



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA LA MEJORA DE
PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE ROPA INTERIOR EN UNA EMPRESA
DE CONFECCIÓN

AUTOR

Santiago Xavier Maldonado Castro

AÑO

2018



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA LA MEJORA DE
PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE ROPA INTERIOR EN UNA EMPRESA DE
CONFECCIÓN

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

Profesor guía

Msc. César Alberto Larrea Araujo

Autor

Santiago Xavier Maldonado Castro

Año

2018

DECLARACIÓN PROFESOR GUÍA

"Declaro haber dirigido el trabajo, Estudio de tiempos y movimientos para la mejora de productividad en la línea de ropa interior en una empresa de confección, a través de reuniones periódicas con el estudiante Santiago Xavier Maldonado Castro, en el semestre 2018-2, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

César Alberto Larrea Araujo

Magister en Gerencia Empresarial

CI: 1707315212

DECLARACIÓN PROFESOR CORRECTOR

"Declaro haber revisado este trabajo, Estudio de tiempos y movimientos para la mejora de productividad en la línea de ropa interior en una empresa de confección, de Santiago Xavier Maldonado Castro, en el semestre 2018-2, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

Edison Rubén Chicaiza Salgado
Master in Business Administration
CI.: 1710329036

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

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

Santiago Xavier Maldonado Castro

CI.: 1723250203

AGRADECIMEINTOS

A mis padres y a mi familia, en especial a mi madre que ha sido una guía y pilar fundamental durante toda mi formación profesional, gracias por todas tus enseñanzas y estar siempre a mi lado.

RESUMEN

El presente trabajo de titulación desarrolla un estudio de tiempos y movimientos para la mejora de productividad en la línea de confección de ropa interior en la empresa Soltex Apolo.

Este estudio se enfoca en la creación de módulos de trabajo el cual se desarrolló con el levantamiento de la información necesaria como procesos y actividades realizadas en la confección, estudio de tiempos y movimientos, diagrama de hilos, VSM, simulación en flexim; que nos permitieron crear una propuesta de mejora con dos módulos, uno para la confección de bóxers y el otro para la confección de calzoncillos, distribuyendo la actividades entre los operarios de una manera óptima, un correcto flujo de materiales, disminuyendo el inventario en proceso, los tiempos ociosos y el excesivos movimientos que se daba en la línea.

La solución permite aumentar la productividad de 72 u/h a 101,33 u/h en la confección de bóxers y de 96 u/h a 122,66 u/h en la confección de calzoncillos, aumentando la eficiencia de la línea en 29,21% y 21,60% respectivamente, mediante el uso adecuado del recurso humano, los equipos y la infraestructura por parte de la empresa. Esta solución representa una mejora al proceso productivo en Soltex Apolo, la misma que no requiere realizar una inversión considerable.

ABSTRACT

The present work of titulación develops a study of times and movements for the improvement of productivity in the line of confection of underwear in the company Soltex Apolo.

This study focuses on the creation of work modules which was developed with the gathering of the necessary information such as processes and activities carried out in the confection, study of times and movements, string diagram, VSM, simulation in flexim; that allowed us to create an improvement proposal with two modules, one for the preparation of boxers and the other for making underpants, distributing the activities among the operators in an optimal way, a correct flow of materials, decreasing the inventory in process, the idle times and the excessive movements that occurred in the line.

The solution allows to increase the productivity of 72 u / h to 101.33 u / h in the confection of boxers and of 96 u / h to 122.66 u / h in the confection of underpants, increasing the efficiency of the line in 29,21 % and 21.60% respectively, through the proper use of human resources, equipment and infrastructure by the company. This solution represents an improvement to the production process in Soltex Apolo, which does not require a significant investment.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.1.1 Historia de Soltex Apolo.....	3
1.2 Descripción del Problema.....	5
1.3 Alcance	6
1.4 Justificación	6
1.5 Objetivo General.....	7
1.6 Objetivos Específicos	7
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1. Productividad.....	7
2.1.2 Medida de la productividad	8
2.1.3 Variables de la productividad.....	9
2.1.4 Factores que afectan en la productividad de la empresa.....	10
2.1.4 Condiciones para la productividad óptima en todo proceso productivo	11
2.2 Diagrama de flujo de procesos	12
2.3 Estudio de movimientos.....	13
2.4 Estudio de tiempos.....	13
2.4.1 Requerimientos para el estudio de tiempos.....	13
2.4.2 Objetivos del estudio de tiempos	14
2.4.3 Equipos para el estudio de tiempos	14
2.4.4 Elementos del estudio de tiempos	14
2.5 Balanceo de línea.....	16
2.6 Manufactura esbelta	17
2.7 Just In Time o Justo a Tiempo	18
2.8 Las 5' s de la Calidad	18
2.9 Sistema Modular.....	19
2.10 La Fábrica Oculta (Reprocesos).....	20
2.11 Diagrama de Ishikawa	20

2.12 Diagrama de hilos	21
3. SITUACIÓN ACTUAL.....	22
3.1 Ubicación.....	22
3.2 Misión.....	23
3.3 Visión.....	23
3.4 Productos	23
3.5 Distribución	24
3.6 Estructura de la empresa Soltex Apolo.....	25
3.6.1 Organigrama.....	26
3.6.2 Instalaciones Soltex Apolo.....	26
3.6.3 Plano taller de confección Soltex Apolo.....	27
3.7 Observación de la operación actual.....	27
3.8 Producción de la empresa.....	29
3.9 Análisis de la demanda.....	30
3.9.1 Análisis de la demanda de bóxers	31
3.9.2 Análisis de la demanda de calzoncillos.....	33
3.10 Mapa de macroprocesos de la empresa	35
3.11 Detalle del proceso de producción de la empresa	35
3.11.1 Procesos de confección de bóxer	36
3.11.2 SIPOC proceso para la confección de bóxer	40
3.11.3 Proceso de confección de calzoncillo	41
3.11.4 SIPOC proceso para la confección de calzoncillo	46
3.12 Medición de tiempos	47
3.12.1 Tiempos confección bóxer	48
3.12.2 Pared de balance confección bóxer.....	52
3.12.3 Tiempos confección calzoncillos.....	54
3.12.4 Pared de balance confección calzoncillo	58
3.13 VSM (mapa de la cadena de valor)	60
3.13.1 VSM producto bóxer	61
3.13.2 VSM producto calzoncillo.....	62
3.14 Simulación situación actual	63

3.14.1 Simulación línea de confección bóxer.....	63
3.14.2 Simulación línea de confección calzoncillo	64
3.15 Diagrama de hilos	64
3.15.1 Diagrama de hilos confección de bóxer	65
3.15.2 Diagrama de hilos confección calzoncillos.....	66
3.16 Análisis de Ishikawa causa- efecto de los problemas	67
3.17 Determinación de la causa raíz	69
4. PROPUESTA DE MEJORA	70
4.1 Propuesta de mejora	70
4.2 Análisis de tiempos para la creación de módulos.....	71
4.2.1 Análisis de tiempos para creación de módulo bóxer.....	74
4.2.2 Análisis de tiempos para la creación del módulo calzoncillo.....	79
4.3 Creación y balance de módulos.....	84
4.3.1 Módulo Bóxer.....	84
4.3.2 Flujo de materiales módulo bóxer	86
4.3.3 Módulo Calzoncillo.....	86
4.3.4 Flujo de materiales módulo calzoncillo	88
4.4 Implementación de la propuesta de mejora	89
4.4.1 Plano taller de confección luego de implementar la mejora.....	89
4.4.2 Análisis movimiento operarios después de implementada la mejora.....	90
4.5 Simulación con propuesta de mejora	93
4.5.1 Simulación línea de confección bóxer con propuesta de mejora	93
4.5.2 Simulación línea de confección calzoncillo con propuesta de mejora.....	93
4.6 Análisis de producción con la implementación de módulos	94
4.7 Análisis de eficiencia de la línea implementada la propuesta de mejora.....	98
4.8 Análisis de productividad de la línea implementada la propuesta de mejora.....	98
4.9 Aplicación 5'S para limpieza inventario en proceso	99
5. RESULTADOS Y ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO	101

5.1 Resultados	101
5.2 Análisis costo - beneficio	102
5.2.1 Costo	102
5.2.2 Beneficio	102
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	105
6.1 Conclusiones	105
6.2 Recomendaciones	106
REFERENCIAS	107
ANEXOS	109

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

En Ecuador la industria de textilera inicia su desarrollo en la época de la colonia mediante la utilización de lana como elemento principal para la producción de prendas de vestir, en los denominados obrajes. A principios del siglo XX se introduce el algodón a la industria, pero no es hasta el año de 1950 donde se consolida su utilización; marcando desde ese punto la incorporación a la industria de nuevas fibras como nylon, poliéster, seda, acrílicos.

Es así como la industria textil del Ecuador representa un 7% del PIB de la industria no petrolera ecuatoriana hasta el 2015; según la Asociación de Industrias Textiles del Ecuador (AITE), el sector textil genera 50.000 plazas de trabajo directas y más de 200.000 plazas de trabajo indirectas. (Ekos, 2015)

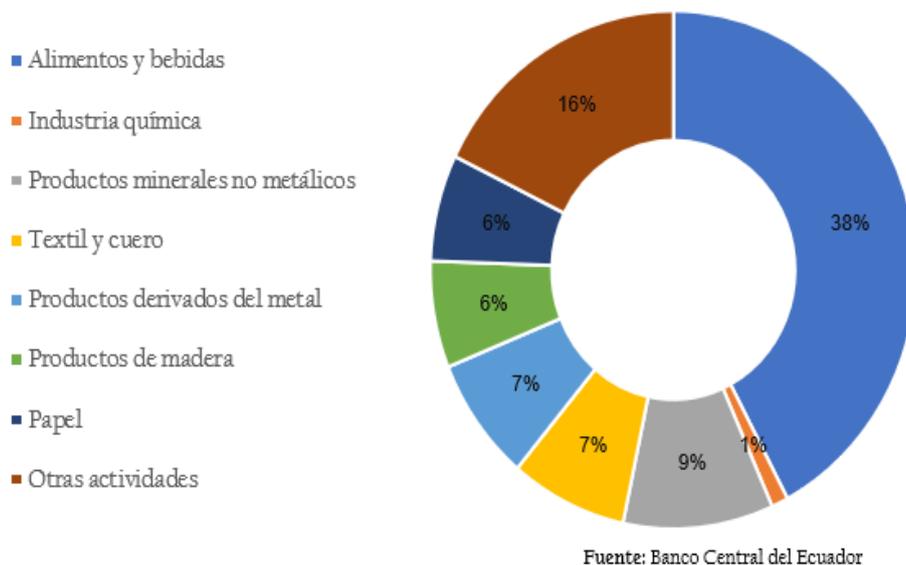


Figura 1. Composición del PIB manufacturero en el Ecuador

Adaptado de (Ekos, 2015)

Para Santiago León Ministro de Industria y Productividad, el sector textil del Ecuador se posiciona en segundo lugar en generación de empleo con un 21% de la industria manufacturera. (Líderes, 2017)

En Tungurahua, el sector manufacturero es una de las economías más fuertes de la región central del país, aportando el 2,85% del Producto Interno Bruto del país. El 80% de estos recursos se generó en Ambato siendo este el centro manufacturero de la provincia. La provincia de Tungurahua destaca como un gran sector textil albergando un 19% de las empresas textiles a nivel nacional; en estas se elaboraban variados productos desde telas planas y de punto; así como confección de prendas de vestir. (Moreta, 2017)

En el Ecuador, la Pequeña Industria de Tungurahua (CAPIT) registra 127 empresas del sector textil afiliadas, de los cuales 21 están relacionados a la confección de distintos tipos de vestimenta entre los que destacan suéteres, camisetas, toallas, ropa interior, medias, ropa de niños y bebe, sábanas, cobijas. (Cámara de Industrias de Tungurahua, 2011)

Cabe recalcar que en cuanto a consumo los hogares ecuatorianos destinan 2.400 millones de dólares en compras de productos textiles y sus confecciones, lo cual deja en claro que el sector textil es un mercado relevante al cual optar para la creación de nuevos negocios. (Vistazo, 2016)

La industria textil se ha dinamizado en gran medida en los últimos años el país, debido al impulsado por parte del gobierno que ha implementado salvaguardias, nuevas tecnologías y la mejora continua en sus procesos, creando nuevas plazas de trabajo para los ecuatorianos. (La Hora, 2013)

Hoy en día las empresas avanzan y se desarrollan de una manera dinámica, es así como en la actualidad, en un entorno tan competitivo, estas deben optar por un comportamiento proactivo, tanto en la potenciación de sus recursos, como la de sus estrategias con el fin de afrontar el mercado de una manera más eficaz y eficiente.

Uno de los principales procesos en las empresas es la producción, una adecuada línea de producción pretende la optimización de recurso humano, material y tecnológico con lo cual se espera obtener un producto de alta calidad con un precio altamente competitivo. Por otro lado, la mejora de una línea de producción

conlleva a que una empresa pueda aumentar su productividad, así como disminuir sus costes de producción.

Actualmente buscamos que los procesos productivos en una línea llegue a la máxima optimización de los recursos de una empresa. En el Ecuador esto es un gran desafío ya que las pequeñas y micro empresas generalmente son emprendimientos familiares, por lo que son manejadas de una manera empírica y como consecuencia de esto varios de sus procesos productivos no se encuentran analizados desde la perspectiva de la ingeniería industrial.

Por lo tanto, es necesario establecer estos procesos de manera que los mismos se adecuen a su producción, alcanzando un nivel productivo que les permita destacar en un entorno que cada día es más competitivo.

En Ambato, cantón de la provincia Tungurahua se encuentra localizada la empresa SOLTEX APOLO una microempresa textil, el negocio, al que se dedica a la confección de ropa interior. Soltex Apolo ha ido evolucionando con los años y ha mejorado su producto y en la actualidad ofrece diferentes variedades de ropa interior tanto en modelos, colores, tallas y telas.

La empresa ha crecido durante estos años, ha mantenido un manejo de producción empírico basado en la experiencia de su fundador, por lo cual no se ha implementado un análisis estructurado de su línea de producción, tanto en el proceso como en su control.

En consecuencia, se ha observado que su línea de producción se puede mejorar en gran medida, aumentando su productividad, evitando acumulación de inventario y retrasos de pedidos; que repercuten en más costos de producción.

1.1.1 Historia de Soltex Apolo

La Empresa “Soltex Apolo” inicia en el año 2008, cuando su fundador el señor Guillermo Castro decide emprender un negocio familiar de elaboración de ropa interior, en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua.

Al comenzar este emprendimiento Soltex Apolo empieza a producir en un pequeño taller en una bodega en la parte posterior de la vivienda de su fundador elaborando únicamente calzoncillos clásicos.

Con el paso de los años va cambiando, se introducen nuevos diseños como el bóxer, o la variedad de telas para una más amplia gama de productos y a su vez se opta por confeccionar ropa interior para niños por lo cual se adquiere nueva maquinaria y un nuevo taller.

Soltex Apolo es una empresa netamente familiar la cual ha elaborado ropa interior de la más alta calidad durante 10 años.

Soltex Apolo cuenta con una línea de producción; dedicada a la confección de calzoncillos al estilo clásico y a la confección de bóxer. En cuanto a su producción, la empresa elabora sus productos bajo pedido; la línea produce al día un solo producto sea este bóxer o calzoncillo, destinando los tres primeros días de la semana para elaborar bóxer y los dos restantes para elaboración de calzoncillo (véase tabla 1).

Tabla 1.

Producto Soltex Apolo, tipo, mercado objetivo, unidades/día, día de producción

Producto	Tipo	Mercado Objetivo	Unidades/día	Días de Producción
Bóxer	Trama / Vivos	Varón Joven / Niño	540	Lunes Martes Miércoles
Calzoncillo	Clásico / Moritas	Varón Adulto / Niña	720	Jueves Viernes

El taller de producción cuenta con quince máquinas a su disposición clasificadas de la siguiente manera.

Tabla 2.

Soltex Apolo tipo y número de máquinas en taller

Tipo	Número de Máquinas
Overlock	5

Overlock de brazo	2
Recubridora	4
Recta	1
Estampadora	1
Recubridora elástico sesgo	1
Recubridora elástico jackar	1

En cuanto a sus proveedores de materia prima la empresa opta por dos para telas Texmoda y Ambatex, uno para elásticos Elástico Ambato y uno para insumos de costura Robiel. La cartera de clientes para sus productos son cadenas mayoristas como Tía, Akí, Super Éxito, así como distribuidores al por mayor de ropa interior.

1.2 Descripción del Problema

En Soltex Apolo, empresa dedicada a la confección de ropa interior bajo stock, la actual propietaria; quien se encarga de la producción, afirma que la línea no cumple con la cantidad necesaria de prendas que deberían producirse al día para satisfacer con la demanda. La línea de producción está sujeta a un turno de ocho horas; donde actualmente se producen 720 unidades de calzoncillos o 540 unidades de bóxer.

Al final de la jornada laboral se presenta una variación en su producción respecto a la necesitada, que resulta en la falta de producto terminado de 100 a 120 prendas; causando retraso en la entrega de pedidos a los clientes o bien aplazando los tiempos de entrega.

El principal problema es la incorrecta distribución y utilización de recurso humano, maquinaria y de la infraestructura de la empresa. En el proceso productivo se han detectado factores como sistema de producción poco eficiente, excesivo inventario en proceso y movimientos, tiempos ociosos, reprocesos; que merman la eficiencia productiva de las trabajadoras en línea.

El no lograr una producción capaz de cumplir con los requerimientos necesarios para la empresa, se debe en gran medida al manejo empírico que se mantiene

desde su inicio, con lo cual no se ha realizado un uso estructurado, eficaz y eficiente de la instalaciones, maquinarias y personal. Todas las variables ya mencionadas conllevan a un proceso productivo deficiente.

1.3 Alcance

Este estudio se desarrolla en el área de producción de ropa interior de Soltex Apolo en la línea de confección de ropa interior bóxer y calzoncillo, que consiste en un proceso de corte y confección de los diferentes modelos de prendas que la empresa ofrece; esta área es la principal por cuanto de estos procesos depende la producción diaria, para el cumplimiento de sus entregas de pedidos.

En nuestro estudio se realizará el levantamiento actual de los procesos en la línea de confección, en el cual se analizarán los indicadores, se aplicarán las herramientas, rediseñando la línea enfocándonos en aumentar la productividad.

Inicialmente se plantea una propuesta que se basa en la optimización de sus recursos que posteriormente generaran un aumento en la productividad de la empresa.

1.4 Justificación

En la empresa, en la línea de confección se presentan procesos deficientes, por lo que el trabajo de tesis se enfoca en trata de eliminar o disminuir los tiempos improductivos de los procesos en la línea, movimientos innecesarios de los operarios, así como la cantidad de pedidos retrasados, que están generando pérdidas; las mismas que podrían ser invertidas en mejoras del proceso productivo o en adquisición de nueva maquinaria, mediante esta propuesta la empresa podría beneficiarse reduciendo sus pérdidas.

Este estudio permitirá que la empresa aumente la productividad y cumpla con sus entregas a tiempo, disminuyendo sus costos de producción haciendo de Soltex Apolo una empresa mucho más competitiva con mayores ganancias mediante la optimización de sus recursos.

Los beneficios que se obtenga podrán mejorar las condiciones de trabajo en Soltex Apolo y abrir la posibilidad para nuevas plazas de trabajo.

1.5 Objetivo General

Realizar una propuesta de mejora de la línea de confección de ropa interior bóxer y calzoncillo, mediante la optimización del uso de recursos de la empresa.

1.6 Objetivos Específicos

- Identificar la situación actual en la empresa.
- Realizar un levantamiento de la información relevante de los procesos de confección que se realizan en el área de producción.
- Realizar un estudio de tiempos y movimientos, identificando las actividades críticas.
- Realizar una propuesta de mejora del proceso productivo con la implementación de módulos de trabajo.
- Elaborar un análisis costo- beneficio de la propuesta de mejora.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Productividad

La productividad relaciona; aquello que se produce (bien o servicio), con aquellos recursos necesarios para lograrlo (insumos empleados). La productividad no hace mención a cuanto producir (cantidad); esta es una medida que nos permite conocer que tan efectiva es la utilización de los recursos que han sido empeñados para la producción. El criterio de productividad comprende la correlación entre los distintos factores del lugar de trabajo, esto da como resultado distintas formas de relacionar la productividad, cada una de estas relaciones o índices de productividad puede ser afectada por una serie conjunta de distintos factores determinantes. (Lefcovich, 2009)

Los factores determinantes incluyen calidad, disponibilidad de los materiales, la escala de las operaciones, el porcentaje de utilización de la capacidad de las instalaciones, la disponibilidad y capacidad de producción de las máquinas, la disposición y el nivel de capacidad de la mano obra, y objetivo de los administradores. La relacionan entre los factores antes indicados tienen un significativo resultado sobre la productividad. (Lefcovich, 2009)

La productividad es un factor destacado en la realización de las metas en las organizaciones. Un aumento de productividad aporta grandes beneficios destacando principalmente: la posibilidad de producir más usando los mismos o menores recursos. El aumento de productividad es esencial para lograr una óptima utilización de los recursos disponibles. (Lefcovich, 2009)

2.1.2 Medida de la productividad

La productividad parcial es la razón que relaciona todo lo producido por un sistema (salida) con uno de los recursos utilizados (insumo o entrada). (Carro & González, 2010)

$$Productividad\ parcial = \frac{Salida\ total}{Una\ entrada}$$

(Ecuación 1)

La productividad total involucra a todos los recursos (entradas) que se utilizan en el sistema; es decir la razón entre las salidas y el conjunto de entradas. (Carro & González, 2010)

$$Productividad\ total = \frac{Bienes\ o\ Servicios\ Producidos}{Entrada\ Total}$$

(Ecuación 2)

$$Productividad\ total = \frac{Bienes\ o\ Servicios\ Producidos}{Mano\ de\ obra + Capital + Materias\ Primas + Otros}$$

(Ecuación 3)

Eficiencia: medida de utilización de la mano de obra, se expresa como la relación entre la cantidades producidas o tiempos. (Carro & González, 2010)

$$\begin{aligned} Pro.Total &= \frac{Producción\ real}{Producción\ Estándar} = \frac{Unidades\ Producidas}{Unidades\ que\ deben\ Producirse} \\ &= \frac{Tiempo\ Estándar}{Tiempo\ Real} \end{aligned}$$

(Ecuación 4)

Rendimiento: medida del grado de utilización de un capital (maquina, instalación, etc.). (Carro & González, 2010)

$$\begin{aligned} Productividad\ total &= \frac{Producción\ real}{Producción\ Estándar} = \frac{Capacidad\ Utilizada}{Capacidad\ Real} \\ &= \frac{Tiempo\ Estándar}{Tiempo\ Real} \end{aligned}$$

(Ecuación 5)

Aprovechamiento: medida en que los materiales y la materia prima es utilizada. (Carro & González, 2010)

$$Productividad\ total = \frac{Producción\ real}{Producción\ Estándar} = \frac{Consumo\ Estándar}{Consumo\ Real}$$

(Ecuación 6)

2.1.3 Variables de la productividad

El aumento de productividad se encuentra ligado a tres elementos, una adecuada gestión de estos elementos genera un efecto de mejora en la productividad, estos son: (Lefcovich, 2009)

- El trabajo

- El capital
- La Gestión

El aporte del trabajo en cuanto a la mejora de productividad es el resultado de poseer un personal laborar que se encuentre sano, mejor preparado y capacitado, y correctamente alimentado. Para lo cual existen tres variables a las que enfocarse:

1. Formación esencial indicada para una mano de obra efectiva
2. Alimentación adecuada de la mano de obra
3. Costes que permiten realizar el trabajo como salud y transporte.

