inventario. Actualmente el inventario se realiza una vez al día y no se atribuyen las discrepancias a los turnos, el inventario de producto en proceso es el que se identificó más alejado a la meta con variaciones.
- 4) Se recomienda a la empresa realizar capacitaciones constantes a los colaboradores, debido a que se identificó un incumplimiento constante en la meta de retrabajos en proceso. Los retrabajos se encuentran directamente ligados a los defectos, es por eso por lo que los defectos de producto en proceso son los que más inciden al indicador. Se recomienda entregar incentivos económicos a los equipos que tenga los mejores índices de calidad.
- 5) Se recomienda a la empresa recalcular la meta de movimientos innecesarios, debido a que en promedio los colaboradores pasan más tiempo realizando actividades que agregan valor. Si bien es cierto que cumplen con la meta las diferencias entre algunos operadores es amplia y deberían de establecer una meta más estricta.
- 6) Se recomienda a la empresa mejorar el cumplimiento en la entrega completa de la materia prima necesaria en las líneas de producción, debido que la mayoría de los transportes extras realizados fue por entrega incompleta de materiales a los operarios.

## **CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD**

En el presente capítulo se describe un plan de acción para la reducción de desperdicios operativos en el proceso de manufactura de batas quirúrgicas. Este plan de acción toma como base los hallazgos realizados durante la evaluación de los desperdicios operativos en el proceso de manufactura de batas quirúrgicas. Se elaboraron planes de reducción para las variables identificadas como principales causantes de desperdicios operativos, los planes de reducción se basan en las herramientas y técnicas utilizadas en los procesos de manufactura esbelta.

### **6.1 TÍTULO**

**PLAN DE REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS OPERATIVOS EN EL PROCESO DE MANUFACTURA DE BATAS QUIRÚRGICAS.**

### **6.2 INTRODUCCIÓN**

El presente plan se estableció en base a las variables y sus respectivas dimensiones que inciden en la generación de desperdicios operativos en la elaboración de batas quirúrgicas en una empresa ubicada en Honduras. Los datos que se utilizan como base para establecer un plan de reducción de desperdicios, provienen de un estudio realizado sobre la evaluación de desperdicios operativos en el proceso de elaboración de batas quirúrgicas. En el estudio de evaluación se evaluaron los siete desperdicios identificados por la metodología esbelta, se estudiaron estos desperdicios en la empresa y se determinaron cuales tienen incidencia en el proceso operativo.

En base a las dimensiones previamente analizadas que inciden en la generación de desperdicios operativos de la empresa de bata quirúrgicas, se estableció un plan de acción con el fin de reducir los desperdicios. Para cada dimensión que incide y aporta de manera significativa a la generación de desperdicio se determinó un plan de acción con la finalidad de que esta dimensión se encuentre en control y no aporte al incumplimiento de la planta. Las dimensiones a las cuales se les diseñara un plan de acción son:

- 1) Defectos en proceso
- 2) Retrabajos en proceso
- 3) Inventarios de producto en proceso

- 4) Inventario de materia prima
- 5) Sobreproducción
- 6) Transporte.

### 6.3 OBJETIVO

El objetivo general es: “Elaborar un plan de acción enfocado a la reducción de desperdicios operativos generados por los defectos en proceso, retrabajos en proceso, inventario de producto en proceso, inventario de materia prima, sobreproducción y transporte.”

### 6.4 PLAN DE ACCIÓN

Se establece el siguiente plan de acción como recomendación a la empresa para reducir los desperdicios generados, en la elaboración de batas quirúrgicas, por las dimensiones de defectos en proceso, retrabajos en proceso, inventarios de materia prima, inventario de producto en proceso, sobreproducción y transporte. Las dimensiones previamente mencionadas fueron comparadas con otras dimensiones y estas estadísticamente se identificaron como las principales causantes de desperdicios operativos en la elaboración de batas quirúrgicas.

#### 6.4.1 PLAN DE ACCIÓN DEFECTOS Y RETRABAJOS EN PROCESO

Con los datos recopilados sobre los defectos y retrabajos, se encontró una relación directa. Esto en base a que los defectos de producto en proceso son los que inciden en el indicador de desperdicios operativos, al igual que los retrabajos de producto en proceso. Se recomienda a la empresa establecer mejores medidas de calidad en la planta, implementar charlas de calidad en la fuente especializadas por operación y proceso, el cual es uno de los pilares de la manufactura esbelta. Otro pilar de la manufactura esbelta es el compromiso de los trabajadores donde ellos deben de ser críticos con la calidad. En base a esto se deben de comprometer con la calidad, actualmente existe un bono de calidad el cual se da a los equipos de costura. Por lo mencionado anteriormente, se debe de revisar el bono de calidad que existe actualmente el cual se entrega sin importar los indicadores de calidad, a este bono se debe de ligar las métricas de retrabajos y defectos, se espera generar un mayor compromiso por parte de los operarios. Al tener un mayor compromiso se prevé una disminución sobre estas dos variables que generan desperdicios operativos.

