

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



PONTIFICIA  
**UNIVERSIDAD**  
**CATÓLICA**  
DEL PERÚ

**ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO  
PRODUCTIVO DE UNA LÍNEA DE CONFECCIONES DE ROPA  
INTERIOR EN UNA EMPRESA TEXTIL MEDIANTE EL USO DE  
HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA.**

Tesis para optar el Título de **INGENIERO INDUSTRIAL** que presenta el bachiller:

**SAMIR ALEXANDER MEJÍA CARRERA**

**ASESOR: José Alan Rau Álvarez**

Lima, Setiembre del 2013

## RESUMEN

El presente trabajo tiene como finalidad mejorar la eficiencia de las líneas de confección de ropa interior de una empresa textil. Se desarrolla una metodología basada en el análisis, el diagnóstico y las propuestas de mejora para lograr mejores indicadores de eficiencia.

La optimización de la eficiencia de las líneas es medida a través de la OEE (por las siglas en inglés de *Overall Equipment Effectiveness*) que involucra aspectos de calidad, rendimiento y disponibilidad de las líneas de confecciones. En el análisis realizado se identificó que los principales problemas detectados en el mapa de flujo de valor actual fueron desorden en el área, alto tiempo de búsqueda de herramientas y tiempos de parada de máquina altos y frecuentes. Es por eso que se propone implementar herramientas de manufactura esbelta como solución a estos problemas, las cuales son la implementación de la metodología 5S's acompañada del mantenimiento autónomo y el SMED (por las siglas en inglés de *Single Minute Exchange of Die*).

La correcta implementación de las herramientas de manufactura esbelta logra un aumento en los tres indicadores que involucran el OEE. El primer indicador es el incremento de la disponibilidad de las máquinas en 25% provocado por la reducción del tiempo de set-up y del tiempo de reparación de las máquinas. Otro indicador que impacta en el beneficio es el rendimiento de las líneas de confecciones, aumentando en 2% debido al alza del tiempo bruto de producción. Por último, la tasa de calidad obtiene un crecimiento de 4.3% como consecuencia de la reducción de productos defectuosos. Estos tres indicadores logran un incremento del OEE de 34.92%.

Otros beneficios son el incremento de la capacidad productiva, ahorro de horas hombres, incremento del área de trabajo y motivación del personal.

**TEMA DE TESIS**

PARA OPTAR : Título de Ingeniero Industrial

ALUMNO(A) : **SAMIR ALEXANDER MEJÍA CARRERA**

CÓDIGO : 200804136

PROPUESTO POR : José Alan Rau Álvarez

ASESOR(A) : José Alan Rau Álvarez

TEMA : ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA LÍNEA DE CONFECCIONES DE ROPA INTERIOR EN UNA EMPRESA TEXTIL MEDIANTE EL USO DE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA

Nº TEMA :

FECHA : San Miguel, 14 de Agosto de 2013

**JUSTIFICACIÓN:**

En la actualidad, el sector textil en el Perú se viene recuperando de una crisis financiera internacional originada a finales del 2008 por Estados Unidos. Según un informe sectorial de Pacif Credit Rating (2012), antes de que se dé dicho suceso, las

empresas textiles en el Perú solían producir y exportar grandes cantidades de prendas de vestir hacia dicho país; sin embargo, debido a los problemas mencionados, las exportaciones y, por ende, la producción de estas, bajó aproximadamente en un 26% en el 2009 respecto al año previo. De esta manera, según El Comercio.pe (2012), los grandes compradores de prendas dejaron de comprar debido a la crisis y se quedaron con altos niveles de stock.

Debido al entorno cambiante del ambiente de negocios en el que se encuentran las empresas manufactureras, no solo las industrias textiles, ha propiciado un nuevo escenario en que el único medio que tienen las empresas de todos estos sectores para continuar compitiendo, es la continua implementación de las mejores prácticas, principios y tecnologías de gestión.

Es en este sentido que la metodología *lean manufacturing* actúa como una alternativa y se define como una filosofía de producción, una manera de conceptualizar el proceso de producción, desde la materia prima o solicitud de compra hasta el producto terminado para satisfacer al cliente final. Villaseñor (2009).

Sin embargo, es de esperar que la mayoría de las empresas en el Perú, no apliquen esta metodología por falta de conocimiento. Es importante considerar la enorme relevancia que tiene el sector textil dentro de la economía del país; según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (2011) el valor agregado bruto en nuevos soles producidos por la industria textil en el 2010 fue de 1 491 070. Además, El Comercio.pe (2012) señaló que las exportaciones de las confecciones peruanas superarían los US\$1.600 millones al terminó del año 2012, lo cual significaría un crecimiento interanual de entre 11% y 13%, según las Sociedad Nacional de Industrias (SIN).

Por este motivo, se propone realizar un análisis del sistema productivo de una empresa manufacturera textil del sector de confecciones en una de sus líneas más representativas, basándose en el pensamiento de manufactura esbelta con el objetivo de utilizar conceptos y herramientas que permitan administrar eficientemente su flujo de valor.

**OBJETIVO GENERAL:**

Desarrollar el análisis y la propuesta de mejora del área de confecciones de la empresa en estudio por medio de la aplicación de herramientas de manufactura esbelta.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Presentar los fundamentos de la filosofía de manufactura esbelta que es utilizada en la actualidad por las empresas de clase mundial.
- Mostrar los principales procesos productivos, productos, maquinarias y métricas de la empresa en estudio.
- Identificar los principales problemas que muestre el mapa de flujo de valor y que afecten a la familia de productos seleccionados y elegir las herramientas de manufactura esbelta a emplear.
- Aplicar las herramientas de manufactura esbelta definidas.
- Realizar una evaluación de un análisis costo-beneficio que justifiquen esta propuesta.

**PUNTOS A TRATAR:****a. Marco Teórico.**

Se describirá la teoría necesaria y las herramientas que involucran la implementación de la filosofía de manufactura esbelta con la finalidad de poder realizar el análisis de los problemas de la empresa en estudio.

**b. Descripción y definición del proyecto.**

Se expondrá una breve presentación de la empresa en estudio en donde se incluya una breve reseña histórica de la empresa, descripción de sus principales

procesos productivos, productos, maquinarias y principales métricas del sistema productivo.

**c. Diagnóstico del proceso.**

Se identificará la línea y familia de productos de mayor volumen de producción para posteriormente seleccionar las herramientas de la filosofía de manufactura esbelta que generen un impacto significativo dentro de la cadena de valor y así mejorar sus procesos productivos.

**d. Propuesta de mejora.**

Se presentará una propuesta de mejora por medio de las herramientas de manufactura esbelta con la finalidad de solucionar los principales problemas de la empresa en análisis.

**e. Evaluación del impacto económico.**

Se realizará la evaluación económica de la implementación de las herramientas de manufactura esbelta, comparando el incremento de los indicadores seleccionados de la situación actual de la familia de productos en estudio.

**f. Conclusiones y recomendaciones.**

-----  
ASESOR

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecer a Dios por darme la fuerza día tras día en todo momento y guiarme por el camino del bien.

A mi madre María Carrera Martel por darme la vida y la oportunidad de culminar mi profesión.

A mis tías Yolanda e Hilda por cuidarme todos estos años y acompañarme hasta el día de hoy.

A mis abuelos Daniel y Bárbara por su amor incondicional y sus consejos.

A mi asesor el Ingeniero José Ráu por su apoyo y guía a lo largo de la culminación de la tesis.

Al Director Consultor Senior de IMC Ing. Francis Paredes por sus consejos valiosos y por darme la oportunidad de la aplicación de mi investigación.

Al Director Corporativo de Compras y Comercio Exterior en Alicorp Ing, Carlos Hernández Bazo porque hizo que esta tesis se direccionará a los propósitos del presente trabajo.

Y finalmente y no menos importante, a mis amigos, porque sin querer los he hecho parte de todo esto.

## INDICE GENERAL

INTRODUCCION.....	1
1. Marco Teórico .....	3
1.1 Antecedentes .....	3
1.2 Manufactura esbelta.....	3
1.3 Principios de la Manufactura Esbelta.....	4
1.4 Modelo de Gestión Lean: características, elementos y herramientas para su implantación. ....	5
1.6.1. Estabilidad y Estandarización .....	6
1.6.2. Justo a Tiempo ( <i>Just in Time</i> ).....	10
1.6.3. <i>Jidoka</i> .....	15
1.5 Desperdicios de manufactura (muda) .....	16
2. Descripción y definición del proyecto.....	18
2.1. Antecedentes y condiciones actuales .....	18
2.2. Visión, misión, política y objetivos.....	20
2.3. Organización de la empresa .....	21
2.4. Productos .....	22
2.5. Descripción general del proceso productivo .....	25
2.5.1. Línea de Algodón .....	25
2.5.2. Línea de Licra .....	27
2.5.3. Línea de Bóxer.....	28
2.6. Instalaciones y Medios Operativos.....	28
2.7. Estaciones de Trabajo y Máquinas de confecciones .....	30
2.8. Descripción actual de métricas del sistema productivo.....	32
3. Metodología propuesta para la implementación de herramientas de manufactura esbelta.....	35



4.	Primera Fase-Análisis y Diagnostico.....	37
4.1.	Selección de línea de producción a estudiar .....	37
4.2.	Selección de familia de productos a estudiar.....	37
4.3.	Desarrollo de mapa de flujo de valor actual.....	39
4.4.	Identificación de desperdicios encontrados en el mapa de flujo de valor actual.....	45
4.5.	Identificación de métricas lean.....	48
4.5.1.	Desarrollo de mapa de flujo de valor futuro .....	52
4.5.2.	Priorización de herramientas de manufactura esbelta.....	55
5.	Segunda Fase-Propuesta de Mejora .....	57
5.1.	Implementación de las 5 S's y Mantenimiento Autónomo.....	57
5.1.1.	Primera S: Clasificación .....	61
5.1.2.	Segunda S: Orden .....	66
5.1.3.	Mantenimiento Autónomo .....	69
5.1.4.	Tercera S-Limpieza.....	71
5.1.5.	Cuarta S: Estandarización .....	77
5.1.6.	Quinta S: Disciplina.....	80
5.1.7.	Beneficios esperados de la aplicación de las 5S's .....	81
5.2.	Implementación de <i>SMED</i> .....	81
5.2.1.	Medición de los indicadores después de la implementación de las 5S's, mantenimiento autónomo y <i>SMED</i> . .....	88
6.	Evaluación Impacto Económico .....	91
6.1.	Evaluación Técnica de los impactos del rediseño.....	91
6.2.	Evaluación del Impacto Económico .....	92
6.3.	Costos de Personal.....	93
6.4.	Gastos de Implementación .....	94
6.5.	Ahorro generado por la implementación .....	94

6.5.1.	Ahorro generado por la implementación de las 5S's y mantenimiento autónomo .....	96
6.5.2.	Ahorro generado por la implementación del SMED.....	97
6.5.3.	Resumen del impacto. ....	98
6.5.4.	Flujo de caja del proyecto. ....	99
7.	Conclusiones y Recomendaciones .....	100
7.1.	Conclusiones.....	100
7.2.	Recomendaciones .....	101



## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Modelo de Gestión Lean .....	5
Figura 2: Gráfica de los tipos de Kanban .....	13
Figura 3: Organigrama General de la Empresa .....	22
Figura 4: Producción acumulada de Junio a Setiembre.....	24
Figura 5: Flujograma del área de confecciones .....	26
Figura 6: DOP Multiproducto (M003-M009-M011-M012-M016).....	29
Figura 7: Área de Confecciones .....	1
Figura 8: Diagrama de Pareto de los productos del área de confecciones.....	38
Figura 9: Mapa de Flujo de Valor actual de la familia de productos M003, M012 y M016 .....	42
Figura 10: Consumo mensual de empaque de la familia de productos seleccionada ..	43
Figura 11: Gráfica del pitch time.....	45
Figura 12: Cálculo de la Efectividad Global de Equipo para el área de Confecciones .	51
Figura 13: Mapa de Flujo de Valor futuro de la familia de productos M003, M012 y M016 .....	54
Figura 14: Diagrama de Pareto de tiempos de improductividad mensual.....	56
Figura 15: Diagrama de implementación por etapas de las 5S's .....	59
Figura 16: Organigrama de promoción 5S's.....	61
Figura 17 Esquema de la primera fase Clasificación .....	62
Figura 18 Tarjeta roja .....	63
Figura 19 Esquema de la segunda fase Orden.....	67
Figura 20: Tiempo de parada de las máquinas de coser en la línea de algodón.....	70
Figura 21: Esquema de la tercera fase Limpieza.....	71
Figura 22: Tarjeta verde y roja para operarios .....	74
Figura 23: FS Y LDA de la máquina Recta. ....	75
Figura 24: FS Y LDA de la máquina Elastiquera.....	75
Figura 25: MAPA 5S'S Confecciones, Corte y Empaque.....	77

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: 5 S implementadas en el lugar de trabajo .....	7
Tabla 2: 5 S implementadas en las personas .....	8
Tabla 3: 5 S implementadas en la empresa .....	8
Tabla 4: Pasos en un proceso de preparación de máquina .....	14
Tabla 5: Principales <i>Stake Holders</i> .....	20
Tabla 6: Producción de cada ropa interior en cada línea de producción .....	24
Tabla 7: Descripción de puestos de trabajo .....	31
Tabla 8: Selección de la familia de productos del área de confecciones .....	39
Tabla 9: Volumen de producción de la familia de productos .....	39
Tabla 10: Especificaciones de los pesos de la familia de producto elegida .....	41
Tabla 11: Cálculo del pitch time de la familia de productos seleccionada .....	44
Tabla 12: Tiempo estándar de las operaciones del producto M012 .....	44
Tabla 13: Cálculo del tiempo promedio de fallas en la familia de productos seleccionada .....	49
Tabla 14: Cálculo del tiempo promedio para reparar en la familia de productos seleccionada .....	50
Tabla 15 : Resumen del cálculo de la efectividad Global de Equipo para el área de confecciones .....	51
Tabla 16: OEE de la empresa en estudio .....	52
Tabla 17: Métricas y mediciones de punto base .....	52
Tabla 18: Métricas de Objetivo .....	55
Tabla 19: Resultado de tabulación de tarjetas rojas colocadas .....	65
Tabla 20: Disposición final de tarjetas rojas .....	65
Tabla 21: Resumen de tarjetas rojas .....	66
Tabla 22: Matriz de tiempo de cambio de formato-Remalladora .....	83
Tabla 23: Escenario base cambio de formato-Remalladora .....	83
Tabla 24: Actividades exteriorizadas-Remalladora .....	84
Tabla 25: Escenario 2 Cambio de formato- Remalladora .....	85
Tabla 26: Diagrama de Actividades Conjuntas-Antes de aplicar el SMED-Elastiquera	86
Tabla 27: Diagrama de Actividades Conjuntas-Después de aplicar el SMED-Elastiquera .....	87

Tabla 28: Reducción de tiempos de actividades después de la implementación de 5S's y mantenimiento autónomo .....	88
Tabla 29: MTTB después de implementar las 5S's .....	89
Tabla 30: MTTR después de implementar las 5S's.....	89
Tabla 31: Resumen del cálculo de la efectividad Global de Equipo.....	90
Tabla 32: Resumen del cálculo de la efectividad Global de Equipo.....	90
Tabla 33: Incremento de la productividad .....	91
Tabla 34: Incremento del área de trabajo.....	91
Tabla 35: Mejora de la calidad en los productos .....	92
Tabla 36: Costo de horas hombre de personal en el área de Confecciones .....	93
Tabla 37: Costo de horas hombre de personal administrativo .....	94
Tabla 38: Detalle de costos de la implementación de las 5S's y mantenimiento autónomo .....	95
Tabla 39: Detalle de costos de implementación de SMED .....	96
Tabla 40: Ahorro generando por la disminución del Tiempo de Búsqueda de herramientas y avíos.....	97
Tabla 41: Ahorro generando por la disminución de productos defectuosos .....	97
Tabla 42: Ahorro generando por disminución de tiempos de parada anuales.....	98
Tabla 43: Ahorro generando por la disminución del Tiempo de Set-up .....	98
Tabla 44: Retorno de la inversión .....	98
Tabla 45: Flujo de Caja del Proyecto (S./).....	99

## INTRODUCCION

El entorno industrial con el que comienza este siglo se caracteriza por la competitividad, la velocidad de los cambios y la inestabilidad de la demanda. Ellos se deben, en buena medida, al aumento de las exigencias de los clientes en mercados maduros, que requieren productos de calidad que se ajustan a sus necesidades específicas, así como entregas más frecuentes y rápidas. La respuesta de las empresas en este entorno, mediante el aumento de la variedad de productos finales y su producción a medida que el cliente lo requiere se manifiesta en productos como los automóviles, electrodomésticos y computadoras que años atrás se fabricaron en masa.

En este sentido, las empresas de la industria textil y confecciones, en su esfuerzo por mantenerse competitivos en el mercado, deben de adoptar nuevas técnicas para mejorar su competitividad y una de estas es la aplicación de las herramientas de manufactura esbelta, que permitirán reducir sus costos de producción, eliminar sus desperdicios, realizar un flujo continuo del material hasta que lo reciba el cliente, con una calidad óptima, el tiempo solicitado y en las cantidades requerida.

En el capítulo 1, se realiza una breve compilación de la historia de la manufactura esbelta, el objetivo y los beneficios que proporciona la aplicación de la misma en las industrias. Los cinco principios que rigen esta filosofía también son expuestos y los tipos de desperdicios (mudas) que una empresa enfrenta en un enfoque *Lean Manufacturing*, a su vez se presenta el modelo de Gestión Lean con sus respectivos pilares y herramientas de esta filosofía.

En el capítulo 2, se presenta a la empresa en estudio que incluye una breve reseña histórica de la misma, su misión, su visión, políticas y objetivos, su organización y sus productos fabricados. También se hace una descripción de su proceso productivo, maquinarias y métricas actuales usadas en las áreas definidas dentro del alcance del presente trabajo de investigación.

En el capítulo 3, se presenta la metodología propuesta en 9 pasos, para la implementación de las herramientas de manufactura esbelta de la familia de productos a estudiar, esta se desarrolla en dos fases, donde la primera fase representa el análisis

y diagnóstico de la empresa en estudio y la segunda fase la propuesta de mejora y el análisis económico.

En el capítulo 4, se desarrolla la primera fase de la metodología de análisis y diagnóstico, donde se desarrollan los siguientes pasos: selección de línea de producción a estudiar, selección de familia de productos a estudiar, desarrollo de mapa de flujo de valor actual, identificación de desperdicios encontrados en el mapa de flujo de valor actual, identificación de métricas lean, desarrollo de mapa de flujo de valor futuro y priorización de herramientas de manufactura esbelta.

En el capítulo 5, se desarrolla el primer paso de la segunda fase de la metodología de propuesta de mejora, la aplicación de herramienta de manufactura esbelta, se desarrolla la propuesta de mejora de implementación de las 5S's y el desarrollo de las fases Kanban de manera conjunta en la línea de productos de la familia seleccionada.

En el capítulo 6, se desarrolla el segundo paso de la segunda fase de la metodología de propuesta de mejora, la evaluación técnica y económica de las propuestas de mejora respecto a la implementación de las herramientas de manufactura esbelta, cuantificándose el incremento de producción obtenidos y evaluando la rentabilidad de estas herramientas Lean, a través de indicadores económicos, como el VAN, TIR, B/C, etc.

En el capítulo 7, finalmente, se presenta las conclusiones y recomendaciones a las que se llega en este trabajo de investigación.

# 1. Marco Teórico

## 1.1 Antecedentes

El término Lean fue acuñado por un grupo de estudio del *Massachusetts, Institute of Technology* para analizar en el nivel mundial los métodos de manufactura de las empresas de la industria automotriz. El grupo destacó las ventajas de manufactura del mejor fabricante de su clase (la empresa automotriz japonés Toyota) y denominó como “*lean manufacturing*” al grupo de métodos que había utilizado desde la década de los años sesenta y que posteriormente se afinó en la década de los setenta con la participación de Taiichi Onho y Shingeo Shingo, con objeto de minimizar el uso de recursos a través de la empresa para lograr la satisfacción del cliente, reflejado en entregas oportunas de la variedad de productos solicitada y con tendencia a los cero defectos. Reyes (2002).

La metodología de manufactura esbelta consiste de varias herramientas que ayudan a eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto, servicio y a los procesos, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere. Además la manufactura esbelta proporciona a las compañías herramienta para sobrevivir en un mercado global que exige calidad más alta, entrega más rápida a más bajo precios y en la cantidad requerida. Rueda (2007).

## 1.2 Manufactura esbelta.

Manufactura Esbelta (*Lean manufacturing*) es una metodología que se enfoca en la eliminación de cualquier tipo de perdidas, temporal, material, eficiencia, o procesos.

La manufactura flexible o manufactura esbelta ha sido definida como una filosofía de excelencia de manufactura de acuerdo con López (2006):

- La eliminación planeada de todo tipo de desperdicio
- El respeto por el trabajador: Kaizen
- La mejora consistente de productividad y calidad



## 1.3 Principios de la Manufactura Esbelta

Según Womack (1996), el pensamiento lean es un proceso que da sentido a todos los métodos y técnicas especificadas, para guiar a la dirección más allá de la producción en masa.

A continuación, se explicara los 5 principios lean que toda organización debe tener en cuenta para poder mejorar su flujo de valor.

### 1. Definir el valor desde el punto de vista del cliente

De acuerdo con Womack (1996) se entiende como valor a un producto (bien o servicio) que satisface las necesidades del cliente a un precio determinado y a un tiempo determinado, es por ello que se debe definir e identificar el valor desde la perspectiva del cliente con el fin de eliminar desperdicios y considerar aquellas actividades de valor añadido en la cual el cliente esté dispuesto a pagar por ellas.

### 2. Identificación de la cadena de valor

Se debe hacer visible a través de un mapa de flujo de valor de información y de materiales, y por medio de indicadores con el fin de eliminar desperdicios encontrados y pasos que no agregan valor, aunque algunos de ellos son inevitables.

### 3. Flujo de pasos que generan valor

Se debe hacer que todo el proceso fluya suave y directamente de un paso que agregue valor a otro, desde la materia prima hasta el consumidor y que los problemas se puedan visualizar.

### 4. Producir el jale del cliente

Una vez, hecho el flujo adoptar un sistema pull (Justo a Tiempo) con el objetivo de mantener pequeñas cantidades de inventario y evitar sobreproducción.

### 5. Mejoramiento Continuo

Una vez que una empresa consigue los primeros cuatro pasos, se vuelve claro para aquellos que están involucrados, que añadir eficiencia siempre es posible mediante una filosofía de mejoramiento continuo. De acuerdo con Domínguez (1995) hay que

tener presente que el contexto bajo el que se mueve la empresa es dinámico y por ende cambiante; de igual manera, como parte de ese contexto se encuentran los clientes quienes constantemente redefinen y cambian sus necesidades. Es por ello que debido a la alta competitividad que enfrentan las empresas, estas deben estar preparadas para responder con la misma velocidad con la cual el cliente cambia sus necesidades para mantenerse competitivo.

#### 1.4 Modelo de Gestión Lean: características, elementos y herramientas para su implantación.

El esquema del Sistema de Producción Toyota, muestra en que se basa Lean. En la figura 1 se muestra la base de la pirámide compuesta por el VSM, 5S, QFD, entre otros; las dos columnas las cuales son el *Just-in-Time* y el *Jidoka* y por último el foco principal donde se orienta el modelo de gestión lean compuesto por la mayor calidad, menor costo y menor *lead time*.



Figura 1: Modelo de Gestión Lean

Fuente: Lazala (2011)

## 1.6.1. Estabilidad y Estandarización

### 1. Estandarización

Es una de las herramientas Lean más potentes pero menos utilizada. Observar la situación inicial es el punto base de cualquier iniciativa de mejora. Aprender a observar, establecer unos puntos sobre los que focalizar la vista, fijar un métrico sobre los que focalizar la mejora estandarizando la forma en que lo vemos; nos sirve como base para detectar el desperdicio y los caminos más eficientes de mejora.

Se basa en cuatro elementos básicos:

1. Detección de los desperdicios a partir de la observación de los procesos, para su posterior eliminación.
2. Identificación de los elementos de trabajo, obtenidos de los procesos de observación.
3. Análisis del Takt Time, ritmo al que se deben hacer los distintos productos en un proceso para satisfacer la demanda del cliente.
4. Las herramientas de trabajo estandarizado para cada proceso, operario y situación de Takt Time.

### 2. *Takt Time*

Es el tiempo requerido para hacer una pieza de acuerdo a la demanda del cliente quien marca el ritmo, decide la manera y forma en la que se le entregaran los productos o servicios que desea; además es quien decide que agrega y que no agrega valor dentro de los procesos, que es lo que genera desperdicio y por lo cual no está dispuesto a pagar Bravo (2011). El *takt time* se calcula dividiendo el tiempo de producción disponible (o el tiempo disponible de trabajo por turno) entre la cantidad total requerida (o la demanda del cliente por turno).

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Tiempo de producción disponible}}{\text{Cantidad total requerida}}$$

### 3. *Pitch (lote controlado)*

Es una cantidad de piezas por unidad de tiempo, basada en el takt time requerido para que las operaciones realicen unidades que formen paquetes con cantidades predeterminadas de trabajo en procesos (*WIP*, por sus siglas en inglés).

En consecuencia, pitch es el takt time de producto y la cantidad de unidades en el paquete. Villaseñor (2009).

$$\text{Pitch} = \text{takt time} \times \text{cantidad de unidades en el paquete}$$

#### 4. Metodología de las 5'S

Este concepto se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas y más seguras. Las 5'S provienen de términos japoneses, estos son: *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Shitsuke* y *Seiketsu* según George (2002). En la Tabla 1 se muestra las tres primeras fases de la metodología las cuales son Clasificación, Organización y Limpieza.

Tabla 1: 5 S implementadas en el lugar de trabajo

Nombre	Significado	Objetivo	Actividades
Seiri- Clasificar	Distinguir lo innecesario de lo necesario para trabajar productivamente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Establecer un criterio y aplicarlo al eliminar lo innecesario.</li> <li>Practicar la estratificación para establecer prioridades.</li> <li>Ser capaz de manejar problemas de desorden y suciedad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eliminar todas las cosas innecesarias y removerlas del área de trabajo.</li> <li>Aprovechar los lugares que despejan.</li> <li>Determinar el destino final de todas las cosas que se retiren del entorno laboral</li> </ul>
Seiton-Organización	Consiste en ordenar los diversos artículos que se poseen, de modo que estén disponibles para su uso en cualquier momento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tener un área de trabajo que se refleje orden y limpieza.</li> <li>Tener una distribución de planta eficiente.</li> <li>Se incrementa la productividad eliminando desperdicio al tratar de localizar las cosas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Emplear un almacenamiento funcional.</li> <li>Ordenar artículos por claves alfanuméricas o numéricas.</li> <li>Determinar lugares de almacenamiento por periodos.</li> </ul>
Seiso-Limpieza	Significa quitar la suciedad de todo lo que conforme la estación de trabajo.	<p>Se incrementa la productividad eliminando desperdicio al tratar de localizar las cosas..</p> <p>Lograr el grado de limpieza adecuado a las necesidades.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lograr un nivel de cero mugre y suciedad.</li> <li>Contribuir en la prevención de fallas en equipos</li> <li>Mantener siempre condiciones adecuadas de aseo e higiene.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Limpiar e inspeccionar equipo, utensilios, comedores, vestidores, casilleros, sanitarios, etc.</li> <li>Integrar la limpieza en las tareas diarias.</li> <li>Asignar tiempo para realizar limpieza.</li> </ul>

Fuente: Centro de Calidad (1998)

En la Tabla 2 se muestra la cuarta fase de la metodología que es Estandarización.

Tabla 2: 5 S implementadas en las personas

Nombre	Significado	Objetivo	Actividades
Seiketsu-Estandarizar	Regularizar, normalizar o figurar especificaciones sobre algo, a través de normas, procedimientos o reglamentos.	Sincronizar los esfuerzos de todos y hacer que todos actúen al mismo tiempo, con el fin de lograr que los resultados de dichos esfuerzos sean perdurables.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Establecer estándares visuales de tal forma que sean fáciles de seguir.</li> <li>Realizar evaluación con enfoque a la prevención.</li> <li>Establecer actividades que fortalezcan el cumplimiento de las cuatro primeras S.</li> </ul>

Fuente: Centro de Calidad (1998)

En la Tabla 3 se muestra la quinta fase de la metodología que es Disciplina.