La importancia del capital para una mejora en la productividad radica en la capacidad de poder adquirir las herramientas necesarias para el adecuado desempeño de los empleados. Por lo tanto, cuando se reduce el capital invertido por empleado, se debe esperar una caída en la productividad; pues la inversión de capital genera mejores diseños de sistemas de trabajo, capacitación continua y una mejor conformación de los procesos. (Lefcovich, 2009)

Finalmente tenemos la gestión empresarial que es el autor de lograr una óptima y eficiente combinación del recurso humano y los materiales, dirigiendo e incentivando al personal laboral a conseguir un uso eficaz y eficiente sobre los recursos. (Lefcovich, 2009)

2.1.4 Factores que afectan en la productividad de la empresa

La productividad es afectada por dos tipos de factores internos. Los factores internos duros y factores internos blandos. Entre los factores internos duros se encuentran:

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

Y, entre los factores internos blandos tenemos:

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

Además, existen factores externos que también influyen a la productividad entre los que se destacan la economía, administraciones públicas, políticas, etc. (Lefcovich, 2009)

2.1.4 Condiciones para la productividad óptima en todo proceso productivo

Para lograr un destacado nivel de productividad se requiere de un proceso metódico que debe cumplirse en torno a:

- Diseño adecuado del producto o servicio
- Selección de tecnología más idónea
- La utilización óptima de los recursos:
 - Instalaciones
 - Materiales e insumos
 - Personal
- Y el estudio para tales efectos de métodos y tiempos, programación y coordinación.

Para lograr una productividad óptima se debe tener en cuenta dos factores:

- **Métodos y equipo.** Consiste en realizar cambios productivos en los métodos, procesos o los equipos con los cuales se llevan a cabo los procedimientos para mejores resultados.
- **Utilización de la capacidad de los recursos.** Consiste en hacer uso de la mayor capacidad con la que se cuente para realizar el trabajo tanto en

mano de obra, insumos e instalaciones a nuestra disposición. (Lefcovich, 2009)

2.2 Diagrama de flujo de procesos

El diagrama de flujo de procesos es una herramienta que nos permite representar gráficamente a detalle una sucesión ordenada de todas las actividades que suceden en un proceso operativo, además de aquella información que se considere deseable para el análisis, permitiendo observar y entender el proceso productivo de mejor manera. Cada actividad se ve representada con un símbolo:

Símbolo	Representa
	Operaciones. Fases del proceso, método o procedimiento.
	Inspección y medición. Representa el hecho de verificar la naturaleza, calidad y cantidad de los insumos y productos.
	Operación e inspección. Indica la verificación o supervisión durante las fases del proceso, método o procedimiento de sus componentes.
	Transportación. Indica el movimiento de personas, material o equipo.
	Demora. Indica retraso en el desarrollo del proceso, método o procedimiento.
	Decisión. Representa el hecho de efectuar una selección o decidir una alternativa específica de acción.
	Entrada de bienes. Productos o material que ingresan al proceso.
	Almacenamiento. Depósito y/o resguardo de información o productos.

Figura 2. Símbolos para elaboración diagramas de flujo norma ISO-9000

Tomado de (Fincowsky & Benjamín, 2014, p. 238)

2.3 Estudio de movimientos

El estudio de movimientos consiste es un análisis meticuloso de los movimientos corporales y desplazamientos empleados para realizar una labor, teniendo como objetivo eliminar o disminuir movimientos ineficientes, que a posterior permita rediseñar el método de trabajo; incrementando su eficacia generando un índice más elevado de producción. (Freivalds & W. Niebel, 2014, p. 110)

En la actualidad se utilizan en conjunto movimientos y tiempos con la finalidad de llegar a conseguir formas más económicas de realizar el trabajo y normalizar métodos, movimientos, materiales herramientas e instalaciones. (Freivalds & W. Niebel, 2014, p. 110)

2.4 Estudio de tiempos

El estudio de tiempos se basa en determinar el tiempo requerido por un operario bajo circunstancias normales, encontrándose calificado y entrenado para esta labor, con las herramientas apropiadas para desarrollar una tarea dada. (Palacios, 2016, p. 243)

El estudio de tiempos nos permite establecer estándares que en conjunto al estudio de movimientos logran hacer posible un incremento en la eficiencia de utilización del equipo y del personal. (Freivalds & W. Niebel, 2014, p. 307)

2.4.1 Requerimientos para el estudio de tiempos

Para realizar un correcto estudio de tiempos se debe cumplir con los siguientes criterios fundamentales:

- El operario debe estar familiarizado con la operación a estudiar.
- El método debe encontrarse estandarizado.
- Realizar un aviso al supervisor de departamento y al operario que se estudiará el trabajo.

- El operario debe verificar que está utilizando el método correcto para realizar la operación.
- Revisar la cantidad de material disponible.
- Asegurar que las herramientas cumplan con el estándar para realizar la labor designada. (Freivalds & W. Niebel, 2014, p. 308)

2.4.2 Objetivos del estudio de tiempos

Los objetivos a conseguir en un estudio de tiempos son:

- Medir rendimiento de máquinas y operarios.
- Determinar la carga apropiada para máquinas y personas.
- Establecer el ciclo de producción para cumplir las fechas de entrega a clientes.
- Determinar las bases para una equitativa remuneración.
- Servir de base para el costo de manufactura.
- Planear las necesidades de equipo, mano de obra y materias primas. (Palacios, 2016, pp. 245-246)

2.4.3 Equipos para el estudio de tiempos

Se debe tener a disposición el siguiente equipo para un estudio de tiempos apropiado:

- Cronómetro (minutero decimal o electrónico).
- Cámara fotográfica.
- Cámara de video.
- Formato para el estudio de tiempos.
- Tablero de observación para estudio de tiempos. (Freivalds & W. Niebel, 2014, pp. 310-311)

2.4.4 Elementos del estudio de tiempos

1. *Selección de operario.* Se debe seleccionar un operario de tipo medio debido a que tienden a realizar su trabajo en forma consistente y sistémica que facilita al analista aplicar una técnica correcta. El operario debe estar entrenado en el método de trabajo, además de tener gusto e interés por su trabajo. (Palacios, 2016, p. 261)

2. *Analizar los factores que intervienen en el proceso.* El analista debe conocer todas las especificaciones como materiales, herramientas, máquinas, métodos, medio ambiente, y seguridad; referentes al puesto en el que se va realizar el estudio. (Palacios, 2016, p. 262)

3. *Puestos de trabajo.* Se debe analizar previamente en un croquis los puestos de trabajo, la ubicación de materiales y herramientas, entradas de materiales y salida de producto, y movimientos de operarios. (Palacios, 2016, p. 262)

4. *Observar las condiciones ambientales.* Aquellos factores de temperatura, humedad, polución, ruido, operario de pie o sentado, y estado de la superficie de trabajo son condiciones a tomar en cuenta ya que repercuten en la aplicación de las tolerancias. (Palacios, 2016, p. 263)

5. *Dividir la operación en elementos uniformes, identificables y medibles.* Se hace para facilitar la medición. Debe poderse identificar el principio y el fin de cada actividad. (Palacios, 2016, pp. 263-264)

6. *Tomar y registrar los tiempos.* (Palacios, 2016, p.264)

7. *Calcular el número de ciclos a registrar.* Puede decidirse mediante criterio del analista o calculándolo matemáticamente en el que se utiliza la siguiente ecuación:

$$N = \left[\frac{K/S\sqrt{n} \sum Xi^2 - (\sum x)^2}{\sum x} \right]^2$$

(Ecuación 7)

N= Numero de medidas representativas de la muestra.

K = Error estándar.

S = Error aceptable.

K/S= Factor de confianza.

N = Número de muestras para producir el nivel de confianza deseado. (Palacios, 2016, p. 264)

8. *Calificar la operación del operario.* A cada toma de tiempo se corresponde una ponderación al ritmo de trabajo del operario, debido a que los operarios pueden realizar el trabajo a ritmos diferentes. Se determina una calificación del 0 al 100, donde el 0 corresponderá al descanso absoluto. (Palacios, 2016, p. 265)

9. *Recolectar la información.* Acordada el estudio de tiempos se debe:

- Precautelar que los métodos de trabajo y las especificaciones de materiales son los correctos.
- Verificar que los operarios se encuentren bien entrenados e informados.
- Realizar un esquema del lugar de trabajo
- Registrar las herramientas y equipos que se utilizan.
- Dividir las operaciones en elementos cortos, identificables y medibles.
- Registrar los tiempos. (Palacios, 2016, p. 266)

2.5 Balanceo de línea

El balanceo de línea es una herramienta que nos permite el control de la producción, esta nos permite la optimización de aquellas variables que afectan directamente a una productividad favorable. Las variables que se deben considerar son:

- Inventarios de producto en proceso
- Tiempos de fabricación

La finalidad de un balanceo de línea corresponde a nivelar los tiempos de trabajo en todas las estaciones de proceso. (Salazar, 2012)

El balanceo eficiente de una línea demanda de una secuencia de datos, aplicación teórica, movimiento de recursos, en ciertos casos también será necesario inversiones económicas. Es así que se debe considerar ciertas condiciones antes de efectuar un balanceo de línea:

- Cantidad: La cantidad de producción debe ser capaz de cubrir la preparación de una línea. Por lo tanto, se debe considerar el costo de preparar la línea procurando establecer un volumen de producción adecuado, teniendo en cuenta el tiempo que lleva realizar el proceso.
- Continuidad: Se debe gestionar de una manera adecuada el abastecimiento continuo de materiales, insumos, pieza. (Salazar, 2012)

2.6 Manufactura esbelta

La manufactura esbelta refiere a la erradicación o disminución de todos aquellos desperdicios o también llamadas mudas, que se desprenden de un proceso productivo; y que no generan o aportan valor al producto o a los procesos con el fin de mejorar las operaciones.

La producción esbelta enlaza varias herramientas que en conjunto permiten una producción con niveles de inventarios mínimos tanto de materia prima, producto en proceso y producto terminado, basándose en que el proceso de producción no inicia hasta que se necesite, el requerimiento de necesidad se creara con base a la demanda. (Jacobs & Chase, 2014, p. 418)

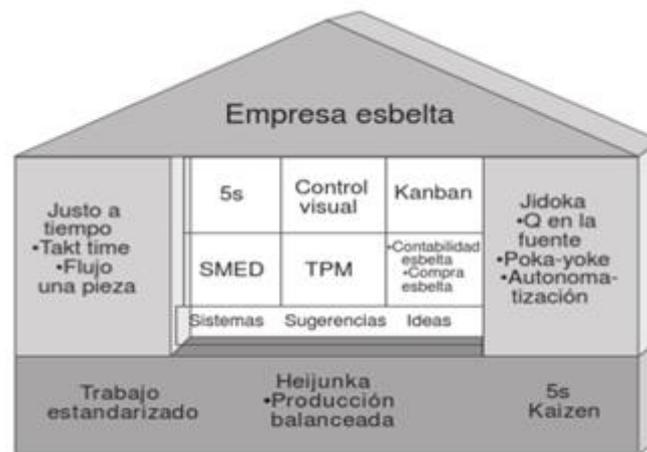


Figura 3. Herramientas para una manufactura esbelta

Tomado de (Platas, 2014, p. 252)

2.7 Just In Time o Justo a Tiempo

La filosofía JIT implica producir la cantidad requerida en el momento preciso, con una calidad apropiada, para satisfacer los requerimientos del cliente, al menor coste posible; este es un sistema que coordina el flujo de materiales a través de la cadena de suministros donde cada elemento debe llegar justo a tiempo a cada estación de trabajo; cada etapa del sistema está estrechamente relacionada, el material es jalado de estación a estación en todo el sistema solo cuando existe una demanda. La producción justo a tiempo es aplicable en la manufactura repetitiva; en la elaboración de artículos similares o iguales.

Justo a tiempo es una filosofía industrial que permite la reducción de desperdicios; es decir, todo lo que implica la subutilización en un sistema donde se disminuye el tiempo de tránsito de materiales; manteniendo las cantidades en niveles bajos. (Jacobs, F. R., & Chase, R. B., 2014)

2.8 Las 5' s de la Calidad

El objetivo central de las 5's es lograr el funcionamiento más eficiente y uniforme de las personas en la planta o negocio, lo que se relaciona de manera directa con la estación de trabajo. (Sousa Combe, L., 2014)

Definición de las 5's

1's: Clasificación. - Consiste en retirar del área o estación de trabajo todos aquellos elementos que no son necesarios para realización la operación que se realiza en esta área de trabajo. (Sousa Combe, L., 2014)

2's: Orden. - Consiste en asignar adecuadamente un lugar para cada artículo, de manera que sean fáciles de localizar y estén listos para ser usados. (Sousa Combe, L., 2014)

3's: Limpiar el sitio de trabajo y los equipos. - Consiste en limpiar el lugar de trabajo; a la vez inspeccionar el equipo durante el proceso de limpieza y asegurar que todo se encuentre en buenas condiciones. (Sousa Combe, L., 2014)

4's: Estandarización. - La acción de estandarizar tiene como objetivo principal, mantener el estado de limpieza y organizar, alcanzado con la aplicación de las primeras tres S. (Sousa Combe, L., 2014)

5's: Disciplina. - Significa evitar que se interrumpan los procedimientos establecidos con anterioridad. Es decir, implementar la disciplina y el cumplimiento de las normas y procedimientos ya adoptados para tener éxito. (Sousa Combe, L., 2014)

2.9 Sistema Modular

La producción modular se considera como un sistema de manufactura flexible que se basa en la filosofía justo a tiempo, el cual pretende establecer un ámbito de mejoras continuas enfocándose a satisfacer las necesidades del mercado como su principal objetivo. El sistema modular posibilita nuevos enfoques y métodos para flexibilizar los procesos; permitiendo un respuesta ágil y dinámica a los clientes, con un nivel adecuado en servicio, calidad y precio. Se presenta como un vasto cambio en la manera de operar las empresas; especialmente supone una nueva actitud de todos los miembros de la empresa.

Un centro de producción modular es conformado por un grupo de 6 a 18 trabajadores compatibles en búsqueda de un objetivo común; con disposición positiva y preparados para ejecutar las operaciones del proceso, lo que hace que el trabajo sea más efectivo. El tamaño de lote optimo en este sistema es 1 lo que lo convierte en un sistema de muy bajo inventario, aunque esto puede variar dependiendo del producto y la madurez del módulo.

El sistema modular es una gran oportunidad de mejora a los sistemas de producción convencionales, que encaja perfectamente en aquellas empresas que se encuentran sometidas a la dinámica variación del mercado y competencia con nuevos productos a bajos costos. (Bonilla, 2017)

2.10 La Fábrica Oculta (Reprocesos)

Es un concepto utilizado para referirse a aquellas desviaciones que intervienen de una manera negativa en la producción, disminuyendo la capacidad productiva en una empresa a consecuencia de un malgasto de recursos en los procesos productivos.

El concepto de fábrica oculta se incorpora en el sistema de gestión de calidad; integrando la existencia de fallas, que implica repetición de los procesos de producción como resultado de que los mismos no se realizan de la manera correcta; sea esto por fallas en el diseño o materia prima. Se debe valorar que eliminar o reducir dicha fábrica oculta y los costes que conlleva; es afrontar los procesos de trabajo analizándolos correctamente pretendiendo disminuir su variabilidad aplicando modelos como kaizen, 5'S o de manufactura lean. (Blanco, 2014)

2.11 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa también nombrado como diagrama causa – efecto, es un método que permite definir un problema (el efecto); mediante la identificación de los factores (causas) que lo provocan. Las causas principales se encuentran

divididas en 5 categorías: mano de obra, maquinaria, medición, método y materia prima. (Freivalds & W. Niebel, 2014, p. 19)

El diagrama parte definiendo el efecto o problema, posterior se identifica las causas principales en flechas secundarias que se conecta a la flecha principal en la parte central del problema, se identifican las causas secundarias que se enlazan a las secundarias principales, se define los principales conjuntos de probables causas y se finaliza al detectar todas aquellas causas de incidencia significativos sobre el problema. (Freivalds & W. Niebel, 2014, p. 19)

2.12 Diagrama de hilos

El diagrama hilos o de recorrido se presenta por medio de un plano a escala de la zona de trabajo en donde se muestra la posición de las máquinas y los puestos de trabajo, este sigue los movimientos de los trabajadores, de los materiales o el equipo mientras se realizan las labores de producción; permitiendo representar los movimientos que se dan entre los diversos puntos para establecer una distancia recorrida. (Fincowsky & Benjamín, 2014, p. 245)

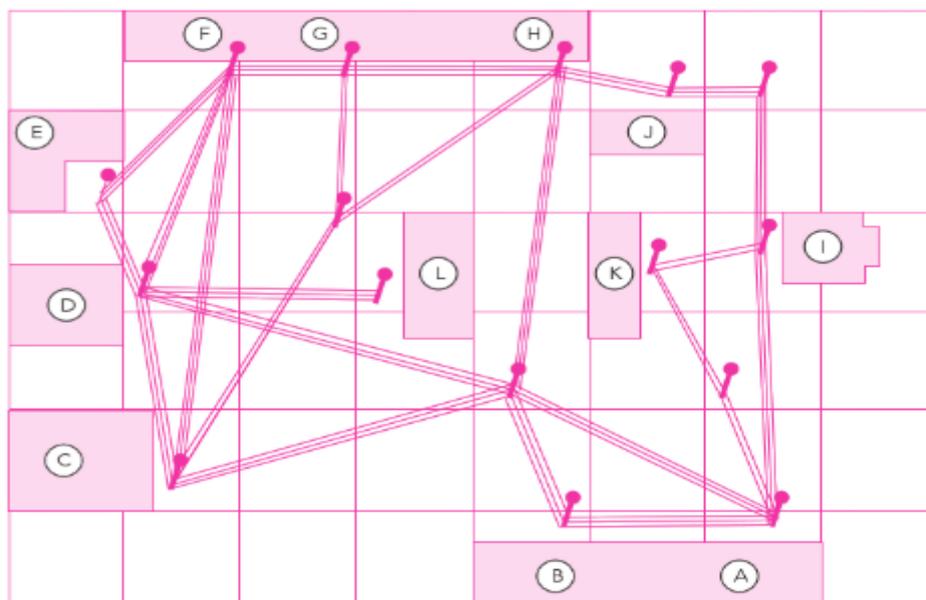


Figura 4. Esquema de diagrama de hilos

Tomado de (Fincowsky & Benjamín, 2014, p. 247)

3. SITUACIÓN ACTUAL

3.1 Ubicación

La empresa Soltex Apolo cuenta con un taller ubicado en las calles Guanábanas y Frambuesas, en el sector de Ficoa, ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua, además también cuenta con una bodega ubicada diagonalmente a 25 metros de distancia.

En el taller de confección de la empresa; se elaboran los procesos de producción de ropa interior bóxer y calzoncillos, aquí funciona el área administrativa de la empresa, mientras la bodega almacena el stock de producción diario para su posterior distribución.



Figura 5. Ubicación taller empresa Soltex Apolo

Adaptado de (Google Maps, 2014)

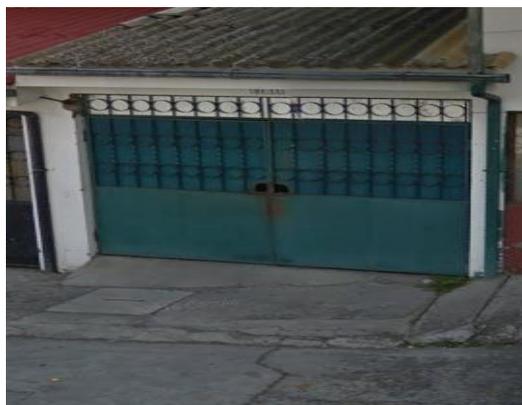


Figura 6. Ubicación bodega empresa Soltex Apolo

Adaptado de (Google Maps, 2014)

Tabla 3.

Producto, tipo, código y mercado objetivo de Soltex Apolo

Producto	Tipo	Código	Mercado Objetivo
Bóxer	Trama / Vivos	PT096 / PT020	Varón Joven / Niño
Calzoncillo	Clásico / Niña	PT001 / PT100	Varón Adulto / Niña



Figura 8. Productos Soltex Apolo

Adaptado de (Soltex Apolo, s.f.)

3.5 Distribución

Soltex Apolo cuenta con una variada gama de productos, capaz de satisfacer las necesidades y requerimientos de sus clientes tanto diseño, tallas, colores y modelos. Durante sus 10 años en funcionamiento ha ampliado su mercado, con lo que en la actualidad distribuye hacia 43 zonas en el Ecuador.

Tabla 4.

Soltex Apolo zona y número de clientes

N°	Zona	Número de Clientes
1	Ambato	159
2	Guayaquil	120
3	Quito	101
4	Santo domingo	31
5	Machala	27
6	Loja	22
7	Riobamba	22
8	Cuenca	20
9	Huaquillas	20
10	Quevedo	19
11	Portoviejo	16

12	Ibarra	14
13	Latacunga	13
14	Milagro	12
15	Babahoyo	8
16	Lago Agrio	8
17	Coca	7
18	Azogues	6
19	Manta	6
20	Chone	5
21	Puyo	5
22	Esmeraldas	4
23	La Mana	4
24	Picoaza	4
25	Tena	4
26	Tumbaco	4
27	La troncal	3
28	Naranjal	3
29	Atacames	2
30	Atuntaqui	2
31	Macas	2
32	Pasaje	2
33	Pifo	2
34	Tulcán	2
35	Buena Fe	1
36	Conocoto	1
37	Cumbaya	1
38	El Chaco	1
39	El Quinche	1
40	Guaranda	1
41	Otavalo	1
42	Piñas	1
43	Ventanas	1

3.6 Estructura de la empresa Soltex Apolo

Soltex Apolo es un emprendimiento familiar que se crea en el 2008, esta es una microempresa que cuenta con 9 trabajadores en total, 7 en encargados de los procesos productivos y 2 dedicadas a la parte administrativa.