#### 6.4.2 PLAN DE ACCIÓN INVENTARIOS

En base a los datos recopilados sobre los niveles de inventario se determinó que el inventario de materia prima y el de productos en proceso no cumplen con la meta establecida por la empresa. En el caso del inventario de materia prima se recomienda a la empresa establecer mayores controles en el proceso de abastecimiento y compra, de igual manera analizar y si es factible modificar las políticas de compra y abastecimiento. Para el inventario de producto en proceso se recomienda a la empresa realizar inventarios por turno, debido a que actualmente se realiza una vez al día. Con esto se incrementa el control por turno y por áreas para establecer acciones correctivas de una manera más rápida. Establecer un estándar donde el producto no conforme no puede estar más de un día sin ser retrabajado o desechado para así evitar la acumulación de producto no conforme en las áreas de manufactura. Este producto no conforme si no es desechado se sigue contabilizando en el inventario de producto en proceso lo que distorsiona el indicador y la realidad de la planta.

#### 6.4.3 PLAN DE ACCIÓN SOBREPDUCCIÓN Y TRANSPORTE

En base a los datos recopilados y a la observación directa se identificó que no existe un proceso de control en la entrega de material del área de corte a las áreas de costura.

Observando el proceso se identificó que no se entrega la cantidad correcta de materia prima a las líneas de producción de costura, esto genera la necesidad de transporte extra al tener material faltante en algunas líneas ya que en otras líneas se entrega más material del necesario. De un tendido de corte se alimentan varias líneas de costura, al entregar mayores cantidades a ciertos equipos de costura estos generan excedentes lo que ocasiona sobreproducción y al final existen otros equipos en los que hay material faltante. Este material faltante genera ordenes extras, las cuales los utilitarios tienen que regresar al área de corte para abastecer a las líneas de costura. Se recomienda a la empresa que elabore un punto de control, realizar la asignación de un lote específico para cada línea de costura ya que actualmente es un mismo lote para cada tendido el cual alimenta varias líneas de costura.

Al tener asignación de lotes específicos, la empresa tendrá un mejor control del abastecimiento de las líneas de costura. Con un mejor control del abastecimiento las líneas producirán en base a la cantidad de producto terminado que se les ha asignado. Se recomienda a la

empresa realizar una prueba piloto para la familia de batas básicas que representa aproximadamente el 15% de la producción. Implementando este plan se logrará una reducción en la sobreproducción debido a que se dejara de generar excedentes en las líneas de costura, de igual manera se abastecerán correctamente todas las líneas de costura lo cual evitara los transportes extras que se están realizando al tener líneas de costura solicitando el material faltante.

## 6.5 CRONOGRAMA

Al tener identificados los planes de acción necesarios para la reducción de desperdicios operativos generados en una empresa de batas quirúrgicas, es necesario elaborar un cronograma de actividades para la ejecución de todos los procesos necesarios para llevar a cabo una realización correcta y exitosa del plan. La organización de dicho cronograma es elaborada en fechas probables o tentativas para ser base o guía de conocer el tiempo que requerirá cada actividad a desarrollarse en la empresa. La finalidad de este cronograma es permitir a los encargados de ejecutar el proyecto de estar seguros del avance que llevan con las metas propuestas o establecidas al inicio de las actividades.