Nombre	Significado	Objetivo	Actividades
Shitsuke-Disciplina	Es el apego a un conjunto de leyes o reglamentos que rigen a una comunidad, empresa o a nuestra propia vida. Orden y control personal.	Convertir en hábito el cumplimiento apropiado de los procedimientos de operación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Establecer procedimientos estándares de operación.</li> <li>Facilitar condiciones para que cada empleado ponga en práctica lo aprendido.</li> <li>Establecer un sistema de control visual. Corregir cuando no se cumplan las reglas.</li> <li>Promoción de la S en toda compañía.</li> </ul>

Tabla 3: 5 S implementadas en la empresa

Fuente: Centro de Calidad(1998)

## 5. TPM Mantenimiento Productivo Total (*Total Productive Maintenance*).

Este método se usa para maximizar la disponibilidad del equipo y maquinaria productiva de manufactura, evitando las fallas inesperadas y los defectos generados; el mantenimiento se logra al conservar la maquinaria actualizada y en condiciones óptimas de operación a través de la participación de diversos departamentos en un

esquema parecido a la Calidad Total, pero enfocado a los equipos de manufactura, este método se denomina Mantenimiento Productivo Total (TPM). Feld (2002).

Según Villaseñor (2009), el TPM consiste de seis actividades, las cuales se describen a continuación:

**1.** Eliminación de las seis grandes pérdidas, basándose en los proyectos por equipos organizados en producción, mantenimiento y los departamentos de ingeniería de las plantas. Las pérdidas que hay que eliminar son:

- Fallas en los equipos, causadas por defectos que requieren algún tipo de reparación.
- Para menores, que son provocados por eventos tales como interrupciones, que la máquina se trabe, etc.
- Pérdida de velocidad, causado por la reducción de la velocidad de la operación.
- Set-up y ajustes, que son causados por cambios en las condiciones de las operaciones, tales como en los inicios de las corridas de la producción o en cada cambio de turno, de producto o de las condiciones de las operaciones.
- Reducción de la eficiencia, lo cual es causado por la materia prima que no se usa o se desperdicia como scrap, rechazos, etc.
- Defectos y retrabajos de los procesos, que son provocados por productos fuera de especificaciones o defectuosos, manufacturados durante una operación manual.

**2.** Planeación del mantenimiento, hecha por el departamento de mantenimiento. Para este punto se requiere de una serie de actividades que se implementan dentro del piso de producción. Estas se pueden dividir en cuatro fases.

- Reducir la variabilidad de las partes.
- Extender la vida de las partes.
- Restaurar las partes deterioradas periódicamente.
- Predecir la vida de las partes.

**3.** Mantenimiento autónomo, trabajo hecho por el departamento de producción. Aquí los operadores son entrenados en el programa de los 7 pasos (educación y práctica paso a paso) para lograr estos objetivos: establecer las condiciones básicas del equipo,

4. Ingeniería preventiva, llevada a cabo principalmente por el departamento de ingeniería de la planta. Aquí se busca eliminar las causas de los problemas que se presentan en el periodo de lanzamiento de una nueva línea de producción. Desde antes se tiene que cuidar la administración del equipo, y aquí es cuando ingeniería se involucra, ya que se pretende eliminar los problemas provocados por los atributos de los equipos; para ello se analizan diferentes factores tales como rentabilidad, mantenimiento, economía, operación, etc.

5. Diseño de productos, fáciles de hacer, actividad hecha por el departamento de diseño. Al momento de diseñar un producto, a las otras áreas se les olvida lo complicado que es fabricarlo, lo cual provoca grandes problemas. A pesar de los trabajos que se están haciendo para evitar esto, el diseño sigue siendo un punto importante dentro del TPM.

6. Educación y práctica, para dar soporte a las primeras 5 actividades. Sin lugar a dudas, esto es un punto importante ya que sin un buen entrenamiento, los operadores y sus respectivas áreas no podrían brindar el soporte adecuado al TPM. Por ello es vital tener un buen programa de entrenamiento para todas las áreas involucradas dentro del programa.

## 6. *Heijunka*

Según Villaseñor (2009) *Heijunka* es un sofisticado método para planear y nivelar la demanda del cliente a través del volumen y variedad a lo largo del turno o del día. Si hay una pequeña variedad o no en el producto, tal vez no necesite este nivel de sofisticación. Si se manejan lotes pequeños o flujo continuo de una pieza, la demanda de partes está sujeta a repentinas fluctuaciones (picos y valles) de producción. Los órdenes de producción grandes tal vez ocasionen inmediatamente inventarios, haciendo más difícil la administración.

### 1.6.2. Justo a Tiempo (*Just in Time*)

Es un conjunto integrado de actividades diseñadas para alcanzar grandes volúmenes de producción usando inventarios mínimos de materia prima, trabajo en proceso y productos terminados. Por lo tanto, justo a tiempo es una filosofía industrial que consiste en la reducción de desperdicio (actividades que no agregan valor) es decir todo lo que implique subutilización desde compras hasta producción. Chase (2002).

#### **1.6.2.1. Pull system**

Es un sistema de señalización que permite entregar el pedido correcto en el momento preciso, esto permite nivelar la producción, una excelente forma de balancear la línea de producción. Se ha desarrollado diversas formas para aplicar este sistema, las conocidas tarjetas o Kanban, pero también señales luminosas. Bravo (2011).

#### **1.6.2.2. Kanban**

Su significado japonés es “etiqueta de instrucción”. Su principal función es ser una orden de trabajo, es decir, un dispositivo de dirección automático que nos da información acerca de qué se va a producir, en que cantidad, mediante qué medios y cómo transportarlo. Kanban cuenta con dos funciones principales: control de la producción y mejora de procesos. En este sistema de producción, el proceso se conduce de tal forma que cada operación vaya jalando el producto necesario de la operación anterior, solamente a medida que lo necesite. Según Villaseñor (2009) el Kanban tiene cuatro propósitos:

- 1.Prevenir la sobreproducción (y la sobre transportación) de materiales entre todos los procesos de producción.
- 2.Proporcionar instrucciones específicas entre los procesos, basadas en los principios de surtido. Kanban logra esto mediante el control del tiempo del movimiento de materiales y la cantidad de material que se transporta.
- 3.Servir como una herramienta de control visual para los supervisores de producción y para determinar cuándo la producción va por debajo o por arriba de lo programado. Con una mirada rápida al dispositivo que tiene el kanban en el sistema, se puede ver si el material y la información están fluyendo acorde a lo planeado o existen anomalías.



4. Establecer una herramienta para el mejoramiento continuo. Cada kanban representa un contenedor de inventario en el mapa de procesos. Conforme pase el tiempo, la reducción planeada de los kanbans en el sistema será directamente igual a la reducción de inventarios y proporcional a la disminución del tiempo de entrega para los consumidores. Existen dos tipos de kanban: kanban de producción (también conocido como kanban para hacer) y kanban de retiro (también conocido como kanban para mover). A continuación se da una breve descripción de los tipos de kanbans.

**Kanban en proceso:** es usado para tener una instrucción de transporte de una pequeña cantidad (idealmente sería producción de una en una o, al menos, lo correspondiente a un pitch) para los siguientes procesos.

**Señal kanban:** es usada para tener instrucciones de transporte de materiales para los siguientes procesos, que manejan lotes tales como prensas estampado y máquinas moldeadoras.

**Kanban de retiro o entre procesos para propósitos internos:** es usado como señal cuando se necesita retirar (mover) partes de un área de almacenamiento y transportarlas a los siguientes procesos dentro de la planta.

**Kanban de proveedor:** es usado como señal para indicar que se necesita retirar partes desde un proveedor externo y transportarlas a un supermercado de partes para los consumidores de los siguientes procesos. En la figura 2 se muestra los tipos de Kanban.

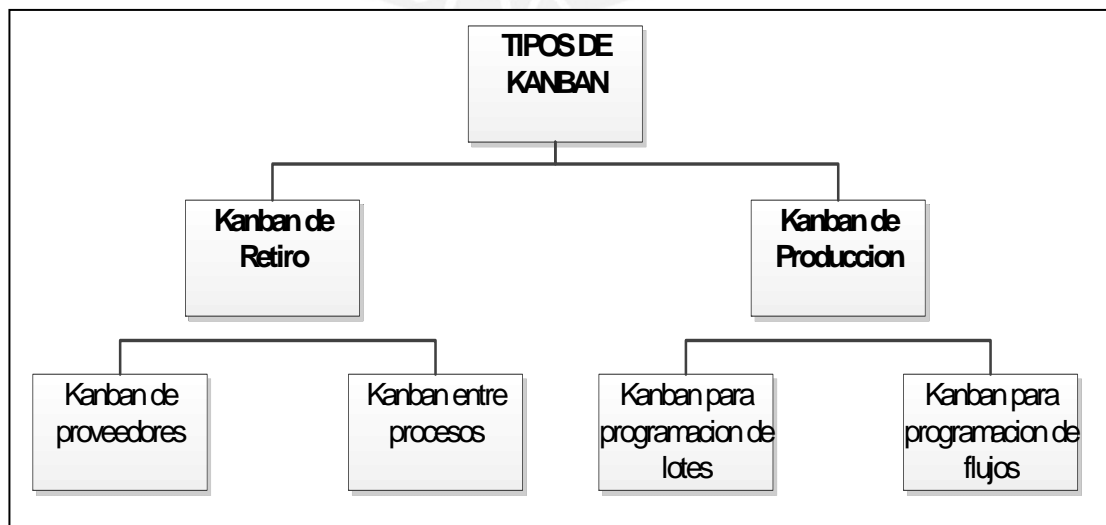


Figura 2: Gráfica de los tipos de Kanban

Fuente: Villaseñor (2009).

### 1.6.2.3. **SMED Métodos de cambios rápidos (*Single Minute Exchange of Dies*).**

Este método, consiste en el “Cambio de troqueles en minutos de un solo dígito”, son teorías y técnicas para realizar el cambio del “Set-up” o preparación, o sea, el cambio de moldes o herramientas para cortar en una prensa, en un tiempo menor de diez minutos. Y esto aplica desde la última pieza buena que se fabrica, hasta la primera pieza buena del cambio en diez minutos. Las máquinas tienen que ser rápidamente preparadas para producir los modelos en la línea ya que las normas son desplazar pequeños tamaños de lote. Feld (2002).

A continuación se listan pasos básicos para el procedimiento de preparación según Villaseñor (2009).

- Preparación, ajustes post-proceso y verificación de materiales, herramientas, troqueles, plantillas, calibres, etc. Este primer paso sirve para asegurarnos de que todos los componentes y herramientas están donde deben y funcionan correctamente. También se incluye en este paso el periodo en el cual todos ellos se retiran y guardan, se limpia la maquinaria, etc.
- Montar y desmontar herramientas. Se incluye aquí el retiro de piezas y herramientas después de concluido un lote y la colocación de las partes necesarias para el siguiente.

- Medidas, montajes y calibraciones. Este paso comprende todas las medidas y calibraciones necesarias para realizar una operación de producción, como centrado, dimensionado, medición de presión y temperatura, etc.
- Pruebas y ajustes. En estas etapas, los ajustes se efectúan tras realizar una pieza de prueba. Los ajustes serán tanto más fáciles cuanto mayor sea la precisión de las medidas y calibraciones del equipo de trabajo.
- La frecuencia y duración de las pruebas y ajustes dependen de la habilidad del ingeniero de preparación. La mayor dificultad de una operación de preparación estriba en el correcto ajuste del equipo, y la gran proporción del tiempo empleado en las pruebas deriva de los problemas de ajustes. Si se quiere facilitar y reducir las pruebas y ajustes, el procedimiento más efectivo es incrementar la precisión de las mediciones y calibraciones realizadas en la etapa precedente. En la Tabla 4 se muestra los pasos en un proceso de preparación de máquina.

Tabla 4: Pasos en un proceso de preparación de máquina

Operación	Proporción
Preparación, ajustes post-proceso y verificación de materiales, herramientas, troqueles, plantillas, calibres, etc.	30%
Montar y desmontar herramientas, etc.	5%
Centrar, dimensionar y fijar otras condiciones.	15%
Producción de piezas de ensayo y ajustes	50%

Fuente: Shingo (1997)

#### 1.6.2.4. VSM *Value Stream Mapping* o Mapeo de la Cadena de Valor

Es una herramienta que ayuda a la gente a ver y entender el flujo de material e información de cómo se hace un producto a través del *Value Stream*.

*Value Stream* Son todas las actividades en un negocio que son necesarias para diseñar, producir un producto y entregarlo al cliente final. Bravo (2011).

Según Villaseñor (2007) el mapa de valor, nos recomienda seguir los siguientes pasos:

1. Establecer compromisos hacia la implementación de Lean.
2. Escoger la familia o producto a analizar.
3. Capacitar acerca de Lean.
4. Dibujar (hacer el mapa) el mapa actual.
5. Determinar los medibles.
6. Dibujar el mapa futuro.
7. Crear los planes de mejora o planes kaizen.
8. Implementar los planes kaizen.
- *Value Streaming Mapping* (VSM)/ Mapa del valor presente.

Es un diagrama que muestra en cada paso el flujo de información y materiales necesarios desde que el cliente solicita su producto hasta que se le entrega. Tiene como beneficio la relación entre tiempos de valor agregado y tiempos de espera o no valor agregado.

- *Value Streaming Future* (VSF)/ Mapa del valor futuro.

El mapa de valor futuro muestra cómo debería quedar el proceso de flujo de información y materiales, así como las áreas de oportunidad mostradas como actividades de *kaizen*. También muestra cómo puede realizarse el cambio de mapa presente a futuro por medio de loops para definir áreas de trabajo.

### 1.6.3. *Jidoka*.

La palabra *jidoka* se refiere a la “automatización con un toque humano”, en contraposición a una máquina automática que sólo se mueve bajo la vigilancia y supervisión de un operador. *Jidoka* permite que el procesos tenga su propio autocontrol de calidad. *Jidoka* no funciona sólo con el simple hecho de detectar una

anomalía y parar la línea, es algo más, es corregir la condición anormal e investigar la causa raíz para eliminarla para siempre. Bravo (2011).

#### 1.6.3.1. ***PokaYoke***

Esta herramienta es otro aspecto desarrollado por Shigeo Shingo después de la segunda guerra mundial, fue diseñado para enfocarse en la búsqueda de la calidad de la fuente y en la recolección de los defectos tanto como sea posible desde su frente. Shigeo (1987).

A continuación se listan los cinco mejores *Poka Yoke*:

1. Pines de guía de distintos tamaños.
2. Alarmas y detección de errores.
3. Switch de límites.
4. Contadores.
5. Lista de chequeo.

El *poka yoke* emplea tres funciones básicas contra los defectos: parada, control y aviso. El reconocimiento de que un defecto está a punto de ocurrir se denomina “predicción”, y reconocer que un defecto ha ocurrido ya se denomina “detección”.

#### 1.6.3.2. ***Andon***

Es el término japonés que significa “ayuda”. Es un tablero de luces o señales luminosas que indican las condiciones de trabajo de un área entera de producción, el color indica el tipo de problema o la condición de trabajo. Bravo (2011).

### 1.5 Desperdicios de manufactura (muda)

Según Pérez Rave, et al. (2010) representan todo aquello que no es la cantidad mínima de equipos, materiales, insumos, piezas, locaciones y tiempos de máquinas o de trabajadores, que resultan absolutamente esenciales para añadir valor al producto o servicio. A continuación se describen los siete +1 tipos en que se clasifican los desperdicios de manufactura:

**a) Sobreproducción**

Es la madre de los desperdicios y depende en su mayoría de los responsables de la toma de decisiones estratégicas y tácticas. La sobreproducción se refiere a programar la utilización de recursos en un momento y en cantidades que realmente no se requieren para satisfacer al consumidor.

**b) Inventarios**

Su sostenimiento prolongado y excesivo es perjudicial. Se divide en: materia prima, producto en proceso y terminado, genera costos de almacenaje y manipulación, propicia obsolescencia, defectos y sensación de poca capacidad.

**c) Transporte**

Se caracteriza por el desplazamiento de elementos, bienes materiales, producto en proceso/terminado, personas o herramientas. Durante ese lapso de tiempo la organización no está modificando características, de forma o fondo, del producto, por las cuales el cliente esté dispuesto a pagar.

**d) Movimientos innecesarios**

A veces son poco efectivos los diseños de puestos, que obligan al colaborador a efectuar movimientos que fuerzan los desplazamientos normales de las extremidades, obligándolos a agacharse para recoger un insumo o herramienta, inclinarse, estirarse forzosamente, entre otras, colocando en riesgo la salud y generando un entorno poco productivo.

**e) Tiempos de espera**

Representa el evento de que los recursos cuya misión, en un momento dado, es no detenerse, se encuentran en dicho estado. Por ejemplo, cuando en un centro de trabajo sale una unidad de producto y debe esperar un tiempo para que sea procesada. Esto genera costos innecesarios y puede posibilitar pereza en la persona ociosa y bajo rendimiento cuando se vuelva a ocupar. Las esperas se deben a carencia de nivelación de cargas de trabajo, fallas en la programación o en equipos, ausencia de 5S, entre otros.

**f) Procesos innecesarios**

Comprende actividades que existen por el diseño de procesos poco robustos e ineficientes, o por presencia de defectos. Por ejemplo, suponga el evento de reprocesar una pieza, ante control ineficiente a la calidad del proveedor.

#### **g) Defectos**

Se requiere a aceptar, producir o enviar productos que no cumplen con las especificaciones del cliente que no cumplen con las especificaciones del cliente, bien sea interno o externo. Genera, a su vez, procesos innecesarios. Se le atribuyen directamente los costos de no calidad, hace perder tiempo valioso y puede afectar no solo la parte productiva o la económica, sino la misma satisfacción del cliente interno y externo.

#### **h) Recursos humanos mal utilizados**

Este tipo de muda no toma en cuenta las ideas (intelecto) de los trabajadores que pueden generar una subutilización o sobreutilización de sus habilidades y conocimientos del personal al realizar sus funciones. Flores (2012).

## **2. Descripción y definición del proyecto**

### **2.1. Antecedentes y condiciones actuales**

Desde el año 1980, la empresa en estudio empezó sus operaciones en el departamento de Lambayeque, esta tenía una razón social diferente a la actual, siendo liderada por la familia aristocrática del propietario.

De los sectores productivos para 1988, es el sector textil el que ocupa el segundo lugar en importancia, después del sector agropecuario, cuyo total de exportaciones para el mismo año fue un valor FOB de \$6 093 439,7 representando el 20% del total exportado, además este monto fue mayor al monto exportado en 1987. Al interior del sector textil destaca Hilados de algodón en conos, cuyo monto de exportación FOB fue de \$5 067 604,37 representando el 83% del sector textil, habiéndose incrementado su exportación en 44% en relación a 1987.

La empresa que se distingue en la exportación de hilados de algodón en conos es la de estudio, la que exportó en 1988 1 490 737 T.M y 751 170 T.M en 1990, esto es entre enero-marzo 121 857 T.M., equivalente a \$690 388,71; entre abril-junio 192 482 T.M., equivalente a \$1 190 863,60; entre julio-setiembre 219 946 T.M., equivalente a \$1 105 562,00: y en octubre-diciembre 216 886 T.M. equivalente a \$1 452 134,00. Cardozo (2002).

Con el transcurso de los años la empresa se expandiría al departamento de Lima, instalando dos plantas en los distritos de Breña y posteriormente, Ate Vitarte.

La Asociación Empresa Peruana del Año, otorgaría a la compañía, por tercer año consecutivo, el premio a la Mejor empresa peruana del año 2004, en el rubro textil y confecciones, tras haber obtenido el mismo reconocimiento en el 2002 y 2003. SNI (2005).

El apogeo duraría hasta solo pocos años después de recibido los reconocimientos, debido a malos manejos administrativos y financieros, teniendo que cerrar la planta de Ate, y las exportaciones. El debacle de la empresa obligaría comenzar todo de nuevo contando solo con la planta de Breña y cambiando de razón social a la actual.

En la actualidad este negocio se dedica a la fabricación y comercialización de tres principales productos pantys, medias y ropa interior femenina. La investigación se desarrolla en el área de ropa interior, donde se tienen agrupados los productos por el tipo de materia prima para su fabricación en algodón y lycra.

En la Tabla 5 se muestra los principales *stake holders* involucrados en el giro del negocio.



Tabla 5: Principales Stake Holders

STAKE HOLDERS	INTERES DEL STAKE HOLDER	INTERES DE LA EMPRESA
<b>Gerentes</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Gerente General</li> <li>Gerente de Recursos Humanos</li> <li>Gerente de Finanzas</li> </ul>	Remuneración adecuada y reconocimiento por buen desempeño en su puesto	Logro de objetivos, metas y aumento de utilidades
<b>Empleados</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Administradores</li> <li>Ingenieros Industriales</li> <li>Contadores</li> <li>Técnicos</li> <li>Vendedores</li> <li>Operarios</li> </ul>	Empleo seguro, remuneración adecuada, participación, seguridad de trabajo.	Buena presentación laboral
<b>Propietarios</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Propietarios</li> </ul>	Rentabilidad Suficiente	Confianza y margen de actuación.
<b>Proveedores</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Proveedores</li> </ul>	Relaciones a largo plazo y pago puntual.	Buena calidad, precios bajos y abastecimiento seguro
<b>Sociedades</b>		
En el departamento de Lima, las plantas ubicadas en Breña y Ate.	Mínimo ruido, ninguna emisión en el aire, generación de empleos y servicios sociales.	Buenas relaciones de vecindad, buena aceptación de la empresa en el entorno social.
<b>Gobierno</b>		
Gobierno de la República del Perú Superintendencia Nacional de Aduanas y Administración de Aduanas	Generación de empleos, pago de impuestos y la mejora del aspecto visual.	Condiciones ventajosas e impuestos bajos.
<b>Clientes</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Clientes</li> </ul>	Alta calidad y bajos precios.	Buena imagen del producto y de la empresa, lucro suficiente.

Elaboración Propia

## 2.2. Visión, misión, política y objetivos

- Visión**

La empresa en estudio posee la visión de lograr un posición sólida en el mercado nacional, así como lograr ser un referente importante en el sector textil, es por eso que responde eficientemente a la demanda por parte de los consumidores en lo que se

refiere a la producción y distribución de sus productos, aportando como valor agregado la calidad de los mismos.

- **Misión**

Debido al rubro al que está orientado de producción y comercialización de ropa interior femenina así como también pantys y medias posee la misión de proporcionar un producto de calidad, así como también de aspecto elegante y cómodo a todos sus clientes.

- **Políticas**

Mantiene una alineación en lo que respecta a su misión y visión con sus políticas, objetivos y valores empresariales esto es importante para lograr un sistema correctamente unificado.

Una de sus políticas es ofrecer productos de calidad y confort a sus clientes, fidelizándolos con su marca.

- **Objetivos**

Tiene como objetivo lograr una posición sólida en el mercado textil nacional y lo viene logrando en los últimos años, encontrándose en una etapa de crecimiento.

Otro objetivo es satisfacer la demanda siempre, en busca de la completa satisfacción de sus clientes.

La empresa en estudio mantiene unificadas su visión, misión, política y objetivos, para poder ofrecer la máxima calidad de sus productos cuenta con inspectores y auditores internos en cada línea de producción, en el caso de confecciones; laboratorios de calidad, en el área de pantys y medias.

Con respecto a la satisfacción de la demanda, es un objetivo que siempre se cumple, a pesar de que se puede trabar los días domingo o feriados y lo que es costumbre hacer uso de horas extras, en el área de confecciones es común tener 4 horas extras diarias y podría aumentar dependiendo de la alta demanda.

### 2.3. Organización de la empresa

Estructura y diseño de la organización, la información de los organigramas no está oficializada ni es pública, se diseñó para el presente trabajo de investigación en base con la colaboración del personal de la empresa. En la figura 3 se muestra el organigrama general de la empresa. En los anexos 1, 2, 3 y 4 se muestran las áreas restantes de la empresa en estudio.

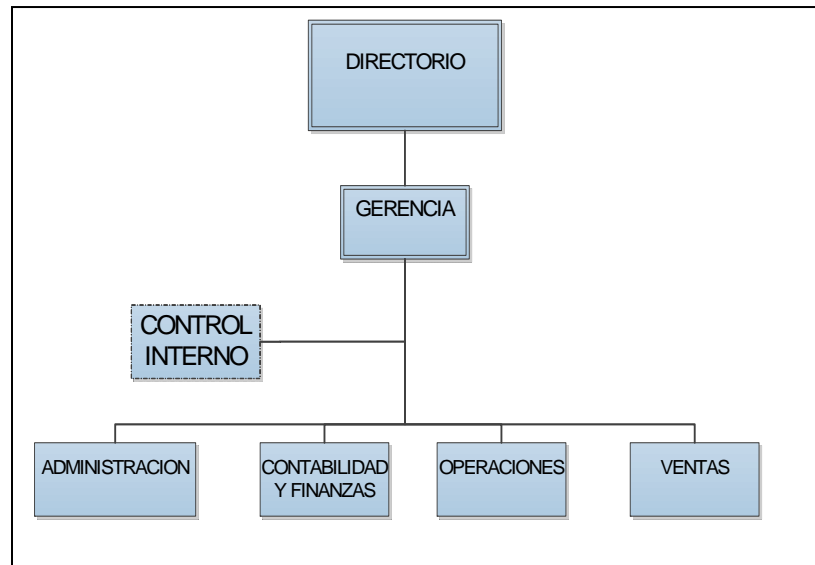


Figura 3: Organigrama General de la Empresa.

Elaboración Propia

## 2.4. Productos

Actualmente, la empresa en estudio se encuentra produciendo y comercializando una gran variedad de productos. Esta gran variedad de productos se puede dividir en calcetines (pantys y medias) y ropa interior. Para el estudio se analizará el área de ropa interior. Los productos se pueden dividir de acuerdo al material utilizado para su elaboración en algodón y licra. Cada producto posee un estilo único cuya primera letra representa el insumo utilizado para su producción.

En el caso de la ropa interior femenina hecha de algodón la primera letra de su estilo es la letra M, para el caso de los de licra es la letra E. A diferencia de lo anterior la ropa interior masculina tendrá como primera letra de su estilo la letra P para los calzoncillos

y camisetas, mientras que la letra V para el de bóxer. Mientras que la ropa interior de niño posee las letras CN para la identificación de su estilo.

En la Tabla 6 se muestra la cantidad de producción de las 2 líneas de confecciones para los meses de Junio a Setiembre del 2012.

Los principales productos de algodón son el Nina, Nacar, Saint Tropez y Diana y sus códigos respectivos son los siguientes: M003, M009, M011 y M012,

Los principales productos hechos de lycra son el Maxi, Midi, Truza a la Cadera, Hilo, Mini Short, M.S encaje, top, Hipster hilo, Hanna, Top tiras y Top cruzado. Sus códigos respectivos son los siguientes: E026, E027, E037, E031, E034, E107, E111, E113 y E114. Dentro de la línea de bóxer se tiene como productos el Bóxer corto, Bóxer largo, Calzoncillo Clásico y Bóxer corto niño. Cuyos códigos respectivamente son los siguientes: P021, P022, P002 Y P021. No se muestra el detalle de los productos de bóxer, pues se producen eventualmente al no tener una demanda constante y se considera que el análisis sería irrelevante.

En la figura 4 se presenta la producción acumulada de Junio a Setiembre de los tipos de ropa interior en las diferentes líneas de producción.

Se puede observar que los productos de lycra tienen una cantidad de producción ínfima en comparación con los productos hechos de algodón. La decisión de la empresa de producir lycra a pesar de lo observado es porque es un producto basado en la moda y aunque puedan sacrificar utilidades si se concentraran solo en algodón les permite poco a poco incurrir en el mercado de confecciones. Los productos de bóxer no se muestran, pues representan una cantidad aún menor, pues no son constantes solo se fabrica ocasionalmente a pedido. La mayor cantidad de producción es la de algodón y esto se debe a que el material tiene mayor facilidad para ser trabajado en comparación con el de lycra.