3.6.1 Organigrama

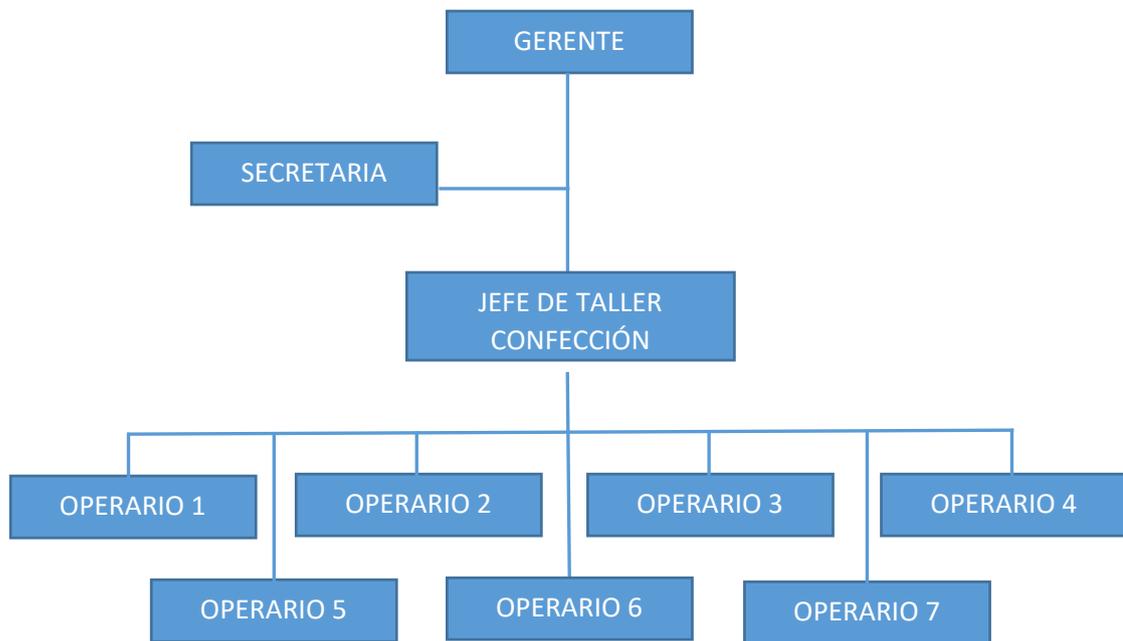


Figura 9. Organigrama Soltex Apolo

3.6.2 Instalaciones Soltex Apolo

En la actualidad la empresa opera en una instalación de 121 m², en donde se encuentra su área administrativa y de producción. El área de producción cuenta con una línea de confección; en donde se elabora ropa interior de dos tipos:

1. Confección de bóxer (varón joven, niño).
2. Confección de calzoncillos (varón adulto, niñas).

3.6.3 Plano taller de confección Soltex Apolo

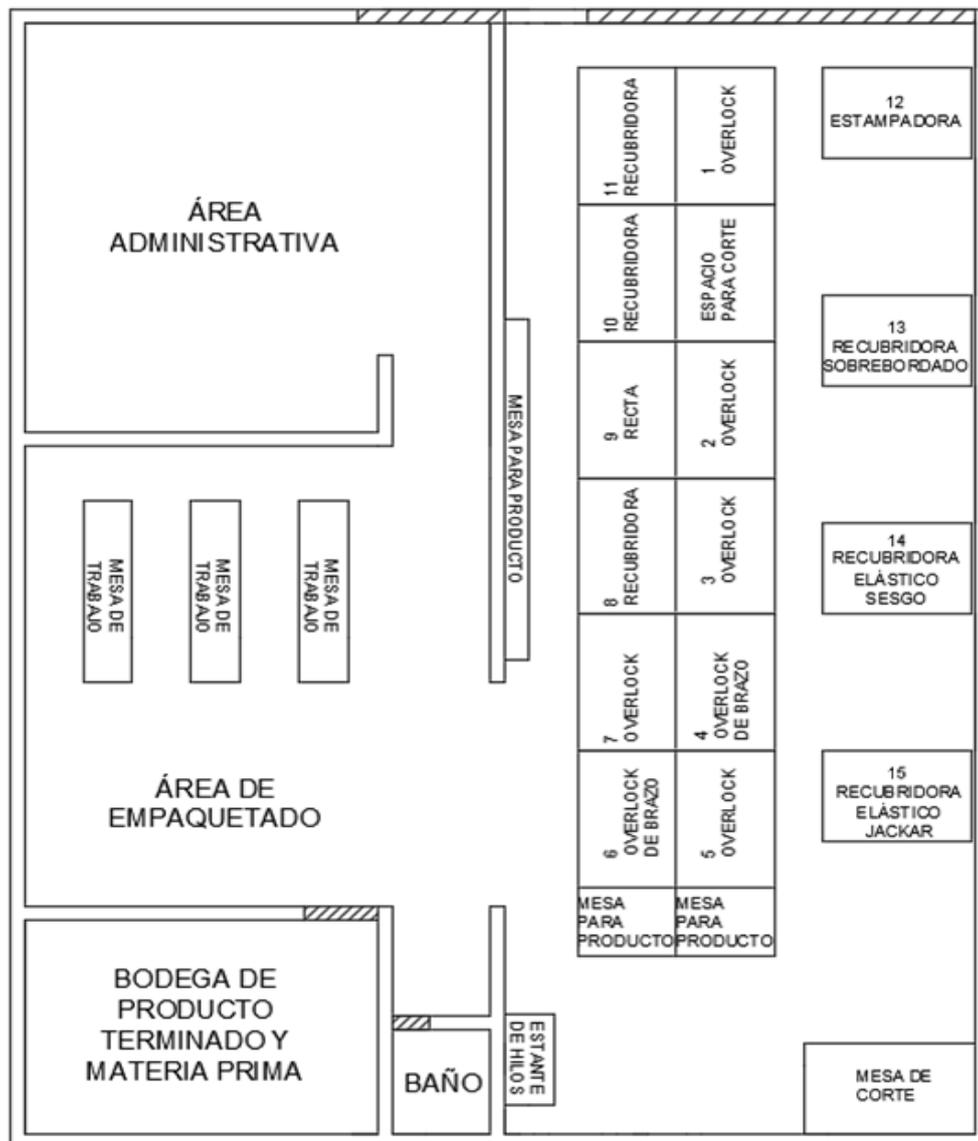


Figura 10. Plano actual taller de confección.

3.7 Observación de la operación actual

El principal proceso de producción en Soltex Apolo es la confección de bóxer o calzoncillo, este proceso se inicia en el corte de las telas y las actividades de costuras necesarias que requiera el producto a confeccionarse.

El proceso de confección se realiza en el taller ubicado en el sector de Ficoa de la ciudad de Ambato.

La confección y empaquetado se la realiza a lo largo de la semana, de día lunes a viernes en un solo turno, el tiempo de producción es de 8 horas al día, el proceso productivo se encuentra a cargo de las trabajadoras del taller, siendo las mismas artesanas especializadas en costura, que han desarrollan este trabajo durante varios años en la empresa.

Para la confección de las prendas; el bóxer o el calzoncillo, se sigue un proceso de varias etapas, iniciando con el corte de la tela y clasificación por color, se inicia el proceso de confección con el fundillo, posterior se cierra el primer lado, se pasa a la colocación de elásticos, se sigue con el cierre del segundo lado, pasada en recta, se continua con el recubrimiento, se remata la prenda y se finaliza con el empaque. El producto final se almacena en bodega; para su posterior envío al cliente final cuando sea requerido.

Analizando el flujo de confección y sus distintas etapas se observa que en el proceso de confección por parte de las trabajadoras se realiza de una manera desordenada que se podría mejorar con la creación de módulos de producción que permitan elevar el nivel productivo en el taller.

En las varias etapas de confección, se observa la acumulación de inventario en proceso (prendas sin terminar) en la línea de producción, que afecta en el rendimiento, puesto que las trabajadoras tienen varios tiempos ociosos en la línea.

El taller posee un diseño semejante a un módulo de trabajo, pero se evidencia un trabajo poco coordinado. Además, los trabajadores realizan varios movimientos innecesarios mientras ejecutan los procesos de confección.

Con lo citado en los puntos anteriores se destaca que existen aspectos importantes que puede ser mejorados buscando la máxima optimización del proceso. La reducción de tiempos y movimientos, así como la correcta utilización

de recursos que se evidenciaría con la implementación de un sistema de producción modular. Al trabajar en módulo podemos llegar a la especialización de nuestras operarias, con lo que se realizará un trabajo de confección muchos más veloz; que mejora los procesos y disminuye los reprocesos.

La implementación de un nuevo módulo de trabajo disminuirá los movimientos innecesarios; permitiendo que las operarias se centren en la confección de las prendas logrando una mayor eficiencia del recurso humano. Teniendo como objetivo el aumento de la productividad

3.8 Producción de la empresa

El bóxer es el producto estrella de la empresa y este es el que genera la mayor parte de ingresos, el calzoncillo es el otro producto de venta que también genera ingresos; pero en menor medida al antes mencionado.

Soltex Apolo produce aproximadamente 540 unidades correspondientes a bóxer o 720 unidades correspondientes a calzoncillos en el día, las operaciones de la empresa son de cinco días a la semana; de lunes a viernes.

En cuanto a su proceso productivo, Soltex Apolo confecciona 3 días bóxer y los 2 restantes calzoncillos por lo que se estima una producción semanal de 3060 unidades entre los 2 productos.

Tabla 5.

Producción mensual Soltex Apolo

Producción Mensual Año 2018				
Producto	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Bóxer	6450	6474	6480	6258
Calzoncillo	5685	5757	5646	5730
Total Unidades	12135	12231	12126	11988

Realizando un cálculo de producción mensual que considera la estimación de 3060 unidades producidas semanalmente entre los dos productos, y 4 semanas

en un mes de producción, Soltex Apolo debería cumplir con una producción de 12.240 unidades mensuales.

3.9 Análisis de la demanda

El análisis de demanda nos otorga información cuantitativa acerca de las necesidades del mercado, mediante el análisis de demanda se ha establecido los requerimientos en cuanto a producción de la empresa Soltex Apolo; lo que nos permite conocer si las actuales operaciones están siendo las adecuadas para cumplir con estas exigencias.

El análisis de la demanda nos permite identificar puntos clave en donde se debe implementar mejores estrategias de gestión, un correcto análisis de demanda nos permite conocer los requerimientos a cumplir respecto a la producción diaria que se debe llevar a cabo.

Para llevar a cabo el estudio de demanda se considera la información otorgada por la gerente en cuanto a la demanda por caja de productos y el método de producción actual que mantiene la empresa; que esta dividido en 3 días de producción de bóxer y 2 días de producción de calzoncillos; los productos se empaquetan en cajas de tres unidades de la siguiente forma:

Bóxers

En la confección de bóxers se elaboran 9 colores diferentes que se empaquetan en 3 cajas según la siguiente descripción:

Tabla. 6

Colores de bóxer – tipo de caja

COLORES DE BÓXER VARÓN JOVEN / NIÑO	TIPO DE CAJA
NEGRO BLANCO GRIS OSCURO	BÓXER VARÓN JOVEN / NIÑO CAJA1
ROJO AZUL ELÉCTRICO GRIS CLARO	BÓXER VARÓN JOVEN / NIÑO CAJA2

VERDE AMARILLO TOMATE	BÓXER VARÓN JOVEN / NIÑO CAJA3
-----------------------------	--------------------------------------

Calzoncillos

En la confección de calzoncillos se elaboran 12 colores diferentes que se empacan en 4 cajas según la siguiente descripción:

Tabla. 7

Colores calzoncillo varón adulto hombres – tipo de caja

COLORES CALZONCILLO VARÓN ADULTO	TIPO DE CAJA
BLANCO NEGRO CAFÉ	CALZONCILLO VARÓN ADULTO CAJA1
GRIS AZUL ELECTRICO ROJO	CALZONCILLO VARÓN ADULTO CAJA2

Tabla. 8

Colores calzoncillos niña – tipo de caja

COLORES CALZONCILLO NIÑA	TIPO DE CAJA
CELESTE BLANCO AMARILLO CLARO	CALZONCILLO NIÑA CAJA1
ROSADO VERDE CLARO TOMATE CLARO	CALZONCILLO NIÑA CAJA2

3.9.1 Análisis de la demanda de bóxer

Tabla. 9

Producción semanal de bóxer varón joven / niño

PRODUCCIÓN SEMANAL BÓXER VARÓN JOVEN / NIÑO	
CANTIDAD DE CAJAS	540
CANTIDAD UNIDADES	1620

Tabla. 10

Producción semanal caja 1, 2, 3 bóxer varón joven / niño

PRODUCCIÓN SEMANAL CAJA 1 BÓXER VARÓN JOVEN / NIÑO		
CANTIDAD DE CAJAS	CANTIDAD DE UNIDADES	CONTENIDO
270	810	1 BÓXER NEGRO
		1 BÓXER BLANCO
		1 BÓXER GRIS OSCURO

PRODUCCIÓN SEMANAL CAJA 2 BÓXER VARÓN JOVEN / NIÑO		
CANTIDAD DE CAJAS	CANTIDAD DE UNIDADES	CONTENIDO
135	405	1 BÓXER GRIS CLARO
		1 BÓXER ROJO
		1 BÓXER AZUL ELÉCTRICO

PRODUCCIÓN SEMANAL CAJA 3 BÓXER VARÓN JOVEN / NIÑO		
CANTIDAD DE CAJAS	CANTIDAD DE UNIDADES	CONTENIDO
135	405	1 BÓXER VERDE
		1 BÓXER AMARILLO
		1 BÓXER TOMATE

Tabla. 11

Demanda semanal cajas de bóxer varón joven / niño

DEMANDA SEMANAL CAJAS DE BÓXER VARÓN JOVEN / NIÑO		
TIPO DE CAJA	CANTIDAD DE CAJAS	CANTIDAD DE UNIDADES
CAJA 1	355	1065
CAJA 2	160	480
CAJA 3	135	405
TOTAL	650	1950

Tabla. 12

Unidades faltantes a la semana para cumplir la demanda semanal de bóxer

UNIDADES FALTANTES PARA CUMPLIR LA DEMANDA SEMANAL DE BÓXER VARÓN JOVEN / NIÑO		
TIPO DE CAJA	CANTIDAD DE CAJAS	CANTIDAD DE UNIDADES
CAJA 1	85	255
CAJA 2	25	75
CAJA 3	0	0
TOTAL	110	330

3.9.2 Análisis de la demanda de calzoncillos

Tabla. 13

Producción semanal calzoncillos varón adulto / niña

PRODUCCIÓN SEMANAL CALZONCILLOS VARÓN ADULTO / NIÑA	
CANTIDAD DE CAJAS	480
CANTIDAD DE UNIDADES	1440

Tabla. 14

Producción semanal cajas 1, 2 calzoncillos varón adulto y niña

PRODUCCIÓN SEMANAL CALZONCILLO CAJA 1 VARÓN ADULTO		
CANTIDAD DE CAJAS	CANTIDAD DE UNIDADES	CONTENIDO
144	432	BLANCO
		NEGRO
		GRIS

PRODUCCIÓN SEMANAL CALZONCILLO CAJA 2 VARÓN ADULTO		
CANTIDAD DE CAJAS	CANTIDAD DE UNIDADES	CONTENIDO
48	144	CAFÉ
		AZUL ELECTRICO
		ROJO

PRODUCCIÓN SEMANAL CALZONCILLO CAJA 1 NIÑAS		
CANTIDAD DE CAJAS	CANTIDAD DE UNIDADES	CONTENIDO
216	648	CELESTE
		BLANCO
		ROSADO

PRODUCCIÓN SEMANAL CALZONCILLO CAJA 2 NIÑAS		
CANTIDAD DE CAJAS	CANTIDAD DE UNIDADES	CONTENIDO
72	216	AMARILLO CLARO
		VERDE CLARO
		TOMATE CLARO

Tabla. 15

Demanda semanal de cajas calzoncillo varón adulto / niña

DEMANDA SEMANAL DE CAJAS CALZONCILLO VARÓN ADULTO / NIÑA		
TIPO DE CAJA	CANTIDAD DE CAJAS	CANTIDAD DE UNIDADES
CAJA 1 VARÓN ADULTO	145	435
CAJA 2 VARÓN ADULTO	48	144
CAJA 1 NIÑA	245	735
CAJA 2 NIÑA	110	330
TOTAL	548	1644

Tabla. 16

*Unidades faltantes a la semana para cumplir la demanda semanal calzoncillo
varón adulto / niña*

UNIDADES FALTANTES PARA CUMPLIR LA DEMANDA SEMANAL CALZONCILLO VARÓN ADULTO / NIÑA		
TIPO DE CAJA	CANTIDAD DE CAJAS	CANTIDAD DE UNIDADES
CAJA 1 VARÓN ADULTO	1	3
CAJA 2 VARÓN ADULTO	0	0
CAJA 1 NIÑA	29	87
CAJA 2 NIÑA	38	114
TOTAL	68	204

3.10 Mapa de macroprocesos de la empresa

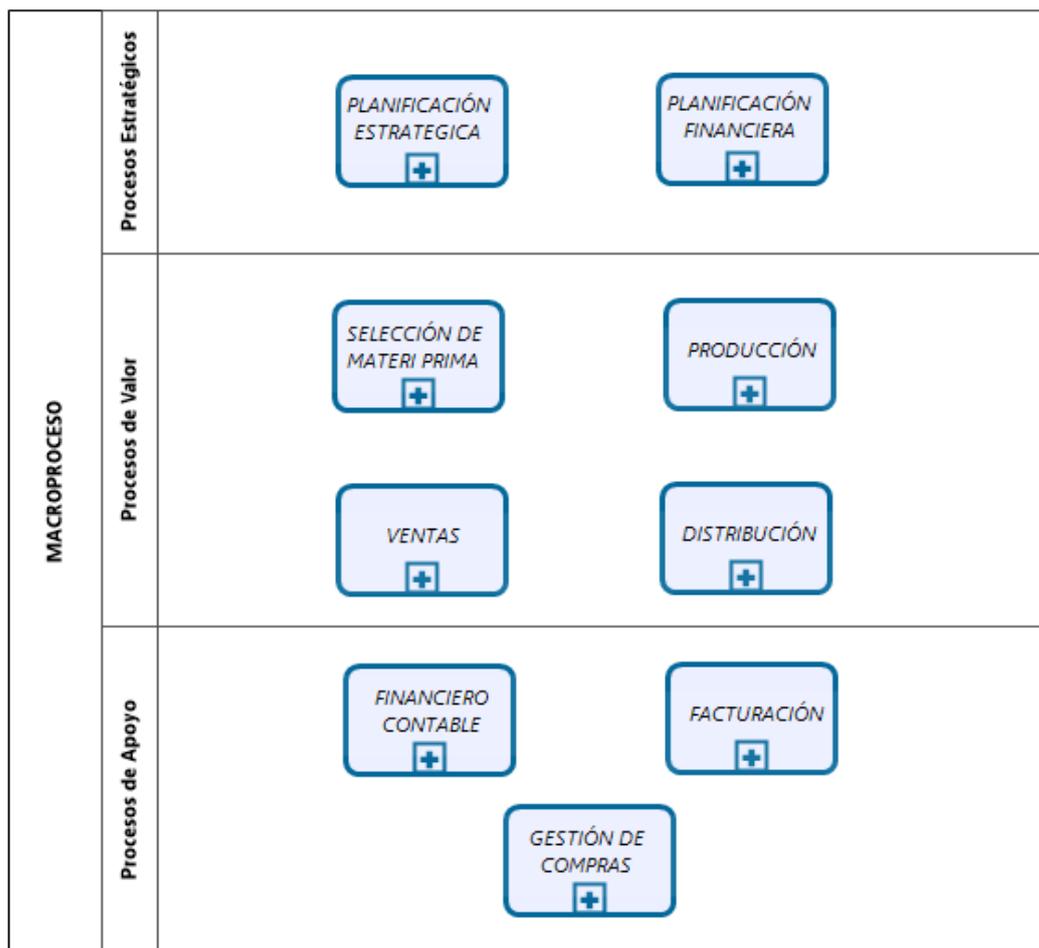


Figura 11. Macroprocesos en Soltex Apolo

3.11 Detalle del proceso de producción de la empresa

En la línea de confección de ropa interior bóxer y calzoncillo, el proceso productivo se da en un turno diario, con jornada laboral de 8am a 5pm. En el turno laboran seis artesanas de confección y una jefa de taller que además de realizar labores de confección, supervisa la producción de las otras artesanas. Si bien el proceso de confección de bóxer y calzoncillos en su transformación en producto terminado pasan por procesos similares; se los analiza de manera independiente para un mejor entendimiento de los mismos.

3.11.1 Procesos de confección de bóxer

1. El proceso de confección inicia en el fundillado, donde ingresa la tela cortada y lista para la costura. El fundillado es una operación con varias actividades, la primera actividad es la costura de copas; aquí se realiza una costura para formar la copa del bóxer, la segunda es la costura de delanteros de copa, en donde se realiza una costura para su elaboración, la tercera es el armado del delantero en esta actividad se realizan dos costuras y forma la parte frontal del bóxer sin copa, la cuarta actividad es la costura del delantero y la copa que realiza una costura uniendo el delantero del bóxer con la copa, la quinta actividad es la costura del primer lado que se realiza mediante una costura; uniendo la parte delantera y posterior del bóxer, además aquí se añade la talla de la prenda.



Figura 12. Fundillado bóxer.

2. El sobrebordado se da después de la cuarta actividad de la operación de fundillo, en esta actividad se refuerza la costura del delantero del bóxer con la copa añadiendo un sobrebordado a esta.



Figura 13. Sobrebordado bóxer.

3. La colocación del elástico de cintura; se da terminada la operación de fundillo, se realiza una costura que une el elástico a lo largo de la parte superior de toda la prenda.



Figura 14. Colocación de elástico bóxer.

4. En el cierre del segundo lado se realizan dos costuras; la primera es una costura lateral que cierra el segundo lado del bóxer, y la segunda cierra su parte inferior.



Figura 15. Cierre segundo lado bóxer.

5. El pasado de recta se realiza mediante una costura, que asegura la unión del elástico.



Figura 16. Pasado de recta bóxer.

6. El recubrimiento se lo hace mediante un pequeño dobles de la tela en la pierna del bóxer, se lo realiza mediante una costura en cada pierna, dando el acabado final de la prenda.



Figura 17. Recubrimiento de piernas bóxer.

7. El empaquetado se lleva a cabo mediante tres actividades, la primera el remate, en el cual se corta todos los hilos en exceso de la prenda, la segunda el doblado de la prenda y se finaliza con el empaclado.



Figura 18. Empaquetado bóxer

3.11.2 SIPOC proceso para la confección de bóxer

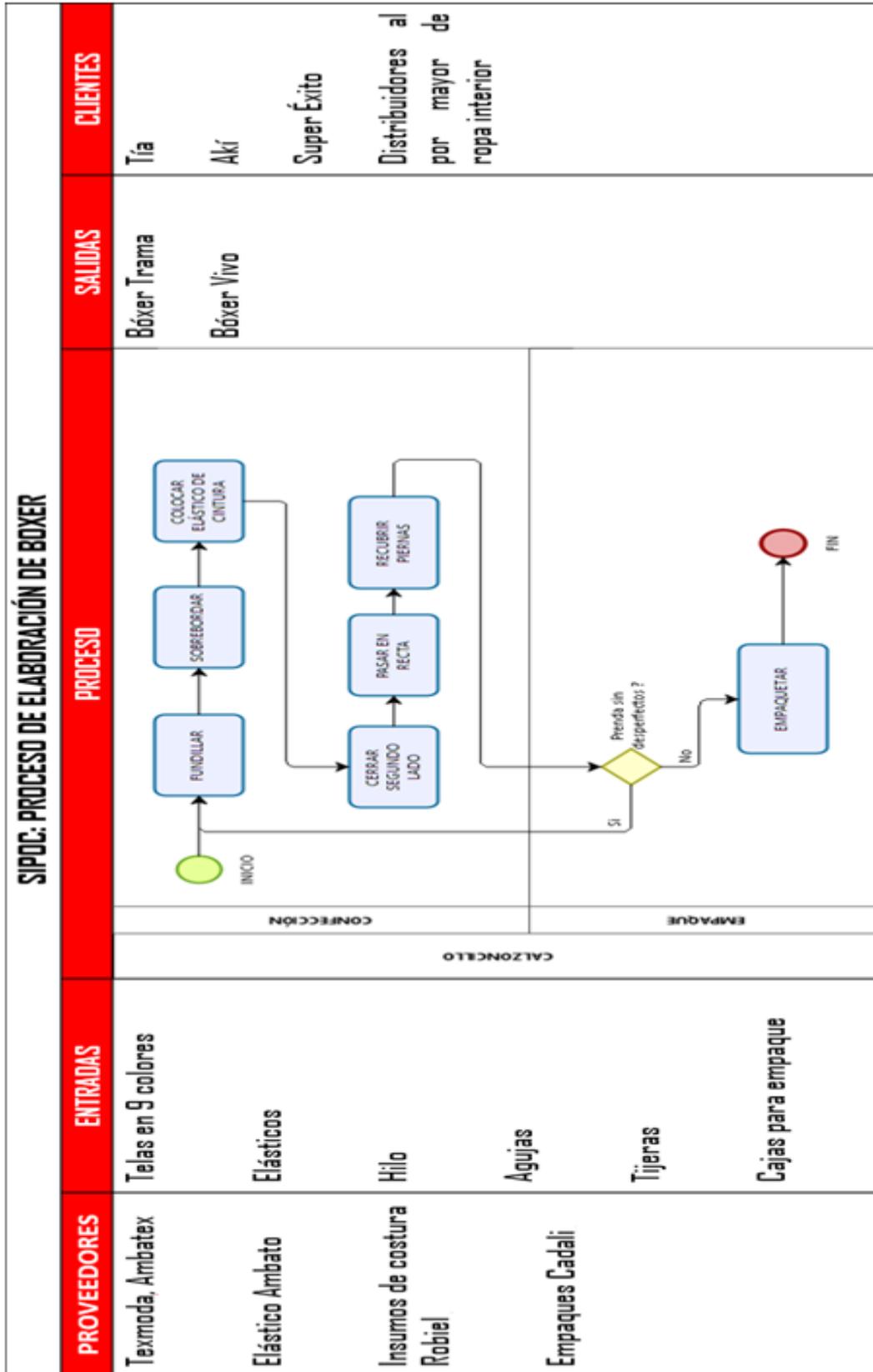


Figura 19. SIPOC confección bóxer

3.11.3 Proceso de confección de calzoncillo

1. El proceso de confección inicia en el fundillado, donde ingresa la tela cortada y lista. El fundillado es una operación con varias actividades, la primera es la costura de forros y talla, aquí se realizan dos costuras que permiten unir el forro delantero y posterior, además aquí se añade la talla al forro de delantero, la segunda actividad es la costura que une el forro, la espalda y el delantero de la prenda; esta se realiza mediante dos costuras, la tercera actividad es la costura del forro al delantero mediante dos costuras, fijando el forro a la parte delantera de la prenda.