**Tabla 5. Cronograma Plan de Acción**

Cronograma de Plan de Reducción de Desperdicios Operativos en el Proceso de Batas Quirúrgicas.																					
Plan de Acción	Actividades	Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero			
		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Plan de Acción de Defectos y Retrabajos: Calidad en la Fuente	Revisión con departamento de Entrenamiento del contenido de charlas de calidad en la fuente impartidas actualmente.	■																			
	División de contenido actual de charlas de calidad en la fuente por cada operación.		■	■	■																
	Reunión con entrenamiento y planeación para determinar cantidad de personal por operaciones y establecer nuevos tiempos para entrenamientos.					■	■														
	Creación del plan de capacitaciones de calidad en la fuente para el 2020.							■	■												
	Revisión y presentación del nuevo contenido y plan a Gerencia.										■										
Plan de Acción de Defectos y Retrabajos: Bono de Calidad	Reunión con RRHH para revisión del proceso de entrega del bono de calidad actual.	■																			
	Revisión de métricos a incluir dentro de los requerimientos para la entrega de bono de calidad 2020.		■	■																	





	Presentación de recursos necesarios y beneficios del inventario por turno a gerencia.																		
	Requerimiento de personal para inventarios nocturnos a selección y reclutamiento.																		
	Proceso de selección y reclutamiento de personal.																		
	Entrenamiento de nuevo personal.																		
Plan de Acción Sobreproducción y Transporte.	Revisión del proceso actual de abastecimiento de material de corte a líneas de manufactura.																		
	Identificar oportunidades de mejora y creación del nuevo proceso propuesto de abastecimiento de material.																		
	Identificar recursos necesarios para la implementación del nuevo proceso.																		
	Pronóstico de beneficios esperados mediante la implementación del sistema de lotes específicos.																		
	Revisión de propuesta con gerencia.																		



## 6.6 PRESUPUESTO

Luego de establecer un cronograma de actividades, es necesario tener una noción sobre el presupuesto o recurso financiero necesario para llevar a cabo dicho plan de acción. En base al presupuesto presentado la empresa tomará la decisión de implementar el plan de acción o continuar con su funcionamiento actual. A continuación, se establece el presupuesto necesario para reducir los desperdicios operativos en la elaboración de batas quirúrgicas.

**Tabla 6. Presupuesto Plan de Acción**

<b>Presupuesto Plan de Acción de Defectos y Retrabajos</b>	
Salario personal operativo por hora	48.65
Horas de entrenamiento	1.5
Cantidad de Operadores por turno	420
Turnos Operativos	3
<b>Costo de horas no productivas</b>	<b>L 91,948.50</b>
Salario personal de entrenamiento por hora	73.42
Horas requeridas para división de contenido y entrenamiento	114
<b>Costo de personal de capacitación</b>	<b>L 8,369.88</b>
Salario personal de planillas y recursos humanos por hora	73.42
Horas requeridas para revisión de bono de calidad	88
<b>Costo de personal de planillas</b>	<b>L 6,460.96</b>
<b>Costo de impresión de material informativo</b>	<b>L 7,560.00</b>
<b>Costo Total de Plan de Acción de Defectos y Retrabajos</b>	<b>L 114,339.34</b>
<b>Presupuesto Plan de Acción de Sobreproducción y Transporte</b>	
Salario de ingeniero de procesos mensual	25000
Duración de implementación de nuevo proceso de abastecimiento	3
<b>Costo de ingeniera de nuevo proceso</b>	<b>L 75,000.00</b>
Salario de ingeniero en sistemas	25000
Duración de implementación de sistema	3
<b>Costo informático de nuevo proceso</b>	<b>L 75,000.00</b>
Salario personal de corte-abastecimiento	48.65
Horas de entrenamiento en nuevo proceso	8
Cantidad de personal operativo	20
Turnos Operativos	3
<b>Costo por horas no productivas</b>	<b>L 23,352.00</b>
<b>Costo Total de Plan de Acción de Sobreproducción y Transporte</b>	<b>L 173,352.00</b>
<b>Presupuesto Plan de Acción de Inventarios</b>	

Salario de personal administrativo mensual	25000
Duración de revisión de procedimientos y políticas de compras	3
<b>Costo de revisión de políticas de compra</b>	<b>L 75,000.00</b>
Salario de personal de inventarios nocturno por hora	89.74
Personal de inventarios requerido	5
Duración de implementación de proyecto	528
<b>Costo de personal de inventarios inicial</b>	<b>L 236,913.60</b>
<b>Costo Total de Plan de Acción de Inventarios</b>	<b>L 311,913.60</b>
Salario de coordinador de proyecto mensual	25000
Duración del proyecto en meses	3
<b>Costo de coordinación del proyecto</b>	<b>L 75,000.00</b>
<b>Costo Total de Plan de Acción</b>	<b>L 674,604.94</b>