Tabla 6: Producción de cada ropa interior en cada línea de producción

CODIGO	MODELO	COLORES	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	TOTAL UNIDADES
			UNIDADES	UNIDADES	UNIDADES	UNIDADES	4 MESES
E026	MAXI	TOTAL E026	840	864	864	864	3,432
E027	MIDI	TOTAL E027	792	840	840	840	3,312
E037	CADERA	TOTAL E037	672	552	552	552	2,328
E031	HILO	TOTAL E031	576	720	720	720	2,736
E032	M.SHORT	TOTAL E032	480	312	312	312	1,416
E034	M.S.ENCAJE	TOTAL E034	480	420	216	216	1,332
E107	TOP	TOTAL E107	480	372	372	372	1,596
E110	HIPSTER HILO	TOTAL E111	396	360	360	360	1,476
E111	HANNA	TOTAL E111	840	1,560	876	876	4,152
E113	T.TIRAS	TOTAL E113	480	360	360	360	1,560
E114	T.CRUZADO	TOTAL E114	-	240	240	240	720
M016	ZOE	TOTAL M016	960	936	936	936	3,768
M003	NINA	TOTAL M003	10,080	17,040	17,040	17,040	61,200
M009	NACAR	TOTAL M009	6,840	7,800	7,800	7,800	30,240
M011	ST. TROPEZ	TOTAL M011	8,940	8,280	8,280	8,280	33,780
M012	DIANA	TOTAL M012	6,600	6,420	6,420	6,420	25,860
		<b>TOTAL</b>	<b>39,456</b>	<b>47,076</b>	<b>46,188</b>	<b>46,188</b>	<b>178,908</b>

Elaboración Propia

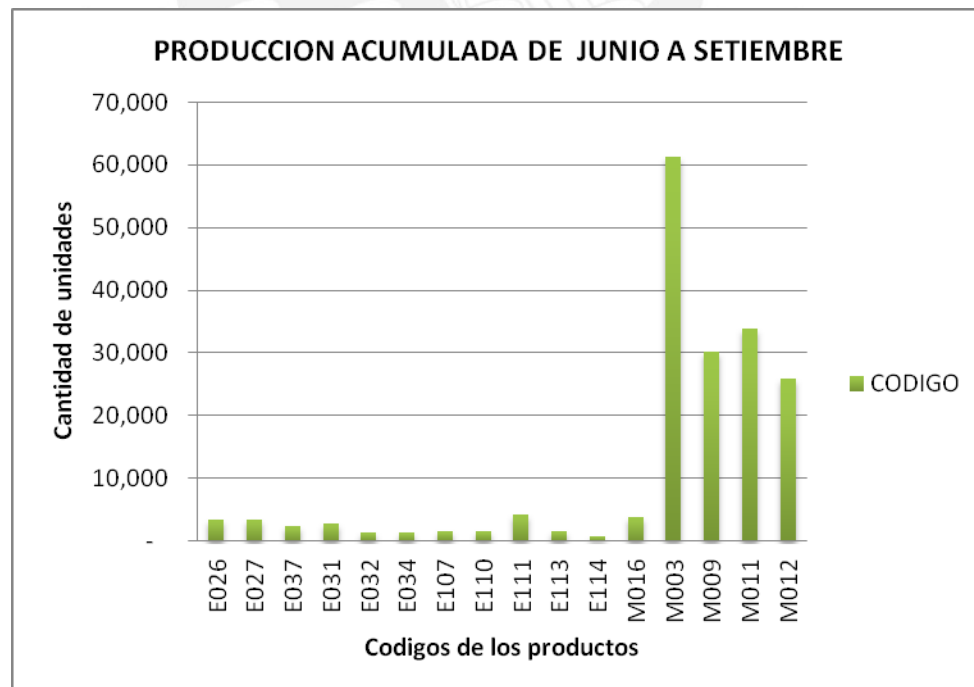


Figura 4: Producción acumulada de Junio a Setiembre

Elaboración Propia

## 2.5. Descripción general del proceso productivo

La producción de la ropa interior desde que se recepciona la orden de pedido hasta que se despacha el producto termina al almacén, se desarrolla en las siguientes etapas que se pueden mostrar en la figura 5. A continuación se describirá los principales procesos manufactureros para la fabricación de los diferentes productos en las diferentes líneas de los procesos productivos. Estos están divididos de acuerdo con el material utilizado para su fabricación.

La materia prima ingresa a la empresa en fardos de tela, los cuales deben de ser lavados, cortados y secados para cada tipo y modelo de prenda antes de entrar a las líneas de producción. Después la tela entra a una de las líneas de producción y comienza la elaboración de la confección.

### 2.5.1. Línea de Algodón

En esta línea, la primera operación que se realiza para la elaboración de la prenda es el armado (costura recta), estos se realizan en las máquinas de costura recta (remalladoras), después estas prendas (armadas) pasan a la operación de elasticado de piernas, aquí se coloca el elástico en ambas partes alrededor de las piernas, se recalca que el elástico utilizado en las prendas es continuo, pues si este se termina debe de ser descocido y posteriormente se vuelve a cocer con un elástico para terminar la prenda (no hay uniones de elásticos entre las prendas). La razón por la cual se realiza estos es para obtener la mayor fuerza y evitar posibles descocidos o rupturas en el futuro.

Posteriormente, se realiza el primer cierre (lado lateral derecho de la prenda) donde se coloca una etiqueta con la talla de la prenda, luego se comienza con la operación de elasticado de cintura, en esta operación se tiene la mayor cantidad de fallas o paradas de máquina debido al desgaste de las agujas, cuchillas, el cual generan en la prenda un salto de puntada. La falla de doblado de elástico (cuando se enreda) se puede evitar con un alimentador que es un accesorio que tiene como función la sobretensión del elástico y el doblado del mismo.

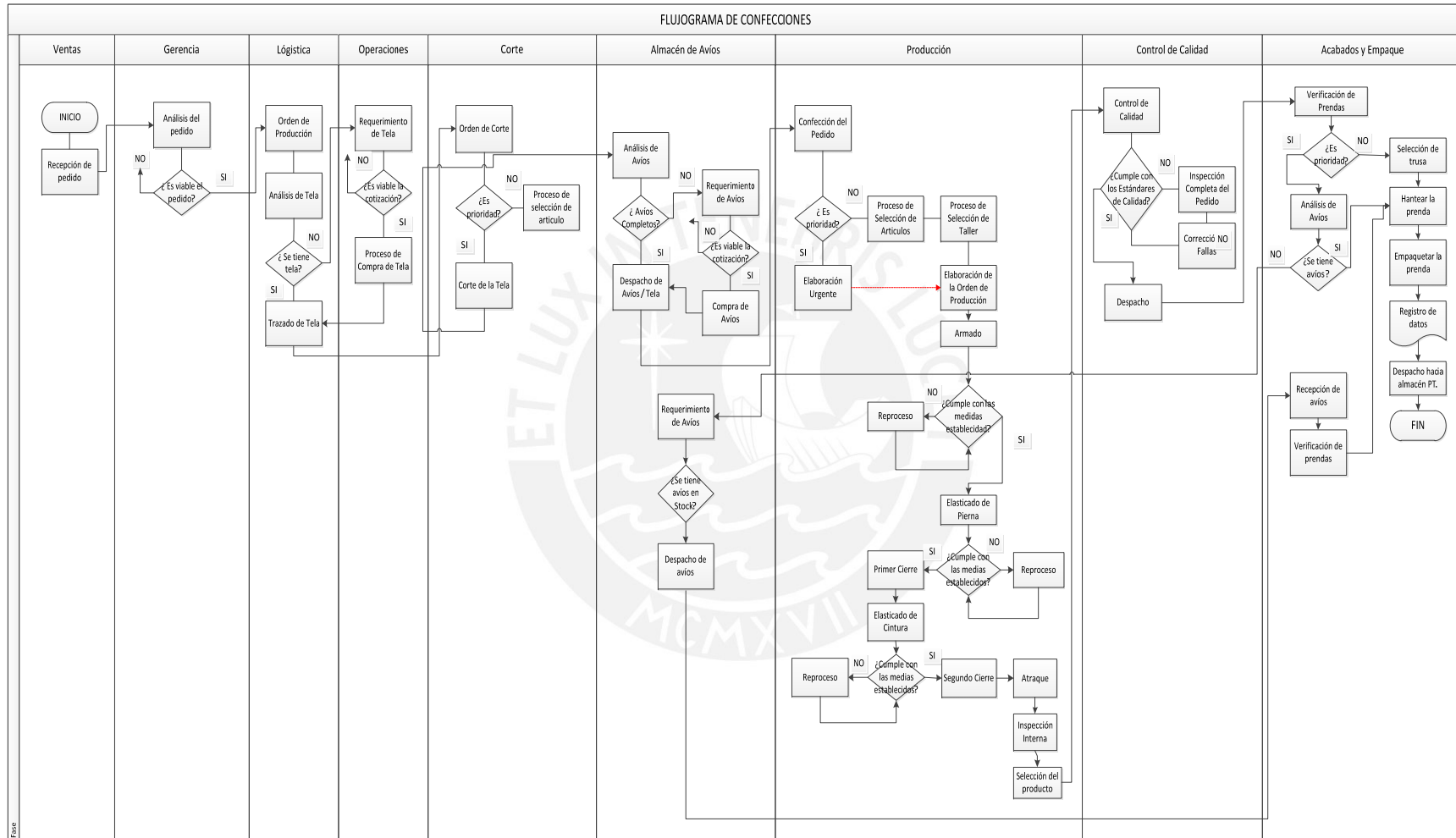


Figura 5: Flujoograma del área de confecciones

Elaboración Propia

A continuación se procede a realizar la operación del segundo cierre, en donde se realiza el cerrado de la parte lateral izquierda, con esto la prenda está lista para seguir la siguiente operación que es la de atraque en esta operación se realizan 3 atraques, uno para cada lado de la pierna y otro para la cintura. Después continúa el bordado en el cual se coloca el logotipo de la marca (logotipo de Vanny), se debe mencionar que no todos los modelos llevan bordado.

Finalmente, una vez terminadas las prendas pasan por la auditora, en este puesto de trabajo se realiza la inspección de las prendas y también se determina si las prendas pasan como producto terminado de primera, primera tipo "b" o segunda. Primera son las prendas que cumplen con los estándares de calidad sin tener ningún tipo de falla. Primera tipo b se consideran prendas que están manchadas, no tienen simetría, el elástico está fallado. Segunda son todas las prendas que presenten orificios en tela y/o rascaduras en el elástico.

### **2.5.2. Línea de Licra**

Se tienen diferentes modelos que utilizan licra para su producción y para el caso se ha elegido dos representativos. Los cuales son los siguientes: hilo dental y top olímpico.

La producción del Hilo dental comienza con el orillado de parche que consiste en juntar dos telas o parches que serán unidos por la máquina de rectas. Luego, se procede a la unión de pieza central con espalda donde se une el parche con el espaldar de la prenda para obtener una prenda armada. El fijado de parche, se hace con la finalidad de estabilizar la prenda para el siguiente proceso. El foldover de pierna, similar al elasticado, la diferencia es que en esta operación se embolsa las piernas con un material elástico. Primer cierre, es el cerrado lateral derecho. Etiquetado, este proceso tiene la finalidad de colocar la marca y talla del producto. Foldover de cintura, recubrir la prenda para lograr su mejor flexibilidad y confort segundo cierre, cerrado lateral izquierdo. Atraque ocultar y fijar los hilos para evitar descocado y finalmente limpieza (cortar hilos sobrantes).

Top olímpico inicia con la operación de unión de piezas delantera, este proceso tiene la finalidad de brindar la forma adecuada de la prenda, recubierto de piezas delantera se realiza para ocultar la unión, mediante un mejor acabado superficial y visual, unión de primer hombro cierra el hombro para que sirva de soporte, collareta de cuello



proporciona consistencia al cuello y le brinda un mejor acabado y comodidad, unión de segundo hombro tiene la finalidad de ser el segundo soporte de la prenda, collareta de sisas tiene la finalidad de proporcionar un mejor acabado al producto y tiene la funcionalidad de proporcionar un agarre más consistente al cuerpo y durabilidad de la tela, primer cierre de costado con etiqueta y segundo cierre unen la parte delantera con espaldar de la prenda para dar forma al top, elasticado con remalladora de tórax sirve para mejorar el agarre de la prenda al cuerpo, atraque de elástico de tórax une los hilos sueltos en la prenda, fijado y recubierto de tórax sirve para ocultar el elástico y para mejorar el acabado de la prenda y limpieza.

### 2.5.3. Línea de Bóxer

Se elaboran bóxer largo, corto y para niños, se especifica las operaciones del segundo. El bóxer corto tiene como primera operación al armado de garetta central, que consiste en unir dos piezas de tela para obtener la estructura de la prenda, Basta de pierna, recubierta que se realiza ceñir la prenda al cuerpo proporcionando una mejor consistencia cerrado de tiro espaldar, con esta operación se completa la estructura del bóxer unión de garetas con pieza central, unificar las parte delantera con el resto de la estructura ya mencionada, unión de garetas con pierna, adición de las partes laterales unión de tiros, elasticado de cintura, que se realiza para lograr el confort y flexibilidad, corte de elásticos, los sobrantes son retirados de la prenda, cerrado de zigzag, con el objetivo de cerrar el elástico de cintura se realiza en la espalda, etiquetado, la de conservación y la de talla y finalmente el atraque de cola para evitar descocado.

En la figura 6, se muestra un DOP multiproducto de los principales diseños hechos con algodón dentro del área de confecciones. Entre los productos destacan el Nina, Saint Tropez (ST), Diana y Zoe.

## 2.6. Instalaciones y Medios Operativos

La estructura en la que se encuentra dividida las **edificaciones** de SPA es la siguiente:

**Primer piso.-** Donde se encuentran las siguientes áreas: Tejido, Costura, Tintorería, y almacén en crudo. Cuenta con un jefe de planta el cual está a cargo de toda la parte productiva de las panty y medias de la empresa, una digitadora la cual le informa sobre los datos actuales de las máquinas y la producción de los operarios, además organiza

y apoya en el llenado de las ordenes de trabajo, el supervisor de almacén y todos los operarios del área. Se muestra en el anexo 5 el primer piso del edificio.

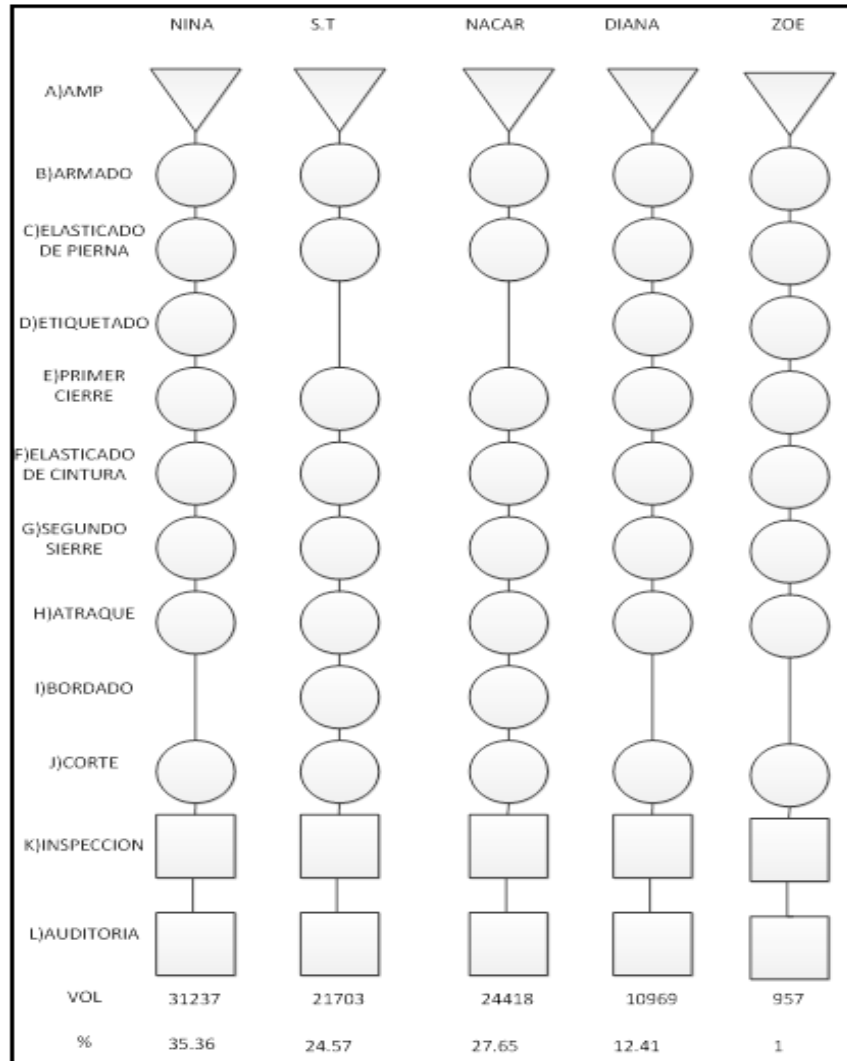


Figura 6: DOP Multiproducto (M003-M009-M011-M012-M016)

Elaboración Propia

**Segundo Piso.-** Se tiene las áreas: recepción, área de empaque, área de confecciones, oficinas de contabilidad, finanzas, administración, marketing y ventas, oficina de diseño de productos y oficina de gerencia general. En área de empaque tiene un jefe cuya función principal es la de controlar la producción de toda la planta (las dos áreas), él también es el encargado de asignar las ordenes al área de confecciones, en coordinación con los jefes de cada línea, y recibir la producción de

dichas área antes de ser enviadas al almacén de productos terminados o que salgan a despacho. Esta área, también cuenta con una digitadora, la cual ayuda con el traspaso de información al sistema y ayuda a verificar que la producción este de acuerdo con lo programado y adicionalmente, prepara el cuadro de prioridades que se les proporciona a cada línea semanalmente. Se muestra en el anexo 6 el segundo piso del edificio.

**Tercer Piso.-** Aquí se encuentran las áreas de confecciones que fabrican ropa interior femenina y masculina, esta también presenta un jefe de línea que va dirigiendo y supervisando constantemente la línea de producción para evitar retrasos y mantener el control de la misma; así como también verifica que la línea siempre cuente con la materia prima necesaria. Asimismo, también se encuentra el área de mantenimiento la cual brinda sus servicios a toda la empresa y presenta un jefe de área para que el personal de mantenimiento se distribuya uniformemente en toda la empresa. Por otro lado, en este piso se encuentra el área de corte de las telas las cuales abastecen al área de confecciones en relación a las órdenes de pedidos. Por último se encuentra el área de Recursos humanos (RR.HH), el cual presenta un jefe de RR.HH y una asistente social encargada de las quejas y problemas del personal en toda la empresa tanto laboral como personal. Se muestra en el anexo 7 el tercer piso del edificio.

**Cuarto Piso.-** En este lugar se encuentra el almacén de productos terminados (PT) como el almacén de materia prima (MP), ambos presentan un jefe que en coordinación con los otros jefes de las áreas de producción llevan materiales y/o despachan los productos a través de toda la empresa mediante un ascensor. Se muestra en el anexo 8 el cuarto piso del edificio.

## 2.7. Estaciones de Trabajo y Máquinas de confecciones

La empresa en estudio cuenta con diferentes tipos de maquinaria, en el caso de confecciones se tiene máquinas costureras. Estas son antiguas y de origen extranjero lo cual dificulta la posibilidad de adquirir repuesto en caso de falla, pues no se tiene el dinero necesario para realizar importaciones. En la figura 7 se presenta el área de confecciones.



Figura 7: Área de Confecciones

Elaboración Propia

En la Tabla 7 se muestra los centros de trabajo de la presente área:

Tabla 7: Descripción de puestos de trabajo

Código	Descripción	CT N°	Cantidad Disponible
R	Remalladora	1	8
E	Elastiguera	2	5
ATR	Atracadora	3	2
BORD	Bordadora	4	1
REC	Rectificadora	5	3
EMP	Empaque	6	2
INSP	Inspección	7	2
AUD	Auditoría	8	1
COLL	Collaratera	9	1
RE	Remalladora Elastiguera	10	1
RP	Remalladora Plana	11	1
TAP	Tapetera	12	1
BAS	Bastera	13	1
FLAC	Flac	14	1
ZIC	Zic Zac	15	1
RP	Recubrimiento plano	16	1

Elaboración Propia

La Tabla 7 muestra los principales centros de trabajo utilizados en esta área y son aquellos que se utilizan para producir los cuatro principales modelos anteriormente descritos (Nina, Saint Tropez, Nacar y Diana).

## 2.8. Descripción actual de métricas del sistema productivo

Con la finalidad de monitorear el desempeño actual dentro del sistema productivo, la empresa en estudio cuenta con diferentes tipos de métricas en función al área que desempeña.

A continuación, se describen los principales indicadores utilizados en el área de confecciones, posteriormente se analizará estos indicadores para poder maximizar su efecto en beneficio del proceso de producción y la empresa.

### 2.8.1 Eficacia

Es la capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera. La fórmula definida para la eficacia es la siguiente:

$$Eficacia = \frac{\text{Producción real producida}}{\text{cantidades planeadas de producción}} \times 100\%$$

En el caso del área de confecciones se calcula de la siguiente manera:

$$Eficacia = \frac{\text{Producción de prendas (algodón, licra)}}{\text{cantidades planeadas de prendas (algodón, licra)}} \times 100\%$$

### 2.8.2 Eficiencia

Es la capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado. La fórmula definida para la eficiencia es la siguiente:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Recursos programados (hilos, m}^2 \text{ de tela)}}{\text{Recursos utilizados (hilos, m}^2 \text{ de tela)}} \times 100\%$$

En el caso del área de confecciones se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Cantidad de hilo programado}}{\text{Cantidad de hilo utilizado}} \times 100\%$$

### 2.8.3 Área de Confecciones

#### Productividad de la mano de obra (H-H)

Este indicador está determinado en base a la cantidad de unidades que produce cada operario de esta máquina por hora hombre trabajada (H-H). Asimismo, esta productividad se podría hallar también respecto al costo de cada hora hombre.

$$\text{Productividad de la mano de obra} = \frac{\text{Cantidad de unidades producidas por máquina}}{\text{Horas hombre trabajadas (H - H)}}$$

En el caso de conocer el costo por hora hombre, tendríamos:

$$\text{Productividad de la mano de obra} = \frac{\text{Cantidad de unidades producidas por máquina}}{\text{Costo de hora hombre}}$$

#### Productividad de la materia prima (hilo)

Este indicador está determinado en base a la cantidad de unidades que produce cada máquina por cada kilogramo (kg.) o metro (m.) de hilo. Asimismo, esta productividad se podría hallar también respecto al costo por cada kilogramo (kg.) o metro (m.) de hilo.

$$\text{Productividad del hilo} = \frac{\text{Cantidad de unidades producidas por máquina}}{\text{Cantidad de hilo utilizado (kg. o m.)}}$$

En el caso de conocer el costo por cada kilogramo (kg.) o metro (m.) de hilo, se tendrá:

$$\text{Productividad del hilo} = \frac{\text{Cantidad de unidades producidas por máquina}}{\text{Costo por cada m. o kg. de hilo}}$$

### Productividad de la energía (KW-H)

Este indicador está determinado en base a la cantidad de unidades que produce cada máquina por KW por hora utilizada (KW-H). Asimismo, esta productividad se podría hallar también respecto al costo de cada hora de energía utilizada.

$$\text{Productividad de la energía (KW-H)} = \frac{\text{Cantidad de unidades producidas por máquina}}{\text{Cantidad de energía utilizada (KW - H)}}$$

En el caso de conocer el costo por hora de energía, tendríamos:

$$\text{Productividad de la energía (KW-H)} = \frac{\text{Cantidad de unidades producidas por máquina}}{\text{Costo por hora de energía (KW - H)}}$$

### 2.8.4 Utilización

La utilización se mide en base a la capacidad de diseño que presenta la planta. En este caso, la capacidad de diseño de la planta dependerá del proceso que es considerado como cuello de botella. A continuación se mostrará el cálculo de la utilización en la empresa:

$$\% \text{ de utilización} = \frac{\text{Total de área utilizada (m}^2\text{)}}{\text{Total de área disponible (m}^2\text{)}}$$

### 3. Metodología propuesta para la implementación de herramientas de manufactura esbelta

La metodología a seguir para la propuesta de implementación de las herramientas de la filosofía de la manufactura esbelta dentro de la empresa de estudio será la utilizada por Ramos (2012), se puede estructurar en dos fases.

#### Primera Fase: Análisis y diagnóstico

##### **PASO 1 Selección de línea de producción a estudiar**

Se elegirá la línea de producción de mayor volumen de producción con la ayuda del diagrama Pareto con el objetivo de poder originar un impacto significativo en el proceso productivo de una familia de productos.

##### **PASO 2 Selección de familia de productos a estudiar**

Se procederá, dentro de la línea de producción más representativa seleccionada en el paso anterior, a seleccionar aquella familia de productos de mayor volumen de producción dentro de la línea seleccionada.

##### **PASO 3 Desarrollo de mapa de flujo de valor actual**

Se diseñará el Mapa de Flujo de Valor actual (*Value Stream Mapping*, VSM), de la familia de productos más representativa seleccionada en el paso anterior, con el propósito de identificar los problemas dentro de la cadena de valor. El alcance de la investigación es la identificación de actividades y medición de tiempos que se toman desde que se recibe la materia prima hasta que se envía los productos finales a los clientes de la empresa.

##### **PASO 4 Identificación de desperdicios encontrados en el mapa de flujo de valor actual**

Luego de elaborar el VSM actual, se procederá a identificar las mudas que afectan la cadena de valor de la familia de productos seleccionada.



### **PASO 5 Identificación de métricas lean**

Después de elaborar el VSM actual, se procederá a identificar y poner un punto de partida a las métricas, en base a la data recolectada, que mejor nos ayuden a alcanzar los objetivos planteados en base al diagnóstico actual de problemas dentro del VSM del estado actual de la familia de productos.

### **PASO 6 Desarrollo de mapa de flujo de valor futuro**

Ahora que hemos establecido una representación del estado actual gracias al diseño del VSM actual y determinado las métricas lean, el siguiente paso será el diseño del VSM futuro que consiste en la identificación de herramientas lean que nos ayude a cumplir los requerimientos de calidad y tiempos de entrega que demanda el cliente. En el VSM futuro se mostrará donde las herramientas serán usadas, además se llegará a un acuerdo de las metas realistas que se espera llegar con la implementación de las herramientas de manufactura esbelta seleccionadas en el mapa de flujo de valor.

### **PASO 7 Priorización de herramientas de manufactura esbelta**

Luego de haber identificado las herramientas lean dentro del mapa de flujo de valor futuro se procederá a priorizar las herramientas de manufactura esbelta con ayuda del diagrama Pareto de los principales tiempos improductivos identificados dentro de este mapa.

### **Segunda Fase: Propuesta de Mejora**

### **PASO 8 Aplicación de herramientas de manufactura esbelta**

Con el objetivo de poder conseguir las mejoras planteadas por la filosofía de la manufactura esbelta, a través de la eliminación de los problemas priorizados en el paso anterior, se aplicará las herramientas expuestas en el primer capítulo.

### **PASO 9 Evaluación del impacto económico**

En el paso final, la aplicación de las herramientas de manufactura esbelta serán costeadas en función a variables como: H-H, H-Máquina y materiales, con el fin de evaluar la factibilidad de la implementación de las herramientas seleccionadas en función a la relación costo beneficio que se obtendrá de la empresa.

## 4. Primera Fase-Análisis y Diagnostico

### 4.1. Selección de línea de producción a estudiar

Para poder elegir qué familia de productos deberá ser analizada dentro de la empresa en estudio, con la finalidad de aplicar las herramientas de manufactura esbelta en la familia que posea el mayor volumen de producción, se recogieron los datos de la cantidad de productos producidos de cada línea de producción entre los meses de Junio Setiembre del año 2012, de modo que dentro de cada línea de producción existe diferentes familias de producción se realizó un análisis de Pareto por producto para determinar qué línea de producción tiene la mayor demanda.

El resultado obtenido para la totalidad de toneladas producidas en el área de confecciones puede apreciarse en la figura 3.

De la figura 8, se concluye que los productos más representativos son los de M003, M011, M009 y M012, perteneciendo todos a la línea de producción de algodón, entre los cuatro productos representan el 84% del total de producción del área de confecciones.

### 4.2. Selección de familia de productos a estudiar

Luego de haber seleccionado la línea de algodón que será donde se realizará la aplicación de mejora, se procederá a seleccionar una familia de productos, dentro de la misma línea de algodón. En la tabla 8 se muestra el método sugerido por Womack y Dan (1999) para la selección de familias de productos en función a grupo de productos que pasan a través de etapas similares durante su transformación y pasan por equipos comunes. También se pueden identificar en la tabla 8 dos familias de productos, la primera está formada por los productos de Nina, Diana y Zoe; y la segunda por el Saint Tropez y Nacar. Luego se procede a seleccionar la familia de productos que tiene un mayor volumen de producción la más representativa con un volumen de producción que representa el 59% de toda la producción de la línea de algodón.