Figura 20. Fundillo calzoncillo

2. La colocación de elásticos de piernas se da terminada la operación de fundillo, se realizan dos costuras; cada una une el elástico a lo largo de la pierna.



Figura 21. Colocación elásticos calzoncillo

3. La costura del primer lado cierra una de las partes laterales del calzoncillo, se realiza una costura en este proceso.



Figura 22. Cierre primer lado calzoncillo

4. El elástico de cintura se une a lo largo de toda la prenda en su parte superior, aquí se realiza una costura.



Figura 23. Colocación elástico de cintura calzoncillo

5. La costura del segundo lado cierra la prenda en la parte lateral faltante, realizándose una costura en este proceso.



Figura 24. Cierre del segundo lado calzoncillo

6. El recubrimiento del elástico de piernas se lo realiza por medio de dos costuras, en este proceso se recubre el elástico crudo mediante un dobléz en cada pierna.



Figura 25. Recubrimiento elástico de piernas

7. La costura inferior de piernas es una costura de seguridad en recta, se realiza una costura en cada pierna



Figura 26. Costura inferiores calzoncillo

8. El recubrimiento de elástico de cintura se lo hace mediante un doblar en la parte superior de la prenda, se lo realiza mediante una costura, dando el acabado final de la prenda.



Figura 27. Recubrimiento elástico de cintura calzoncillo

9. El empaquetado se lleva a cabo mediante tres actividades, la primera el remate, en el cual se corta todos los hilos en exceso de la prenda, la segunda el doblado de la prenda y se finaliza con el empaclado.



Figura 28. Empaquetado calzoncillo

3.11.4 SIPOC proceso para la confección de calzoncillo

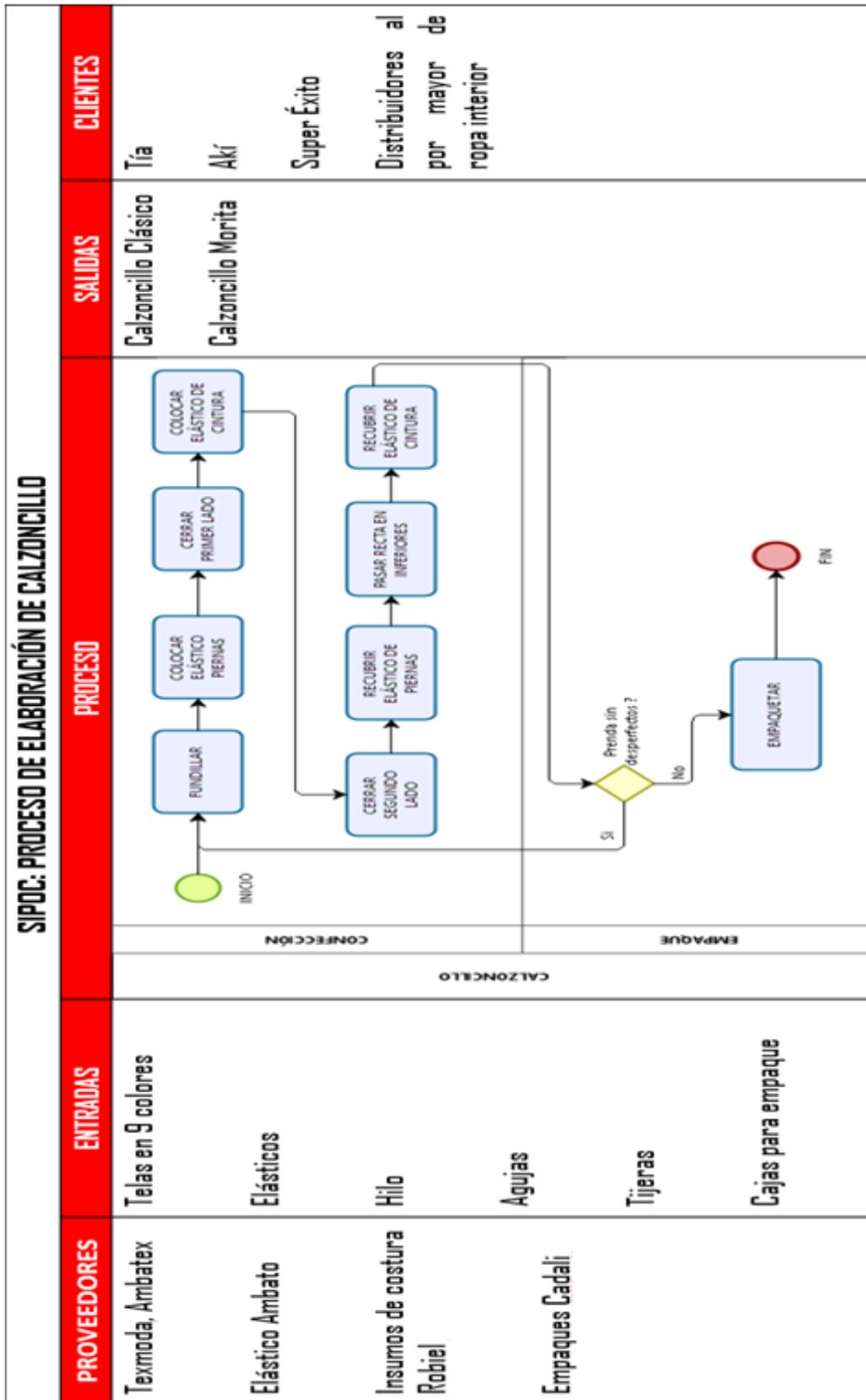


Figura 29. SIPOC confección calzoncillo

CIENTES

SALIDAS

PROCESO

ENTRADAS

PROVEEDORES

Tía
Aki
Super Éxito
Distribuidores al por mayor de ropa interior

Calzoncillo Clásico
Calzoncillo Morita

Telas en 9 colores

Elásticos

Hilo

Agujas

Tijeras

Cajas para empaque

Texmoda, Ambatex

Elástico Ambato

Insumos de costura Robiel

Empaques Cadali

CONFECCIÓN

EMPAQUE

CALZONCILLO

3.12 Medición de tiempos

Para la medición de tiempos se utiliza un cronometro, cada actividad ha sido dividida en ciclos y para la toma de tiempos se anota los tiempos de cada ciclo en un formato donde se describe la operación, el número de actividad y descripción de la actividad. Para nuestro caso de estudio se ha dividido cada proceso en actividades, las mismas que a su vez se han dividido en las subactividades que el operario realiza permitiéndonos de esta forma obtener una mayor exactitud en el estudio, por lo cual se ha considerado realizar un total de diez registros de tiempo para cada una de estas.

En las siguientes figuras se muestran los tiempos que le toma al operario realizar una actividad en concreto para la confección de prendas bóxer y calzoncillo respectivamente.

La presente medición busca establecer los tiempos empleados que permita a posterior realizar una comparación de la eficiencia de los métodos de trabajo utilizados.

3.12.1 Tiempos confección bóxer

PROCESO	N° ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	TIEMPOS (seg)															
			8	7.9	8	7.9	8	7.9	8	7.9	8	7.9	8	7.9	8	7.9	8	
FUNDILLAR	1	COSTURA COPA	Ir por los cortes	10	9.8	10	9.9	10	9.9	10	9.9	10	9.9	10	9.9	10	9.8	
			Ir por el hilo	2.2	2.1	2.2	2.1	2.2	2.1	2.2	2.1	2.2	2.1	2.2	2.1	2.2	2.1	2.2
			Preparación	0.8	1.1	1	1.1	1	1.1	1	1.1	1	1.1	1	1.1	1	1.1	0.8
	2	COSTURA DELANTERO COPAS	Preparación	1.5	1.2	1.5	1.2	1.5	1.2	1.5	1.2	1.5	1.2	1.5	1.2	1.5	1.2	1.5
			Costura 1	0.4	0.5	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6	0.5	0.5
			Tomar siguiente prenda	1	1	1.1	1	1.1	1	1.1	1	1.1	1	1.1	1	1.1	1	1.1
	3	COSTURA ARMADO DE DELANTEROS	Preparación 1	2.8	2.5	3	2.8	3.2	2.6	3	2.9	3	2.9	3	2.9	3	2.9	2.4
			Costura 1	2.6	2.5	2.8	2.7	2.9	2.9	3	2.9	3	2.9	3	2.9	3	2.9	2.7
			Preparación 2	3.8	4.4	4.2	3.6	4.4	3.6	4.4	3.6	4.4	3.6	4.4	3.6	4.4	3.6	4.4
	4	COSTURA DE DELANTERO Y COPAS	Costura 2	3	3	3	3.2	3.1	3.3	3	3.3	3	3.3	3	3.3	3	3.3	3.1
			Tomar siguiente prenda	1.3	1.5	1.3	1.5	1.4	1.5	1.4	1.5	1.4	1.5	1.4	1.5	1.4	1.5	1.3
Preparación			5.2	4.3	6.1	4.5	3.2	4.9	4.7	4.1	5	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	5	
6	COSTURA PRIMER LADO, DELANTERO SOBREBORDADO, ESPALDA Y TALLA	Costura 1	5.9	6.8	6.2	6.9	5.2	7.2	5.2	6.4	7.2	5.2	6.4	7.2	5.2	6.8		
		Preparación	4.3	4.3	3	4.5	3.7	5.2	4.4	5.1	3.5	4.6	4.4	5.1	3.5	4.6		
		Costura 1	3.7	4.3	3.9	4.1	5.2	4.8	4.5	4.3	3.8	4.2	4.5	4.3	3.8	4.2		
SOBREBORDAR	5	SOBREBORDAR DELANTEROS	Tomar siguiente prenda	1.9	2	1.5	1.4	1.4	1.5	2.1	1.7	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3		
			Ir a dejar prenda	6	5.9	6	6	6	5.8	6	6	5.8	6	6	6	6		
			Ir por la prenda	6	6	5.8	5.6	6	6	5.8	6	6	5.8	6	6	6		
	7	COSER ELÁSTICO DE CINTURA	Ir por el hilo	14	14	13.8	14	13.8	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
			Preparación	5.6	4.5	4.4	2.4	1.8	2.3	3.1	2.3	3.7	2	3.1	2.3	3.7	2	
			Costura	10.5	9.7	9.4	10.2	9.3	9.2	9.2	9.8	9.2	8.4	10.2	9.2	8.4	10.2	
	CERRAR SEGUNDO LADO	8	COSTURA SEGUNDO LADO Y BAJO	Tomar siguiente prenda	0.5	0.5	0.7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
				Cortar sobrebordados	1.3	1.1	1.1	1.2	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
				Ir por la prenda	6	5.8	5.8	6	5.8	5.9	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	
		9	COSTURA EN RECTA	Ir por el hilo	5	4.8	4.9	5	5	4.9	5	5	4.9	5	5	5	5	
				Preparación	2.3	2	2.8	2.4	2.6	3	2.6	2.8	2.3	2.8	2.3	2.8	2.3	
Costura				5.1	5.5	6	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7		
10		COSTURA DOBLES EN PIERNAS	Tomar siguiente prenda	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.4		
			Ir a dejar la prenda	3	2.9	3	2.9	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
			Ir por la prenda	4	3.9	4	3.9	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
11		EMPAQUETAR	Ir por el hilo	5	5	4.9	5	4.9	5	4.9	5	4.9	5	4.9	5	4.9		
			Preparación 1	8.7	10.2	9.6	9.3	9	8.6	9.6	9.5	10	9.6	9.5	10	9.6		
	Costura 1		1.9	2.4	2.2	2.5	3.5	2	1.9	3.3	2.1	2.2	2.1	2.2	2.2			
11	EMPAQUETAR	Preparación 2	6.5	5.9	6.6	5.2	7.5	6.6	5.8	6.5	6.6	5.8	6.5	6.6	5.8			
		Costura 2	8.9	7.8	6.9	7.8	7.2	5.2	5.2	4.8	4.1	6.3	4.1	6.3	4.1			
		Tomar siguiente prenda	2.6	1.9	1.8	2	2.5	2.8	1.9	2.5	2.6	2	2.5	2.6	2			
11	EMPAQUETAR	Ir a dejar prenda	2	1.9	1.8	1.9	2	1.8	2	1.8	2	1.8	2	1.8	2			
		Ir por la prenda	2	1.8	1.9	2	2	1.8	1.9	2	1.8	1.9	2	1.8	2			
		Preparación	8	7.9	8	7.8	8	7.8	8	7.9	8	7.8	8	7.8	8			
11	EMPAQUETAR	Preparación	2.5	3.2	2.6	2.8	2.5	1.9	2.6	2.9	3	2.9	3	2.9	3			
		Costura 1	3.2	3.2	2.9	3	3.3	3.2	3.1	3	3.2	3.2	3.1	3				
		Tomar siguiente prenda	1.8	1.7	1.6	1.6	2.6	1.6	1.6	2.9	1.6	1.7	1.6	1.6				
11	EMPAQUETAR	Ir por el hilo	10	9.9	10	9.9	9.9	10	9.8	10	9.8	10	9.8	10	10			
		Preparación 1	5.6	4.5	4.3	4.5	4.5	4.4	4.3	3.8	6	5.5	4.3	3.8				
		Costura 1	5.9	4.9	5.3	5.2	4.9	5.7	6	4	5.4	5.7	6	4				
11	EMPAQUETAR	Preparación 2	5.6	6.7	6.5	7	6.2	6.1	6.5	5.9	6.1	6.7	6.1	6.7				
		Costura 2	5.3	5.2	5.1	5.5	4.9	4.2	4.6	6.9	4.7	5.5	4.7	5.5				
		Tomar siguiente prenda	1.9	2.2	2.2	2	2.1	2.2	1.9	2.5	2	2.2	1.9	2.2				
11	EMPAQUETAR	Remate	12	12	11.9	12	11.9	12	11.9	12	11.8	12	11.8	12				
		Doblado	28.1	28.3	26.5	26.8	26.5	25.7	31.4	27.5	26.3	26.5	27.5	26.3				
		Empacado	4.4	4.3	4.9	4.7	3.9	4.3	4.1	4.2	4.1	3.8	4.1	3.8				
11	EMPAQUETAR	Empleados	10.5	10.5	9.6	8.3	8.2	10.5	9.5	8.5	9.6	8.5	9.6	8.5				
		Empleados	10.5	10.5	9.6	8.3	8.2	10.5	9.5	8.5	9.6	8.5	9.6	8.5				
		Empleados	10.5	10.5	9.6	8.3	8.2	10.5	9.5	8.5	9.6	8.5	9.6	8.5				

Figura 30. Tabla I de tiempos de confección de bóxer

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TIEMPO OBSERVADO			Desviación Estándar	Limite Superior	Limite Inferior	Promedio Valido	Valoración			Tiempo básico por proceso
										Tiempo Total Observado	Tiempo Medio del Ciclo	Tempo Observado					Habilidad	Esfuerzo	Total Valoración	
0.1333	0.1317	0.1333	0.1317	0.1317	0.1333	0.1333	0.1333	0.1333	0.1333	1.3300	0.1330	0.001054093	0.1341	0.1319	0.133333	0	0	0	1	0.133333333
0.1667	0.1633	0.1667	0.1667	0.1650	0.166667	0.1650	0.1667	0.1667	0.1633	1.6567	0.1657	0.001405457	0.1671	0.1643	0.16625	0	0	0	1	0.16625
0.0367	0.0350	0.0367	0.0300	0.038333	0.0330	0.0300	0.0333	0.0483	0.0350	0.3583	0.0358	0.005169665	0.0410	0.0307	0.035714	0.06	0.05	0.05	1.11	0.039642857
0.0133	0.0183	0.0167	0.0183	0.0167	0.0183	0.0200	0.0167	0.0133	0.0333	0.1850	0.0185	0.005635535	0.0241	0.0129	0.016852	0.06	0.05	0.05	1.11	0.018705556
0.0250	0.0200	0.0250	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0250	0.0200	0.2283	0.0228	0.002490724	0.0254	0.0203	0.024722	0.06	0.05	0.05	1.11	0.027441667
0.0067	0.0083	0.0100	0.0067	0.0083	0.0067	0.0100	0.0083	0.0083	0.0083	0.0833	0.0083	0.001111111	0.0094	0.0072	0.008333	0.06	0.05	0.05	1.11	0.000925
0.0167	0.0167	0.0183	0.0250	0.0167	0.0183	0.0167	0.0250	0.0183	0.0167	0.1883	0.0188	0.00333796	0.0222	0.0155	0.017292	0.06	0.05	0.05	1.11	0.01919375
0.0467	0.0417	0.0500	0.0467	0.0533	0.0433	0.0500	0.0483	0.0400	0.0400	0.4600	0.0460	0.004594683	0.0506	0.0414	0.0466667	0.06	0.05	0.05	1.11	0.0518
0.0433	0.0417	0.0467	0.0450	0.0483	0.0500	0.0400	0.0433	0.0450	0.0667	0.4700	0.0470	0.007527727	0.0545	0.0395	0.044815	0.06	0.05	0.05	1.11	0.049744444
0.0633	0.0733	0.0700	0.0600	0.0733	0.0600	0.0800	0.0583	0.0583	0.0733	0.6667	0.0667	0.008351831	0.0750	0.0583	0.066458	0.06	0.05	0.05	1.11	0.07376875
0.0500	0.0500	0.0500	0.0533	0.0517	0.0550	0.0500	0.0583	0.0450	0.0517	0.5150	0.0515	0.00355295	0.0551	0.0479	0.051458	0.06	0.05	0.05	1.11	0.05711875
0.0217	0.0250	0.0217	0.0250	0.0233	0.0250	0.0217	0.0217	0.0250	0.0217	0.2317	0.0232	0.001657382	0.0248	0.0215	0.021944	0.06	0.05	0.05	1.11	0.024358333
0.0867	0.0717	0.1017	0.0750	0.0833	0.0817	0.0783	0.0683	0.0683	0.0833	0.7683	0.0768	0.012944564	0.0898	0.0639	0.076667	0.06	0.05	0.05	1.11	0.0851
0.0983	0.1133	0.1033	0.1150	0.0867	0.0900	0.1067	0.1200	0.1167	0.1133	1.0633	0.1063	0.011514886	0.1178	0.0948	0.109524	0.06	0.05	0.05	1.11	0.1121571429
0.0167	0.0200	0.0267	0.0283	0.0250	0.0283	0.0200	0.0267	0.0250	0.2383	0.2383	0.0238	0.003689324	0.0275	0.0201	0.021905	0.06	0.05	0.05	1.11	0.024314286
0.0717	0.0717	0.0500	0.0750	0.0617	0.0867	0.0733	0.0850	0.0767	0.0710	0.7100	0.0710	0.01147192	0.0825	0.0595	0.071667	0.06	0.05	0.05	1.11	0.07955
0.0617	0.0717	0.0650	0.0683	0.0867	0.0800	0.0750	0.0717	0.0633	0.0713	0.7133	0.0713	0.007689981	0.0790	0.0636	0.070278	0.06	0.05	0.05	1.11	0.078008333
0.0333	0.0333	0.0250	0.0233	0.0233	0.0250	0.0233	0.0233	0.0233	0.0217	0.2700	0.0270	0.004766136	0.0318	0.0222	0.025714	0.06	0.05	0.05	1.11	0.028542857
0.1000	0.0983	0.1000	0.1000	0.1000	0.0967	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.9950	0.0995	0.00124914	0.1006	0.0984	0.1	0	0	0	1	0.09925
0.1000	0.1000	0.0967	0.0933	0.1000	0.0967	0.0933	0.1000	0.1000	0.1000	0.9950	0.0995	0.002330686	0.1010	0.0963	0.099259	0	0	0	1	0.099259259
0.2333	0.2333	0.2300	0.2333	0.2300	0.2333	0.2333	0.2333	0.2333	0.2333	2.2627	0.2327	0.001405457	0.2341	0.2313	0.233333	0	0	0	1	0.233333333
0.0933	0.0750	0.0733	0.0400	0.0300	0.0383	0.0517	0.0383	0.0617	0.0333	0.5350	0.0535	0.021379146	0.0749	0.0321	0.048095	0.06	0.05	0.05	1.11	0.053385714
0.1750	0.1617	0.1567	0.1700	0.1550	0.1533	0.1633	0.1533	0.1400	0.1700	1.5983	0.1598	0.010347362	0.1702	0.1495	0.160417	0.06	0.05	0.05	1.11	0.1780625
0.0083	0.0083	0.0117	0.0083	0.0083	0.0083	0.0083	0.0100	0.0067	0.0083	0.0867	0.0087	0.001314684	0.0100	0.0074	0.008333	0.06	0.05	0.05	1.11	0.00925
0.0217	0.0183	0.0417	0.0200	0.0233	0.0217	0.0217	0.0217	0.0133	0.0183	0.1783	0.0222	0.007414117	0.0294	0.0148	0.020833	0.06	0.05	0.05	1.11	0.023125
0.1000	0.0967	0.0967	0.1000	0.0967	0.0983	0.0967	0.0967	0.0967	0.1000	0.9783	0.0978	0.001581139	0.0994	0.0963	0.096905	0	0	0	1	0.096904762
0.0833	0.0800	0.0817	0.0833	0.0833	0.0817	0.0833	0.0833	0.0833	0.0833	0.8267	0.08267	0.001165343	0.0838	0.0815	0.082963	0	0	0	1	0.082962963
0.0867	0.0650	0.0667	0.0650	0.0650	0.0667	0.0667	0.0667	0.0667	0.0667	0.6617	0.0662	0.000805076	0.0670	0.0654	0.066667	0.06	0.05	0.05	1.11	0.066666667
0.0850	0.0917	0.1000	0.0950	0.0950	0.0933	0.0933	0.0933	0.0933	0.0933	0.4267	0.0427	0.005103886	0.0478	0.0376	0.042917	0.06	0.05	0.05	1.11	0.0476375
0.0083	0.0083	0.0067	0.0067	0.0067	0.0100	0.0067	0.0083	0.0067	0.0067	0.9267	0.0927	0.005454659	0.0981	0.0872	0.094048	0.06	0.05	0.05	1.11	0.082928571
0.0500	0.0483	0.0500	0.0483	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.0483	0.0500	0.4950	0.0495	0.000805076	0.0503	0.0487	0.05	0	0	0	1	0.05
0.0667	0.0650	0.0667	0.0650	0.0667	0.0667	0.0667	0.0667	0.0667	0.0667	0.6617	0.0662	0.000805076	0.0670	0.0654	0.066667	0.06	0.05	0.05	1.11	0.066666667
0.0833	0.0833	0.0817	0.0833	0.0817	0.0833	0.0800	0.0833	0.0800	0.0833	0.8233	0.0823	0.001405457	0.0837	0.0809	0.082333	0.06	0.05	0.05	1.11	0.074
0.1450	0.1700	0.1600	0.1550	0.1500	0.1433	0.1450	0.1583	0.1667	0.1600	1.5533	0.1553	0.009322745	0.1647	0.1460	0.156667	0.06	0.05	0.05	1.11	0.09139
0.0317	0.0400	0.0367	0.0417	0.0383	0.0393	0.0317	0.0550	0.0350	0.0367	0.4000	0.0400	0.009395297	0.0494	0.0306	0.035833	0.06	0.05	0.05	1.11	0.039775
0.1083	0.0983	0.1100	0.0867	0.1250	0.1100	0.0967	0.1083	0.1100	0.0967	1.0500	0.1050	0.010628404	0.1156	0.0944	0.104792	0.06	0.05	0.05	1.11	0.11631875
0.1483	0.1300	0.1150	0.1300	0.1200	0.0867	0.0867	0.0800	0.0683	0.1050	0.7000	0.1070	0.02593677	0.1329	0.0811	0.110476	0.06	0.05	0.05	1.11	0.122628571
0.0433	0.0317	0.0300	0.0333	0.0417	0.0467	0.0317	0.0417	0.0433	0.0333	0.3767	0.0377	0.006196375	0.0439	0.0375	0.0375	0.06	0.05	0.05	1.11	0.041625
0.0333	0.0317	0.0300	0.0333	0.0333	0.0300	0.0333	0.0333	0.0333	0.0333	0.3233	0.0323	0.001405457	0.0337	0.0309	0.032917	0	0	0	1	0.032916667
0.0333	0.0300	0.0317	0.0333	0.0333	0.0300	0.0317	0.0317	0.0333	0.0333	0.3217	0.0322	0.001372121	0.0335	0.0308	0.032708	0	0	0	1	0.032708333
0.1333	0.1317	0.1333	0.1300	0.1333	0.1333	0.1317	0.1333	0.1300	0.1333	1.3233	0.1323	0.001405457	0.1337	0.1309	0.132917	0	0	0	1	0.132916667
0.0417	0.0533	0.0433	0.0467	0.0417	0.0317	0.0433	0.0483	0.0500	0.0467	0.4467	0.0447	0.005921294	0.0506	0.0387	0.045208	0.06	0.05	0.05	1.11	0.05018125
0.0533	0.0533	0.0483	0.0500	0.0550	0.0533	0.0517	0.0500	0.0533	0.0533	0.5217	0.0522	0.002086109	0.0543	0.0501	0.053056	0.06	0.05	0.05	1.11	0.058891667
0.0300	0.0283	0.0267	0.0267	0.0433	0.0267	0.0483	0.0267	0.0283	0.0267	0.3117	0.0312	0.000789782	0.0391	0.0323	0.035476	0.06	0.05	0.05	1.11	0.030525
0.1667	0.1650	0.1667	0.1650	0.1667	0.1667	0.1633	0.1667	0.1667	0.1667	1.6583	0.1658	0.001178511	0.1670	0.1647	0.166111	0	0	0	1	0.166111111
0.0933	0.0750	0.0717	0.0750	0.0750	0.0733	0.0717	0.0667	0.0667	0.0917	0.7900	0.0790	0.011737878	0.0907	0.0673	0.073611	0.08	0.08	0.08	1.11	0.085388889
0.0983	0.0817	0.0883	0.0867	0.0817	0.0950	0.1000	0.0667	0.0900	0.0833	0.8833	0.0883	0.00993808	0.0983	0.0784	0.088333	0.08	0.08	0.08	1.16	0.102466667
0.0933	0.1117	0.1083	0.1167	0.1033	0.1017	0.1083	0.0983	0.1017	0.1117	1.0550	0.1055	0.00707325	0.1126	0.0984	0.106667	0.08	0.08	0.08	1.16	0.123733333
0.0883	0.0867	0.0850	0.0917	0.0817	0.0700	0.0767	0.1150	0.0783	0.0917	0.8650	0.0865	0.012157658	0.0987	0.0743	0.085	0.08	0.08	0.08	1.16	0.0986
0.0317	0.0367	0.0367	0.0333	0.0350	0.0367	0.0317	0.0417	0.0333	0.0367	0.3533	0.0353	0.003022549	0.0384	0.0323	0.035476	0.08	0.08	0.08	1.16	0.041152381
0.2000	0.2000	0.1983	0.2000	0.1983	0.1983	0.2000	0.2000	0.1967	0.2000	1										