Los recursos necesarios para implementar este plan de acción esencialmente son los salarios de las personas que se deben de contratar o mover para que ejecuten el plan. Actualmente la empresa cuenta con todos los recursos logísticos como ser equipo de información, inmobiliario y disponibilidad de espacio para ubicar al personal que trabajara en las distintas áreas de mejora. Se realizarán las capacitaciones de calidad con personal interno de la empresa, lo que significa que la empresa no incurrirá en costos adicionales para las charlas de calidad en la fuente

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, P. R. (2002). *Manufactura Delgada (Lean) y Seis Sigma en empresas mexicanas: experiencias y reflexiones*. Estado de México: Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal.
- Alessandra, T. (s.f.). Experto en comunicaciones.
- Amaya, C. L., Jiménez, F., & Heriberto. (2014). Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico. *Revista chilena de ingeniería*, 263-277.
- Castro, J. G. (2009). *Supply Chains: Approaches and Concepts (Cadenas Productivas: Enfoques Y Precisiones Conceptuales)*.
- Centro Nacional de Producción más Limpia de Hond. (2008). *Inventario de 16 residuos industriales para Honduras*. San Pedro Sula.
- Chapman, S. N. (2006). *Planificación y control de la producción*. Pearson educación.
- Chase, R. (2009). *ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES. Producción y cadena de suministros*. Mexico: McGraw-Hill.
- Correa, F. (2007). Manufactura esbelta (lean manufacturing). Principales herramientas. *Revista Raites*, 85-112.
- Deming, W. E. (1989). *Calidad, productividad y competitividad: la salida de la crisis*. Ediciones Díaz de Santos.

Hernández, S., Fernández, C., & Baptista, L. (2010). *Metodología de la investigación*. Perú: McGraw Hill.

Imai, M. (2000). *Cómo implementar el kaizen en el sitio de trabajo (Gemba)*. . McGraw Hill.

Keller, K. (2012). *Dirección de Marketing 14 Edición*. Pearson Education, Inc.

Kotler, P. (s.f.). Economista y especialista en mercadeo.

Lenz, O. B. (2011). Bioseguridad en Quirofano Procedimientos. . *Revista de Actualización Clínica Investiga*, 880.

Liker, J. (2006). *Las claves del éxito de Toyota: 14 principios de gestión del fabricante más grande del mundo*. Grupo Planeta (GBS).

Liker, J., & Choi, T. (2004). *Construir relaciones profundas con los proveedores*. Harvard Business Review.

López, G. (2001). METODOLOGÍA SIX-SIGMA: CALIDAD INDUSTRIAL. . *EBSCO*.

Lopez, M. F., Ramos, J. J., & Morales, I. (1 de Enero de 2019). *Unitec*. Obtenido de [www.unitec.edu](http://www.unitec.edu)

Magee, D. (2008). *Cómo Toyota se volvió el #1*. Penguin Books India.

Meier, J. (2006). *THE TOYOTA WAY FIELDBOOK*. NUEVA YORK: McGraw Hill.

Meyers, F. E. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. Pearson educación.

MORILLO, M. (2001). Rentabilidad Financiera y Reducción de Costos. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*, 35-47.

Niedwiecki, M., & Chang, R. (1999). *Las herramientas para la mejora continua de la calidad: guía práctica para lograr resultados positivos*. Ediciones Gránica SA.

Ohno, T. (2018). *El sistema de producción Toyota: más allá de la producción a gran escala*. Routledge.

Paz, J. R. (2002). *Biología*. Sps: Hibuera.

Pujol, M., & Limón, E. (2013). Epidemiología general de las infecciones nosocomiales. Sistemas y programas de vigilancia. *Enfermedades infecciosas y microbiología clínica*, 108-113.

Render, B., & Heizer, J. (2007). *Administración de la producción*. México: Pearson Educación.

Rivera, L. N. (2006). *Seis Sigma/Six Sigma: Guia Para Principiantes/Guide for Beginners*. . Panorama .

Sapatnekar , T., & Chandra , G. (Marzo de 2018). *Allied Market Search*. Obtenido de <https://www.alliedmarketresearch.com/surgical-equipment-market>



Shingo, S. (2017). *The sayings of Shigeo Shingo: Key strategies for plant improvement*.  
Routledge.

Shingo, S. (2019). *A revolution in manufacturing: the SMED system*. Routledge.

Sostenibilidad, C. -M. (2016). Memoria de Sostenibilidad 2014-2016. pág. 8.

Spear, S. (2004). Aprendiendo a liderar en Toyota. *Harvard Business Review*, 68-78.

Walpole, Myers, Myers, & Ye. (2007). *Probabilidad y Estadística* .