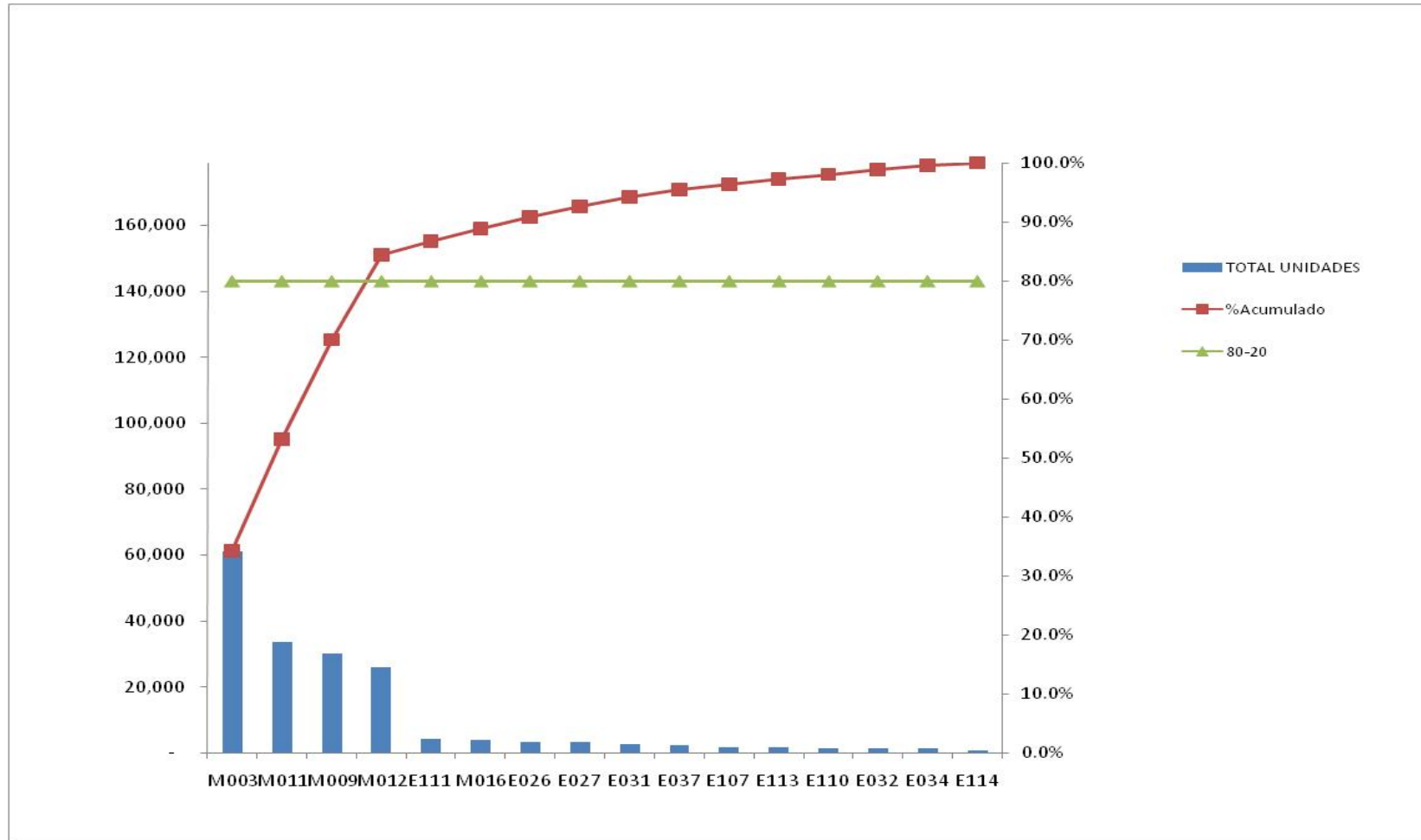


Figura 8: Diagrama de Pareto de los productos del área de confecciones

Elaboración Propia

Tabla 8: Selección de la familia de productos del área de confecciones

P R O D U C T O S	PASOS DE PRODUCCION									
	Productos	Remalladora	Elastiguera	Etiquetadora	Remalladora	Elastiguera	Remalladora	Atracadora	Bordadora	Corte
Nina	X	X	X	X	X	X	X	X		X
	X	X	X	X	X	X	X	X		X
Zoe	X	X	X	X	X	X	X	X		X
	X	X		X	X	X	X	X	X	X
Nacar	X	X		X	X	X	X	X	X	X

Elaboración Propia

Tabla 9: Volumen de producción de la familia de productos

<i>CODIGO</i>	<i>MODELO</i>	<i>TOTAL UNIDADES PRODUCIDAS JUNIO-SETIEMBRE</i>	<i>%</i>
<i>M003</i>	<i>NINA</i>	<i>61200</i>	
<i>M012</i>	<i>DIANA</i>	<i>25860</i>	
<i>M016</i>	<i>ZOE</i>	<i>3768</i>	
	<b><i>Subtotal</i></b>	<b><i>90828</i></b>	<b><i>59%</i></b>
<i>M011</i>	<i>ST. TROPEZ</i>	<i>33780</i>	
<i>M009</i>	<i>NACAR</i>	<i>30240</i>	
	<b><i>Subtotal</i></b>	<b><i>64020</i></b>	<b><i>41%</i></b>
	<b><i>TOTAL</i></b>	<b><i>154848</i></b>	

Elaboración Propia

### 4.3. Desarrollo de mapa de flujo de valor actual

Luego de haber identificado la familia de productos, siendo la más representativa la compuesta por los códigos M003, M012 y M016, a continuación se desarrollará el VSM de la familia seleccionada con la finalidad de proporcionarnos una representación visual de flujo de materiales e información, también para canalizar los procesos de mejora, identificando los desperdicios que se encuentran en la cadena de valor, para reducirlos y eliminarlos. Se espera también disminuir el plazo del lead time de

producción y así lograr satisfacer la demanda de la familia de productos en estudio en su totalidad.

En lo referente del flujo de información de la cantidad de pedidos y el tiempo de entrega necesarios para la elaboración del VSM, fue proporcionada por el área de planeamiento, que lo envía a el área de empaque, quien realiza el programa de producción semanal, posteriormente esta última lo envía a producción, se debe mencionar que la producción se ajusta diariamente, debido a problemas internos como falta de materiales, falta de personal, entre otros, que no permiten contar con un programa de producción estable. Con respecto al flujo de materiales se recolecta directamente de la planta, gracias a un control de hojas de producción donde se indica la hora de inicio por cada puesto de trabajo y la hora de finalización, esto se realiza para cada tipo de producto. La información del tiempo en el que la materia prima se encuentra en el almacén será proporcionada por el encargado de esa área. El tiempo en el que el producto terminado se encuentra en el área de empaque hasta que se entrega al cliente, será proporcionado por el jefe de empaque.

La información requerida para la casilla de los datos se muestra en la figura 9, que será llenado simultáneamente con los iconos del mapa de flujo de valor se obtendrá de la siguiente forma:

La identificación de los pasos que generan valor dentro del flujo de producción, la llegada de los avíos o materias primas, como hilo y telas llega a la empresa en camiones que envían los proveedores. Estos son almacenados en el primer piso en el área de almacén, su periodo de almacenaje es bastante largo dependiendo de los productos, para el caso de la ropa interior hecha de algodón suele ser entre 4 y 5 días, se considera este tiempo de almacenamiento como uno que no genera valor.

Para la obtención del tiempo de valor agregado (TVA) y de tiempo de no valor agregado (TNVA), que será escrito dentro de la escala de tiempos, estos se obtendrán directamente del estudio de tiempos que se realizó. Los tiempos de Set-up, la utilización de la máquina y el número de turno será proporcionada por el mecánico del área. El TVA hallado es de 192.85 segundos; mientras que el TNVA obtenido es de 6.44días. Respecto al cálculo del tiempo de ciclo del proceso productivo de la familia seleccionada, es decir cuánto se demora en procesar una unidad a lo largo de todo el flujo de producción, se consideró un paquete de 6 unidades, el cual representa el

empaque de un producto. De esta manera podemos observar cuanto se demora en cada operación por paquete dentro de esta familia. En la Tabla 10 se muestra las especificaciones de los pesos de la familia seleccionada:

Tabla 10: Especificaciones de los pesos de la familia de producto elegida

Familia de Productos	Número de unidades por paquete	Peso por paquete (gr)	Número de Paquetes en un polisaco	Peso por polisaco (gr)
M003, M012, M016	6	60	12	720

Elaboración Propia

Respecto a la tabla anterior, se observa que un polisaco se almacenarán 12 paquetes de 6 unidades cada uno y posteriormente, serán enviados del área de empaque al área de almacén la cantidad de polisacos requeridos, donde permanecen 1 día hasta la entrega al cliente.

Respecto al *takt time*, este representa el ritmo de producción que marca el cliente, es decir marca el ritmo en el cual el cliente está demandando sus productos, que la empresa debe emplear para producir sus productos con el fin de satisfacerlo, y se define a través de la siguiente relación:

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Tiempo de producción disponible}}{\text{Cantidad total requerida}}$$

En el caso de la empresa en estudio se tiene un tiempo de producción disponible diario de 43 200 segundos que multiplicados por el 59%, que representa la cantidad total de producción de la familia en la línea, resulta un tiempo de 25488 segundos y una cantidad requerida de producción equivalente a 732 unidades. Con estos datos se obtiene un tiempo takt de 34.81 segundos.

Debido a que la empresa entrega a sus clientes sus productos empaquetados en grupos de 6, es necesario definir el Pitch time, el cual se define por el tiempo necesario para producir cierta cantidad práctica de elementos en base al takt time, este tiempo normalmente está asociado a un tamaño de embalaje usado en la producción

$$\text{Pitch time} = \text{Takt time} * \text{Cantidad de unidad por embalaje}$$

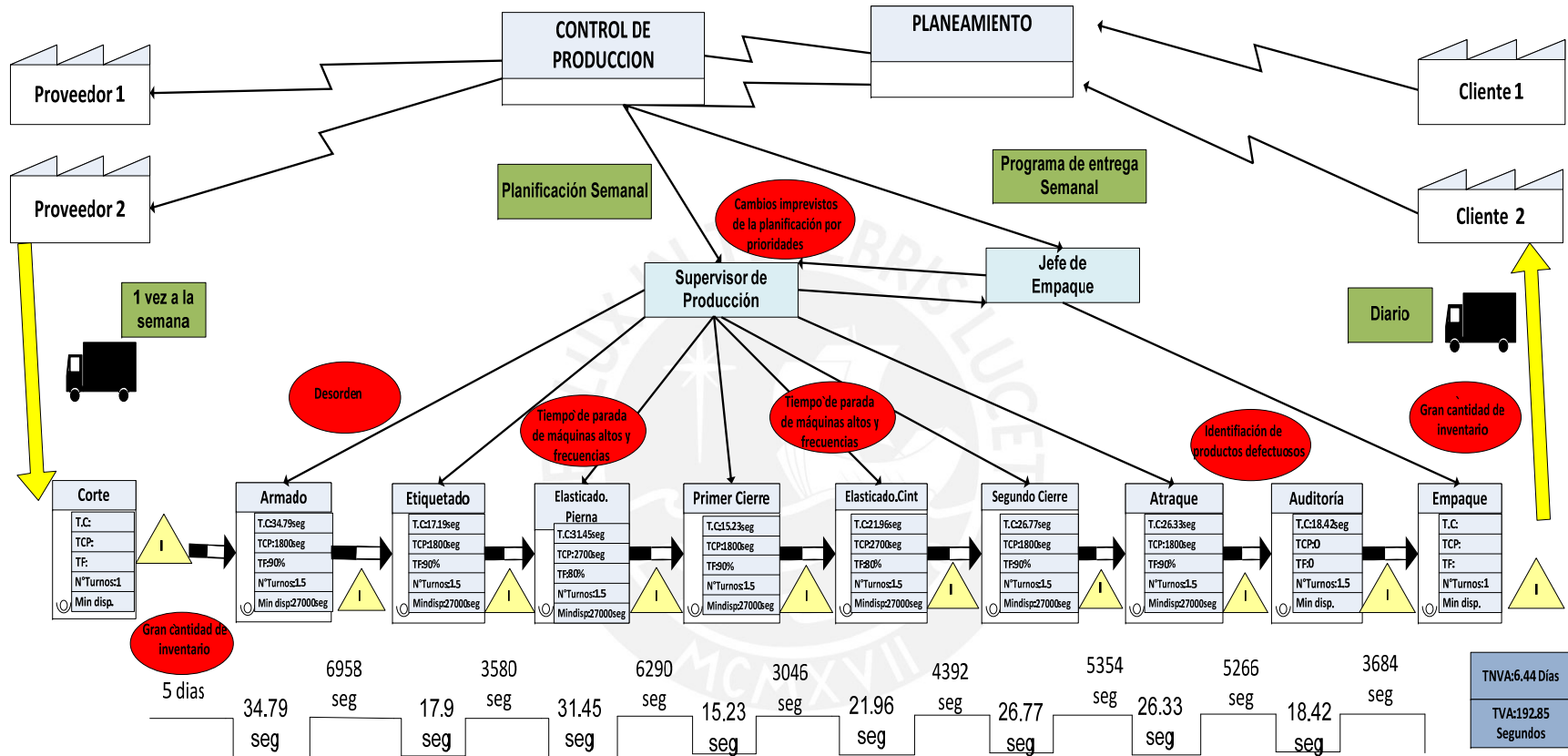


Figura 9: Mapa de Flujo de Valor actual de la familia de productos M003, M012 y M016

Elaboración Propia

A continuación se muestra los consumos mensuales (Ver figura 10) en paquetes de los productos que conforman la familia de productos seleccionada anteriormente y con ayuda de la data de consumos mensuales recolectada, se podrá calcular el pitch time para determinar el ritmo de producción que está consumiendo el cliente.

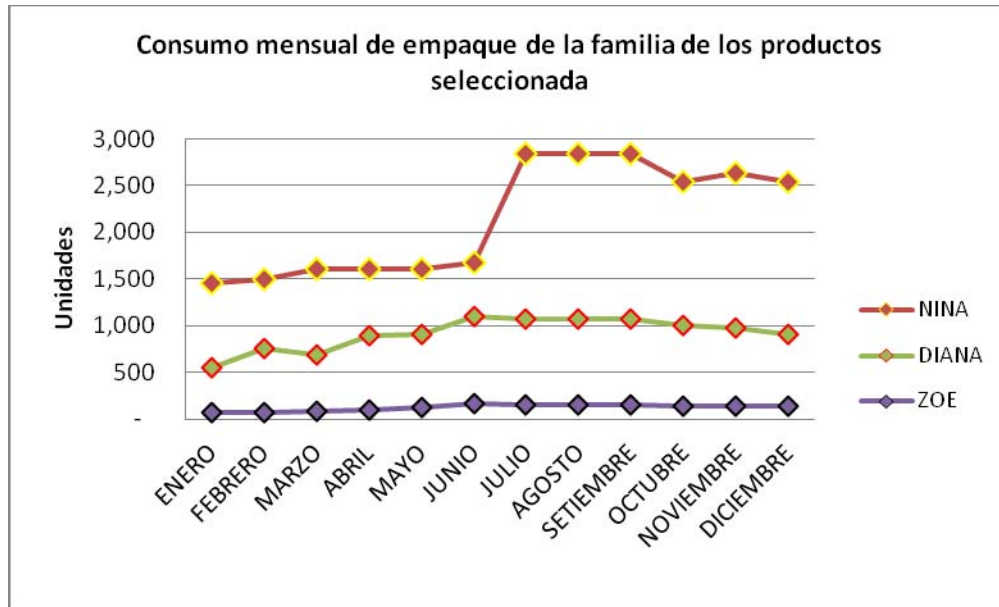


Figura 10: Consumo mensual de empaque de la familia de productos seleccionada  
Elaboración Propia

En la Tabla 11 se muestra el cálculo del Pitch time de la familia de productos seleccionada en base a los consumos mensuales de los productos de esta familia. La Tabla 11 nos muestra que el ritmo de producción, tiempo de la operación de armado (Ver Tabla 12), está ligeramente debajo del *pitch time*. El análisis que se puede extraer de la tabla 11 es que se está produciendo a un ritmo de producción equivalente al necesario, pero a consta de 4 horas extras y de mayor personal del necesario, para poder cumplir lo que el cliente está demandando de la familia de productos seleccionada (M003, M012 y M016), algunas razones para que se utilicen horas extra son la alta frecuencia de paradas de máquinas costureras, el alto tiempo de Set-up de 30 a 45 minutos diarios dentro del turno de trabajo, el cambio imprevisto que ocurre con los planes de programación, pues se trabaja con prioridades y esto repercute a la línea pues tiene que cambiar de producto, de telas etc.

Se puede sumar el alto tiempo de reparación, que es causada por no tener un plan de gestión de mantenimiento que hace que las máquinas costureras se deterioren



aceleradamente y otra de las causas es falta de repuestos ya que muchas veces no se tiene el presupuesto necesario para comprarlos.

Tabla 11: Cálculo del pitch time de la familia de productos seleccionada

<b>Familia de Productos</b>	<b>M003, M012, M016</b>
Días de Producción	<b>26</b>
Horas por turno	<b>13</b>
Turnos	<b>1</b>
Paradas por turno (descansos por almuerzo)	<b>1 hora</b>
Demanda mensual de familia (paquete de 6 unidades)	<b>3177</b>
Demanda promedio diaria	<b>122</b>
Tiempo disponible promedio programado mensual (segundos)	<b>1123200</b>
Tiempo disponible promedio programado diario (segundos)	<b>43200</b>
Pitch time (segundos)	<b>208.91</b>
Ritmo de producción (segundos)	<b>208.74</b>

Elaboración Propia

En la figura 11 se muestra las estaciones de trabajo y del tiempo pitch que nos permita apreciar que se está trabajando debajo del tiempo pitch.

Tabla 12: Tiempo estándar de las operaciones del producto M012

<b>Diana (M012)</b>	<b>T.E-Unidad(seg)</b>	<b>T.E-paquete(seg)</b>
Armado	34.79	<b>208.74</b>
Elast. Pierna	17.9	107.40
Etiquetado	31.45	188.70
1° Cierre	15.231	91.39
Elast. Cintura	21.96	131.76
2° Cierre	26.77	160.62
Atraque	26.33	157.98
Auditoría	18.42	110.52

Elaboración Propia

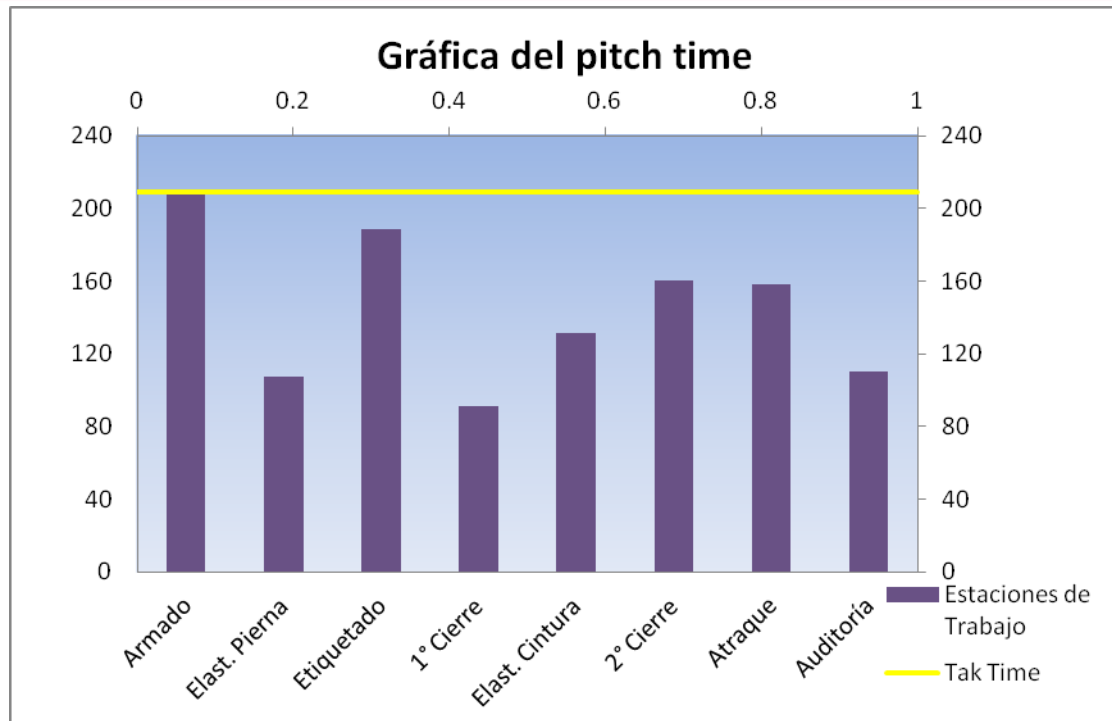


Figura 11: Gráfica del pitch time

Elaboración Propia

El paso siguiente es la realización del mapa de flujo de valor actual con el objetivo de poder evidenciar las oportunidades de mejora que se atacarán con las herramientas de manufactura esbelta a esta familia seleccionada.

#### 4.4. Identificación de desperdicios encontrados en el mapa de flujo de valor actual

En relación con el VSM actual (Ver Figura 9) se procederá a realizar la identificación de los principales desperdicios mortales encontrados en el mapa de flujo de valor que afectan la producción de la familia de productos seleccionada en el área de confecciones, la finalidad es eliminar estos desperdicios, y en caso de poder hacerlo aminorar su impacto estableciendo parámetros de un límite máximo permisible que no afecten las operaciones, tiempo de entrega, etc.

Se debe mencionar también que la eliminación de los diferentes desperdicios generados en el proceso actual de la línea de algodón, desde la perspectiva de la

manufactura esbelta, se vuelve una necesidad con el objetivo de mantener su competitividad en el mercado y satisfacer a los clientes con el tiempo de entrega y la calidad óptima de sus productos.

A continuación se describen los tipos de desperdicio identificados en el mapa de flujo de valor:

### **Sobreproducción**

En la empresa no se cuenta con un área de Planeamiento definida, es por eso que los planes de producción cambian constantemente, si bien se definen por semana, a diario se establecen prioridades que representan una confusión para el supervisor de la línea de confecciones, esto ocasiona una producción mayor a la planeada, como se observa en las campañas que son fechas festivas del año, que al no tener demanda, a finales del año se termina vendiendo a un precio ínfimo, en ofertas, incluso regalándolas a sus propios trabajadores.

### **Inventarios**

Se tiene inventario de materias primas, que se encuentran aproximadamente 5 días dentro del área de corte, esto se realiza con la finalidad de siempre tener los insumos necesarios para la producción y también para tener un costo menor de los avíos a comprar una mayor cantidad, no se tiene en cuenta el costo de mantener el inventario, el espacio que ocupa dentro del almacén ni el riesgo de daño que pueden sufrir cuando se manipula constantemente.

Dentro de la línea de producción, entre cada estación de trabajo se tiene inventario en proceso, pues se cuenta con un operario que hace el trabajo de alimentar cada estación, cuando se tiene una cantidad considerable producida, no se tiene un orden, y en ocasiones cuando el operario alimentador no se encuentra presente, el inventario aumenta y hace que el operador de la máquina costurera tenga que alimentar su propia producción a la siguiente estación de trabajo.

### **Transporte**

El almacén se encuentra en el primer piso, y de modo que la puerta de ingreso a la empresa se encuentra ubicada también en el primer piso, se debe de transportar los avíos como (hilos, telas) necesarios al tercer piso, al área de corte, la mayoría de veces lo realiza un operario por las escaleras; dependiendo del peso, se puede usar el

elevador con el que cuenta la empresa, el cual no es muy usado por no encontrarse en condiciones óptimas.

El producto terminado, luego de ser empacado, se debe de transportar del tercer piso al primer piso; es decir del área de empaque al almacén, donde espera aproximadamente un día para que el cliente recoja el pedido o que se realice la entrega respectiva, dependiendo del acuerdo establecido.

### **Movimientos innecesarios**

Los dos centros de trabajo donde se realiza la operación del elasticado, tienen la parte donde se coloca el elástico a una distancia considerable del operario, lo cual implica un estiramiento no ergonómico cada vez que tienen que cambiar el elástico.

Al no tener implementado una filosofía como las 5S's se pierde mucho tiempo en la búsqueda de elementos como tijeras, cinta adhesiva, ligas, etc. El operario pierde el tiempo desplazándose por toda el área de confecciones hasta ubicar el objeto buscado.

Entre cada centro de trabajo adyacente, se tiene una pequeña mesa, donde se coloca la tela que se va a trabajar, muchas veces no se coloca a una distancia apropiada lo que ocasiona que el operario se pare y tenga que coger las prendas, realizando un movimiento innecesario.

### **Tiempos de espera**

Al ser un proceso en línea y no tener un balance de cargas de trabajo, los puesto de menor tiempo de ciclo muchas veces tienen que esperar a los que tienen un mayor tiempo, esto ocasiona tiempos ociosos y se pierde la concentración del operario.

El operario alimentador, es el que se encarga de suministrar los inventarios en procesos a cada estación de trabajo y si él no se encuentra ocasiona retrasos, pues tienen que esperar el producto en proceso para continuar la operación, otra de las funciones del operario alimentador es suministrar hilos y cajas lo que también ocasiona una espera sino encuentra el producto o no se encuentra físicamente en el área.

Algunas veces, no se cuenta con el color de la tela necesaria, por lo que la producción del producto tiene que ser pospuesto, y en se cambia de producto para tratar de minimizar el tiempo que se perdería.

### **Procesos innecesarios**

Muchas veces al comprar elásticos de buena calidad, estos se hacen muy difíciles para ser trabajados, lo que ocasiona una mala producción de la prenda y conlleva a un reproceso.

Otra de las causas de reproceso, es la falla de las máquinas, que al no estar correctamente calibrada, lleva a errores de cocido.

### **Defectos**

Las prendas producidas, con defectos debido a la mala calibración de la máquina, los materiales o avíos son de baja calidad y provocan defectos en las prendas.

### **Recursos humanos mal utilizados**

Se tiene un operario alimentador y 1 operario que se encarga de corte y limpieza en la línea, según los tiempos observados, existen tiempos ociosos en ambos por lo que no se aprovecha el recurso humano de una manera óptima, se propone disminuir el número de operarios aplicando la metodología de manufactura esbelta.

## **4.5. Identificación de métricas lean**

Después de haber realizado el mapa de flujo de valor actual y haber descritos las principales mudas o desperdicios que se hallaron, se prosigue a identificar las métricas que nos permitan alcanzar el estado futuro del mapa de flujo de valor.

Las métricas que mejor se ajustan a la realidad de la empresa en estudio se derivan principalmente de la realidad de la situación actual. Por consiguiente se presenta las principales métricas utilizadas por la empresa y a partir de ellas se elegirá las métricas adecuadas para lograr nuestro objetivo:

- Tiempo total de valor agregado
- OEE (Eficiencia global de equipo)
- Tiempo promedio entre fallas (MTBF)
- Tiempo promedio para reparar (MTTR)
- Porcentaje de pedidos de entrega a tiempo

Después de realizar una reunión con los operarios, el supervisor y todos los demás actores involucrados dentro del área de confecciones, se eligió los indicadores que tengan mayor relevancia en el estudio que se pretende realizar. En las siguientes líneas se detalla el cálculo realizado para obtener dichos indicadores.

Para obtener el MTBF (tiempo promedio de fallas) se realizó los cálculos en todas las máquinas que intervienen en la familia de productos seleccionada. El tiempo de operación que se tomó en cuenta es el de un mes. El número de fallas es el que proporcionó el mecánico de la línea y también es por mes. El MTBF individual se obtiene de la división entre estos dos valores. Finalmente para obtener un MTBF global se realiza un promedio de todas las máquinas de confecciones involucradas en la producción de la familia de productos elegida, obteniendo 55.63 horas.

$$MTBF = \frac{\text{TiempoTotalDeOperación}}{\text{NúmeroDeFallas}}$$

MTBF= Mean Time Between Failures

En la Tabla 13 se muestra el detalla del cálculo del MTBF.

Tabla 13: Cálculo del tiempo promedio de fallas en la familia de productos seleccionada

N	Maquinas	Tiempo de Operacion(horas)	Numero de fallas	MTBF (horas)
1	Remalladora	308,67	4,00	77,17
2	Remalladora	308,67	5,00	61,73
3	Elastiquera	308,67	104,00	2,97
4	Remalladora	308,67	6,00	51,44
5	Elastiquera	308,67	96,00	3,22
6	Remalladora	308,67	8,00	38,58
7	Atraque	308,67	2,00	154,33
				<b>55,63</b>

Elaboración propia

Para obtener el MTTR (tiempo promedio para reparar) se realizó los cálculos en todas las máquinas que intervienen en la familia de productos seleccionada. El tiempo total para restaurar que se tomó en cuenta es el de un mes. El número de fallas es el que proporcionó el mecánico de la línea y también es por mes. El MTTR individual se

obtiene de la división entre estos dos valores. Finalmente para obtener un MTTR global se realiza un promedio simple de todas las máquinas de confecciones involucradas en la producción de la familia de productos elegida, obteniendo 8.9 minutos, pero se debe recalcar que cada máquina elastiquera tiene como tiempo promedio para reparar 17 minutos y alrededor de 100 fallas por mes.