ACTIVIDAD	SEVO	2. CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA										TOTAL	Indice			
		1. Suplementos constantes		2. CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA												
		Necesidade personales	Por fatiga	a) Supl. por trabajar de pie	b) Supl. por postura anormal	c) Lev. de Pesos y Uso de Fuerza	d) Int. de la luz	e) Calidad del Aire	f) Tension Visual	g) Tension Auditiva	h) Proc. complejo			i) Monotonía: Mental	j) Monotonía: Física	
FUNDILLAR	M	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	16	0,16
SOBREORDAR	M	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	16	0,16
COLOCAR ELÁSTICO DE CINTURA	M	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	16	0,16
CERRAR SEGUNDO LADO	M	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	16	0,16
PASAR RECTA	M	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	16	0,16
RECUBRIR PIERNAS	M	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	16	0,16
EMPAQUETAR	M	7	4	4	4	0	0	0	0	0	0	1	4	0	20	0,2

Figura 32. Análisis coeficiente de descuento

ACTIVIDAD	Tiempo Básico (horas)	TIEMPO ESTÁNDAR		
		Coefficiente de descuento	Tiempo estándar/ Unidad	Tiempo de ciclo
FUNDILLAR	0,01979	1,16	0,022962	0,022962
SOBREBORDAR	0,00994	1,16	0,011531	0,034493
COLOCAR ELÁSTICO DE CINTURA	0,00761	1,16	0,008827	0,043320
CERRAR SEGUNDO LADO	0,01154	1,16	0,013389	0,056709
PASAR RECTA	0,00509	1,16	0,005901	0,062610
RECUBRIR PIERNAS	0,01029	1,16	0,011937	0,074548
EMPAQUETAR	0,01609	1,20	0,019305	0,093853

TIEMPO ESTÁNDAR	0,093853
PRODUCCIÓN POR HORA	10,65494334
PRODUCCIÓN POR JORNADA	79,91207508
N° OPERARIOS	7
PRODUCCIÓN DIARIA	559,3845256
PRODUCCIÓN MENSUAL	6712,614307

Figura 33. Tiempo estándar confección bóxer

Tabla. 17

Actividad – máquina confección bóxer

ACTIVIDAD	MÁQUINA
FUNDILLADO	OVERLOCK 2 Y 3
SOBREBORDADO	RECUBRIDORA 12
COLOCAR ELÁSTICO CINTURA	RECUBRIDORA ELÁSTICO JACKER
CERRAR SEGUNDO LADO	OVERLOCK 7
PASADO DE RECTA	RECTA 9
RECUBRIR PIERNAS	RECUBRIDORA 11

3.12.2 Pared de balance confección bóxer

La pared de balance nos permite visualizar aquellos procesos que representan posibles cuellos de botella. El takt time obtenido es una relación del tiempo disponible sobre la demanda que se tiene en cada turno.

La pared de balanceo mostrada a continuación establece un tiempo disponible de 27000 segundos y una demanda de 650 unidades.

$$Takt\ time = \frac{Tiempo\ Disponible}{Demanda}$$

$$Takt\ time = \frac{27000}{650}$$

$$Takt\ time = 41,54\ seg/u$$

Producto	
Demanda por turno (D)	650 ud./turno
Tiempo disponible por turno (TD)	27000 Seg./turno

Producto			
Estaciones de Trabajo	Resumen de Tiempos (Segundos)		
	TIEMPO	Takt Time (TD / D)	Tiempo de Ciclo
FUNDILLAR	82,66	41,54	82,66
SOBREBORDAR	41,51	41,54	124,17
COLOCAR ELÁSTICO DE CINTURA	31,78	41,54	155,95
CERRAR SEGUNDO LADO	48,20	41,54	204,15
PASAR RECTA	21,24	41,54	225,39
RECUBRIR PIERNAS	42,97	41,54	268,36
EMPAQUETAR	69,50	41,54	337,86
Tiempo Total de Transformacion Invertido. (Seg.)			337,86

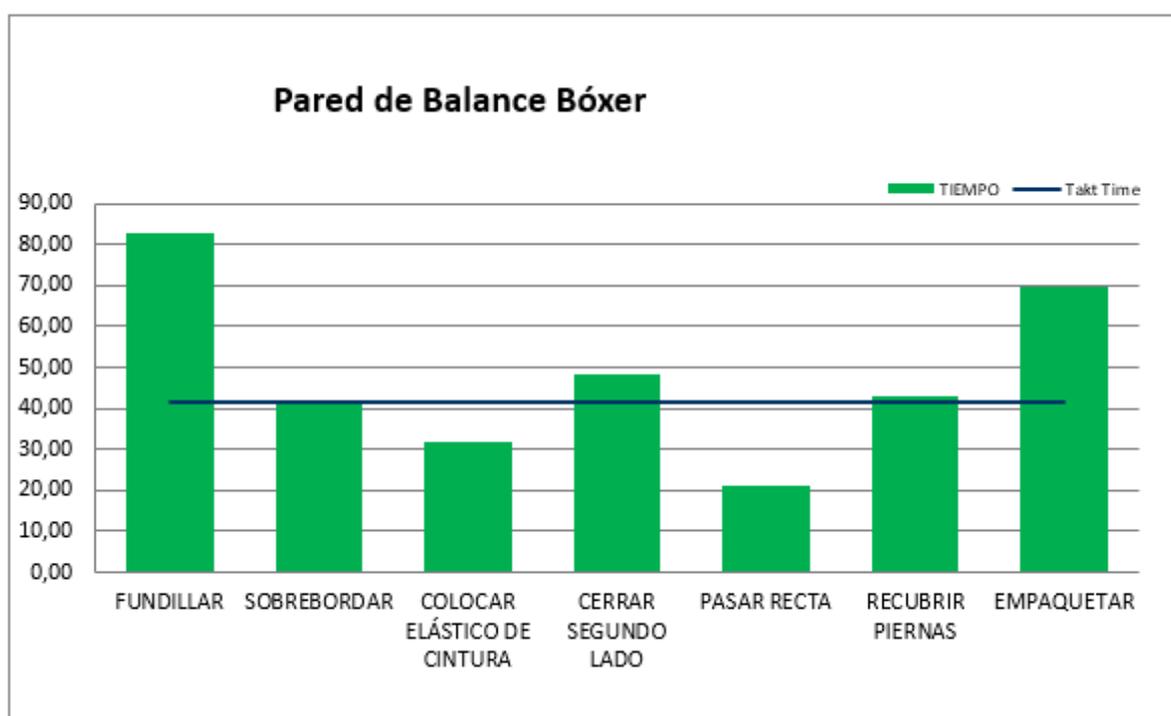


Figura 34. Pared de balance confección de bóxer con movimientos

3.12.3 Tiempos confección calzoncillos

PROCESO	N° ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	TIEMPOS (seg)																	
			8	7,9	8	7,9	7,9	8	7,9	8	7,9	8	7,9	8	7,9	8	7,9	8		
FUNDILAR	1	COSTURA FORROS Y TALLA	Ir por los cortes	10	9,8	10	9,8	10	9,9	10	9,9	10	9,9	10	9,9	10	9,9	10	9,8	
			Preparación 1	1,5	1,2	1,5	1,2	1,5	1,2	1,5	1,2	1,5	1,2	1,5	1,2	1,5	1,2	1,5	1,2	
			Costura 1	0,8	1	0,8	1	0,8	1	0,8	1	0,8	1	0,8	1	0,8	1	0,8	1	0,8
			Preparación 2	1,9	1,8	1,9	1,8	1,9	1,8	1,9	1,8	1,9	1,8	1,9	1,8	1,9	1,8	1,9	1,8	1,9
			Costura 2	2,1	2,2	2,1	2,2	2,1	2,2	2,1	2,2	2,1	2,2	2,1	2,2	2,1	2,2	2,1	2,2	2,1
			Tomar siguiente prenda	1,3	1,5	1,3	1,5	1,3	1,5	1,3	1,5	1,3	1,5	1,3	1,5	1,3	1,5	1,3	1,5	1,3
			Preparación 1	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
			Preparación 2	3,3	3,9	3,7	3,1	3,9	3,1	3,9	3,1	3,9	3,1	3,9	3,1	3,9	3,1	3,9	3,1	3,9
			Costura 2	2,5	2,5	2,5	2,7	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
			Tomar siguiente prenda	1,3	1,3	1,3	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5	1,3
			Preparación 1	2,2	1,3	3,1	1,5	1,2	1,9	1,7	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
COSTURA FORRO A DELANTERO	3	COSTURA FORRO A DELANTERO	Preparación 1	2,9	2,8	2,2	2,9	1,2	1,4	2,4	3,2	3,4	2,8	2,4	3,2	3,4	2,8	2,4	3,2	
			Costura 1	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	
			Preparación 2	1,8	2	1,9	1,9	2,1	1,7	2	2,1	1,9	2	2,1	1,9	2	2,1	1,9	2	
			Costura 2	2,7	2,5	2,3	2,4	1,8	1,5	2,3	2	2,3	2	2,3	2	2,3	2	2,3	2	
			Tomar siguiente prenda	1	1,2	1,6	1,7	1,5	1,5	1,2	1,6	1,5	1,2	1,6	1,5	1,2	1,6	1,5	1,2	1,6
			Ir a dejar la prenda	6	5,9	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
			Ir por el hilo	5	4,9	5,9	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
			Preparación 1	2,2	1,3	3,1	1,5	1,2	1,9	1,7	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	
			Costura 1	2,9	2,8	2,2	2,9	2	2,3	2,4	3,2	3,4	2,8	2,4	3,2	3,4	2,8	2,4	3,2	
			Preparación 2	1,8	2	1,9	1,9	2,1	1,7	2	2,1	1,9	2	2,1	1,9	2	2,1	1,9	2	
			COSER ELÁSTICO DE PIERNA	4	COSER ELÁSTICO DE PIERNA	Costura 2	2,7	2,5	2,3	2,2	2,1	2,8	2,6	2,5	2,8	2,5	2,7	2,5	2,7	2,5
Tomar siguiente prenda	1	1,2				1,3	1,2	1,5	1,4	1,2	1,5	1,4	1,2	1,5	1,4	1,2	1,5	1,4	1,2	
Cortar Elásticos	1,2	1,1				1,4	1,2	0,8	1,1	1,4	1,2	0,9	1,1	1,4	1,2	0,9	1,1	1,4	1,2	
Ir por el hilo	4	3,8				3,9	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Preparación 1	5,4	5,1				5,8	6,7	5,5	5,3	5,4	5,8	5,5	5,3	5,4	5,8	5,5	5,3	5,4	5,8	
Costura 1	1,9	2,4				2,2	2,5	3,5	2	1,9	3,3	2,1	2,1	3,3	2,1	2,1	3,3	2,1	2,2	
Tomar siguiente prenda	1,9	1,9				1,8	1,5	2,5	1,9	1,8	2	2,5	1,9	1,8	2	2,5	1,9	1,8	2	
Ir por el hilo	4	4				3,9	4	3,9	4	3,9	4	3,8	4	3,8	4	3,8	4	3,8	4	
Preparación 1	6	5,8				6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Costura 1	2,1	3				2,9	3	3,3	3,2	2,9	3	3,3	3,2	2,9	3	3,3	3,2	2,9	3	
CERRAR PRIMER LADO	5	COSTURA PRIMER LADO				Preparación 1	1,7	1,6	1,5	1,6	1,5	1,6	1,5	1,6	1,5	1,6	1,5	1,6	1,5	1,6
			Costura 1	1,8	1,6	1,5	1,5	1,7	1,5	1,7	1,5	1,7	1,5	1,7	1,5	1,7	1,5	1,7	1,5	
			Tomar siguiente prenda	1,3	1,2	1,5	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
			Ir a dejar la prenda	2	2	2	2	1,9	2	2	1,8	2	2	2	2	2	2	2	2	
			Ir por el hilo	6	6	6	6	5,9	6	6	5,8	6	6	6	6	6	6	6	6	
			Preparación 1	2	2	2	2	1,9	2	2	1,8	2	2	2	2	2	2	2	2	
			Costura 1	4,6	4,5	4,3	4,5	4,5	4,4	4,3	4,5	4,4	4,3	4,5	4,4	4,3	4,5	4,4	4,3	
			Preparación 2	2,8	3,4	3,3	3,5	3,1	3	3,3	2,9	3	3,3	2,9	3	3,3	2,9	3	3,4	
			Costura 2	2,6	2,8	2,6	2,8	2,5	2,4	2,8	2,5	2,4	2,8	2,5	2,4	2,8	2,5	2,4	2,8	
			Tomar siguiente prenda	1,8	2	2,1	1,9	2	1,9	2	2,1	1,8	2	2,1	1,8	2	2,1	1,8	2	
			CERRAR SEGUNDO LADO	7	COSTURA SEGUNDO LADO	Ir por el hilo	5	5	5	4,9	5	4,8	5	4,8	5	4,8	5	4,8	5	4,8
Preparación 1	8,5	6,9				8,3	9,1	8	7,2	8,3	7,5	7,2	8,3	7,5	7,2	8,3	7,5	7,2		
Costura 1	1,8	1,6				1,5	1,5	1,7	1,5	1,7	1,5	1,7	1,5	1,7	1,5	1,7	1,5	1,7	1,5	
Tomar siguiente prenda	1,3	1,2				1,5	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
Ir a dejar la prenda	2	2				2	2	1,9	2	2	1,8	2	2	2	2	2	2	2	2	
Ir por el hilo	6	6				6	6	5,9	6	6	5,8	6	6	6	6	6	6	6	6	
Preparación 1	2	2				2	2	1,9	2	2	1,8	2	2	2	2	2	2	2		
Costura 1	4,6	4,5				4,3	4,5	4,5	4,4	4,3	4,5	4,4	4,3	4,5	4,4	4,3	4,5	4,4	4,3	
Preparación 2	2,8	3,4				3,3	3,5	3,1	3	3,3	2,9	3	3,3	2,9	3	3,3	2,9	3	3,4	
Costura 2	2,6	2,8				2,6	2,8	2,5	2,4	2,8	2,5	2,4	2,8	2,5	2,4	2,8	2,5	2,4	2,8	
RECURRIR PIERNAS	8	COSTURA DE RECURRIMIENTO EN ELÁSTICO DE PIERNAS				Tomar siguiente prenda	1,8	2	2,1	1,9	2	1,9	2	2,1	1,8	2	2,1	1,8	2	2,1
			Ir por el hilo	7	7	6,8	6,9	6,8	7	6,9	6,8	7	6,9	6,8	7	6,9	6,8	7	6,9	
			Preparación 1	5,7	2,5	3,3	3,4	2,4	4,4	2,5	4,4	2,5	4,4	2,5	4,4	2,5	4,4	2,5	4,4	
			Costura 1	1,6	1,4	1,9	1,4	1,7	1,6	1,7	1,5	1,7	1,6	1,7	1,5	1,7	1,6	1,7	1,5	
			Preparación 2	2,1	2,4	1,9	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	
			Costura 2	1,6	1,6	1,4	2,2	2,2	2,1	2,2	2,1	2,2	2,1	2,2	2,1	2,2	2,1	2,2	2,1	
			Tomar siguiente prenda	5,7	6	5,6	3,9	4,8	6	5,2	5,2	4,2	6	5,2	5,2	4,2	6	5,2	5,7	
			Preparación 1	1,7	1,7	1,6	2	2,1	1,6	2	2,1	1,6	2	2,1	1,6	2	2,1	1,6	2	
			Costura 1	4,4	4,4	4,6	5	4,3	4,5	4,3	4,5	4,3	4,5	4,3	4,5	4,3	4,5	4,3	4,5	
			Tomar siguiente prenda	1,8	1,5	1,8	1,6	1,9	1,6	1,9	1,6	1,9	1,6	1,9	1,6	1,9	1,6	1,9	1,6	
			RECURRIR ELÁSTICO DE CINTURA	10	COSTURA DE RECURRIMIENTO ELÁSTICO DE CINTURA	Remate	15	20	15,4	17,8	14,7	14,5	16,4	16,8	18,2	16,6	16,8	18,2	16,6	16,8
Dobbiado	3,4	3,3				3,9	3,7	2,9	3,3	3,1	3,2	3,1	3,2	3,1	3,2	3,1	3,2	3,1		
Empacado	9,5	9,5				8,6	7,3	7,2	7,5	8,5	8,5	7,9	9	8,5	8,5	7,9	9	8,5		

Figura 35. Tabla de tiempos de confección de calzoncillo

1	CICLOS (min)										TIEMPO OBSERVADO				Valoración				Tiempo básico por proceso	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		20
0.1333	0.1317	0.1333	0.1317	0.1317	0.1333	0.1333	0.1350	0.1333	0.1333	0.1333	1.3300	0.1330	0.01054093	0.1341	0.1319	0.133333	0	0	0	0.133333333
0.1667	0.1633	0.1667	0.1650	0.1667	0.1667	0.1650	0.1667	0.1667	0.1633	0.1633	1.6567	0.1657	0.001405437	0.1671	0.1643	0.16625	0	0	0	0.16625
0.0250	0.0200	0.0250	0.0250	0.0200	0.0250	0.0200	0.0233	0.0250	0.0200	0.0200	0.2283	0.0228	0.002490724	0.0253	0.0203	0.024722	0.06	0.05	0.05	0.024722
0.0133	0.0167	0.0200	0.0167	0.0133	0.0200	0.0167	0.0200	0.0167	0.0133	0.0133	0.1667	0.0167	0.002222222	0.0189	0.0144	0.016667	0.06	0.05	0.05	0.016667
0.0350	0.0300	0.0350	0.0300	0.0350	0.0300	0.0350	0.0333	0.0350	0.0300	0.0300	0.3083	0.0308	0.005169685	0.0360	0.030714	0.030714	0.06	0.05	0.05	0.030714
0.0217	0.0250	0.0217	0.0250	0.0217	0.0250	0.0217	0.0250	0.0217	0.0250	0.0217	0.2317	0.0232	0.001857382	0.0248	0.0215	0.021944	0.06	0.05	0.05	0.021944
0.0383	0.0333	0.0417	0.0383	0.0417	0.0333	0.0417	0.0333	0.0417	0.0333	0.0333	0.3817	0.0382	0.004755885	0.0426	0.0327	0.032667	0.06	0.05	0.05	0.032667
0.0350	0.0350	0.0350	0.0350	0.0350	0.0350	0.0350	0.0350	0.0350	0.0350	0.0350	0.3967	0.0397	0.009869519	0.0495	0.0298	0.02986667	0.06	0.05	0.05	0.02986667
0.0417	0.0417	0.0417	0.0417	0.0417	0.0417	0.0417	0.0417	0.0417	0.0417	0.0417	0.4317	0.0432	0.00355295	0.0467	0.0396	0.043125	0.06	0.05	0.05	0.043125
0.0217	0.0250	0.0217	0.0250	0.0217	0.0250	0.0217	0.0250	0.0217	0.0250	0.0217	0.2317	0.0232	0.001657382	0.0248	0.0215	0.021944	0.06	0.05	0.05	0.021944
0.0367	0.0317	0.0367	0.0317	0.0367	0.0317	0.0367	0.0317	0.0367	0.0317	0.0317	0.2850	0.0285	0.010406847	0.0389	0.0181	0.025926	0.06	0.05	0.05	0.025926
0.0483	0.0467	0.0467	0.0483	0.0467	0.0483	0.0467	0.0483	0.0467	0.0483	0.0467	0.4133	0.0413	0.011434192	0.0528	0.0299	0.045238	0.06	0.05	0.05	0.045238
0.0300	0.0333	0.0317	0.0333	0.0300	0.0333	0.0317	0.0333	0.0300	0.0333	0.0333	0.3233	0.0323	0.002108185	0.0344	0.0302	0.027619	0.06	0.05	0.05	0.027619
0.0450	0.0417	0.0383	0.0400	0.0300	0.0283	0.0383	0.0333	0.0317	0.0383	0.0383	0.3617	0.0362	0.006037435	0.0422	0.0301	0.027381	0.06	0.05	0.05	0.027381
0.0167	0.0200	0.0267	0.0283	0.0250	0.0283	0.0200	0.0267	0.0250	0.0283	0.0283	0.2383	0.0238	0.003899324	0.0275	0.0201	0.025556	0.06	0.05	0.05	0.025556
0.1000	0.0983	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.9950	0.0995	0.001124914	0.1006	0.0984	0.1	0	0	0	0.09962963
0.1000	0.0967	0.0983	0.1000	0.1000	0.0983	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.9933	0.0993	0.001165343	0.1005	0.0982	0.09963	0	0	0	0.09962963
0.0833	0.0817	0.0833	0.0817	0.0833	0.0833	0.0833	0.0833	0.0833	0.0833	0.0833	0.8283	0.0828	0.000805076	0.0836	0.0820	0.083333	0	0	0	0.083333333
0.0367	0.0217	0.0317	0.0250	0.0200	0.0317	0.0283	0.0183	0.0183	0.0333	0.0333	0.2850	0.0285	0.010406847	0.0389	0.0181	0.025926	0.06	0.05	0.05	0.025926
0.0483	0.0467	0.0367	0.0483	0.0333	0.0333	0.0400	0.0333	0.0300	0.0417	0.0417	0.4417	0.0442	0.00058515	0.0508	0.0376	0.039792	0.06	0.05	0.05	0.039792
0.0300	0.0333	0.0317	0.0333	0.0300	0.0333	0.0333	0.0333	0.0333	0.0333	0.0333	0.3233	0.0323	0.002108185	0.0344	0.0302	0.0325	0.06	0.05	0.05	0.0325
0.0450	0.0417	0.0383	0.0400	0.0300	0.0283	0.0383	0.0333	0.0317	0.0383	0.0383	0.3617	0.0362	0.006037435	0.0422	0.0301	0.027381	0.06	0.05	0.05	0.027381
0.0650	0.0617	0.0583	0.0633	0.0550	0.0617	0.0583	0.0633	0.0550	0.0617	0.0617	0.4150	0.0415	0.003806463	0.0453	0.0377	0.042381	0.06	0.05	0.05	0.042381
0.0167	0.0200	0.0267	0.0283	0.0250	0.0283	0.0200	0.0267	0.0250	0.0283	0.0283	0.2383	0.0238	0.003899324	0.0275	0.0201	0.025556	0.06	0.05	0.05	0.025556
0.0200	0.0183	0.0233	0.0200	0.0133	0.0183	0.0167	0.0150	0.0217	0.0183	0.0183	0.1850	0.0185	0.002988596	0.0215	0.0155	0.018611	0.06	0.05	0.05	0.018611
0.0900	0.0850	0.0967	0.1117	0.0917	0.0883	0.0900	0.0967	0.0833	0.0967	0.0967	0.9300	0.0930	0.008081376	0.1011	0.0849	0.091875	0.06	0.05	0.05	0.091875
0.0317	0.0400	0.0367	0.0417	0.0383	0.0333	0.0317	0.0350	0.0350	0.0367	0.0367	0.4000	0.0400	0.009395297	0.0494	0.0306	0.035833	0.06	0.05	0.05	0.035833
0.0317	0.0317	0.0300	0.0250	0.0417	0.0317	0.0300	0.0333	0.0333	0.0333	0.0333	0.3300	0.0330	0.005140015	0.0381	0.0279	0.031667	0.06	0.05	0.05	0.031667
0.0667	0.0667	0.0650	0.0667	0.0650	0.0667	0.0633	0.0667	0.0633	0.0667	0.0667	0.6567	0.0657	0.001405437	0.0671	0.0643	0.06625	0.06	0.05	0.05	0.06625
0.1000	0.0967	0.1000	0.0983	0.1000	0.0967	0.1000	0.0967	0.1000	0.0967	0.0967	0.9917	0.0992	0.001416394	0.1006	0.0978	0.099792	0	0	0	0.099791667
0.0350	0.0500	0.0400	0.0417	0.0367	0.0333	0.0417	0.0350	0.0350	0.0333	0.0333	0.3933	0.0393	0.005730576	0.0451	0.0336	0.037083	0.06	0.05	0.05	0.037083
0.0533	0.0533	0.0483	0.0500	0.0550	0.0533	0.0517	0.0500	0.0533	0.0533	0.0533	0.5217	0.0522	0.002086109	0.0543	0.0501	0.053056	0.06	0.05	0.05	0.053056
0.0283	0.0267	0.0250	0.0267	0.0417	0.0267	0.0467	0.0283	0.0283	0.0283	0.0283	0.3067	0.0307	0.00729451	0.0380	0.0234	0.038889	0.06	0.05	0.05	0.038889
0.0833	0.0833	0.0817	0.0833	0.0800	0.0800	0.0833	0.0833	0.0833	0.0833	0.0833	0.8283	0.0828	0.001124914	0.0840	0.0817	0.083333	0	0	0	0.083333333
0.1417	0.1150	0.1383	0.1517	0.1333	0.1200	0.1383	0.1250	0.1250	0.1200	0.1200	1.3083	0.1308	0.011660051	0.1425	0.1192	0.130208	0.06	0.05	0.05	0.130208
0.0217	0.0200	0.0250	0.0183	0.0200	0.0200	0.0233	0.0283	0.0250	0.0300	0.0300	0.4917	0.0492	0.070602565	0.1198	-0.0214	0.026652	0.06	0.05	0.05	0.029805556
0.0333	0.0333	0.0333	0.0333	0.0333	0.0333	0.0333	0.0333	0.0333	0.0333	0.0333	0.3283	0.0328	0.002986596	0.0348	0.0188	0.02119	0.06	0.05	0.05	0.023521429
0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.9783	0.0978	0.005214533	0.1030	0.0926	0.099444	0	0	0	0.099444444
0.0333	0.0333	0.0333	0.0333	0.0333	0.0333	0.0333	0.0333	0.0333	0.0333	0.0333	0.3283	0.0328	0.001124914	0.0340	0.0317	0.033333	0	0	0	0.033333333
0.0333	0.0333	0.0333	0.0333	0.0333	0.0333	0.0333	0.0333	0.0333	0.0333	0.0333	0.3283	0.0328	0.001124914	0.0340	0.0317	0.033333	0	0	0	0.033333333
0.0767	0.0750	0.0717	0.0750	0.0733	0.0717	0.0733	0.0717	0.0733	0.0733	0.0733	0.7400	0.0740	0.004981447	0.0790	0.0690	0.074167	0.06	0.05	0.05	0.074167
0.0467	0.0567	0.0550	0.0483	0.0417	0.0467	0.0383	0.0400	0.0383	0.0467	0.0417	0.4233	0.0423	0.003258417	0.0456	0.0391	0.041333	0.06	0.05	0.05	0.041333
0.0433	0.0467	0.0433	0.0467	0.0417	0.0400	0.0467	0.0433	0.0400	0.0467	0.0400	0.4367	0.0437	0.004010018	0.0465	0.0409	0.041667	0.06	0.06	0.06	0.041667
0.0300	0.0333	0.0350	0.0333	0.0317	0.0333	0.0350	0.0300	0.0300	0.0317	0.0317	0.3383	0.0328	0.001932503	0.0348	0.0309	0.032667	0.06	0.06	0.06	0.032667
0.1167	0.1167	0.1133	0.1150	0.1150	0.1133	0.1167	0.1167	0.1150	0.1150	0.1150	1.1533	0.1153	0.001314684	0.1166	0.1140	0.115	0	0	0	0.115
0.0950	0.0417	0.0850	0.0567	0.0400	0.0733	0.0417	0.1000	0.0400	0.0567	0.0567	0.6033	0.0603	0.02210804	0.0824	0.0382	0.051042	0.08	0.08	0.08	0.059208333
0.0267	0.0233	0.0317	0.0233	0.0283	0.0267	0.0283	0.0267	0.0283												

ACTIVIDAD	SEXO	1. Suplementos constantes			2. CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA										TOTAL	Indice		
		Necesidade personales	Por fatiga	a) Supl. por trabajar de pie	b) Supl. por postura anormal	c) Lev. de Pesos y Uso de Fuerza	d) Int. de la luz	e) Calidad del Aire	f) Tensión Visual	g) Tensión Auditiva	h) Proc. complejo	i) Monotonía: Mental	j) Monotonía: Física					
FUNDILLAR	M	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	16	0,16
COLOCAR ELÁSTICO DE PIERNAS	M	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	16	0,16
CERRAR PRIMER LADO	M	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	16	0,16
COLOCAR ELÁSTICO DE CINTURA	M	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	16	0,16
CERRAR SEGUNDO LADO	M	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	16	0,16
RECUBRIR PIERNAS	M	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	16	0,16
PASAR RECTA EN INFERIORES	M	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	16	0,16
RECUBRIR ELÁSTICO DE CINTURA	M	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	16	0,16
EMPAQUETAR	M	7	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	20	0,2

Figura 37. Tabla análisis coeficiente de descuento confección calzoncillo

ACTIVIDAD	Tiempo Básico (horas)	TIEMPO ESTÁNDAR		
		Coefficiente de descuento	Tiempo estándar/ Unidad	Tiempo de ciclo
FUNDILLAR	0,01575	1,16	0,018268	0,018268
COLOCAR ELÁSTICO DE PIERNAS	0,00632	1,16	0,007332	0,025600
CERRAR PRIMER LADO	0,00405	1,16	0,004702	0,030302
COLOCAR ELÁSTICO DE CINTURA	0,00497	1,16	0,005764	0,036066
CERRAR SEGUNDO LADO	0,00524	1,16	0,006081	0,042147
RECUBRIR PIERNAS	0,00673	1,16	0,007805	0,049952
PASAR RECTA EN INFERIORES	0,00643	1,16	0,007464	0,057416
RECUBRIR ELÁSTICO DE CINTURA	0,00259	1,16	0,003009	0,060425
EMPAQUETAR	0,00915	1,20	0,010981	0,071406

TIEMPO ESTÁNDAR	0,071406
PRODUCCIÓN POR HORA	14,00434065
PRODUCCIÓN POR JORNADA	105,0325549
N° OPERARIOS	7
PRODUCCIÓN DIARIA	735,2278841
PRODUCCIÓN MENSUAL	5881,823073

Figura 38. Tabla tiempo estándar confección de calzoncillo

Tabla. 18

Actividad – máquina confección calzoncillo

ACTIVIDAD	MÁQUINA
FUNDILLADO	OVERLOCK 2 Y 3
COLOCAR ELÁSTICO PIERNAS	OVERLOCK DE BRAZO 4
CERRAR PRIMER LADO	OVERLOCK 5
COLOCAR ELÁSTICO CINTURA	OVERLOCK DE BRAZO 6
CERRAR SEGUNDO LADO	OVERLOCK 7
RECUBRIR ELÁSTICO PIERNAS	RECUBRIDORA 8
COSTURA RECTA INFERIORES	RECTA 9
RECUBRIR ELÁSTICO CINTURA	RECUBRIDORA 10

3.12.4 Pared de balance confección calzoncillo

La pared de balance nos permite visualizar aquellos procesos que representan posibles cuellos de botella. El takt time obtenido es una relación del tiempo disponible sobre la demanda que se tiene en cada turno.

La pared de balanceo mostrada a continuación establece un tiempo disponible de 27000 segundos y una demanda de 822 unidades.

$$Takt\ time = \frac{Tiempo\ Disponible}{Demanda}$$

$$Takt\ time = \frac{27000}{822}$$

$$Takt\ time = 32,85\ seg/u$$

Producto	
Demanda por turno (D)	822 ud./turno
Tiempo disponible por turno (TD)	27000 Seg./turno

Producto			
Estaciones de Trabajo	Resumen de Tiempos (Segundos)		
	TIEMPO	Takt Time (TD / D)	Tiempo de Ciclo
FUNDILLAR	65,77	32,85	65,77
COLOCAR ELÁSTICO DE PIERNAS	26,40	32,85	92,17
CERRAR PRIMER LADO	16,93	32,85	109,10
COLOCAR ELÁSTICO DE CINTURA	20,75	32,85	129,85
CERRAR SEGUNDO LADO	21,89	32,85	151,74
RECUBRIR PIERNAS	28,10	32,85	179,84
PASAR RECTA EN INFERIORES	26,87	32,85	206,71
RECUBRIR ELÁSTICO DE CINTURA	10,83	32,85	217,54
EMPAQUETAR	39,53	32,85	257,07
Tiempo Total de Transformacion Invertido. (Seg.)			257,07

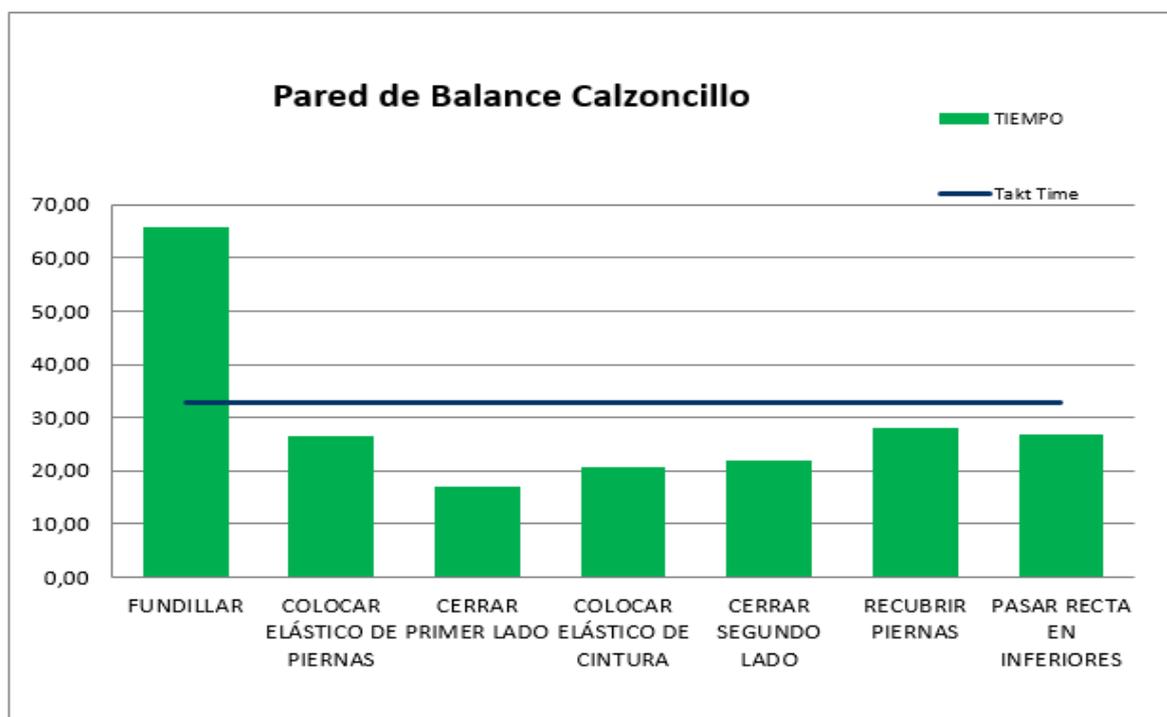


Figura 37. Pared de balance confección de calzoncillo con movimientos

3.13 VSM (mapa de la cadena de valor)

Para mejor entendimiento del proceso de confección se ha elaborado un VSM o mapa de la cadena de valor; tanto para confección de bóxer, así como para confección de calzoncillo, estos nos permiten visualizar el movimiento de la materia prima, procesos, tiempos de ciclo, demanda, inventario.

3.13.1 VSM producto bóxer

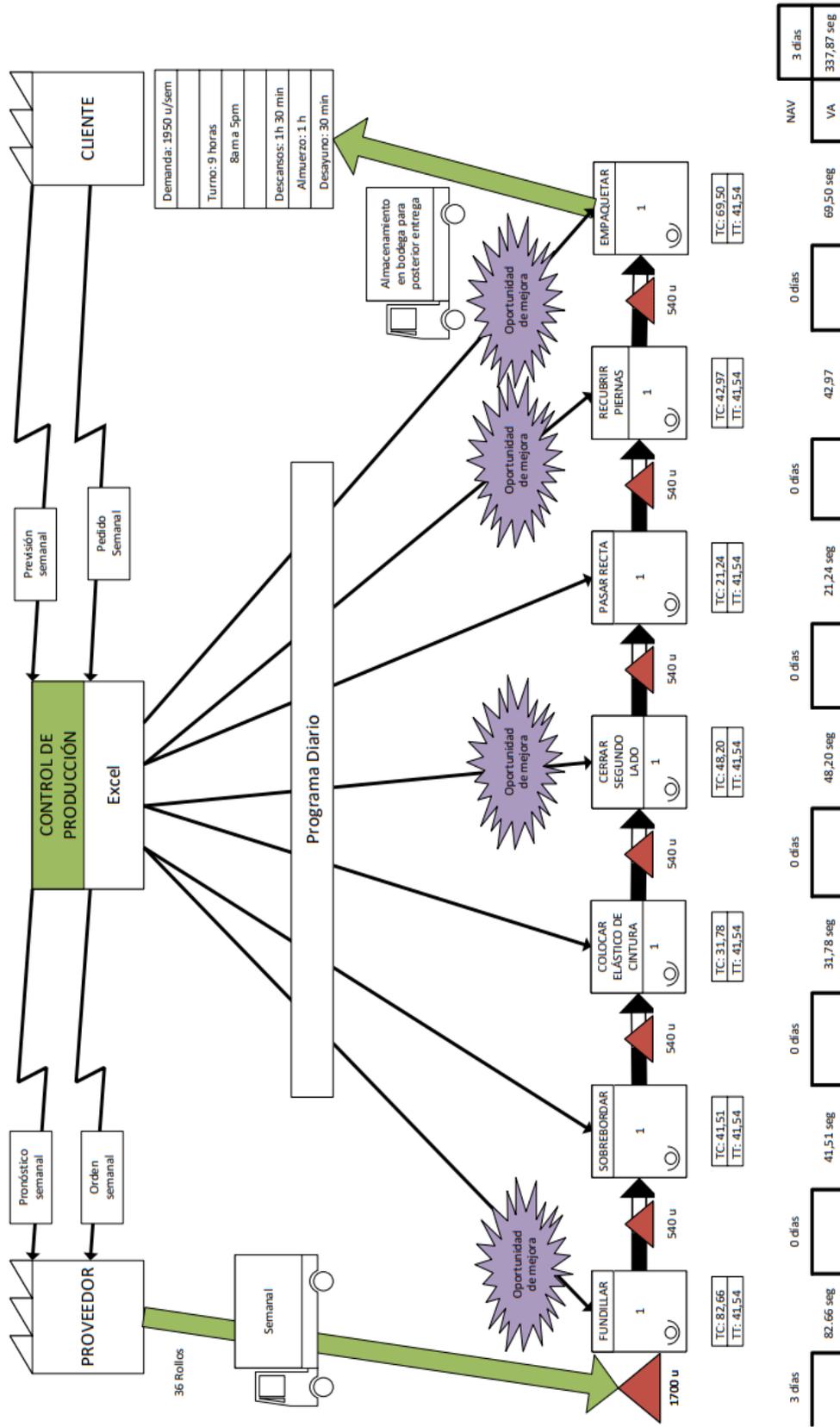


Figura 37. Mapa de la cadena de valor VSM de bóxer

3.13.2 VSM producto calzoncillo

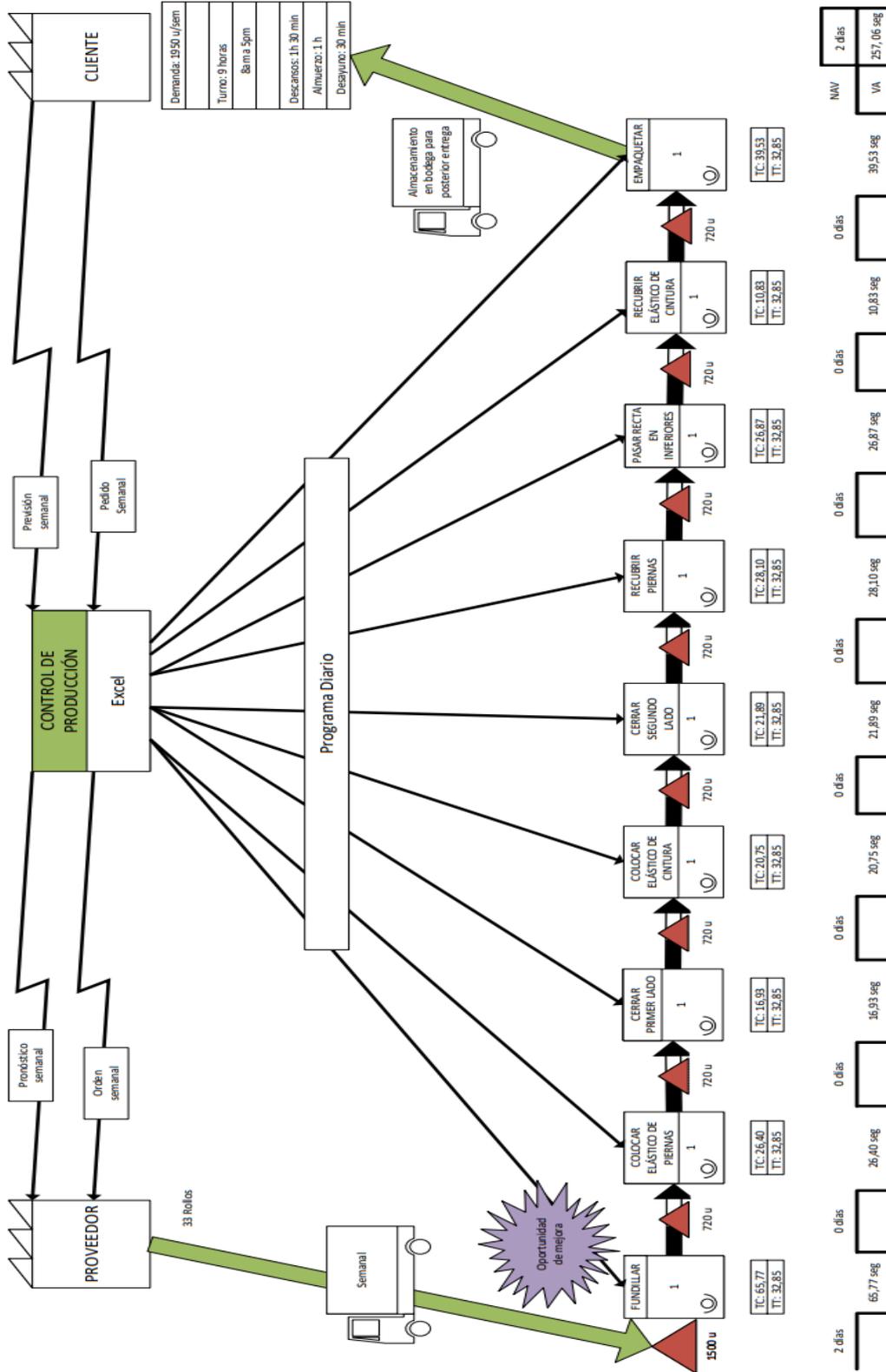


Figura 38. Mapa de la cadena de valor VSM de calzoncillo

3.14 Simulación situación actual

Flexsim es un programa de simulación que nos permite recrear con exactitud los procesos dentro de línea de confección con la finalidad de evaluar los mismos.