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo Total Para Restaurar}}{\text{Número De Fallas}}$$

MTTR= Mean Time to Repair

En la tabla 14 se muestra el detalla del cálculo del MTTR.

Tabla 14: Cálculo del tiempo promedio para reparar en la familia de productos seleccionada

N	Maquinas	Tiempo Total para Restaurar(min)	Numero de fallas	MTTR (min)
1	Remalladora	25,71	4,00	6,43
2	Remalladora	32,14	5,00	6,43
3	Elastiquera	1700,00	100,00	17,00
4	Remalladora	32,14	5,00	6,43
5	Elastiquera	1632,00	96,00	17,00
6	Remalladora	32,14	5,00	6,43
7	Atraque	4,67	2,00	2,33
	<b>Total(min)</b>	<b>3458,81</b>		<b>8,86</b>

Elaboración propia

Para el cálculo del OEE (*Overall Equipment Effectiveness* o Eficiencia Global de equipos), que es la relación porcentual que sirve para conocer la eficiencia productiva de la maquinaria industrial, se realiza el cálculo de la disponibilidad, la eficiencia y la calidad. A continuación se muestra la ecuación que lo define:

$$OEE = \text{DISPONIBILIDAD} \times \text{TASA DE RENDIMIENTO} \times \text{TASA DE CALIDAD}$$

Para la mejor apreciación del indicador que se pretende mostrar, se presenta el procedimiento gráfico en la figura 12 y el resumen en la Tabla 15, del cálculo del OEE. El detalle de los datos mostrados en la figura 12, se encuentran en el anexo 9.

Tiempo Calendario		3756 horas			
A	Tiempo de Operación	3704 horas	Tiempo no programado		52 Horas
B	Tiempo de carga	3656 horas	Paradas planificadas	48	Horas
C	Tiempo bruto de producción	2729 horas	Paradas no planificadas	927	Horas
D	Tiempo neto de Producción	2546 horas	Pérdidas de eficiencia	183	Horas
E	Tiempo de Valor añadido	2307 horas	Pérdidas de calidad	239	Horas

Figura 12: Cálculo de la Efectividad Global de Equipo para el área de Confecciones

Elaboración propia

Tabla 15 : Resumen del cálculo de la efectividad Global de Equipo para el área de confecciones

	Tiempo Calendario	3756	horas
<b>A</b>	<b>Tiempo de Operación</b>	<b>3704</b>	horas
	Tiempo no programado	52	horas
<b>B</b>	<b>Tiempo de carga</b>	<b>3656</b>	horas
	Paradas Planificadas	48	horas
<b>C</b>	<b>Tiempo bruto de producción</b>	<b>2729</b>	horas
	Paradas No Planificadas	927	horas
<b>D</b>	<b>Tiempo Neto de Producción</b>	<b>2546</b>	horas
	Pérdidas de eficiencia	183	horas
<b>E</b>	<b>Tiempo de valor añadido</b>	<b>2307</b>	horas
	Pérdidas de calidad	239	horas

Elaboración propia

La disponibilidad se determina por el tiempo bruto de producción, el cual se obtiene restando el tiempo planificado de producción determinado por los supervisores del área de confecciones menos las paradas no planificadas mayores a 10 minutos que necesitan la participación del personal de mantenimiento para resolver este inconveniente.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo bruto de producción}}{\text{Tiempo planificado para la producción}}$$

La tasa de rendimiento se determina por el tiempo neto de producción, el cual se obtiene restando el tiempo bruto de producción menos los tiempos perdidos por



pérdida de eficiencia originadas por disminución de la velocidad de producción y paradas menores a 10 minutos que no necesitan la participación de personal de mantenimiento para su resolución.

$$\text{Tasa de rendimiento} = \frac{\text{Tiempo neto de producción}}{\text{Tiempo bruto de producción}}$$

La tasa de calidad se determina por el tiempo de valor añadido, el cual se obtiene restando el tiempo neto de producción menos los tiempos perdidos generados por la producción de productos con defectos de calidad o reprocesos.

$$\text{Tasa de calidad} = \frac{\text{Tiempo de valor añadido}}{\text{Tiempo neto de producción}}$$

En la Tabla 16 se muestra el resumen la disponibilidad, la tasa de rendimiento y la tasa de calidad, que permiten realizar el cálculo del OEE, en el área seleccionada.

Tabla 16: OEE de la empresa en estudio

Disponibilidad C/B	75%
Tasa de Rendimiento D/C	93%
Tasa de Calidad E/D	91%
<b>OEE</b>	<b>63%</b>

Elaboración propia

En la tabla 17, se aprecia las métricas elegidas que fueron determinadas en relación con lo identificado en el mapa de flujo de valor actual.

Tabla 17: Métricas y mediciones de punto base

Métricas	Punto Base	Objetivo
<b>OEE</b>	<b>63%</b>	Por definir
<b>MTTB</b>	<b>55.63 horas</b>	Por definir
<b>MTTR</b>	<b>1.03 horas</b>	Por definir

Elaboración propia

#### 4.5.1. Desarrollo de mapa de flujo de valor futuro

Luego de haber desarrollado el mapa de flujo de valor actual y las métricas lean, se procederá a diseñar el mapa de flujo de valor futuro (Ver figura 13) con la finalidad de

concebir un flujo de valor más eficiente y poder identificar las oportunidades de mejora que se desprendan del mismo. Como se puede apreciar en la figura 13, donde se presenta las herramientas de la filosofía de manufactura esbelta que se van a emplear y se espera que se logre contrarrestar los diferentes problemas que se hallaron en el mapa de flujo de valor actual y así generar eliminar las horas extras, balancear la carga de trabajo, implementar un programa de 5 S's, etc.

El proceso de mapear el estado futuro tiene como finalidad la comprensión de la demanda de la familia de productos seleccionada, generar flujo tanto para el cliente externo como para el interno, esto se logra recibiendo un producto con unos estándares de calidad óptimos, también se busca reducir el tiempo de valor no agregado de la empresa en donde se lleva a cabo la mejora, este es en la actualidad 6.44 días y se debe reducir a 1.22 días; mientras que el tiempo de valor agregado se reducirá de 192.85 segundos a 139.02 segundos con la ayuda de las herramientas de manufactura aplicadas.

Debido a las limitaciones que se presentan en la empresa en estudio, el alcance del trabajo mantendrá el flujo del proceso en un sistema *push* o de empuje, pues el cambio a un sistema *pull* o de jalar implica involucrar a las áreas de planeamiento, ventas, entre otras. Para asegurar el flujo continuo y que las estaciones de trabajo tenga solo lo que necesitan y en el momento en el que lo necesitan se propone implementar un programa de 5 S's como punto de inicio para lograr la estandarización y organización de esta forma se obtendrá un cambio de mentalidad en el personal y esto tiene como objetivo lograr la mejora continua y que perdure en el tiempo.

Además, se puede apreciar gran cantidad de paradas de máquina a lo largo de la línea, el detalle de tiempos se muestra en figura 13 mapa de flujo de valor futuro, es por eso que se propone un mantenimiento autónomo que se desarrollara a partir de la tercera fase de la metodología de las 5S's. También para disminuir el tiempo de set-up se propone implementar la metodología del SMED o cambio rápido de herramientas, de esta manera se lograra tener una línea más flexible. De acuerdo con investigaciones realizadas en una empresa de consumo masivo, línea de fideos, realizada por Ramos (2012) y en una planta envasadora de lubricantes realizada por Palomino (2012) se propone como objetivo un OEE de 75% considerando que es lo mínimo aceptable para que una empresa se considere competitiva.

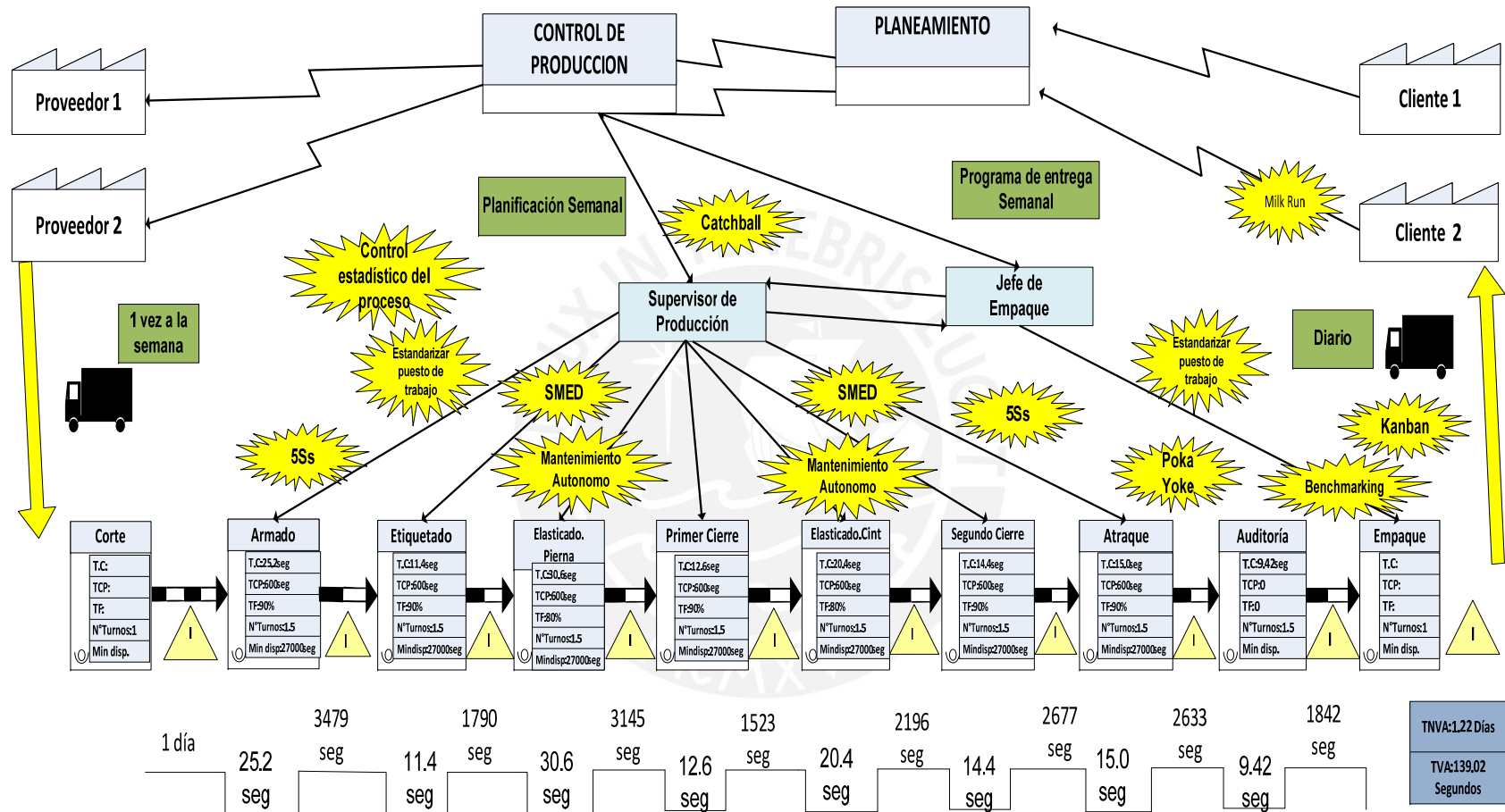


Figura 13: Mapa de Flujo de Valor futuro de la familia de productos M003, M012 y M016

Elaboración Propia

El indicador de MTTB (tiempo promedio de falla) debe aumentar en un 30 % de esta manera se aumentara la confiabilidad de los equipos dentro de la línea y se podrá tener una producción continua.

A su vez, el indicador de MTTR (tiempo promedio para reparar) deberá reducirse en 58 %, de esta manera se podrá responde de una manera más rápida en los imperfectos o fallas que generen las maquinas.

En la tabla 18 se muestran las métricas objetivo que se piensa lograr después de la implementación de las herramientas de manufactura esbelta.

Tabla 18: Métricas de Objetivo

Métricas	Punto Base	Objetivo
OEE	63%	75%
MTTB	55.63 horas	80.32 horas
MTTR	1.03 horas	0.652 horas

Elaboración propia

#### 4.5.2. Priorización de herramientas de manufactura esbelta

Después de haber identificado en el VSM actual (ver figura 9) los problemas más críticos que enfrenta actualmente la empresa en estudio y las herramientas de manufactura que nos ayuden a solucionarlo, se realizó una gráfica que nos muestre la priorización de las herramientas identificadas en el VSM futuro (Ver figura 13) con apoyo del diagrama Pareto. La información obtenida es un trabajo en conjunto con el personal en planta y el autor de esta tesis.

En la figura 14 se identifican dos problemas principales presentes en la empresa que representan el 74% de tiempos que no agregan valor que son los siguientes:

- Paradas de máquina (horas): tiempo en que las máquinas están paradas y no se realiza producción.
- Tiempos ocasionados por el desorden y movimientos innecesarios (horas): representa la cantidad de tiempos improductivos, utilizado para la búsqueda de

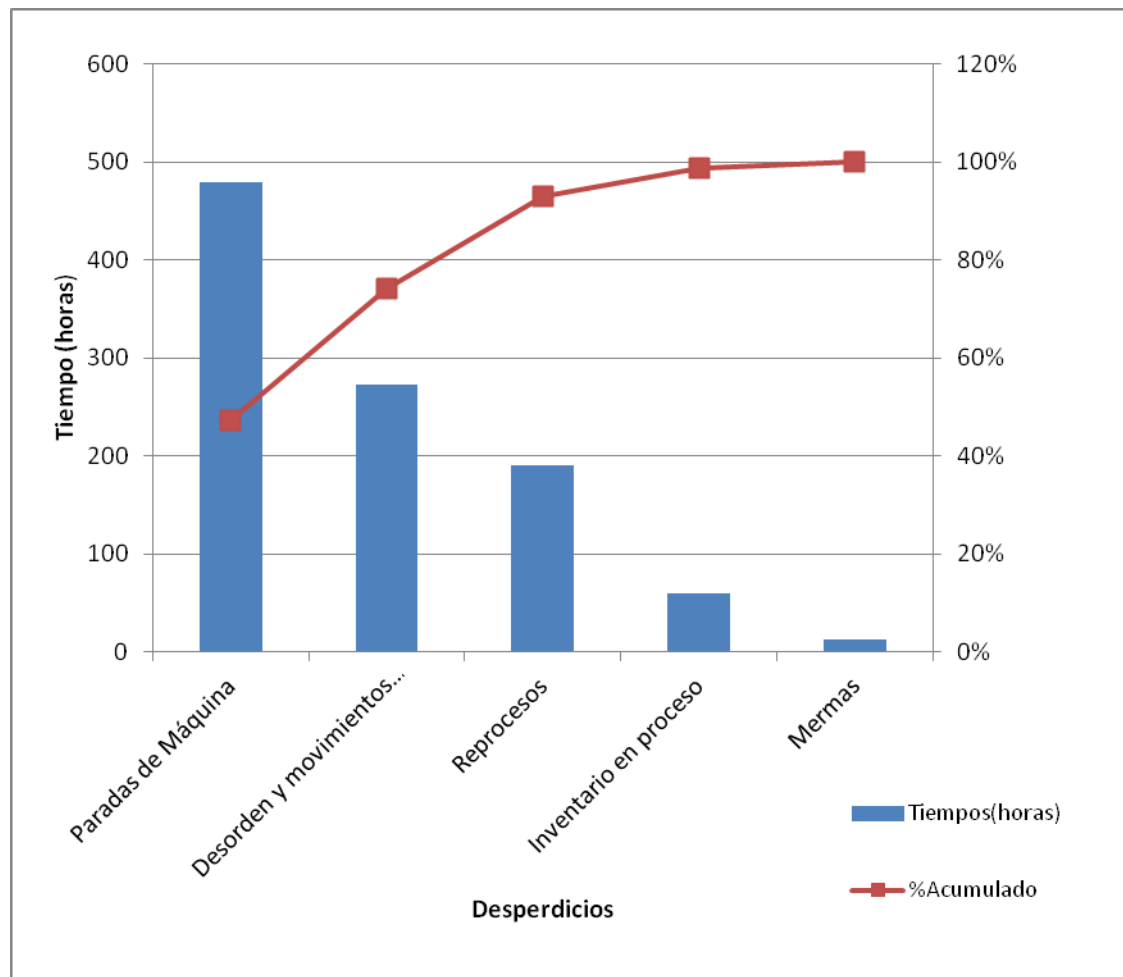


Figura 14: Diagrama de Pareto de tiempos de inproductividad mensual

Elaboración Propia

Se ha realizado una matriz que combina las herramientas de manufactura esbelta con la aplicación efectiva de cada una. Esto se realizó con la finalidad de escoger la herramienta adecuada que proporcione un mayor éxito en su aplicación de acuerdo a los problemas presentados en la línea. La matriz mencionada se muestra en el anexo número 10.

Después de contrastar la gráfica de priorización de herramientas de manufactura esbelta con la matriz de herramientas de manufactura esbelta se llega a la conclusión para solucionar los principales problemas identificados se empleará tres herramientas de manufactura esbelta: 5S's, mantenimiento autónomo y el SMED.

## 5. Segunda Fase-Propuesta de Mejora

### 5.1. Implementación de las 5 S's y Mantenimiento Autónomo

#### Consideraciones para la implementación

En primer lugar, se debe describir los aspectos necesarios que se requiere para aplicar con éxito las herramientas de manufactura esbelta, independientemente de la herramienta elegida. Los acápites en que se debe hacer mayor hincapié son los siguientes:

- Realizar la capacitación de los involucrados en todo lo que respecta al pensamiento, la filosofía y metodología de la manufactura esbelta, esto debe realizarse desde los altos directivos, gerencia, profesionales administrativos hasta el personal en planta.
- Formar equipos de trabajo constituidos por los mismos trabajadores, se debe tener un líder por equipo, el cual se elegirá en base a sus competencias técnicas, así como las de aspectos de liderazgo, pro actividad, etc.
- Difundir y comunicar los objetivos de la manufactura esbelta ajustados a la realidad de la empresa y específicamente del área de confecciones.

Se especifica que se tomará como piloto al área de confecciones y de empaque para realizar la aplicación de la metodología de las 5S's y el mantenimiento autónomo, la aplicación de SMED solo se realizará en la línea seleccionada dentro de confecciones, se pretende demostrar que a corto plazo dichas áreas tendrá mejores resultados en temas de productividad y funcionamiento global. Se espera en un mediano plazo aplicar todas las herramientas necesarias y expandir la metodología de las 5 S's a toda la empresa. Se debe mencionar que en el presente trabajo de investigación se aplicará las dos primeras S's, y en las tres últimas fases se incluirá al mantenimiento autónomo.

#### Diagrama de implementación por etapas de las 5S's

A continuación se presenta las fases necesarias para implementar la metodología de las 5S's en conjunto con el mantenimiento autónomo.

**Primera etapa (limpieza inicial):** La primera etapa de la implementación se centra principalmente en una limpieza a fondo del sitio de trabajo.

**Segunda etapa (optimización):** En la segunda etapa se debe mejorar lo que esta con una buena clasificación, un orden coherente, ubicar los focos que crean la suciedad y determinar los sitios de trabajo con problemas de suciedad e implementar el mantenimiento autónomo.

**Tercera etapa (formalización):** En la tercera etapa se debe establecer procedimientos, normas o estándares de clasificación, mantener estos procedimientos a la vista de todo el personal, erradicar o mitigar los focos que provocan cualquier tipo de suciedad e implementar las gamas de limpieza.

**La cuarta y última etapa (perpetuidad):** Se orienta a mantener todo lo logrado y a dar una viabilidad del proceso con una filosofía de mejora continua.

En la figura 15 se muestra el diagrama de implementación por etapas de la metodología de las 5S's.

En los anexos 11 y 12 se muestran las áreas de la empresa en la actualidad, antes de la aplicación de la metodología de las 5S's.

### **Aplicación de las 5S's**

Las 5S's es un programa desarrollado para conseguir con un enfoque sistémico mejoras duraderas en el nivel de organización, orden y limpieza. Es aplicable a todo tipo de empresa, áreas, almacenes, gestión de stocks, puesto de trabajo, archivos, etc.

Son muchas las empresas que siguiendo el enfoque de las 5S's experimentan una mejora sustancial en su organización, orden y limpieza. En general elimina ineficiencias, evita errores y consigue que todo funcione sin problemas.

A continuación se muestra la aplicación de la metodología, tomando como base la aplicación realizada por los autores Castro(2005) y Ramos (2012) , adaptada y aplicada a la realidad de la empresa en estudio. Se debe de mencionar que el requisito indispensable para pasar a la siguiente fase de la metodología es la de haber aprobado la auditoría realizada por el consultor y esta debe obtener un puntaje mínimo de 75 del total de 100. Se muestra los formatos de auditoría utilizados en el anexo 13.

**3. COMO IMPLEMENTAR LAS 5 S**  
**DIAGRAMA DE IMPLEMENTACION POR ETAPAS DE LA 5 S**

<b>5'S</b>	LIMPIEZA INICIAL	OPTIMIZACION	FORMALIZACION	PERPETUACION
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>CLASIFICAR</b>	Separar lo que es útil de lo inútil	Clasificar las cosas útiles	Revisar y establecer las normas de orden	<b>ESTABILIZAR</b>  <b>MANTENER</b>  <b>MEJORAR</b>  <b>EVALUAR (AUDITORIA 5'S)</b>
<b>ORDEN</b>	Tirar lo que es inútil	Definir la manera de dar un orden a los objetos	Colocar a la vista las normas así definidas	
<b>LIMPIEZA</b>	Limpiar las instalaciones	Localizar los lugares difíciles de limpiar y buscar una solución	Buscar las causas de suciedad y poner remedio a las mismas	
<b>ESTANDARIZAR</b>	Eliminar lo que no es higiénico	Determinar las zona sucias	Implantar las gamas de limpieza	
<b>DISCIPLINA</b>	<b>ACOSTUMBRARSE A APLICAR LAS 5'S EN EL EQUIPO DE TRABAJO Y RESPETAR LOS PROCEDIMIENTOS EN EL LUGAR DE TRABAJO</b>			

OFICINA DE CONTROL INTERNO  
Héctor Vargas Rodríguez

Figura 15: Diagrama de implementación por etapas de las 5S's

Fuente: Vargas (2004)

### Implementación de los Pilares de 5 S's

#### Elaboración del Plan de Implementación

Para la elaboración del plan de implementación se tomaron en cuenta los siguientes acápite:

Apertura del programa: se realizará un curso de introducción y capacitación sobre esta metodología, la cual contienen un taller práctico de aplicación de los 5 pilares.

1 Determinación de Recursos: Se creará los materiales para la campaña de 5S's.

2 Ejecución de la primera S, Clasificación: se desarrollara la estrategia de las tarjetas rojas para luego determinar la disposición de los elementos innecesarios.

3 Ejecución de las segunda S, Orden: se llevara a cabo la estrategia de indicadores y la estrategia de indicadores y la estrategia de pintura.



4 Desarrollo de la tercera S, Limpieza en conjunto con el mantenimiento autónomo: se implementara las fases de limpieza.

5 Desarrollo de la cuarta y quinta S, Estandarización y Disciplina: Se elaboraran reglas para mantener el sistema.

En el anexo 13, se presenta el cronograma de implementación de las 5 S's.

### **Lanzamiento del Programa**

El lanzamiento del programa tendrá como promotor al Jefe de Recursos Humando, quien explicará la importancia de la capacitación que se llevaría a cabo. Dicha capacitación se realizará en un taller de 5 horas en la primera semana, el día sábado que se tienen menor carga laboral, estará a cargo de un experto en Producción Esbelta.

### **Planificación**

Una vez realizada la charla de planificación, se realizará una capacitación profunda de 2 horas, que tendrá como expositor al experto en Producción esbelta, donde se planificará la manera más detallada de la implementación de 5S en el área de confecciones. En la planificación se pretende que estén presentes los 2 supervisores del área, el jefe de empaque, el jefe de corte.

En la planificación se acordará que antes de la implementación de cada pilar, se determinarían los recursos necesarios para los mismos, ya que se debe tener listos todos los elementos necesarios para que el proyecto no fracase.

### **Establecimiento de la Organización de Promoción de 5S's**

Durante la reunión de planificación también se determinará una organización interna la cual se encargaría de la promoción y soporte de la metodología 5S's, ya que esta misma organización, no solo serviría para dar soporte a confecciones sino más adelante lo realizaría para toda la empresa. Como líder del proyecto 5S en la empresa se elegirá al Gerente de R.R.H.H. debido a que es el que permanece más tiempo en la empresa y tiene un alto poder de decisión dentro de la organización. A su vez, se elegirá a los facilitadores y los equipos de trabajo, En la figura 16 se presenta el organigrama de promoción de 5S's.

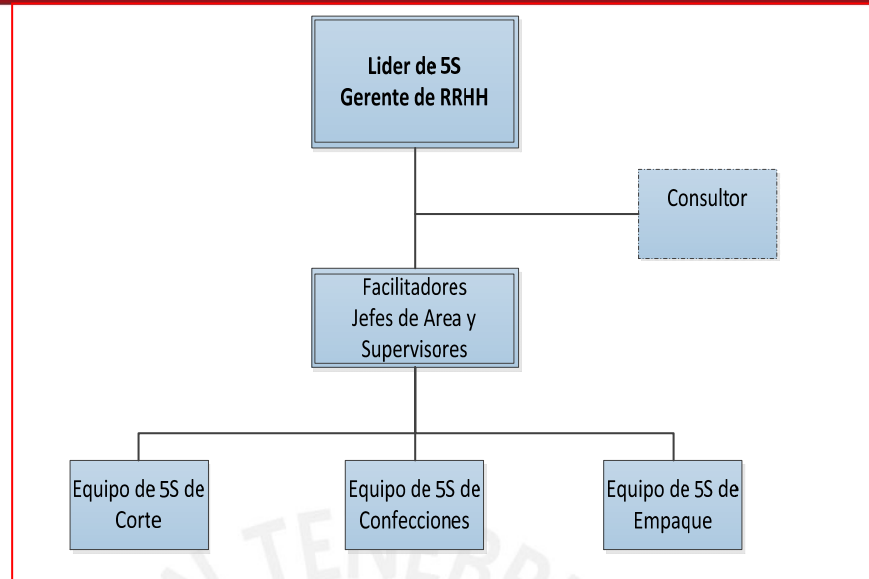


Figura 16: Organigrama de promoción 5S's

Elaboración Propia

### 5.1.1. Primera S: Clasificación

En la figura 17 se muestra el esquema que se seguirá en el proceso de implementación de la primera fase de la metodología de las 5S's.

**Planificación:** Se consideran los siguientes aspectos para la planificación de Clasificación: la determinación de los recursos, la elaboración del formato de las tarjetas rojas y la selección e identificación del área de tarjetas rojas.

#### Determinación de los recursos

Toda planificación debe tener en cuenta los recursos que se utilizarán para la implementación, se establecerá que se utilizaría 5 pliegos de cartulina para la elaboración de las tarjetas, 2 metros de cuerda delgada para colgar dichas tarjetas y se calculó que se utilizarían 2 tarros de pintura amarilla y roja para la elaboración de los letreros.

#### Elaboración del formato de tarjetas rojas

El diseño y la elaboración del formato de las tarjetas se realizarán con la colaboración del jefe de inspección, el jefe de corte y los supervisores de confección.

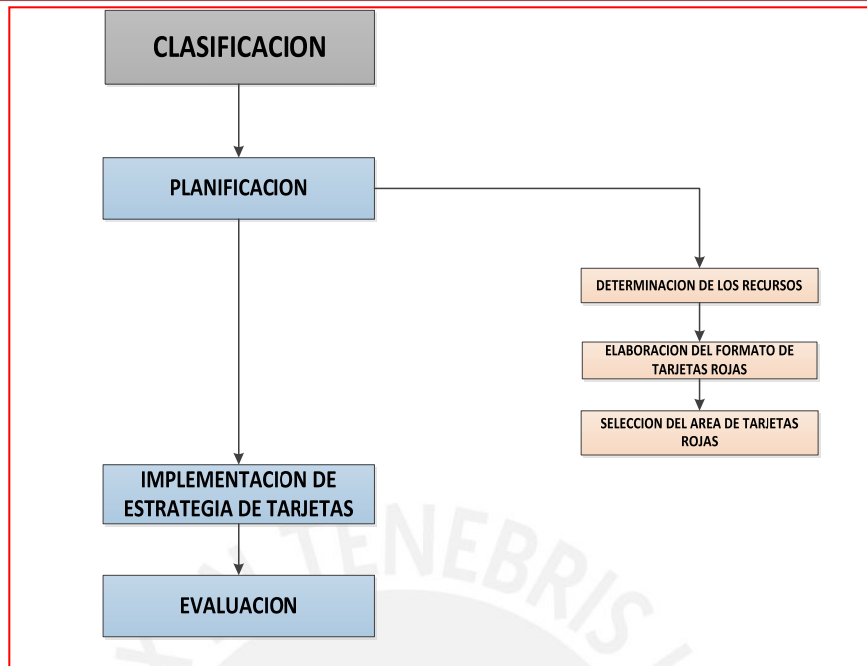


Figura 17 Esquema de la primera fase Clasificación

Fuente: Castro (2005)

Se implementará un formato sencillo para su fácil llenado y colocación (Ver figura 18). Este formato de las tarjetas rojas contiene: fecha de colocación, número de tarjeta colocada, el área en donde se encuentra, el nombre del elemento y la cantidad de objetos incluidos bajo la misma tarjeta roja.