Se ha realizado dos escenarios de simulación, el primero para la confección de 540 unidades de bóxers y el segundo para la confección de 720 unidades de calzoncillos, en una jornada laboral de 7,5 hrs (27000 seg) obteniendo los siguientes resultados:

3.14.1 Simulación línea de confección bóxer

Las líneas rojas en la figura 39 representa los tiempos ociosos dentro del proceso de confección para bóxer, se observa que ningún proceso trabaja al 100%. Los altos porcentajes en estos tiempos reducen la eficiencia en la línea de confección.

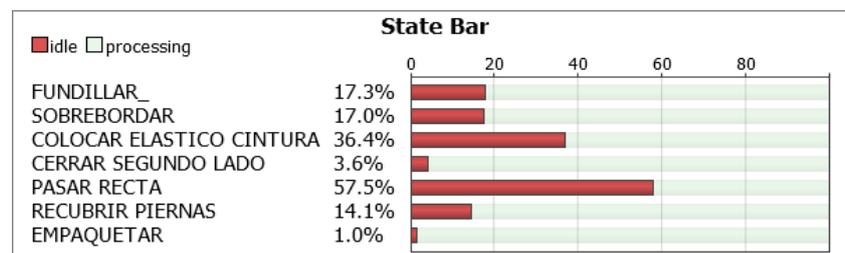


Figura 39. Resultado de tiempos ociosos en la línea de confección bóxer

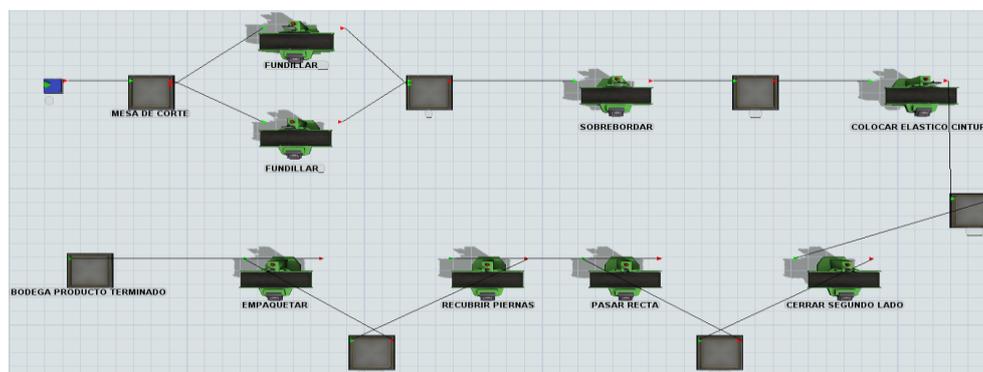


Figura 40. Modelo 3D simulación actual de la línea de confección bóxer

3.14.2 Simulación línea de confección calzoncillo

Las líneas rojas en la figura 41 representa los tiempos ociosos dentro del proceso de confección para calzoncillo, se observa que ningún proceso trabaja al 100%. Los altos porcentajes en estos tiempos reducen la eficiencia en la línea de confección.

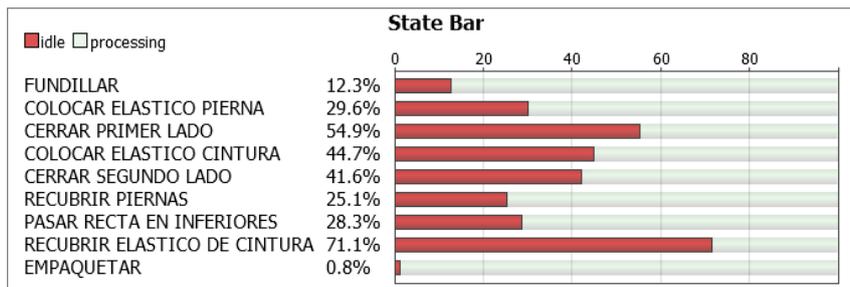


Figura 41. Resultado de tiempos ociosos en la línea de confección calzoncillo

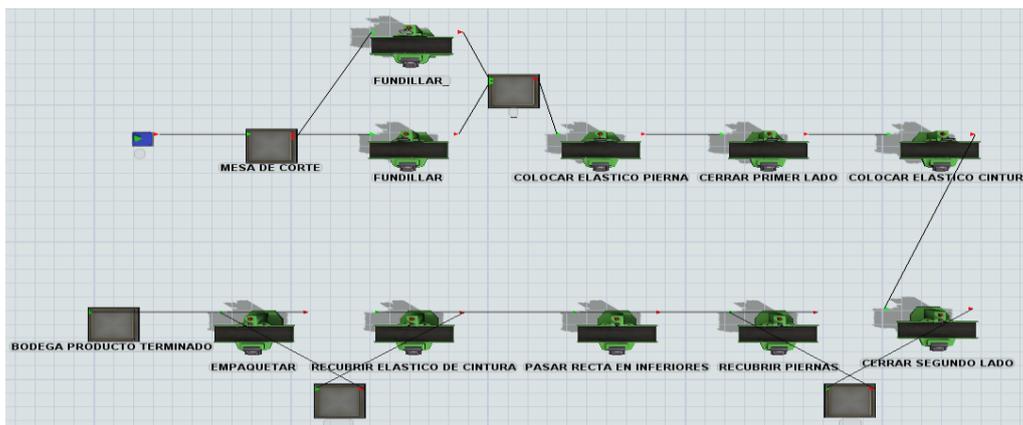


Figura 42. Modelo 3D simulación actual de la línea de confección calzoncillo

3.15 Diagrama de hilos

El diagrama de hilos detalla de una forma gráfica los movimientos realizados por las operarias en cuanto a la confección de las distintas prendas en el taller, se representa el movimiento origen-destino con un color distinto para cada operaria y el número de movimientos que se emplean durante las actividades de confección, obteniendo el número de movimientos ejecutados y la distancia recorrida por operario.

En los diagramas de hilos presentados a continuación detallan cada movimiento por operaria estableciendo un diagrama distinto para cada prenda elaborada; en la figura 30 bóxer y en la figura 31 calzoncillo.

3.15.1 Diagrama de hilos confección de bóxer

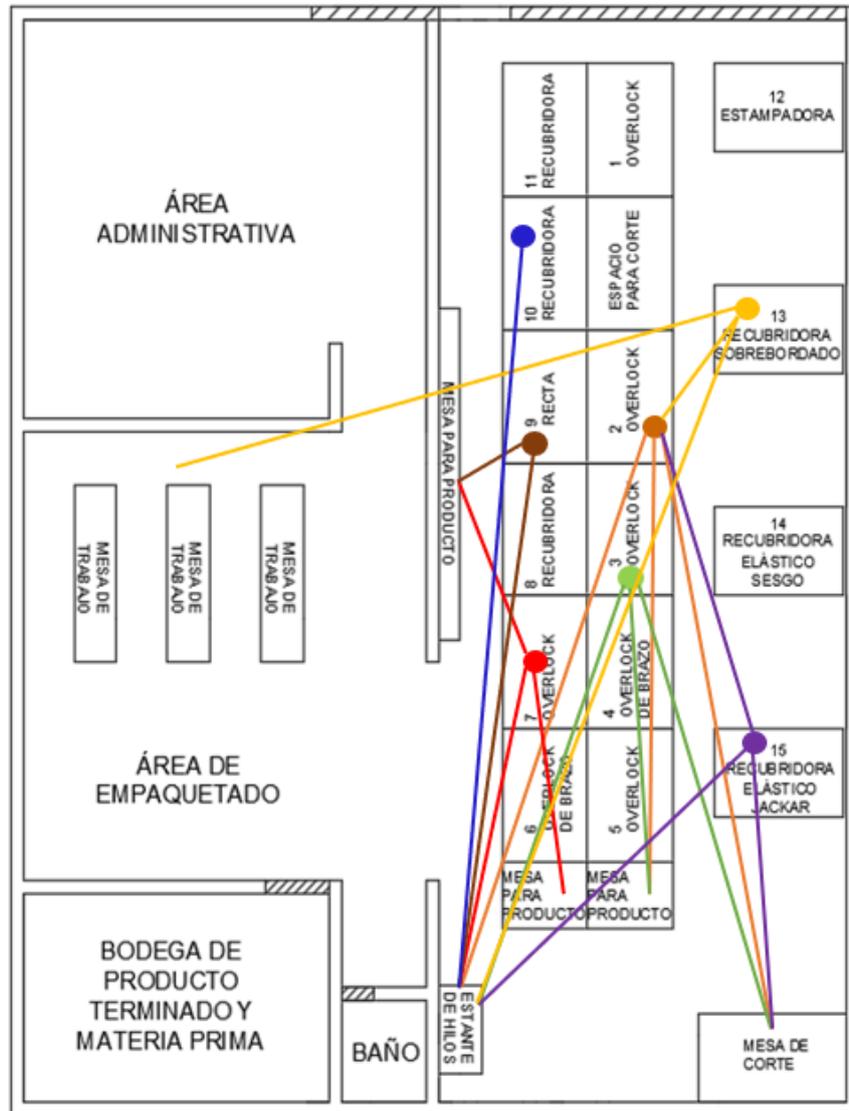


Figura 43. Diagrama de hilos confección de bóxer

En la figura 43 se representa las estaciones de trabajo utilizadas y el movimiento de las operarias para la confección de bóxer; descripción:

Tabla. 19

Número de movimientos por operario en confección de bóxer

MOVIMIENTO POR OPERARIO	NUMERO DE MOVIMIENTOS	DISTANCIA RECORRIDA
■	3	8m
■	3	16m
■	3	13m
■	3	10m
■	2	7m
■	1	6m
■	3	4m
TOTAL	18	64m

3.15.2 Diagrama de hilos confección calzoncillos

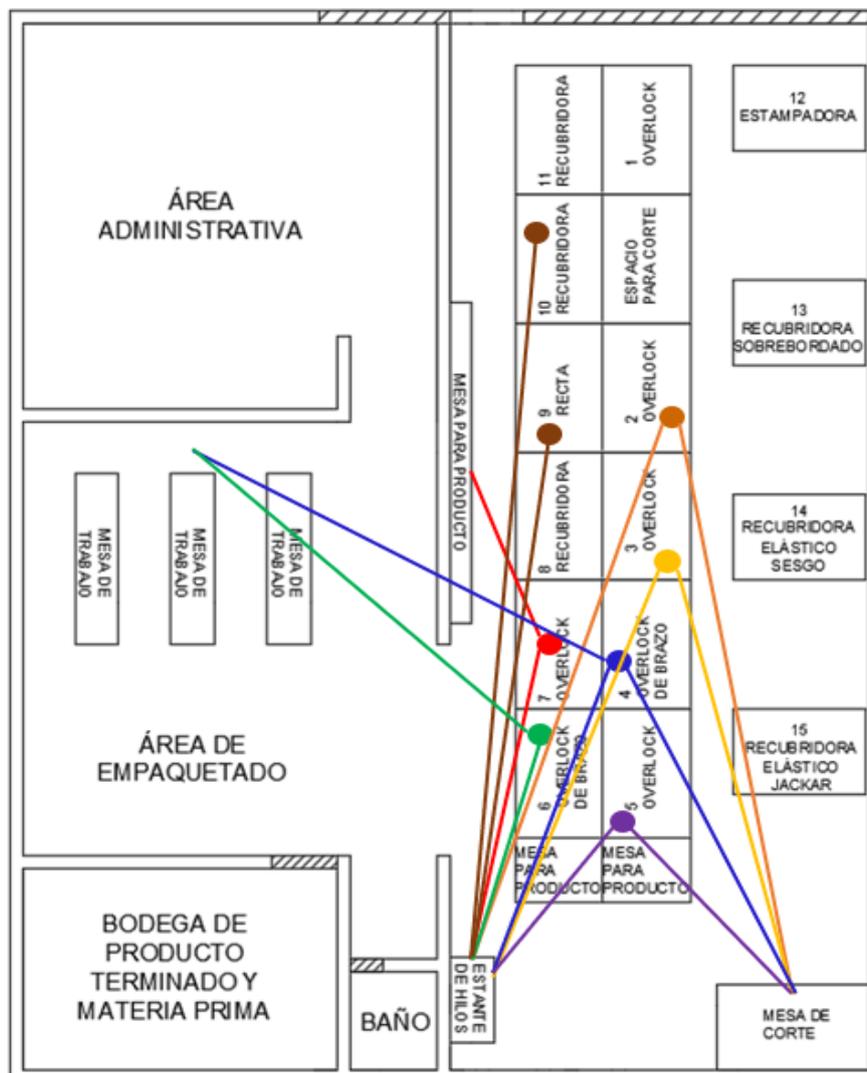


Figura 44. Diagrama de hilos confección calzoncillos

En la figura 44 se representa las estaciones de trabajo utilizadas y el movimiento de las operarias para la confección de calzoncillo; descripción:

Tabla. 20

Número de movimientos por operario confección calzoncillos

MOVIMIENTO POR OPERARIO	NUMERO DE MOVIMIENTOS	DISTANCIA RECORRIDA
	2	13m
	2	10m
	3	5m
	2	6m
	2	8m
	2	3m
	2	4m
TOTAL	15	49m

3.16 Análisis de Ishikawa causa- efecto de los problemas

Para la detección de los problemas; se realizó un análisis completo mediante observación definiendo aquellos elementos que son factores destacados en la disminución de la productividad en el proceso. La tarea se desarrolló por medio del método de observación de las actividades que se realizan en la confección, en un cierto período de tiempo. El objetivo prioritario es obtener la causa de los problemas y las actividades relacionadas a estas, siendo estos factores los cuales debemos eliminar o disminuir.

El problema más importante observado en la línea de confección es:

1. La línea de confección de ropa interior no cumple con los requerimientos de producción para cumplir con la demanda.

Problema

- La línea de confección de ropa interior no cumple con los requerimientos de producción para cumplir con la demanda.

Mano de obra

- Operarios realizan las actividades productivas en línea de manera poco eficiente.
- Exceso de movimientos en actividades de confección

Maquinaria

- Estaciones de trabajo colocadas inadecuadamente.

Medición

- No se conoce la eficiencia de la línea de confección.
- No se ha realizado la medición de la distribución de cargas de los trabajadores.

Método

- No se ha realizado un estudio acerca de un diseño de línea eficiente.
- El diseño actual se basa en fundamentos empíricos, que imita un sistema modular.
- Los procesos de producción no se encuentran estandarizados.

Materia Prima

- Colocación inapropiada de la materia prima en las estaciones de trabajo.
- Excesivo inventario en proceso

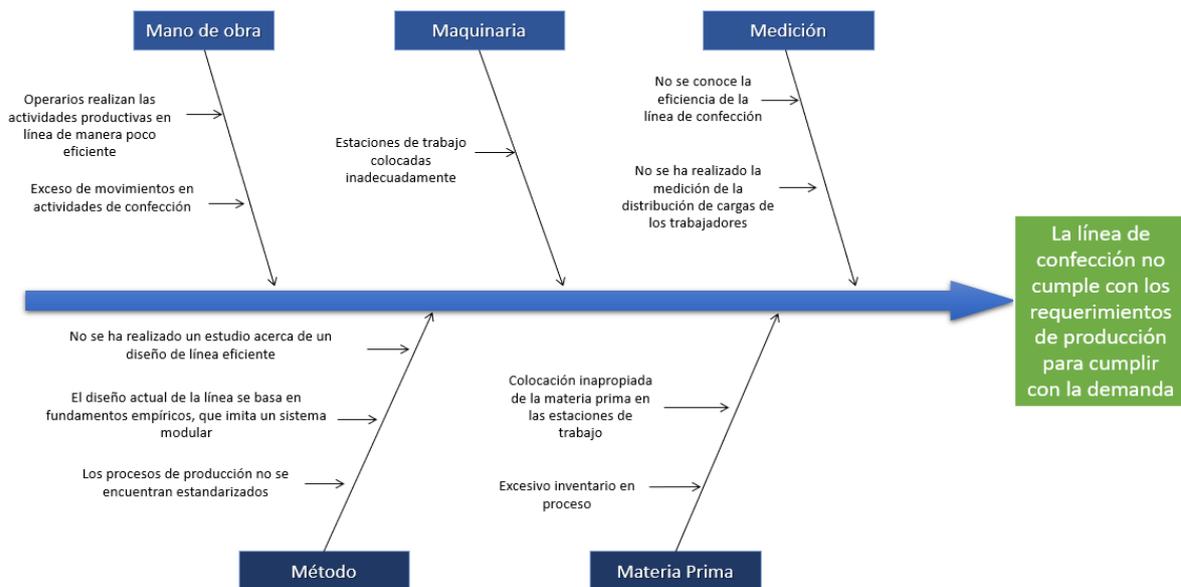


Figura 45. Diagrama Ishikawa causa- efecto del problema.

En conclusión, la variable de productividad que se ve afectada por los problemas antes descritos es la gestión; ya que actualmente en la empresa se evidencia un uso poco eficiente de sus recursos. En cuanto al factor de productividad afectado se destaca el método de trabajo; que al momento no es el adecuado para cumplir con los requerimientos de producción necesarios. La combinación de no poseer una adecuada gestión y un correcto método de trabajo merma la productividad de la línea de confección de la empresa.

3.17 Determinación de la causa raíz

En la figura 33 se muestra el análisis para la identificación de la causa raíz del problema que se describió anteriormente con el análisis del diagrama de Ishikawa causa – efecto.

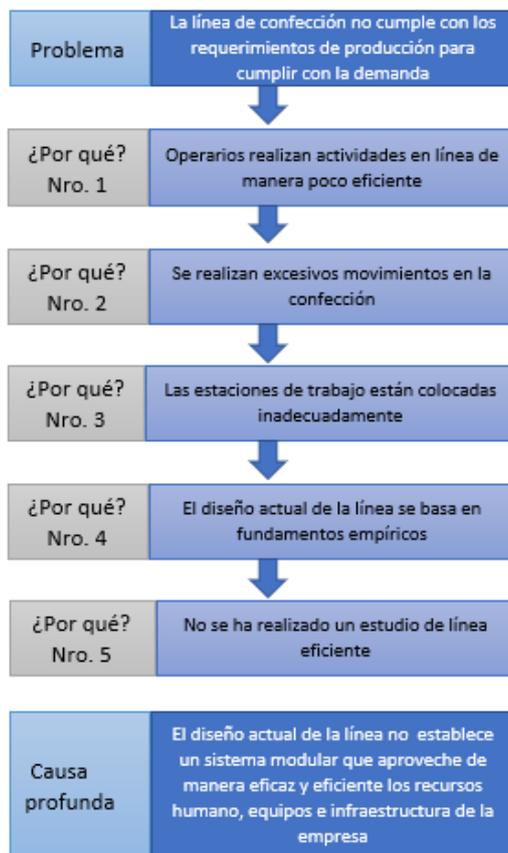


Figura 46. Identificación de la causa profunda

Por medio de la metodología de los 5 porque se realizó el análisis para identificar la causa profunda o causa raíz del problema. Por lo tanto, el presente trabajo de titulación, realiza una propuesta de mejora a base de módulos que permitan mejorar la productividad de la empresa.

4. PROPUESTA DE MEJORA

4.1 Propuesta de mejora

La propuesta de mejora busca enfocar soluciones a aquellos problemas evidenciados en el capítulo tres, mediante una adecuada gestión en la que se aprovechen los recursos disponibles en la empresa de una manera eficaz y eficiente; ya que en la actualidad existen excesivos desperdicios de tiempo y movimientos tanto de material, así como de operarios. Así también, modificar el

actual método de trabajo en la línea de confección, el mismo que no cumple con las exigencias que la empresa necesita para su producción diaria.

La mejora pretende la creación de módulos de trabajo que permiten un flujo adecuado de materiales en la confección de las prendas, eliminar el exceso de movimiento del personal, así como una distribución de trabajo adecuada para los operarios, consiguiendo resultados positivos en cuanto a eficiencia de la línea de confección, así como aumento de productividad.