Además en la tarjeta existe un espacio destinado para colocar la disposición posible del artículo que puede ser: Transferir si se trata de elementos u objetos que puedan servir en otra área; eliminar si son artículos que no pertenecen al área y no sirven; por inspeccionar si se trata de objetos que requieren de una revisión más detallada o no sabemos si puedan servir a alguien. Finalmente, el formato contiene un espacio para comentarios o dudas.

#### **Selección del área de tarjetas rojas.**

Se establecerá que el área de las tarjetas rojas en confecciones, sería de 3 m<sup>2</sup> y se ubicaría junto a la zona Depósito de máquinas.

METODOLOGIA 5S's		FOLIO: <input type="text"/>	
<b>TARJETA ROJA</b>			
Fecha de Alta:		Fecha Compromiso para Cierre:	
Descripción del Objeto:			
Responsable:			
Propietario:		Área/Departamento/Unidad:	
Acción:			
Categorías			
Insumos:		Documentación Legal:	
Equipo de Oficina:		Producto / Muestras:	
Papelaría y Materiales:		Producto en Proceso:	
Accesorios y Herramientas:		Mobiliario y Equipo:	
Bienes del Cliente:		Desperdicios / Basura:	
Refacciones:		Artículos Personales:	
Cajas y Contenedores:		Otro (Especifique):	
Bolsas:			
Motivos			
No se Utiliza:		Dañado / Maltratado:	
No se Necesita:		Contaminante / Desperdicio:	
Uso Desconocido/Sin Dueño:		Duplicado / Transferencia:	
No Sirve / Descompuesto:		Otro (Especifique):	
Defectuoso:			
Observaciones:			
Autorizo:		Destino Final:	
GEN SOL, S.A. DE C.V. – GENERACIÓN DE SOLUCIONES			

Figura 18 Tarjeta roja  
Fuente: Gensol (2012)

### Implementación de Estrategia de Tarjetas

El mejor modo de poner en práctica el programa de tarjetas rojas es completarlo en el área rápidamente, si es posible en uno o dos días, porque si se deja dilatar el proyecto caerá el entusiasmo y la moral del personal involucrado.

Por esta razón se determinaría en conjunto con el Jefe de Recursos Humanos que el tiempo destinado para la implementación de este pilar sería de 30 minutos diarios durante dos días para terminar de colocar las tarjetas. Antes de la colocación de tarjetas rojas se realizaría un recordatorio de los conocimientos impartidos en el curso y se les explicaría el formato de la tarjeta.

El primer paso sería separar los elementos necesarios de los innecesarios y simultáneamente adherir las tarjetas rojas. La aplicación de esta estrategia empezó contaría con la presencia y colaboración del Gerente General, el Gerente de R.R.H.H.,

los Jefes y supervisores de las áreas ya mencionadas, todos ellos colocaron tarjetas a los elementos innecesarios.

El siguiente sería transportar y apilar en el área de tarjetas rojas los elementos innecesarios. Algunos objetos que no podían ser movidos al área designada solo se les adherirá la tarjeta. La aplicación tendría una duración prevista de dos días y luego se procedería a tabular cada una de las tarjetas colocadas con su respectiva numeración para posteriormente evaluar y determinar que disposición tendrán estos elementos.

Es importante realizar un seguimiento a los elementos con tarjeta roja para que estos sean destinados a otras áreas o eliminados, caso contrario la disminución del área ocupada por elementos innecesarios no se podrá apreciar

La Tabla 19 muestra el resultado de la tabulación de las tarjetas rojas colocadas.

Como se puede apreciar en la Tabla 19, se colocarían 20 tarjetas rojas a elementos innecesarios, que corresponden a 86 objetos. Se observa también en la tabla los posibles comentarios anotados por los trabajadores de todas las áreas y que serían tomados en cuenta al momento de la disposición que tendrían dichos elementos.

Luego del levantamiento de la información, se llevaría a cabo una reunión en el área de confecciones con los 2 supervisores y con los jefes de corte y empaque, en la cual se discutirá la disposición que tendrían los elementos con tarjetas, y se procederá a eliminar, transferir o reordenar dichos elementos.

**Evaluación:** El ejercicio de colocar las tarjetas rojas resultaría muy bueno por la participación de los colaboradores en las áreas, además que se estima que dure dos días aproximadamente.

Se identificaría diversos elementos y/o herramientas que ocupan un espacio innecesario, siendo algunos catalogados para transferirlos a otras áreas o eliminarlos si no son necesarios.

En la Tabla 20 se muestra la disposición final que se tendría con los elementos con tarjetas rojas.

Tabla 19: Resultado de tabulación de tarjetas rojas colocadas

N	Elemento	Cantidad	Comentarios
1	Estanteria de madera	1	
2	Mascaras full face	4	Dañadas
3	Aro de anilos y tuercas	1	Verificar cantidades
4	Escoba de madera	1	
5	Argollas	12	Transferir o eliminar
6	Ventilador	1	2 hélices(eliminar)
7	Bidón de agua	1	Eliminar
8	Mesa	1	Eliminar
9	Cajon de madera	2	Eliminar
10	Cajon de plástico	3	Eliminar
11	Cajon de pernos	1	Transferir
12	Armario	1	Transferir
13	Tacho de basura	2	Dañadas
14	Anillos	35	Inspeccionar
15	Botellas de agua vacías	4	Eliminar
16	Teclado	1	Eliminar
17	Bolsas de plástico	5	Eliminar
18	Trapos	8	Eliminar
19	Silla	1	Eliminar
20	Tijera	1	Dañada

Elaboración Propia

Tabla 20: Disposición final de tarjetas rojas

N	Elemento	Cantidad	Comentarios
1	Estanteria de madera	1	Eliminado
2	Mascaras full face	4	Eliminado
3	Aro de anilos y tuercas	1	Transferido a Mantenimiento
4	Escoba de madera	1	Ordenado
5	Argollas	12	Transferido a Mantenimiento
6	Ventilador	1	Eliminado
7	Bidón de agua	1	Eliminado
8	Mesa	1	Ordenado
9	Cajon de madera	2	Eliminado
10	Cajon de plástico	3	Eliminado
11	Cajon de pernos	1	Transferido a Mantenimiento
12	Armario	1	Transferido a Mantenimiento
13	Tacho de basura	2	Eliminado
14	Anillos	35	Transferido a Mantenimiento
15	Botellas de agua vacías	4	Eliminado
16	Teclado	1	Eliminado
17	Bolsas de plástico	5	Permanece
18	Trapos	8	Permanece
19	Silla	1	Ordenado
20	Tijera	1	Permanece

Elaboración Propia

El resumen de la disposición o tratamiento que se le daría a los elementos con tarjetas rojas se muestra en la Tabla 21:

Tabla 21: Resumen de tarjetas rojas

ELEMENTOS ELIMINADOS	9
ELEMENTOS TRANSFERIDOS	5
ELEMENTOS ORDENADOS	3
ELEMENTOS QUE AUN PERMANECEN	3

Elaboración Propia

De las 20 tarjetas rojas colocadas, 12 fueron desechadas o eliminadas, lo que corresponde al 60% de las tarjetas; 5 fueron transferidas a mantenimiento, lo que corresponde al 20%; a 4 elementos se le aplicó orden, es decir se cambiaron de localización dentro de confecciones, esto corresponde al 15%; finalmente 1 elemento todavía permanecen con tarjeta roja, este es el armario. Por orden de los supervisores de confecciones no puede ser removido, pues a pesar de estar dañado, no se tiene otro para sustituirlo.

### 5.1.2. Segunda S: Orden

Clasificación y Orden son dos pilares asociados, los cuales funcionan bien juntos, nunca por separado. No importa lo bien que se ordene las cosas, ya que si muchos de estos elementos son innecesarios, el Orden tendrá poco efecto.

Luego de clasificar los elementos se debe identificarlos en su lugar de trabajo o de almacenaje de forma que se comprenda fácilmente y por cualquier persona la labor o disposición de dichos elementos. Para el efecto son útiles la estrategia de los indicadores y la estrategia pintura.

En la figura 19 se muestra el esquema que se seguirá en el proceso de implementación de la segunda fase de la metodología de las 5S's.

**Planificación:** Después de la implementación de las tarjetas rojas el área presentaría una panorámica más amplia, lo que motivará a la siguiente reunión de planificación, en la cual debe participar el jefe de corte, el jefe de empaque, los supervisores de confecciones, el consultor.

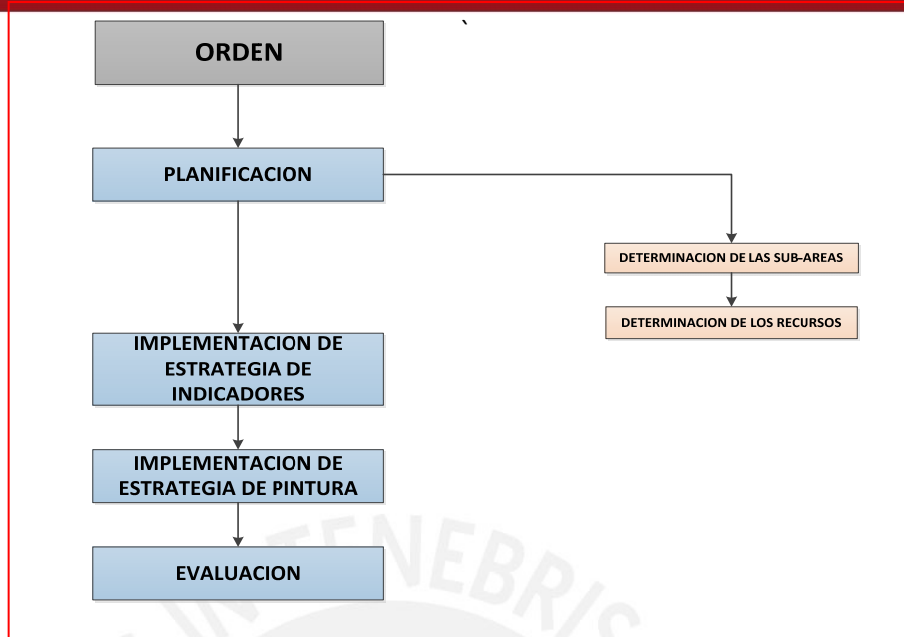


Figura 19 Esquema de la segunda fase Orden

Fuente: Castro (2005)

Durante la planificación de esta fase se tomará en consideración los siguientes puntos:

**Determinación de las sub-áreas dentro de confecciones y empaque:** Una vez determinado el flujo de proceso en confecciones se debe elaborar una lista de todas las sub-secciones o áreas y las mesas de trabajo que necesitaban se identificadas. Además se planificará el cambio de ubicación de todas las máquinas de confecciones que están en leasing inhabilitadas pues ocupan un gran espacio innecesario.

**Determinación de recursos:** Para disminuir los costos del proyecto inicialmente, los letreros de identificación de las sub-áreas serían realizados por el mismo personal, por lo que el asistente de empaque realizará las plantillas de las letras en la computadora con las cuales se pintarían los letreros; se determinaría además que serán necesarias 2 galones de pintura amarilla y 1 galón de pintura roja. Del departamento de mantenimiento se conseguirán tablas de madera, los cuales servirían para los letreros.

**Implementación de estrategia de indicadores:** La implementación de la estrategia de indicadores se dará paulatinamente, ya que las personas que cooperarían con la elaboración de los letreros no pertenecen al área de confección y su colaboración era cuando ellos podían.



Todo el personal de confecciones se involucrará en el momento de colocar los letreros que al serían los siguientes:

- Mesa de corte (x2)
- Mesa de inspección(x4)
- Mesa de control de calidad (x2)
- Zona de avíos (x2)
- Zona de producto terminado (x2)
- Mesa del supervisor (x2)
- Mesa de mecánica (x2)
- Zona de empaque
- Mesa del jefe de empaque.

Además de colocar estos letreros se re-elaboraron los números de series de las máquinas, pues con el desgaste tenían poca visibilidad.

**Implementación de estrategia de pintura:** La estrategia de pintura se debe de poner en práctica en suelos y pasillos, marcando las áreas de paso de la planta diferenciándolas de las áreas de trabajo. En la presente área se delimitará todas las máquinas de confecciones, la mesa de corte, mesa de inspección, mesa de control de calidad, armario de avíos, zona de productos terminados, mesa del supervisor, mesa mecánica, zona del bidón de agua. También se realizará un pintado a toda el área lo que beneficiaría la implementación de las 5S's pues creará un ambiente de trabajo más agradable y lograría que los trabajadores aumenten su motivación para trabajar, mejorando el aspecto del área.

**Evaluación:** Luego de implementar Orden se puede identificar las zonas dentro del área con mayor facilidad lo que demuestra el buen resultado de este pilar. Sin embargo quedaría pendiente colocar algunos letreros indicadores para ciertas mesas que a criterios del personal y de los supervisores son necesarios.

### 5.1.3. Mantenimiento Autónomo

Es fundamental para la implementación del mantenimiento autónomo que la primera y segunda S se lleve a cabo de manera adecuada y auditada, para así poder asegurar un comienzo exitoso. El mantenimiento autónomo se realizará en paralelo con la tercera fase de las 5S's.

#### **Inicio: Preparación del Mantenimiento Autónomo**

Los responsables serían los mismos de las campañas anteriores (equipo Lean) y se nombraría y formaría a los equipos TPM autónomo en la cual se establecerá el cronograma de reuniones del equipo autónomo y la actualización del cuadro de actividades dentro del tablero de gestión visual en donde se publicará las fotos y nombres de los integrantes del equipo TPM autónomos. En esta etapa se procederá a estandarizar los nombres de los componentes y tipo de anomalías, establecer punto de partida en función a objetivos de área y fotografiar equipo/máquina actual y el listado de implementos necesarios para la limpieza.

Con el objetivo de causar impacto significativo dentro del proceso manufacturero con ayuda de la implementación del mantenimiento autónomo dentro de la línea de algodón, se realizará un diagnóstico, que se puede mostrar en la figura 20.

Se tendrá como prioridad en la implementación del mantenimiento autónomo la máquina en el puesto de trabajo que genere un mayor tiempo de parada de máquina.

En base a la figura 20 mostrada se puede concluir que las dos máquinas elastiqueras de la línea tienen 28 y 27 horas de parada de máquina mensuales, es por ellos que se realizará un plan de mantenimiento autónomo priorizando el plan de estas dos máquinas, como punto de partida, con el objetivo de estabilizar el tiempo promedio de fallas (MTBF).

El proceso de enseñanza del mantenimiento autónomo se realizará a través de la persistente repetición de actividades y auditorías en las partes de las máquinas con mayor cantidad de fallas y mayor cantidad de pérdidas de producción. Cuando el operario haya adquirido maestría en la implementación en las partes modelo, se podrá aplicar al resto de partes del equipo y diferentes líneas de producción.

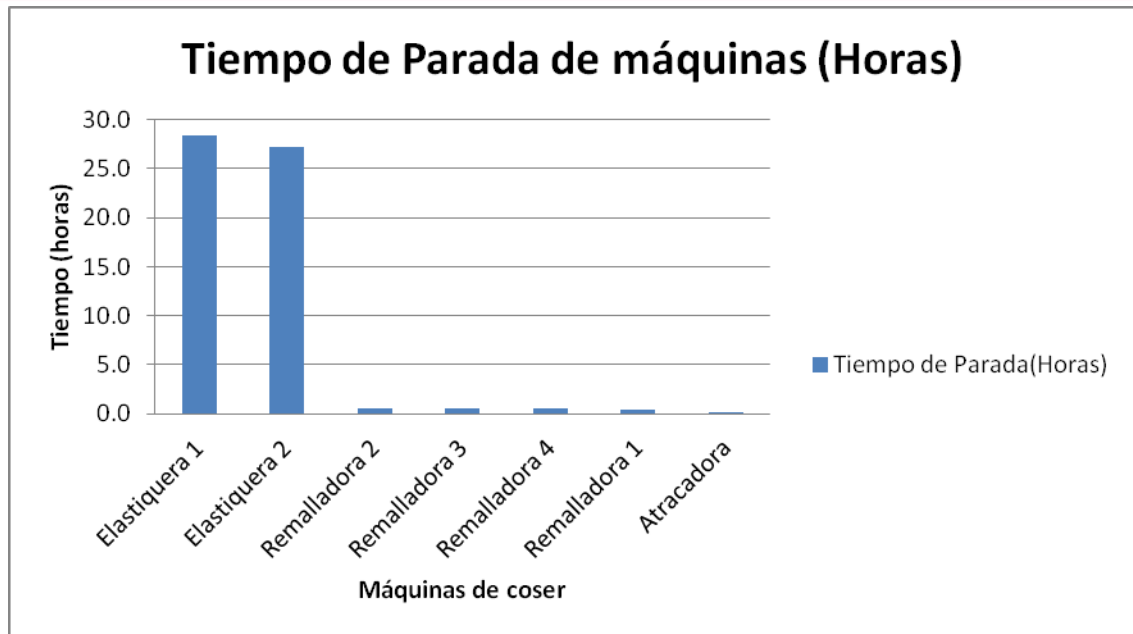


Figura 20: Tiempo de parada de las máquinas de coser en la línea de algodón

Elaboración Propia

Con el objetivo de aumentar la efectividad global del equipo (OEE) se propone inicialmente una capacitación completa y clara a los operarios sobre técnicas de inspección, preparación de estándares de inspección, técnicas de lubricación y técnicas de limpieza, haciendo énfasis en el manejo adecuado de las maquinarias de la línea y sin poner en riesgo la integridad física del operario. El objetivo de esta capacitación gradual pero intensiva es lograr que cada uno de los operarios conozca profundamente la máquina que opera, para poder así detectar el desgaste y posibles fallas que se puedan presentar antes de que sucedan y ellos mismos puedan intervenir en actividades básicas propias del desarrollo de su trabajo tales como lubricación, limpieza, ajuste de tuercas, etc. Esta capacitación será dictada por el consultor en conjunto con el mecánico de la línea, quien es el que tiene un mayor conocimiento sobre los diferentes problemas y el mantenimiento de las máquinas. A su vez se establecerá el cronograma de reuniones del equipo autónomo, la actualización del tablero de gestión visual en donde se publicará los nombres y fotos de los integrantes de equipo TPM autónomo, la estandarización de los nombres de componentes del equipo y tipo de anomalías, establecer objetivos a alcanzar, fotografiar el equipo en su estado actual y listar los implementos de limpieza.

#### 5.1.4. Tercera S-Limpieza

Limpieza significa inspección, ya que cuando se limpian equipos o máquinas se puede ir revisando su funcionamiento para evitar averías y daños futuros, es decir se busca desarrollar un mantenimiento preventivo.

En la figura 21 se muestra el esquema que se seguirá en el proceso de implementación de la tercera fase de la metodología de las 5S's conocida como limpieza:

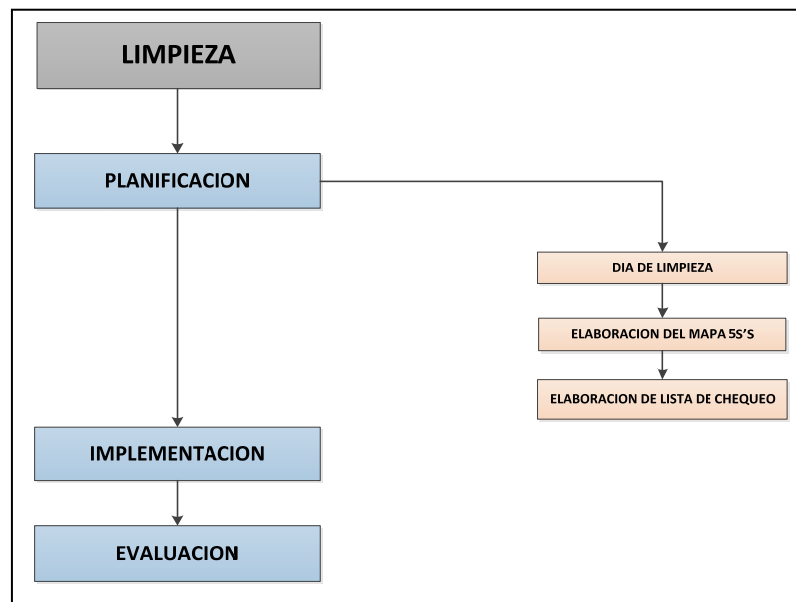


Figura 21: Esquema de la tercera fase Limpieza

Fuente: Castro (2005)

**Planificación:** Para implementar este pilar se tomarán en cuenta las siguientes acciones: día de limpieza en confecciones, elaboración del mapa 5S's y elaboración de la lista de chequeo.

**Día de limpieza:** Se realizará un día de limpieza en las áreas de confecciones, corte y empaque como inicio del tercer pilar.

Con el objetivo de poder encontrar las causas principales de parada que tienen en común de maquina por falla de las diversas máquinas de la línea se realiza un análisis de causa.- raíz empleando el diagrama de análisis de causa raíz o ACR (ver anexo 15) del profesor Doctor Kaoru Ishikawa, para ello se realiza una lluvia de ideas con los

operarios de la línea y el mecánico y se logra agrupar las principales causas en cuatro grupos: Máquina, método, personal y ambiente.

A continuación se va a describir la principales causas de para de máquina identificadas en el diagrama de causa y efecto.

**La máquina se salta alguna puntada** esto puede ser ocasionado debido a que el hilo de la canilla o bobina no está bien devanado o que la aguja está mal colocada.

**En ciertas telas se salta la puntada**, esto es principalmente cuando la prenda es sintética, se debe colocar una tira de papel de seda debajo de la costura y se debe coser junto con el pespunte.

**Las puntadas son irregulares**, se debe a que los dos hilos no se entrelazan en el medio de las dos capas de tela. Se debe corregir regulando la tensión del hilo superior.

**El hilo superior se rompe**, esto puede ser ocasionado porque se está utilizando un hilo demasiado grueso para la aguja y este roza al pasar por el ojo de la aguja. En este caso, se debe cambiar por una aguja más grande o con el ojo más grande.

Otra causa es que la máquina no esté bien enhebrada. Se debe de comprobar si se ha seguido los correctos procedimientos para enhebrar la máquina.

**La aguja de la máquina se rompe**, una de las causas es cuando se tira con fuerza de la tela durante el trabajo, la aguja se va ladeando y es agarrada por el transportado. Se debe dirigir la tela tirando suavemente de ambos lados de la tela y dejar que sea la máquina la que la transporte.

Otra causa es si la canilla o bobina no está bien colocada. Se debe de solucionar fácilmente escuchando el sonido cuando se encaja las piezas.

Otra razón es si se ha cosido sobre un alfiler u otro objeto duro, se debe de dejar limpio el lugar de trabajo siempre.

**La máquina se siente pesada**, la principal causa es que necesita lubricación y limpieza, se debe de utilizar aceites específicos de acuerdo a cada máquina de coser.

Otra herramienta en la tercera fase de la metodología es el plan de actividades de mantenimiento en base al análisis causa raíz, este plan es general debido a que las

fallas identificadas ocurren en todas las máquinas de coser (Ver anexo 16). También se propone un plan de lubricación, inspección, ajuste y limpieza por cada máquina del taller especificando cada parte de la máquina con la finalidad de aumentar la continuidad de sus operaciones y prolongar su vida útil. (Ver anexo 17).

Dentro de los puestos de trabajo se hará énfasis mediante un manual de limpieza los estándares buscados y se publicará en lugares visibles dentro del área de producción, imágenes de cómo debe estar su lugar de trabajo con la asignación a aquella persona responsable de mantener limpio el sitio respectivo de su puesto de trabajo. Al tener identificado los sectores será fácil de ubicar todo el material que se necesite en el área de producción. También se debe estar permanentemente documentando al personal acerca de no guardar o acumular basura o cosas en mal estado. Para lograr este punto, se pasará ocasionalmente por sitios de trabajo, revisando la indumentaria de los operarios y uso de elementos de seguridad por parte de ellos, tales como zapatos de seguridad y mascarillas.

Con respecto a la limpieza inicial, como parte del mantenimiento autónomo dentro de las partes de la máquina, se dividirá en tres actividades principales:

- Eliminar el polvo, la suciedad y los desechos:** Una limpieza profunda fuerza a los operarios a tocar cada parte del equipo. Esto incrementa su interés y su resolución para no permitir que se ensucie de nuevo. La limpieza inicial representará algo de dificultad para los operarios debido a que al principio no se comprende la idea y se piensa que deben de realizar el mantenimiento de las máquinas.
- Descubrir todas las anomalías:** Una anomalía es una deficiencia, desorden, ligera irregularidad, defecto, falla o fisura: cualquier condición que pueda derivar en problemas. Se espera que la implementación del mantenimiento autónomo represente un alto grado de dificultad así que para ello se desarrollará lecciones de punto único que permitirán a los trabajadores aprender a conocer las anomalías usando hojas especialmente preparadas con diagramas simples que ilustren en un solo punto, por ejemplo el cambio de aguja de una máquina. Se planea utilizar dos tipos de tarjeta, una verde para problemas que los operarios puedan manejar por sí mismos y otra de color rojo para los que necesitan la ayuda del mecánico de la línea (ver figura 22).
- Corregir las pequeñas deficiencias y establecer las condiciones básicas del equipo:** Es primordial aumentar la confiabilidad de los equipos estableciendo



Figura 22: Tarjeta verde y roja para operarios

Fuente: Suzuki (2005)

• **Identificación de los Focos de suciedad (FS) y Lugares de difícil acceso para la limpieza (LDA):** Este es un paso muy importante, previo a implementar el manual de limpieza. Consiste en primer lugar, en identificar los focos o fuentes de suciedad, en los diversos agentes que se encuentran en el área, esto se realiza con el objetivo de tener conocimiento de que ocasiona la suciedad del área y equipos, además de poder establecer el mantenimiento autónomo por parte de los trabajadores en las diversas maquinarias existentes.

En segundo lugar, se debe identificar los lugares de difícil acceso para la limpieza, esto se realiza con el objetivo de implementar planes de limpieza de tal forma que se cubra una higiene total en el área de trabajo y que se realice de una manera segura para los trabajadores. En las figuras 23 y 24 se muestran fotografías de las máquinas recta y elastiquera identificando los FS Y LDA.

## MAQUINA-RECTA (FS Y LDA)

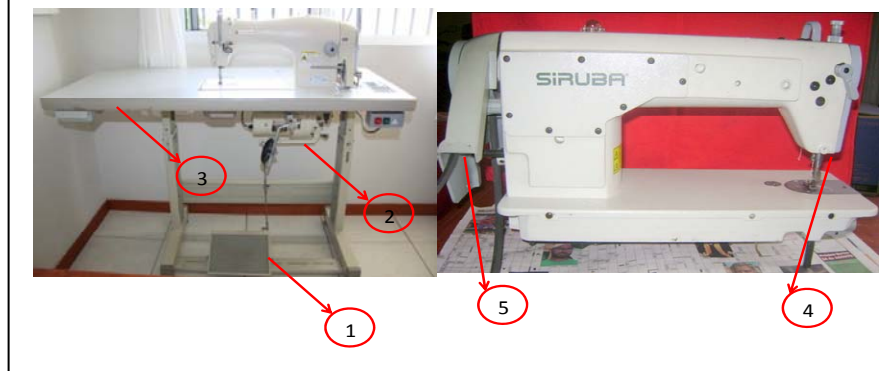


Figura 23: FS Y LDA de la máquina Recta.

Elaboración Propia

1. (FS) El pedal se ensucia debido al polvo generado en el área.
2. (LDA) El motor y la zona de encendido son muy importantes para la limpieza a su vez que son difíciles de limpiar, se debe de implementar un plan para evitar las paradas de la máquina.
3. (FS) Debajo de la mesa de la recta, es una zona que casi nunca se limpia.
4. (LDA) Regulador de tensión y el regulador de puntada son importantes y difíciles de limpiar.

## MAQUINA-ELASTIQUERA (FS Y LDA)

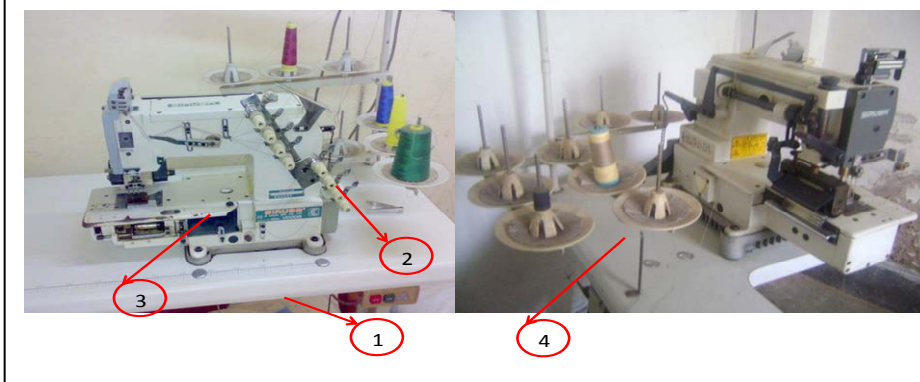


Figura 24: FS Y LDA de la máquina Elástica.

Elaboración Propia



1. (FS) Debajo de la mesa es una zona que casi nunca se limpia.
2. (FS) Porta hilo, que por el continuo trabajo sufren un gran desgaste.
3. (LDA) La barra de aguja y la prensa de tela son zonas que deben estar en perfectas condiciones para tener una producción continua.
4. (FS) La zona de los hilos se cubre de pelusa y polvo.

**Elaboración del mapa 5S's :** Se designarían responsables de limpieza para el área de confección y el área de empaque.

### **Elaboración de lista de chequeo en la implementación de limpieza**

Se elaborará un formato general de lo que se debe chequear en cada sección por su responsable, para que lo adapte y complemente en su propia área.

**Implementación :** El día de limpieza se desarrollaría un día sábado, y durante 3 horas, se aprovecharía que el sábado es el día que se tiene que realizar menor producción y solo se trabaja 8 horas, esto mejoraría la tarea de limpieza profunda.

Una vez limpio el lugar, lo más importante es mantener esa limpieza por eso es que el área de confecciones se dividirá en 2 secciones, designando y comunicando a cada supervisor como responsable de limpieza y haciéndoles hincapié en que esto se debe mantener, el área de empaque será piloteada por el Jefe de empaque, y para asegurarnos que esto se debe mantener se colocará el Mapa 5S's.

Además de comunicarles a cada uno la supervisión exhaustiva de su área se le entregó un formato de chequeo de limpieza para que lo apliquen y lo completen de acuerdo a su sección

**Evaluación:** Luego de realizar el día de limpieza, de la colocación del mapa de las 5S's y de la entrega de formato de limpieza se debe de realizar un seguimiento para identificar si se cumplieron con los principales objetivos de la fase de limpieza; en caso adverso se debe reforzar esta fase con algunas capacitación y auditorías progresivas.

### **Establecer estándares de limpieza e inspección**

#### **Fases de Soporte**

Una vez implementado las 3 primeras fases, clasificación, orden y limpieza, se requiere mantener apropiadamente las tres primeras fases y la limpieza estandarizada o

estandarización ayuda a sostener este estado. Esta no es una actividad sino una condición o estado estandarizado en cierto momento de tiempo, y la disciplina es el factor importante de hábito de los procedimientos correctos de mantenimiento.

**5.1.5. Cuarta S: Estandarización**

Como se mencionó anteriormente, para mantener las condiciones de las 5S's se asignarán responsables en cada sección y se colocará un mapa 5S's en una pizarra de confecciones, además se determinarán días de limpieza específicos por sección incluido el área del baño.

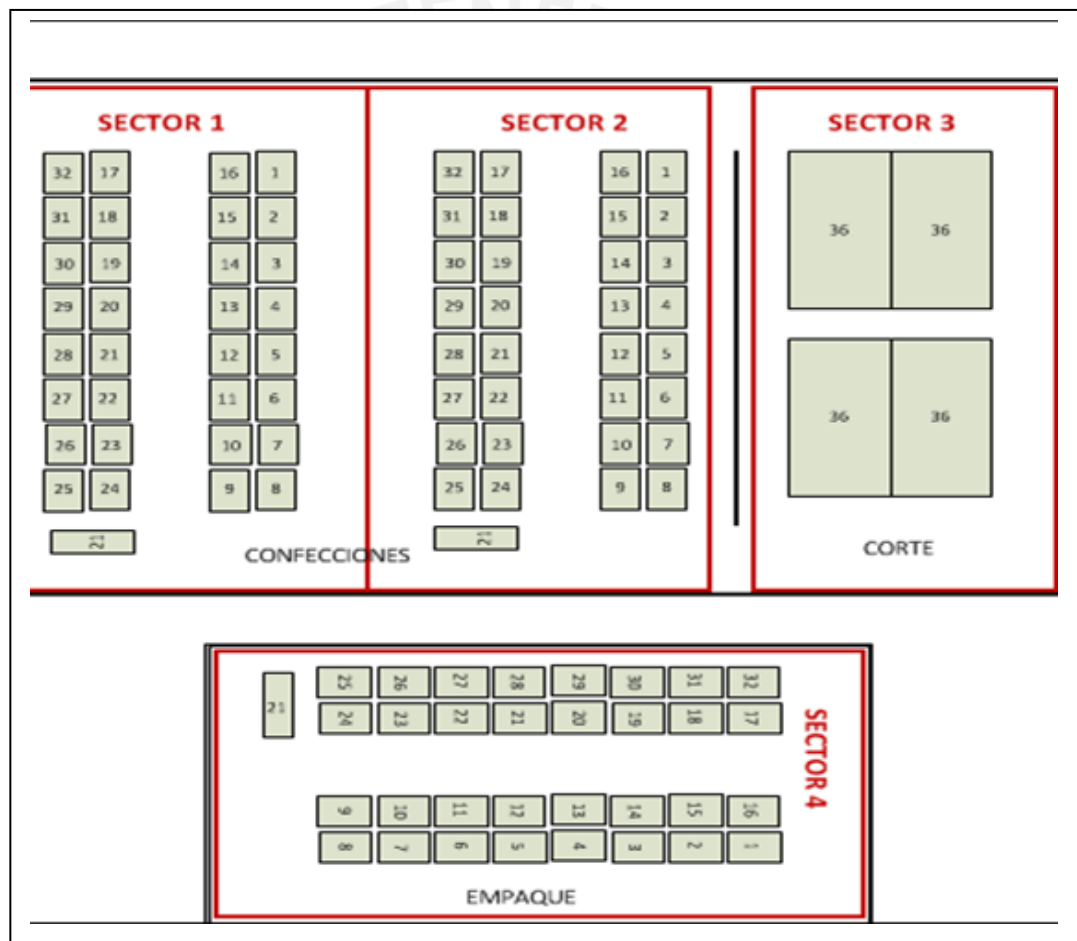


Figura 25: MAPA 5S'S Confecciones, Corte y Empaque

Elaboración Propia

Como se aprecia en la figura 25 se dividió en 4 áreas, en las cuales tienen responsabilidad:

- Área 1: Supervisor de confecciones 1
- Área 2: Supervisor de confecciones 2
- Área 3: Jefe de Corte
- Área 4: Jefe de Empaque

Además se estandarizo la limpieza del baño de la siguiente manera:

- Lunes: Supervisor de confecciones 1
- Martes: Supervisor de confecciones 2
- Miércoles: Jefe de Corte
- Jueves: Jefe de Empaque
- Viernes: Asistente de Empaque
- Sábado: Auxiliar de Limpieza

Otro estándar que también se determinaría es que se tendrá en espera la tela cortada como máximo 1 día de esta forma se evitará tener tela cortada ocupando un espacio en la mesa de corte.

La tercera estandarización es la del tiempo en que se envíe el producto terminado a empaque, este debe ser el mismo día de esta manera se evitará que las prendas se encuentren en el área de confecciones provocando un desorden y se ayudará a minimizar los tiempos de espera en el área de empaque.

Como cuarto estándar, se establecerá que el personal debe llegar minutos antes de las 7 am, para poder cambiarse la ropa adecuada e instalarse en su puesto de trabajo, este tiempo era entre 10 a 15 minutos ya que se tiene las costumbre de realizarlo dentro de las horas de trabajo, por lo que se iniciaba el turno a las 7 15 am.

El quinto estándar sería el de los procedimientos utilizados dentro del área de confecciones estandarizado con ayuda de LUP (lección de un punto), todos han sido mapeados y se muestran los principales como el enhebrado de hilo (Anexo 18), sacar el hilo hacia afuera de la canilla (Anexo 19) y el cambio de aguja (Anexo 20), de esta manera se va a lograr minimizar el tiempo en que se tardan en realizar cada una de estas operaciones y evitar los posible errores, de la misma forma que se complementará con la reducción del tiempo de set-up, desarrollado junto con la metodología de *SMED*.

El sexto estándar sería dentro del tema de Seguridad e Higiene Industrial y son los siguientes puntos:

- Usar equipos de protección personal:

- Ropa de trabajo adecuada: mandiles, guardapolvos, entre otros. Puede utilizarse mandiles de un color distinto para el área de confecciones y otro para empaque o corte.

- Las instalaciones e donde puedan guardarse la ropa u otros objetos personales en forma segura) como colgadores, estantes o armarios) contribuyen al aseo personal de los participantes.

- Prevención ante casos de emergencia: implementar avisos de señalización en los talleres, pasadizo, escaleras, etc. Esto se refiere a avisos de salidas de emergencia, salidas, escape, zonas de protección sísmica, avisos de no fugar, entre otros.

- Prevención ante accidentes: implementar extintores y botiquines de primeros auxilios en el área de confecciones, estos deben estar claramente señalizados y colocados en lugares de fácil acceso.

- Un botiquín debe contener: vendas esterilizadas, esparadrapos, gasas, tijeras, pinzas, crema antiséptica y medicamentos simples.

- Mantener los servicios básicos en funcionamiento

- Instalaciones sanitarias: se debe de tener en buen estado los SSHH (limpieza diaria) para prevenir enfermedades y se debe usar racionalmente el agua potable.

- Implementar adecuadamente las instalaciones eléctricas (cableados, enchufes, interruptores, pozos de tierra, fluorescentes, entre otros)

- Implementar tachos de basura en el área de confecciones, pasadizo y las demás áreas, de preferencia que sean de colores: verde para desechos orgánicos y amarillo para desechos inorgánicos.

- Mantener el área de confecciones adecuadamente pintada (interna y externamente).

Por último, el estándar del control de sustancias peligrosas se realizará a través de medidas simples las cuales son las siguientes:

- Limpiar adecuadamente: no levantar polvo al barrer. El polvo daña la salud del personal y deteriora las maquinas, si se humedece el polvo será más fácil recogerlo.

- Instalar ventilación localizada pero eficaz, se debe de abrir las ventanas para mejorar la ventilación.

- Iluminación: una mala iluminación ocasiona la disminución de la eficiencia de los participantes, ocasiona fatiga visual, cansancio y dolores de cabeza.

- Se debe de aprovechar al máximo la luz natural: la luz natural es la mejor fuente de iluminación y la más económica. Cuando se piensa en nuevas ventanas y tragaluces, se debe de tomar en cuenta que si esta se encuentra a mayor altura proporcionara mayor luz.

- Ubicar las fuentes de luz en el lugar adecuado, al cambiar la posición de los fluorescentes, es posible mejorar la iluminación sin incrementar la cantidad de iluminación (la altura ideal para instalar los fluorescentes es de 1.20 metros sobre el nivel de la mesa de trabajo).

- Evitar las zonas de sombra: las sombras muy marcadas en la superficie de trabajo son generadoras de productos de mala calidad y también ocasionan baja productividad.

Cabe mencionar que los procedimientos descritos fueron desarrollados como instructivos en la cual se acoplaron también las tareas de las 5S's y mantenimiento autónomo, lo que le dio una mayor fuerza a la metodología.

#### 5.1.6. Quinta S: Disciplina

Este último pilar es más difícil de medir por no ser tan visible a diferencia de la clasificación, orden, limpieza y estandarización. La disciplina está relacionada directamente con el cambio cultural de las personas, es por eso que solo la conducta demuestra su presencia, sin embargo se pueden crear condiciones que estimulen la práctica de su disciplina.

Ganar en hábitos y disciplina es cuestión de tiempo, y a los colaboradores de la empresa en estudio aún les falta esto, sin embargo para mantener la motivación y entusiasmo de la implementación se proponen talleres de refuerzo de los conocimientos donde los empleados explicarán a sus compañeros cada uno de los pilares de las 5S's.

En este pilar es muy difícil de desarrollar así que el primer paso sería un taller como medio para crear disciplina y sostener el programa. Para lograr esto será necesario desarrollar herramientas de promoción 5S's como eslóganes, insignias, boletines, exhibición de fotografías de antes y después de la implementación, letreros, manuales de bolsillo, etc.

**Reestructuración del área de trabajo:** Cuando se aplica la técnica de 5S's es importante estar atento a las mejoras respecto a la distribución del área de trabajo y al balance de máquinas, para que junto con la implementación de la metodología se puedan integrar herramientas de mejora continua que se interrelacionen con las 5 S's.

**Distribución de área de trabajo:** La sección de confecciones, además de los elementos ya descritos en este documento, presenta un total de 48 máquinas que se encuentran en estado de leasing, y no pueden ser utilizadas, esto representa un espacio ocupado dentro del área de trabajo, así que se decidió moverlas a un almacén que se tiene en el primer piso.

#### 5.1.7. Beneficios esperados de la aplicación de las 5S's

Los beneficios generados por la implementación de las 5S's y el mantenimiento autónomo son los siguientes:

La reducción de los tiempos de acceso a los avíos, herramientas y otros elementos de trabajo que ayudaran a que mejore el flujo de trabajo.

Facilidad de apreciar los escapes, fugas y contaminaciones existentes de las máquinas y que frecuentemente quedan ocultas por elementos innecesarios que se encuentran cerca de los equipos.

Al contar con un ambiente más limpio, esto conduce a un aumento significativo de la efectividad global del equipo, se reducen los despilfarros de materiales u energía lo que genera que la calidad del producto mejore y se eviten pérdidas por suciedad y contaminación del producto y empaque, facilidad del acceso rápido a elementos que se requieren en el puesto de trabajo, mejorar la información en el sitio de trabajo para evitar errores y acciones de riesgo potencial y poder realizar el aseo y la limpieza con mayor facilidad.

## 5.2. Implementación de SMED

La aplicación de la herramienta SMED será direccionada al proceso de set-up de la línea de confecciones para la familia de productos establecida. Este proceso, como ya se mencionó es uno de los principales causantes de las paradas que se generan en la

línea en el turno de trabajo, motivo por el cual su estudio y opción de mejora deberá ser atacado dentro del presente estudio.

A continuación de acuerdo con la metodología implementada por (Barcia Villacreses & Mendoza Guerrero, 200X) se seguirá los siguientes pasos rápidos para aplicar *SMED*.

### **Paso 1 y 2 Formación del equipo de trabajo y Capacitación en temas de *SMED*.**

Formación del equipo de trabajo estará compuesta de la misma forma que en las 5S's con la supervisora de líder y los operarios. La capacitación en temas de *SMED*, Diagrama Causa-Efecto, Diagrama Multiactividades, elementos de máquina, etc. Se realizará en conjunto con las capacitaciones de 5S a cargo del consultor.

### **Paso 3 Análisis de la Situación Actual**

El proceso de set-up es un procedimiento que implica operaciones rutinarias de aproximadamente 30 minutos para las máquinas remalladoras y atracadoras; 45 minutos para la máquina elástica. Estas operaciones se realizan al inicio del turno, generando un tiempo acumulado importante en el cual la línea de confecciones se encuentra parada.

Como se mencionó en la fase de estandarización se tenía las costumbre de empezar el turno de trabajo a las 7:15 am, pero ese problema ya se solucionó, es por eso que se considera los tiempos de set-up del cambio de herramientas en la máquina. Además, no se incluye el ahorro del tiempo de búsqueda de herramientas, que ya se mejoró con la implementación de las 5S's.

### **Paso 4 Análisis de cambio de formato**

La línea de algodón puede fabricar 7 SKUs, debido al análisis de Pareto que se realizó en el capítulo 4, se determinó que los productos de mayor demanda son los siguientes: M003, M012 y M016, es por eso que se analizará los tres cambios de formato que implica cambiar de un producto a otro, como ya se mencionó al no contar con un área de planeamiento definida y trabajar de acuerdo a las prioridades los cambios de formato pueden darse muchas veces al día y estos varían desde los a 2 minutos a los 18 minutos. En la Tabla 22 se muestra el cambio de formato para la máquina Remalladora.

Tabla 22: Matriz de tiempo de cambio de formato-Remalladora

Maquina	Productos	M003	M012	M016
Remalladora	M003	0	10	12
	M012	10	0	8
	M016	12	8	0

Elaboración Propia

En los anexos 21 y 22 se muestran los cambios de formato para las máquinas elastiguera y atracadora respectivamente.

El proceso de cambio de formato es realizado por lo general por 2 personas, el operario y el mecánico, los cuales realizan una serie de actividades de acuerdo a su función. En la máquina remalladora el operario realiza un total de 8 actividades, mientras que el mecánico realiza 4 actividades, se puede inferir que las actividades no se encuentran distribuidas equitativamente entre ellos. Se puede identificar también que el operario tiene el 50 % de tiempo de espera, es decir se encuentra ocioso, mientras el mecánico se encuentra trabajando. Ver tabla 23.

Tabla 23: Escenario base cambio de formato-Remalladora

Maquina	Tiempo (15min)	Operario	Mecanico
Remalladora	Compartida	20%	20%
	Individual	30%	80%
	Espera	50%	0%

Elaboración Propia

En los anexos 23 y 24 se muestran los escenarios base para las máquinas elastiguera y atracadora respectivamente.

### Paso 5 Identificación de actividades internas y externas

Una vez establecidas las actividades necesarias para el cambio de formato por persona, empezamos la identificación de las actividades que efectivamente requieren que la línea esté parada o actividades internas y las que podrían realizarse con la línea en operación paralelamente. Para este análisis utilizamos también el diagrama de operaciones conjuntas de donde identificamos que tanto el operador como el mecánico realizaban actividades de cambio de formato con máquina para cuando las mismas podrían hacerse con la maquina en operación antes o después del cambio de formato. En la tabla 24 se muestra las actividades exteriorizadas para la máquina remalladora.



En los anexos 25 y 26 se muestran las actividades exteriorizadas para las máquinas elastiguera y atracadora respectivamente.

Tabla 24: Actividades exteriorizadas-Remalladora

Maquina	Responsable	Actividad	Duracion(min)
Recta/Remalladora	Mecanico	Traslado y/o espera	3
	Mecanico	Inspeccion Visual	0.5
	Mecanico	Ajustes necesarios	4
	Operario	Control de velocidad de costura	0.2
	Operario	Preparación de los pasadores portacarretes	1
	Operario	Palanca de elevación del pie prensatelas	1
	Operario	Cambio del pie prensatelas	0.2
	Operario	Cambio de aguja	1
	Operario	Comprobar la aguja	0.2
	Operario	Selección del hilo y tela	2
	Operario	Devanado de la canilla	1.5
	Operario	Enhebrado de la canilla	2
	Operario	Compensación de la tensión del hilo y de la aguja	0.5
	Operario	Selector de patrones de puntadas	0.5
	Operario	Tecla de cosido hacia atrás	0.2
	Operario	Placa de zurcir	0.2
Operario	Probar el cosido	2	
			20

Elaboración Propia

### Paso 6 Exteriorización de actividades

La exteriorización de actividades consiste en el entendimiento de cada actividad que tenga la necesidad de contar con la máquina parada para poder ejecutarla. Para realizar esta clasificación se realiza un análisis individual de las actividades en conjunto con los operadores y mecánicos de la planta.

Estas actividades son exteriorizadas al balancear la carga laboral del personal de la línea e incluidas dentro del listado de inspección de operaciones realizado durante el proceso anterior al cambio de formato. La exteriorización de actividades no requiere inversión alguna solo un reordenamiento de la secuencia de las actividades y de la carga laboral de las personas. El mayor desafío en esta etapa es la adaptación del personal al nuevo procedimiento de cambio de formato por lo que se necesita de capacitación frecuente. Una vez identificadas las actividades externas se procederá al análisis de cada una de ellas y al reordenamiento y balanceo de las actividades de

línea. En las Tabla 25 se muestra el reordenamiento de las actividades para cada máquina presente en la línea.

Tabla 25: Escenario 2 Cambio de formato- Remalladora

Maquina	Tiempo (10min)	Operario	Mecanico
Remalladora	Compartida	50%	40%
	Individual	50%	60%
	Espera	0%	0%

Elaboración Propia

En los anexos 27 y 28 se muestran los escenarios de cambio de formato para las máquinas elastiguera y atracadora respectivamente.

La Tabla 26 muestra el diagrama de actividades conjunta del mecánico de la línea y el operario antes de la aplicación de la herramienta SMED, se puede apreciar que se tiene 6 minutos de espera de parte del operador y además la operación de enhebrado del hilo requiere de 5 minutos.

La Tabla 27 muestra el diagrama de actividades conjuntas después de aplicar la herramienta SMED, se aprecia la eliminación del tiempo de espera del operario y la reducción de la operación del enhebrado del hilo obteniendo un reducción del tiempo de set-up total de 10 minutos.

### **Paso 7 Descripción y análisis de actividades internas**

Las actividades internas son aquellas actividades que requieren que la máquina se encuentre detenida para poder ser ejecutada, esto implica que no puede haber producción durante este tiempo y es aquí donde se puede poner la mayor atención y esfuerzo para reducir los tiempos de cambio de formato.

Para poder identificar las actividades internas que pueden ser mejoradas es necesario realizar un análisis conjuntos de los operadores y el personal técnico de cada una de las actividades de la línea buscando en primera instancia reducir las actividades que más tiempo duran, las dificultades que encuentran los operadores para ejecutarlas y la complejidad para realizar las mismas. Una vez que se han identificados las actividades que requieren de la máquina parada serán evaluadas las habilidades y herramientas requeridas así como la complejidad y disponibilidad de los materiales, donde nacen las siguientes propuestas:

Tabla 26: Diagrama de Actividades Conjuntas-Antes de aplicar el SMED-Elastiguera

TIEMPO (MIN)	ACTIVIDADES DEL MECANICO	ACTIVIDADES DEL OPERADOR
1	Traslado	<b>Espera</b>
2		
3		
4	Inspección visual	
5	Ajustes	
6		
7	Realiza la misma función en otra máquina / en caso de algún imprevisto regresa	Enhebrado del hilo
8		
9		
10		
11		
12		Canillado
13		Ajuste de tensiones y puntada
14		Ajustar el ancho de la costura
15		Ajustar la presión del pedal
16		Alimentar diferencial y realizar cadeneta
17		Probar cosido
18		
19		
20		Seleccionar puntada

Elaboración Propia

Se cambiará el turno del mecánico a las 6 am, de esta forma todas las máquinas deben estar operativas a las 7 am y no se perderá tiempo al inicio del turno de producción.

Los operarios deberán llegar minutos antes de las 7 am, de tal forma que deben estar ubicados en su puesto con los implementos de trabajo listos y las herramientas en orden a las 7 am.

Después de la implementación de la metodología de las 5S's, se debe de tener las herramientas necesarias en la línea disponibles con la cantidad necesaria para el cambio de formato y en lugar fijo y accesible bien identificado.

La cuarta fase de la metodología de 5S's, estandarización y con ayuda de los LUP (lección de un punto) permitirán tener los procesos mapeados, como es el caso del enhebrado de hilo que es el que mayor tiempo demanda, de esta manera se reducirá el tiempo de esta operación. Capacitación y entrenamiento a operadores en temas de SMED, y mejora de procesos y métodos a cargo del consultor que implementó el programa de 5S's y mantenimiento autónomo.

Tabla 27: Diagrama de Actividades Conjuntas-Después de aplicar el SMED-Elastiquera

TIEMPO (MIN)	ACTIVIDADES DEL MECANICO	ACTIVIDADES DEL OPERADOR	
1	Mantenimiento correctivo, si es necesario.	Enhebrado del hilo	
2		Canillado	
3		Ajuste de tensiones y puntada	
4		Ajustar el ancho de la costura	
5		Ajustar la presión del pedal	
6		Alimentar diferencial y realizar cadeneta	
7		Probar cosido	
8		Seleccionar puntada	
9		<b>REDUCCION DE 10 MINUTOS</b>	
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

Elaboración Propia

### Beneficios de la implementación

Entre los beneficios de la implementación de SMED en la línea de confecciones podemos mencionar como el más importante la reducción del tiempo de set-up de 30 minutos a 10 minutos para las máquinas remalladora y atracadora y de 45 minutos a 10 minutos para la máquina elástica.

Otro de los grandes beneficios que se obtendrá por la implementación será el incremento del nivel de conocimientos de los operadores técnicos, operarios de calidad y los mecánicos al verse todos ellos involucrados en el proceso. Las herramientas utilizadas para la capacitación serán lecciones de un punto o LUP's, las cuales consisten en presentaciones de máximo 5 minutos realizadas por los operadores a sus compañeros de trabajo sobre un tema específico. Otra herramienta serían las charlas en salones de clase con material didáctico y participación de los operarios y por último se reforzará lo aprendido con sesiones prácticas cronometradas del cambio de formato en las cuales se validará el cumplimiento del procedimiento tanto en tiempo como en condiciones de limpieza.

La disponibilidad de herramientas y piezas de cambio es un beneficio complementario que se reforzará después de la implementación de las 5 S's pues se afianzará el concepto y la importancia de tener un armario de herramientas, útiles de limpieza y piezas de cambio completo para el cumplimiento del procedimiento.

El incremento de O.E.E traerá consigo un aumento de tiempo disponible el cual puede ser aprovechado por la gerencia para incrementar los volúmenes de producción y reducir las horas extras del personal.

### 5.2.1. **Medición de los indicadores después de la implementación de las 5S's, mantenimiento autónomo y SMED.**

En las áreas de confecciones, corte y empaque la implantación de las 5S's se espera un avance constante hasta la tercera fase, es decir hasta la limpieza, luego se podría tonar con mayor dificultad, debido a la carga de trabajo y la posible disminución del interés y motivación de los involucrados. A pesar de eso, se insistirá con charlas y auditorías constantes. A continuación se detallan los tiempos que obtendrán una reducción después de la aplicación de las herramientas de manufactura esbelta.

1. Tiempo de búsqueda de avíos
2. Tiempo de búsqueda de herramientas de mecánica
3. Tiempo de búsqueda de útiles de confecciones
4. Tiempo de Set-Up de las maquinas en la línea.

En la tabla 28 se muestra un cuadro que compara los tiempos ya mencionados, el estado actual y el propuesto después de la implementación de las herramientas de 5S's, mantenimiento autónomo y SMED.

Tabla 28: Reducción de tiempos de actividades después de la implementación de 5S's y mantenimiento autónomo

Tiempo(minutos-diario) -Antes de la implementación	Tiempo(minutos-diario) - Después de la implementación
1) 20 minutos	4 minutos
2) 15 minutos	5 minutos
3) 10 minutos	2 minutos
4) 30-45 minutos	10 minutos

Elaboración Propia

El tiempo promedio de fallas del total de las máquinas aumentaría de 55.63 horas en promedio a 121.29 horas, esto representa un incremento de 118% en la confiabilidad del total de la línea. Ver tabla 29.

Tabla 29: MTTB después de implementar las 5S's

N	Maquinas	Tiempo de Operacion(horas)	Numero de fallas -Después de 5S	MTBF (horas)
1	Remalladora	308,67	2,00	154,33
2	Remalladora	308,67	2,00	154,33
3	Elastiquera	308,67	26,00	11,87
4	Remalladora	308,67	3,00	102,89
5	Elastiquera	308,67	22,00	14,03
6	Remalladora	308,67	3,00	102,89
7	Atraque	308,67	1,00	308,67
				<b>121,29</b>

Elaboración Propia

El tiempo promedio para reparar del total de la línea disminuiría de 8.9 minutos en promedio a 7.34 minutos esto representa una reducción del 17%. Ver tabla 30.

Tabla 30: MTTR después de implementar las 5S's

N	Maquinas	Tiempo Total para Restaurar(min)	Numero de fallas -Después de 5S	MTTR (min)
1	Remalladora	10	2	5
2	Remalladora	10	2	5
3	Elastiquera	390	26	15
4	Remalladora	10	3	3,33
5	Elastiquera	390	22	17,73
6	Remalladora	10	3	3,33
7	Atraque	2	1	2
	<b>Total(min)</b>	<b>822,00</b>		<b>7,34</b>

Elaboración Propia

Con respecto al OEE, la disponibilidad aumentaría de 75% a 94 % debido a que el tiempo dedicado a las paradas no planificadas disminuirá como consecuencia del decremento del tiempo de set-up y del tiempo total para reparar a lo largo del año debido a las mejoras implementadas. El rendimiento aumentará de 93% a 95% debido a que el tiempo bruto de producción aumenta al disminuir el tiempo de paradas no planificadas. La tasa de calidad aumentará de 91% a 95%, debido a que el porcentaje de defectuosos promedio disminuirá de 9.39% a 3.85%.

El OEE global de la línea se incrementaría de 63% a 85% como consecuencia del aumento de los indicadores mencionados, se espera obtener una línea con una eficiencia global de equipos a un nivel adecuado. Los detalles se muestran en las Tablas 31 y 32.

Tabla 31: Resumen del cálculo de la efectividad Global de Equipo en el área de confecciones después de implementar las mejoras.

	Tiempo Calendario	3756	horas
<b>A</b>	<b>Tiempo de Operación</b>	<b>3704</b>	horas
	Tiempo no programado	52	horas
<b>B</b>	<b>Tiempo de carga</b>	<b>3656</b>	horas
	Paradas Planificadas	48	horas
<b>C</b>	<b>Tiempo bruto de producción</b>	<b>3424</b>	horas
	Paradas No Planificadas	232	horas
<b>D</b>	<b>Tiempo Neto de Producción</b>	<b>3242</b>	horas
	Pérdidas de eficiencia	183	horas
<b>E</b>	<b>Tiempo de valor añadido</b>	<b>3117</b>	horas
	Pérdidas de calidad	125	horas

Elaboración propia

Tabla 32: Resumen del cálculo de la efectividad Global de Equipo para el área de confecciones después de implementar las mejoras.

Disponibilidad C/B	94%
Tasa de Rendimiento D/C	95%
Tasa de Calidad E/D	96%
<b>OEE</b>	<b>85%</b>

Elaboración propia

En los anexos 29 y 30 se muestran los cambios experimentados en las áreas después de la implementación de las herramientas de manufactura esbelta.

## 6. Evaluación Impacto Económico

### 6.1. Evaluación Técnica de los impactos del rediseño

Utilizando el análisis realizado por Acuña (2012) como etapa complementaria, se procede a realizar la evaluación técnica de los impactos del rediseño de las operaciones analizadas. Se analiza la influencia e impacto de las mejoras propuestas sobre las operaciones críticas tomando en cuenta conceptos de productividad, calidad, seguridad industrial, incremento de área y espacio volumétrico, capacidad de producción, etc.

En la Tabla 33 se presenta el incremento estimado de la productividad, considerando un ratio de producción por proceso completo:

Tabla 33: Incremento de la productividad

Productividad			
Elemento	Productividad Actual (unid/día)	Productividad con mejoras (unid/día)	% incremento
M003	882	943	7%
M012	828	941	14%
M016	955	1035	8%

Elaboración Propia

De acuerdo con la tabla 33 se estima un incremento del 7% en la prenda M003, 14% en M012 y 8% en M016, de la productividad (media de unidades producidas por día), debido a la implementación de las mejoras en las operaciones críticas analizadas o cuellos de botella de cada uno de los procesos.

Asimismo, procedemos a presentar el aprovechamiento del área de confecciones, después de implementar las mejoras (ver tabla 34).

Tabla 34: Incremento del área de trabajo

Area	% Aprovechado Actual	% Aprovechado con Mejoras	% incremento
Confecciones	60%	80%	33%

Elaboración Propia



Respecto al concepto de calidad, se realizó el análisis por cada operación crítica en basada en términos utilizados dentro del área de calidad los cuales son los siguientes: contaminado, dobles de tela, primera b, manchas y segundas (ver tabla 35).

Tabla 35: Mejora de la calidad en los productos

Concepto	%actual	%con mejoras	%reducción
Contaminado	2.42%	2.42%	0%
Doblez	1.09%	1.09%	0%
1ª (b)	0.44%	0.22%	50%
Manchas	5.30%	0%	100%
2ª	0.12%	0.12%	0%

#### Elaboración Propia

Se entiende por contaminado cuando la tela tiene algún otro hilo diferente al color que le corresponde, no se ha visto impactada con la metodología debido a que es un problema en la compra de la tela.

Doblez se refiere a la forma en que viene la tela (cuatro dobleces), pero en ocasiones la tela viene con un doblez equivocado y ocasiona errores en la prenda, tampoco se ve afectada debido a que también depende del proveedor.

Las fallas denominada 1 era b es un error de costura ocasionado por el operario, se aprecia en la tabla 35 una mejora de 50% debido a que se tendrá operaciones estandarizadas

Las manchas son ocasionadas por suciedad (polvillo), se ve una mejora del 100% pues, la limpieza asegura una calidad casi perfecta.

Por último, los productos defectuosos denominados 2da son errores por hueco en la tela, son producidos en su mayoría por agujas defectuosas o una calibración de la máquina inadecuada. Se observa una mejora del 100% que se logrará en conjunto de la estandarización y el mantenimiento autónomo en el área.

## 6.2. Evaluación del Impacto Económico

En este capítulo se evaluará cual sería el impacto económico de la implementación de las 5S's mantenimiento autónomo y SMED en la empresa. Se realizará el análisis

tomando en cuenta gastos implicados en la implementación de cada una de las herramientas. Luego se procederá a evaluar cuál es el ahorro significativo que se obtiene de implementación, evaluando la cantidad de horas-hombre que se ahorrarían al implementar las herramientas. Finalmente, se evaluará cual es el aumento en la productividad de la línea de confecciones y la capacidad adicional por la implementación.

### 6.3. Costos de Personal

Debido a que la implementación va de la mano con la capacitación, es necesario realizar el cálculo del costo de la hora-hombre del personal involucrado, tanto de operarios como de personal administrativo gerencial.

Cabe resaltar que el salario de los operarios es el actual mínimo vital para la jornada laboral de 8 horas, y que según el TUO del D.Leg.854-D.S 007-02-TR-04-07-02 para las dos primeras horas extras se realizará el pago de veinticinco por ciento (25%) por hora sobre la remuneración percibida por el trabajador; mientras que será del treinta y cinco por ciento (35%) para las horas restantes.

Los resultados obtenidos se pueden observar en la Tabla 36 y la Tabla 37.

Tabla 36: Costo de horas hombre de personal en el área de Confecciones

	Operarios	Mecanico	Supervisor
<b>Sueldo</b>	750	800	1600
<b>Dias</b>	26	26	26
<b>Horas/Día</b>	12	8	8
<b>Costo Hr-H(S./)</b>	3.61	3.85	7.69
<b>Costo Hr. Extras (2 primeras) (S./)</b>	4.51	-	-
<b>Costo Hr. Extras (S./)</b>	4.87	-	-

Elaboración Propia

Tabla 37: Costo de horas hombre de personal administrativo

	Asistente de empaque	Jefe de Empaque	Jefe de RRHH
Sueldo	1200	800	1600
Dias	26	26	26
Horas/Día	8	8	8
Costo Hr-H(S./)	5.77	9.62	19.23

Elaboración Propia

#### 6.4. Gastos de Implementación

La descripción de los gastos toma en cuenta las actividades que se realizan durante la implementación de 5S's. Se consideró a todo el personal como parte del equipo de trabajo de cada área, dado que para mantener y mejorar de forma continua cada área se hace necesaria su participación.

El detalle de las actividades tomadas en cuenta para la implementación se muestra en el anexo 31.

En la tabla 38 se muestra el detalle de costos de la implementación de las 5S's y el mantenimiento autónomo de la empresa en estudio, el cual es equivalente a S. / 10 322.3 nuevos soles, se debe mencionar que se descontó el costo de horas hombres del personal que no pertenece a la línea seleccionada.

Para poder implementar la herramienta SMED, luego de haber tenido éxito la metodología de las 5S's y mantenimiento autónomo, se deberá realizar una inversión equivalente a S. / 1744.71 nuevos soles (ver tabla 39).

#### 6.5. Ahorro generado por la implementación

Se procede a calcular el ahorro que generan, en horas-hombre, la implementación de las herramientas. Tomando en cuenta que se aplican con la finalidad de reducir tiempos. Se tomó en cuenta data histórica anual que nos permita estimar como sería el cambio anualizado.

Tabla 38: Detalle de costos de la implementación de las 5S's y mantenimiento autónomo

	Costos Degradados	Costo	Cantidad	Horas	TOTAL
Costos de Implementación	Repisa para etiquetas,EPP's	500	2		1000
	Tablero de Gestión Visual	100	1		100
	Lecciones de un punto	3	18		54
	Balde de Pintura	55	3		165
	Papelería(afiches, hojas bond, etc)	30	2		60
	Letreros	10	20		200
	Utiles de limpieza(escobas, recogedores,etc)	60	4		240
	Organización de las charlas.	50	14		700
	EPP'S (botas, mascarillas, guardapolvos)	128	10		1280
Reuniones de capacitación inductoria de 5S y mantenimiento autónomo (5 horas)	Costo de Operarios(incluye calidad)	0	35	5	631,0096
	Costo de supervisores	0	2	5	76,92308
	Costo de asistente	0	1	5	28,84615
	Costo de mecanicos	0	2	5	38,46154
	Costo de jefe de empaque	0	1	5	48,07692
	Costo del Jefe de RRHH	0	1	5	96,15385
	Costo del capacitor (Consultor senior)	300	1	5	1500
Capacitacion profunda en equipo de mejora continua 2 horas	Costo de supervisores	0	2	2	30,76923
	Costo de jefe de empaque	0	1	2	19,23077
	Equipo Lean (Consultor)	10	1	2	
	Costo del capacitor (Consultor senior)	300	1	2	600
de implementación de la 1S y 2S (8 hrs operarios y mecanicos, 4 horas supervisores,	Costo de Operarios (incluye calidad)	0	16	8	461,5385
	Costo de supervisores	0	1	4	30,76923
	Costo de mecanicos	0	1	8	30,76923
	Equipo Lean (Consultor)	100	1	8	800
	Auditorías 1S Y 2 S	50	2	2	200
Costo de reunión de implementación de 3S y 4S(8 horas)	Costo de Operarios (incluye calidad)	0	16	8	461,5385
	Costo de mecanicos	0	1	8	30,76923
	Equipo Lean	100	1	8	800
	Auditorías 3S Y 4 S	50	2	2	200
Costo de monitoreo y revisión general (4 horas)	Costo de supervisores	0	1	4	30,76923
	Costo del Jefe de RRHH	0	1	4	76,92308
	Equipo Lean (Consultor)	100	1	4	400
	Auditorías 5S	50	1	2	100
<b>TOTAL</b>					<b>10491,55</b>
<b>TOTAL (LINEA ALGODON)</b>					<b>10322,32</b>

Elaboración Propia

Tabla 39: Detalle de costos de implementación de SMED

Actividad	Tiempo	Costo(S./)	N operarios	Costo Total
Equipo Lean (consultor)	14	100	1	1400
Capacitación SMED	2	3,61	16	115,38
Estudio del Setup	3	3,61	2	21,63
Diferencia entre preparación Interna y Externa	3	3,85	2	23,08
Convertir Preparación Interna en Externa	4	7,69	2	61,54
Mejorar elementos de operación	2	5,77	2	23,08
Auditoria final SMED	2	50,00	1	100

Elaboración Propia

Para encontrar este ahorro se toma en cuenta el impacto estimado que ocasiona cada herramienta en la reducción de tiempos para el desarrollo de las actividades en la línea de confecciones. Esta reducción porcentual se multiplica por los tiempos de anualizados para poder hallar el tiempo que llevaría realizar la actividad luego de la implementación de la propuesta. De esta forma, la diferencia entre estos dos tiempos nos da como resultado el total anual de horas hombres que se ahorran por implementar las mejoras. Estos cálculos son multiplicadas por el costo de la tabla 36.

#### 6.5.1. Ahorro generado por la implementación de las 5S's y mantenimiento autónomo

La primera mejora cuantificada es la del ahorro del tiempo de búsqueda de herramientas y avíos, después de la implementación de las 5S's, la cual era de aproximadamente 20 minutos diarios por operario y disminuye a 5 minutos diarios. El cálculo del ahorro generado se realiza multiplicando el tiempo por el costo de hora hombre del operario. La tabla 40 muestra el detalle de los cálculos.

También se cuantificó el ahorro generado por la disminución de productos defectuosos (9.38% a 3.8 %), esto implica que el operario encargado de calidad tendrá un menor tiempo de trabajo. El total de horas anuales trabajadas se obtiene del producto de las siguientes cantidades: total de horas anuales, 61 % que representa la producción de la línea de algodón y el 59 % que representa el porcentaje de la cantidad disminuida de defectuosos. Finalmente, esto se multiplica por el costo de hora hombre (ver tabla 41).

Tabla 40: Ahorro generando por la disminución del Tiempo de Búsqueda de herramientas y avíos

	Cantidad de personas	Tiempo de búsqueda de herramientas (minutos)	Tiempo de búsqueda de herramientas total(minutos)	Total anual (minutos)	Total anual (horas)
Antes	7	20	140	43820	730,33
Después de 5s	7	5	35	10955	182,58
				Variación en horas anuales	547,75
				<b>Ahorro (H-H) S/.</b>	<b>1975,06</b>

Elaboración Propia

Tabla 41: Ahorro generando por la disminución de productos defectuosos

Cantidad de personas	Porcentaje defectuosos-Antes	Porcentaje defectuosos -Después	Diferencia
	9,38%	3,85%	5,53%
	<b>Costo de H-H</b>	<b>Horas-Anuales</b>	<b>Ahorro Anual</b>
1	3,61	1351,78	<b>4874,22</b>

Elaboración Propia

El ahorro generado por la disminución de tiempo de parada de máquina anual fue calculado gracias a la mejora en la tercera fase de la metodología de las 5S's en conjunto con el mantenimiento autónomo, estas herramientas lograron que disminuya el tiempo en que el operario permanece inactivo mientras reparan la máquina, luego esto se multiplicó por el costo de hora hombre (ver tabla 42).

### 6.5.2. Ahorro generado por la implementación del SMED.

La implementación de la herramienta SMED, trajo como beneficios la reducción del tiempo de arranque de máquina o set-up que tuvo un decremento de 30 a 10 minutos por máquina, esto se logró en conjunto con la cuarta fase de la 5S's estandarización, pues se crearon procedimiento y lecciones de un punto (ver tabla 43).

Tabla 42: Ahorro generando por disminución de tiempos de parada anuales.

	Maquinas	Tiempo Total para Restaurar- Antes(min)	Tiempo Total para Restaurar- Después(min)	Numero de fallas mensuales- Antes	Numero de fallas mensuales -Después de 5S	Diferencia (minutos)
1	Remalladora	6,43	5,00	4	2,00	15,71
2	Remalladora	6,43	5,00	5	2,00	19,29
3	Elastiquera	17,00	15,00	100	16,00	1428
4	Remalladora	6,43	3,33	5	3,00	12,86
5	Elastiquera	17,00	17,73	96	12,00	1428
6	Remalladora	6,43	3,33	5	3,00	12,86
7	Atraque	2,33	2,00	2	1,00	2,33
						<b>2919</b>
					Diferencia mensual(horas)	<b>48,65</b>
					Diferencia anual(horas)	<b>584</b>
					<b>Ahorro (H-H) S/.</b>	<b>2105</b>

Elaboración Propia

Tabla 43: Ahorro generando por la disminución del Tiempo de Set-up

	Cantidad de maquinas	Tiempo Set-up diario (minutos)	Tiempo Set-up total (minutos)	Total anual(minutos)	Total anual(horas)
Antes	7	30	210	65730	1095,5
Despues de 5s	7	10	70	21910	365,17
				Variación en horas anuales	730,33
				<b>Ahorro (H-H) S/.</b>	<b>2633,41</b>

Elaboración Propia

### 6.5.3. Resumen del impacto.

La inversión generada por la implementación de las herramientas de Manufactura esbelta, el ahorro que conlleva y el retorno de la inversión se muestran en la Tabla 44.

Tabla 44: Retorno de la inversión

Herramientas	Gastos (S./)	Ahorro Anual(S./)	Retorno de la inversión (años)
5S y mantenimiento autonomo	10322,32	8954,37	1,15
SMED	1744,71	2633,41	0,66

Elaboración Propia

Se debe mencionar también, que existen aspectos que no son cuantificables pero que si generan mejoras. Por ejemplo, la implementación de las 5S's conlleva una mejora en la imagen del área de confecciones, esto representa un mejor entorno de trabajo para los operarios, lo que ayuda a mejorar su desempeño laboral.

#### 6.5.4. Flujo de caja del proyecto.

La tabla 45, nos muestra, a lo largo de los 5 primeros años como se desarrolla el flujo de caja del proyecto mediante cada implementación. Desde que inicia el proyecto, el año 0 representa el año en que se realizara la implementación de las 5S's en conjunto con el mantenimiento autónomo y posteriormente la aplicación de SMED, luego en los años posteriores se podrá apreciar los ahorros y beneficios generados. Se considera un egreso de S. / 6033.51 equivalente a la mitad de la inversión debido a auditorías y charlas programadas con el fin de mantener las 5S's, el mantenimiento autónomo y el SMED, mantenimiento de insumos de limpieza, maquinaria, pintura, etc.

Tabla 45: Flujo de Caja del Proyecto (S./)

Elemento	0	1	2	3	4	5
<b>Ahorros</b>	0,00	11587,78	11587,78	11587,78	11587,78	11587,78
<b>Egresos</b>	12067,03	6033,51	6033,51	6033,51	6033,51	6033,51
<b>Ingresos-Egresos</b>	-12067,03	5554,26	5554,26	5554,26	5554,26	5554,26

Elaboración Propia

Finalmente, este flujo de caja nos deja como resultados los siguientes indicadores del Proyecto: El Valor presente neto (VPN), calculado con una tasa interna de retorno del 20%, para este proyecto tiene como equivalente el valor monetario de S. / 4 543.62 y la Tasa interna de retorno (TIR), nos proporciona el valor de 36%.



## 7. Conclusiones y Recomendaciones

### 7.1. Conclusiones

En base al análisis realizado de la situación actual de la empresa en estudio, comparando el análisis financiero y los beneficios esperados de la implementación de las herramientas de manufactura esbelta propuestas, se llega a la conclusión de que la implementación es factible de realizar en la línea de algodón del área de confecciones para la familia de productos M003, M012 y M016 con un VAN FCE de S. / 4 543.62 >0 y una TIR FCE de 36%.> COK.

La implementación de las 5S'S es fundamental, como se pudo apreciar en este trabajo de investigación, para la implementación del mantenimiento autónomo y la posterior implementación del SMED, ya que sin la base inicial de las 5S's sería muy difícil poder implementar otras herramientas de manufactura esbelta.

La implementación del mantenimiento autónomo en conjunto con las 5S's contribuirá a mejorar el ambiente de trabajo, ya que con la eliminación de actividades innecesarias dentro del procesos productivo, generará el cambio de actitud de los empleados hacia un lugar de trabajo limpio, ordenado, seguro y agradable para trabajar, es por ello que es fundamental la participación de todos los miembros de la organización desde los directivos hasta los operarios

La implementación de la herramienta SMED nos permite conocer al detalle el proceso de operación y puesta en marcha de una línea de confecciones tanto en sus aspectos operativos como de calidad y seguridad.

La aplicación de las herramientas de manufactura esbelta le proporcionan a la empresa una ventaja competitiva en calidad, flexibilidad y cumplimiento, que a largo plazo se verá reflejado en aumento de ventas y mayor utilidad por parte de la empresa. El alcance de este trabajo de investigación se ha definido solo a la aplicación de las herramientas mencionadas, mas no en el cambio del sistema de *push a pull*, se propone en un futuro lograr este cambio y así convertirse en una empresa de clase mundial.

## 7.2. Recomendaciones

Se recomienda que todos los miembros de la organización comprendan que este es un proceso de mejora continua que tiene un inicio pero no tiene una final con el objetivo de generar ventajas competitivas sostenibles en el tiempo. Para lograr este propósito la gerencia debe estar consciente que la implementación de las herramientas de manufactura esbelta es fundamental para generar ahorros sustanciales que se podrán obtener en base a la eliminación sistemática de los diferentes tipos de desperdicios identificados dentro de la organización, esta continua búsqueda de mejora no debe quedar solo durante el tiempo de evaluación del proyecto, si no que se debe seguir esta búsqueda de oportunidades de mejora durante toda la vida de la organización para garantizar su supervivencia y la innovación de sus procesos.

Los estándares obtenidos después de la implementación de las 5S's dentro de los puestos de trabajo y el área deben ser respetadas por todas las personas con el objetivo de mantener un entorno laboral agradable y seguro. Estos estándares se deben complementar con los obtenidos debido al mantenimiento autónomo, de esta manera se debe sostener en el tiempo el *OEE* de 85% y así generar la ventaja competitiva buscada con la implementación de las herramientas de manufactura esbelta planteadas.

La implementación del SMED debe ser llevada a cabo por un grupo multidisciplinario conformado por persona del área productiva, de calidad, mantenimiento e ingeniería industrial ya que requiere su activa participación para poder llevar a cabo con éxito el proyecto. También, es recomendable que el personal de la línea seleccionada permanezca fijo en los turnos de trabajo durante el periodo de implementación de SMED ya que caso contrario se pierde la continuidad del proceso y el proyecto tomaría más tiempo.

Es recomendable documentar cada uno de los pasos realizados y realizar retroalimentación al personal del proyecto y a los líderes de la planta para monitorear el avance del proyecto y advertir de cualquier desviación que se presente durante la implementación. Además se sugiere realizar auditorías internas y externas posteriores a la implementación del proyecto, con el fin de mantener un estado óptimo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ACUÑA ALCARRAZ, Diego.

2012. *Incremento de la capacidad de Producción de fabricación de estructuras de mototaxis aplicando metodologías de las 5S's e ingeniería de métodos.* Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú: Facultad de Ciencias e Ingeniería Industrial.

BARCIA, K. y MENDOZA G.

(s/f). "Aplicación de la Metodología SMED para la reducción de los tiempos de cambio de formato en una línea de producción de helados". *Revista Tecnológica ESPOL*. Guayaquil. Vol. xx, N. xx, pp-pp.

BRAVO BRAVO, Verónica.

2011. *Metodología Lean en las Pymes agroalimentarias ecuatorianas.* Tesis para optar el grado de Máster en Gestión de la Calidad Alimentaria. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid: Escuela de Ingeniería Técnico Agrícola.

CARDOZO MONTOYA, Carlos.

(s/f.). "El poder económico en Lambayeque". *FACHSE Facultad de ciencias histórico sociales y educación*. Lima. Consulta : 23 de Febrero del 2013.  
<<http://portal.fachse.edu.pe/sites/default/files/UN2-Cardoso.pdf>>

HIDALGO CASTRO, Daniel.

2005. *Implementación de una metodología con la técnica 5S para mejorar el área de matricería de una empresa extrusora de aluminio.* Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica de Litoral : Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción.

CENTRO DE CALIDAD.

1998. *9S: 9 aspectos claves para la calidad total.* Monterrey: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.

CHASE, R.

2002. *Operation Management for Competitive Advantage*. New York: McGraw-Hill.

DOMINGUEZ, J.

1995. *Dirección de Operaciones, Aspectos estratégicos en la producción y los servicios*. España: McGraw-Hill.

El Comercio.pe.

2012. "Crisis Textil 2008". *El Comercio.pe*. 13 de Setiembre. Lima. Consulta 24 de Febrero del 2013.  
<<http://elcomercio.pe/buscar/crisis%20textil%202008/?start=120>>

FELD, William.

2002. *Lean Manufacturing: Tools, Techniques and how to use Them*. New York: APICS The Educational Society for resource management.

GENSOLMEX.COM

2012. "La metodología de las 5S's". Gensol: Metodología 5S's. México. Consulta: 14 de Junio del 2013.  
<<http://www.gensolmex.com/gensol5s.html>>

GEORGE, Michael.

2002. *Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean Speed*. New York: McGraw.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA.

2011. Perú Compendio Estadístico 2011. In I. N. Informática, *Perú Compendio Estadístico 2011*. Lima.

LAZALA ROSARIO, Nayeli.

2011 Comentario del 18 de Diciembre 18 a "Lean Manufacturing y sus Herramientas". *Estas son las ocho herramientas lean*. Consulta: 10 de Julio del 2013.  
<<http://www.eoi.es/blogs/nayellymercedeslazala/2011/12/18/lean-manufacturing-y-sus-herramientas/>>

MASS.PE

2011. Sector Textil Confecciones con mejor sustento para enfrentar crisis. Mass.El portal de los nuevos empresarios. Lima.12 de Noviembre14.Consulta:24deFebrerodel2013.  
<<http://mass.pe/noticias/2011/11/sector-textil-confecciones-con-mejor-sustento-para-enfrentar-tesis>>

MAYTA, X. y ESTRADA , M.

2012. *Análisis y mejora de una línea de producción de cocinas usando la filosofía lean manufacturing (manufactura esbelta)*. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú: Facultad de Ciencias e Ingeniería Industrial.

MINISTERIO DE TRABAJO

2002 *Decreto Supremo 007-2002-TR. 4 de Julio.*

PACIFIC CREDIT RATING

2011 "Informe Sectorial Perú: Sector Textil". *Pacif Credit Rating*. Lima. 14 de Febrero. Consulta: 23 de Febrero del 2013.  
<[http://www.ratingspcr.com/archivos/publicaciones/SECTORIAL\\_PERU\\_TEXTIL\\_201009.pdf](http://www.ratingspcr.com/archivos/publicaciones/SECTORIAL_PERU_TEXTIL_201009.pdf)>

PALOMINO ESPINOZA, Miguel.

*Aplicación de herramientas de lean manufacturing en las líneas de envasado de una planta envasadora de lubricantes*. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú: Facultad de Ciencias e Ingeniería Industrial.

## PEREZ, LA ROTTA Y SANCHEZ

2010. Identificación y caracterización de mudas de transporte, procesos, movimientos y tiempos de espera en nueve pymes manufactureras incorporando la perspectiva del nivel operativo. *Ingeniare*.Medellín.Vol. 19, N 03, pp. 396-408.

## RAMOS FLORES, José

2012. *Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de fideos en una empresa de consumo masivo mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta*. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú: Facultad de Ciencias e Ingeniería Industrial.

## REYES AGUILAR, Primitivo

2002. "Manufactura Delgada (Lean) y Seis Sigma en empresas mexicanas: experiencias y reflexiones". *Contaduría y Administración*. México. Vol. xx, N. xx, pp. 01-22.

## LOPEZ RODRIGUEZ, Evelyn.

2006. *Propuesta para la implementación de manufactura esbelta en una línea de ensamble, de una empresa dedicada a la industria metal mecánica*.Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial.Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala: Facultad de Ingeniería-Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial.

## RUEDA BLANCO, Lizbeth

2007. *Aplicación de la metodología seis sigma y lean manufacturing para la reducción de costos, en la producción de jeringas hipodérmicas desechables*. Tesis para optar el grado de Maestro en Ciencias en Administración de Negocios.Mexico: Insituto Politécnico Nacional: Escuela Superior de Comercio y Administración.

## SHIGEO, S.

1987. *The Poka – Yoke System I: Theory*”,Japan.Cambridge:Massachusset and Norwalk.

SHINGO, S.

1997. *Una revolución en la Producción: el sistema SMED*. Cambridge: Productivity Press Cambridge.

SOCIEDAD NACIONAL DE INDUSTRIAS.

2005 "Hitepima obtiene premio a Empresa peruana del año". *Sociedad Nacional de Industrias*. Lima. 9 de Setiembre. Consulta el 23 de Febrerodel2013.  
<<http://www.sni.org.pe/modules.php?name=News&file=article&sid=118>>

SUZUKI TAKUTARU

2005. *TPM para industrias de proceso*. España: Ediciones TGP Hoshin.

VARGAS RODRIGUEZ, H.

2004. *Manual de Implementación del programa 5S*. Santander Corporación Autónomo Regional de Santander.

VILLASEÑOR CONTRERAS, A.

2007. *Conceptos y reglas de Lean Manufacturing*. Mexico: Limusa.

VILLASEÑOR CONTRERAS, A.

2009. *Manual de Lean Manufacturing Guía básica*. Mexico: Limusa.

WOMACK J, JAMES DAN, & ROOS, D.

1996. *Lean Thinking: BanishWaste and Create a Wealth in your Corporation*. New York: Simonand Schuster.