4.2 Análisis de tiempos para la creación de módulos

El análisis de tiempos nos permite un detalle preciso en cuanto a la producción que se puede llevar a cabo; por lo cual el análisis ha tomado un número de 6 operarios que se dediquen exclusivamente a las tareas de confección, dejando al operario 7 libre para llevar a cabo las actividades de movimiento de materiales e insumos necesarias para la confección de las prendas. Se analiza cada actividad en la que se calcula lo siguiente:

- Producción por hora de cada actividad

$$\text{Producción por hora} = \frac{3600 \text{ seg}}{\text{Tiempo Estándar}}$$

Ejemplo:

$$\text{Producción por hora} = \frac{3600 \text{ seg}}{\text{Tiempo Estándar Costura de copas}}$$

$$\text{Producción por hora} = \frac{3600 \text{ seg}}{4,06}$$

$$\text{Producción por hora} = 886,47 \text{ unidades hr.}$$

- Producción por día

$$\text{Producción por día} = \text{Producción hora} * 8 \text{ hrs.}$$

Ejemplo:

$$\text{Producción por día} = 886,47 * 8$$

$$\text{Producción por día} = 7091,76 \text{ unidades día}$$

- Producción normal día: Unidades que pueden ser producidas al día

Producción normal al día

$$= \frac{\text{Seg. disponibles en la jornada} * \text{N. Operarios}}{\text{Tiempo Estándar total para la confección}}$$

Ejemplo:

Producción normal al día

$$= \frac{\text{Seg. disponibles en la jornada} * \text{N. Operarios}}{\text{Tiempo Estándar total para la confección}}$$

Ejemplo:

$$\text{Producción normal al día} = \frac{27700 * 6}{215,022}$$

$$\text{Producción normal al día} = 753,41 \text{ unidades}$$

- Requerimientos de producción

$$\text{Requerimiento de producción} = \frac{\text{Producción normal día}}{\text{Producción por día}}$$

Ejemplo:

$$\text{Requerimiento de producción} = \frac{753,41}{7091,76}$$

$$\text{Requerimiento de producción} = 0,11$$

- Máquinas utilizadas

SIMBOLO	MÁQUINA
OV	OVERLOCK
RB	RECUBRIDORA

EL	ELASTICADORA
R	RECTA
OV R	OVERLOCK DE BRAZO
MN	PROCESO MANUAL

- Minutos necesarios por hora para la actividad

$$\begin{aligned} \text{Min. necesarios por hora para la actividad} \\ = \text{Req. de producción} * 60 \text{ min.} \end{aligned}$$

Ejemplo:

$$\text{Min. necesarios por hora para la actividad} = 0,11 * 60 \text{ min.}$$

$$\text{Min. necesarios por hora para la actividad} = 6,37 \text{ min.}$$

- Tiempo necesario de cada tipo de máquina

$$\sum \text{ de los minutos necesarios por hora de cada máquina}$$

Ejemplo:

*Minutos necesarios * hr de cada máquina*

$$= \sum \text{ de los minutos necesarios por hora de cada máquina}$$

*Minutos necesarios * hr de cada máquina*

$$= 6,37 + 6,11 + 28,05 + 25,23 + 20,33 + 53,99$$

*Minutos necesarios * hr de cada máquina = 140,09 min OV*

- Máquinas necesarias

$$\text{Máquinas necesarias} = \frac{\text{Minutos necesarios} * \text{hora de cada máquina}}{60}$$

Ejemplo:

$$\text{Máquinas necesarias} = \frac{140,09}{60}$$

$$\text{Máquinas necesarias} = 3 \text{ OV}$$

4.2.1 Análisis de tiempos para creación de módulo bóxer

En este análisis de tiempos se ha tomado el tiempo estándar obtenido de la suma de los tiempos sin movimientos de todas las actividades que cumplen para la elaboración del bóxer obteniendo un tiempo estándar de 0,059728 hora (215,022 seg), se ha considerado un turno laboral de 7,5 horas (27000 seg), 6 operarios en máquina, obteniendo los siguientes resultados:

Proceso	N° Actividad	Descripción	TIEMPOS (seg)														
			2,2	2,1	2,2	1,8	2,1	2,3	1,8	2	2,9	2,1	2,2	1,1	1,1	2,1	
FUNDILLAR	1	COSTURA COPA	Preparación Costura 1	0,8	1,1	1	1,1	1	1,1	1	1,1	1,2	1	0,8	2	2,9	2,1
	2	COSTURA DELANTERO COPAS	Preparación Costura 1	1,5	1,2	1,5	1,5	1,2	1,5	1,2	1,5	1,2	1,4	1,5	1,2	1,5	1,2
	3	COSTURA ARMADO DE DELANTEROS	Tomar siguiente prenda Preparación 1 Costura 1	1	1,1	1,1	1,5	1	1,1	1,1	1	1,1	1	1,5	1,5	1,1	1
	4	COSTURA DE DELANTERO Y COPAS	Preparación 1 Costura 1	2,8	2,5	3	2,8	3,2	2,6	3	2,6	3	2,4	2,6	2,7	4	4,4
	6	COSTURA PRIMERA LADO, DELANTERO SOBORBORDADO, ESPALDA Y TALLA	Preparación 2 Costura 2	3,8	4,4	4,2	3,6	4,4	3,6	4,8	3,6	4,8	3,3	3,5	4,4	4,4	3,1
	5	SOBORBORDAR DELANTEROS	Tomar siguiente prenda Preparación Costura	1,3	1,5	1,3	1,5	1,4	1,5	1,3	1,5	1,3	1,3	1,3	1,5	1,3	2
	7	COLOCAR ELÁSTICO DE CINTURA A BÓXER	Preparación Costura	5,6	4,5	4,4	2,4	1,8	2,3	3,1	2,3	3,1	2,3	3,7	2	10,2	
	8	CERRAR SEGUNDO LADO Y BAJOS	Tomar siguiente prenda Costura 1	10,5	9,7	9,4	10,2	9,3	9,2	9,8	9,2	8,4	9,2	8,4	10,2	10,2	
	9	PASAR RECTA	Preparación 2 Costura 2	1,9	2,4	2,2	2,5	3,5	2,5	2	1,9	3,3	2,1	2,2	2,2	2,2	
	10	RECUBRIR PIERNAS	Preparación Costura 1	6,5	5,9	6,6	5,2	7,5	6,6	5,8	6,5	6,6	5,8	6,5	5,8	6,3	
EMPAQUETAR	11	EMPAQUETADO	Tomar siguiente prenda Remate Doblado Empacado	2,6	1,9	1,8	2	2,5	2,8	1,9	2,5	2,8	1,9	2,5	2,6	2	
	9	PASAR RECTA	Preparación Costura 1	2,5	3,2	2,6	2,8	2,5	1,9	2,6	2,9	3	3,2	3,2	3	2,8	
	8	CERRAR SEGUNDO LADO Y BAJOS	Preparación 2 Costura 2	8,9	7,8	6,9	7,8	7,2	5,2	5,2	4,8	4,1	6,3	6,3	6,3		
	7	COLOCAR ELÁSTICO DE CINTURA A BÓXER	Preparación Costura	2,3	2	2,8	2,4	2,6	3	2,6	2,8	2,3	2,8	2,8			
6	COSTURA PRIMERA LADO, DELANTERO SOBORBORDADO, ESPALDA Y TALLA	Preparación Costura	5,1	5,5	6	5,7	5,7	5	5,3	5,8	5,7	5,8	5,8				
5	SOBORBORDAR DELANTEROS	Preparación Costura	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,6	0,4	0,6	0,4	0,5	0,4	0,4			
4	COSTURA DE DELANTERO Y COPAS	Preparación Costura 1	8,7	10,2	9,6	9,3	9	8,6	8,7	9,5	10	9,6	10	9,6			
3	COSTURA ARMADO DE DELANTEROS	Preparación 1 Costura 1	1,9	2,4	2,2	2,5	3,5	2,5	2	1,9	3,3	2,1	2,2	2,2			
2	COSTURA DELANTERO COPAS	Preparación Costura 1	6,5	5,9	6,6	5,2	7,5	6,6	5,8	6,5	6,6	5,8	6,5	5,8			
1	COSTURA COPA	Preparación Costura 1	8,9	7,8	6,9	7,8	7,2	5,2	5,2	4,8	4,1	6,3	6,3	6,3			

Figura 47. Análisis tiempos bóxer (Proceso, N° Actividad, Descripción)

CICLOS (min)											TIEMPO OBSERVADO				Desviación Estándar				Promedio Valido	Valoración			Tiempo básico por actividad	Tiempo básico por proceso
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Tempo Total Observado	Tempo Medio del Ciclo	Limite Superior	Limite Inferior	Habilidad	Esfuerzo	Total Valoración								
0,0367	0,0350	0,0367	0,0300	0,0350	0,038333	0,0300	0,0333	0,0483	0,0350	0,3583	0,0358	0,0410	0,0307	0,035714	0,06	0,05	1,11	0,039642857	0,058348413					
0,0133	0,0183	0,0167	0,0183	0,0167	0,0183	0,0200	0,0167	0,0133	0,0333	0,1850	0,0185	0,0241	0,0129	0,016852	0,06	0,05	1,11	0,018705556						
0,0250	0,0200	0,0250	0,0250	0,0200	0,0250	0,0200	0,0233	0,0250	0,0200	0,2283	0,0228	0,0253	0,0203	0,024722	0,06	0,05	1,11	0,027441667						
0,0067	0,0083	0,0100	0,0083	0,0067	0,0083	0,0100	0,0083	0,0083	0,0083	0,0833	0,0083	0,0094	0,0072	0,008333	0,06	0,05	1,11	0,00925	0,055885417					
0,0167	0,0167	0,0183	0,0250	0,0167	0,0183	0,0167	0,0250	0,0183	0,0167	0,1883	0,0188	0,0222	0,0155	0,017292	0,06	0,05	1,11	0,01919375						
0,0467	0,0417	0,0500	0,0467	0,0533	0,0433	0,0500	0,0433	0,0400	0,0400	0,4600	0,0460	0,0526	0,0414	0,046667	0,06	0,05	1,11	0,0518						
0,0433	0,0417	0,0467	0,0450	0,0483	0,0500	0,0400	0,0433	0,0450	0,0667	0,4700	0,0470	0,0545	0,0395	0,044815	0,06	0,05	1,11	0,049744444						
0,0633	0,0733	0,0700	0,0600	0,0733	0,0600	0,0800	0,0550	0,0583	0,0733	0,6667	0,0667	0,0750	0,0583	0,066458	0,06	0,05	1,11	0,07376875	0,256790278					
0,0500	0,0500	0,0500	0,0533	0,0517	0,0550	0,0500	0,0583	0,0450	0,0517	0,5150	0,0515	0,0551	0,0479	0,051458	0,06	0,05	1,11	0,05711875		0,78811012				
0,0217	0,0250	0,0217	0,0250	0,0233	0,0250	0,0217	0,0217	0,0250	0,0217	0,2317	0,0232	0,0248	0,0215	0,021944	0,06	0,05	1,11	0,024358333						
0,0867	0,0717	0,1017	0,0750	0,0833	0,0817	0,0783	0,0683	0,0683	0,0833	0,7683	0,0768	0,0898	0,0639	0,076667	0,06	0,05	1,11	0,0851						
0,0983	0,1133	0,1033	0,1150	0,0867	0,0900	0,1067	0,1200	0,1167	0,1133	1,0633	0,1063	0,1178	0,0948	0,109524	0,06	0,05	1,11	0,121571429	0,230985714					
0,0167	0,0200	0,0267	0,0283	0,0250	0,0250	0,0200	0,0267	0,0250	0,0250	0,2383	0,0238	0,0238	0,0201	0,021905	0,06	0,05	1,11	0,024314286						
0,0717	0,0717	0,0500	0,0750	0,0617	0,0867	0,0733	0,0850	0,0583	0,0767	0,7100	0,0710	0,0825	0,0595	0,071667	0,06	0,05	1,11	0,07955						
0,0617	0,0717	0,0650	0,0683	0,0867	0,0800	0,0750	0,0717	0,0633	0,0700	0,7133	0,0713	0,0799	0,0636	0,070278	0,06	0,05	1,11	0,078008333	0,18610119					
0,0317	0,0333	0,0250	0,0233	0,0233	0,0250	0,0350	0,0283	0,0233	0,0217	0,2700	0,0270	0,0318	0,0222	0,025714	0,06	0,05	1,11	0,028542857						
0,0933	0,0750	0,0733	0,0400	0,0300	0,0383	0,0517	0,0383	0,0617	0,0333	0,5350	0,0535	0,0749	0,0321	0,048095	0,06	0,05	1,11	0,053385714						
0,1750	0,1617	0,1567	0,1700	0,1550	0,1533	0,1633	0,1538	0,1400	0,1700	1,5983	0,1598	0,1702	0,1495	0,160417	0,06	0,05	1,11	0,1780625	0,263823214					
0,0083	0,0083	0,0117	0,0083	0,0083	0,0083	0,0083	0,0100	0,0067	0,0083	0,0867	0,0087	0,0100	0,0074	0,008333	0,06	0,05	1,11	0,00925						
0,0217	0,0183	0,0417	0,0200	0,0233	0,0217	0,0217	0,0217	0,0133	0,0183	0,2217	0,0222	0,0248	0,0148	0,020833	0,06	0,05	1,11	0,023125						
0,0383	0,0333	0,0467	0,0400	0,0433	0,0500	0,0433	0,0467	0,0383	0,0467	0,4267	0,0427	0,0478	0,0376	0,042917	0,06	0,05	1,11	0,0476375						
0,0850	0,0917	0,1000	0,0950	0,0950	0,0833	0,0883	0,0957	0,0950	0,0967	0,9267	0,0927	0,065454639	0,0981	0,0872	0,094048	0,06	0,05	1,11	0,104392857	0,160047024				
0,0083	0,0083	0,0067	0,0067	0,0100	0,0067	0,0100	0,0067	0,0083	0,0067	0,0750	0,0075	0,0087	0,0063	0,007222	0,06	0,05	1,11	0,008016667						
0,1450	0,1700	0,1600	0,1550	0,1500	0,1433	0,1450	0,1583	0,1667	0,1600	1,5533	0,1553	0,1647	0,1460	0,156667	0,06	0,05	1,11	0,1739						
0,0317	0,0400	0,0367	0,0417	0,0583	0,0333	0,0317	0,0550	0,0350	0,0367	0,4000	0,0400	0,0494	0,0306	0,035833	0,06	0,05	1,11	0,039775						
0,1083	0,0983	0,1100	0,0867	0,1250	0,1100	0,0967	0,1083	0,1100	0,0967	1,0500	0,1050	0,1156	0,0944	0,104792	0,06	0,05	1,11	0,11631875						
0,1483	0,1300	0,1150	0,1300	0,1200	0,0867	0,0867	0,0800	0,0683	0,1050	1,0700	0,1070	0,1329	0,0811	0,110476	0,06	0,05	1,11	0,122628571						
0,0433	0,0317	0,0300	0,0333	0,0417	0,0467	0,0317	0,0417	0,0433	0,0333	0,3767	0,0377	0,0439	0,0315	0,0375	0,06	0,05	1,11	0,041625						
0,0417	0,0533	0,0433	0,0467	0,0417	0,0317	0,0433	0,0433	0,0500	0,0467	0,4467	0,0447	0,065921294	0,0506	0,0387	0,045208	0,06	0,05	1,11	0,05018125					
0,0533	0,0533	0,0483	0,0500	0,0550	0,0533	0,0517	0,0500	0,0533	0,0533	0,5217	0,0522	0,002086109	0,0543	0,0501	0,053056	0,06	0,05	1,11	0,058891667	0,139597917				
0,0300	0,0283	0,0267	0,0267	0,0433	0,0267	0,0483	0,0267	0,0283	0,0267	0,3117	0,0312	0,0371	0,0233	0,0275	0,06	0,05	1,11	0,030525						
0,0933	0,0750	0,0717	0,0750	0,0750	0,0733	0,0717	0,0633	0,1000	0,0917	0,7900	0,0790	0,0907	0,0673	0,073611	0,08	0,08	1,16	0,085388889						
0,0983	0,0817	0,0883	0,0867	0,0817	0,0950	0,1000	0,0667	0,0900	0,0950	0,8833	0,0883	0,0939808	0,0983	0,0784	0,088333	0,08	0,08	1,16	0,102466667					
0,0933	0,1117	0,1083	0,1167	0,1033	0,1017	0,1083	0,0983	0,1017	0,1117	1,0550	0,1055	0,00707325	0,1126	0,0984	0,106667	0,08	0,08	1,16	0,123733333	0,45134127				
0,0883	0,0867	0,0850	0,0917	0,0817	0,0817	0,0767	0,1150	0,0783	0,0917	0,8650	0,0865	0,002157658	0,0987	0,0743	0,085	0,08	0,08	1,16	0,041152381					
0,0317	0,0367	0,0367	0,0333	0,0350	0,0367	0,0317	0,0417	0,0333	0,0367	0,3533	0,0353	0,003022549	0,0384	0,0323	0,035476	0,08	0,08	1,16	0,041152381					
0,4683	0,4717	0,4417	0,4467	0,4417	0,4283	0,5233	0,4583	0,4383	0,4417	4,5600	0,4560	0,027320684	0,4833	0,4287	0,451042	0,06	0,05	1,11	0,50065625					
0,0733	0,0717	0,0817	0,0783	0,0650	0,0717	0,0683	0,0700	0,0683	0,0633	0,7117	0,0712	0,005613586	0,0788	0,0656	0,070556	0,06	0,05	1,11	0,078316667	0,765822917				
0,1750	0,1750	0,1600	0,1383	0,1367	0,1750	0,1583	0,1417	0,1600	0,1750	1,5950	0,1595	0,015812364	0,1753	0,1437	0,168333	0,06	0,05	1,11	0,18685					

Figura 48. Analisis tiempos b6xer (Ciclos, Tiempo Observado, Tiempo

N° Actividad	DESCRIPCIÓN	Tiempo básico (horas)	Coefficiente de descuento	Tiempo estándar/ Unidad (hr)	Tiempo estándar/ Unidad (seg)	Producción hr.	Producción * día	Requerimiento de Producción	Mín. Necesarios	Máquina	Suma Tiempo máquina	Máquinas necesarias
1	COSTURA COPA	0,00097	1,16	0,001128	4,061050	886,470352	6648,527638	0,113320	6,799197	OV	149,430066	3 OV
2	COSTURA DELANTERO COPAS	0,00093	1,16	0,001080	3,889625	925,539094	6941,543208	0,108537	6,512190	OV	83,336360	2RB
3	COSTURA ARMADO DE DELANTEROS	0,00428	1,16	0,004965	17,872603	201,425608	1510,692063	0,498719	29,923140	OV	18,649886	1EL
4	COSTURA DE DELANTERO Y COPAS	0,00385	1,16	0,004466	16,076606	223,927865	1679,458990	0,448603	26,916198	OV	16,267002	1R
6	COSTURA PRIMER LAZO, DELANTERO SOBORBORDADO, ESPALDA Y TALLA	0,00310	1,16	0,003598	12,952643	277,935556	2084,516673	0,361432	21,685914	OV	92,316686	1,5P
5	SORBORDAR DELANTEROS	0,00440	1,16	0,005101	18,362096	196,056052	1470,420393	0,512378	30,742671	RB		
7	COSES ELÁSTICO DE CINTURA A BÓXER	0,00267	1,16	0,003094	11,139273	323,180880	2423,856597	0,310831	18,649886	EL		
8	COSTURA SEGUNDO LAZO Y BAJO	0,00824	1,16	0,009555	34,399614	104,652338	784,892538	0,959890	57,593426	OV		
9	COSTURA EN RECTA	0,00233	1,16	0,002699	9,716015	370,522277	2778,917077	0,271117	16,267002	R		
10	COSTURA DOBLES EN PIERNAS	0,00752	1,16	0,008726	31,413352	114,600949	859,507119	0,876561	52,593689	RB		
11	EMPACADO	0,01276	1,20	0,015316	55,139250	65,289245	489,669337	1,538611	92,316686	MIN		

TIEMPO ESTÁNDAR	0,099728
PRODUCCIÓN POR HORA	16,74246306
PRODUCCIÓN POR JORNADA	125,5684719
N° OPERARIOS	6
PRODUCCIÓN NORMAL POR DÍA	753,408375
PRODUCCIÓN MENSUAL	9940,93005

Figura 49. Análisis tiempos para la creación de módulo de trabajo bóxer

Producto	
Demanda por turno (D)	650 ud./turno
Tiempo disponible por turno (TD)	27000 Seg./turno

Producto			
Estaciones de Trabajo	Resumen de Tiempos (Segundos)		
	TIEMPO	Takt Time (TD / D)	Tiempo de Ciclo
FUNDILLAR	54,85	41,54	54,85
SOBREBORDAR	18,36	41,54	73,21
COLOCAR ELÁSTICO DE CINTURA	11,14	41,54	84,35
CERRAR SEGUNDO LADO	34,40	41,54	118,75
PASAR RECTA	9,72	41,54	128,47
RECUBRIR PIERNAS	31,41	41,54	159,88
EMPAQUETAR	55,14	41,54	215,02
Tiempo Total de Transformacion Invertido. (Seg.)			215,02

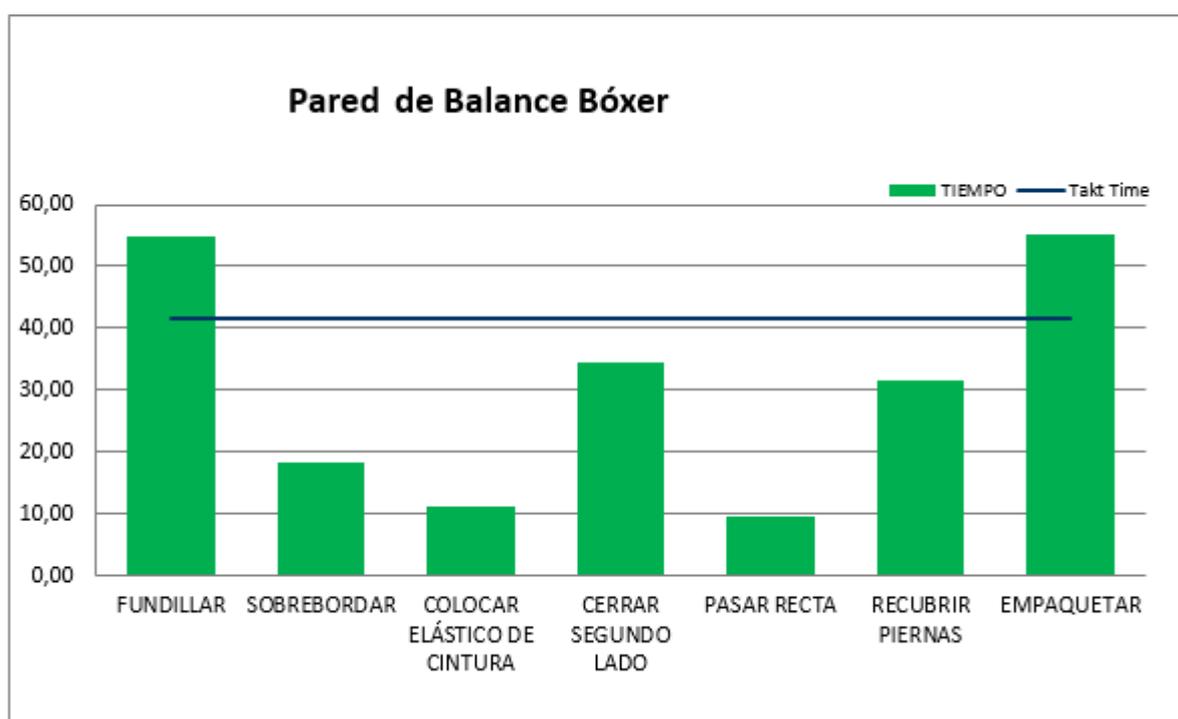


Figura 50. Pared de balance confección de bóxer sin movimientos

4.2.2 Análisis de tiempos para la creación del módulo calzoncillo

En este análisis de tiempos se ha tomado el tiempo estándar obtenido de la suma de los tiempos sin movimientos de todas las actividades que se cumplen para la elaboración del bóxer obteniendo un tiempo estándar de 0,048606 hora (174,982 seg), se ha considerado un turno laboral de 7,5 horas (27000 seg), 6 operarios en máquina, obteniendo los siguientes resultados:

PROCESO	N° ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	TIEMPOS (seg)															
			1,5	1,2	1,5	1,2	1,5	1,2	1,5	1,2	1,5	1,2	1,5	1,2				
FUNDILLAR	1	COSTURA FORROS Y TALLA	Preparación 1	1,5	1,2	1,5	1,2	1,5	1,2	1,5	1,2	1,5	1,2	1,5	1,2	1,5	1,2	
			Costura 1	0,8	1	1,2	1	0,8	1	1,2	1	0,8	1	1,2	1	0,8	1	1,2
			Preparación 2	1,9	1,8	1,9	1,8	1,5	1,8	2	1,5	1,8	2	1,5	1,8	2	1,5	1,8
	2	COSTURA FORRO, ESPALDA Y DELANTERO	Costura 2	2,1	2	2,3	2,2	2,4	2,5	2,4	2,5	2,4	2,5	2,4	2,5	2,4	2,5	2,4
			Tomar siguiente prenda	1,3	1,5	1,3	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5	1,3	1,5	1,3	1,5	1,3	1,5	1,3
			Preparación 1	2,3	2	2,3	2,8	2,1	2,5	2,4	2,1	2,5	2,4	2	2	2	2	2
			Costura 1	2,1	2	2,3	2,2	2,4	2,5	2,4	2,5	2,4	2,5	2,4	2,5	2,4	2,5	2,4
			Preparación 2	3,3	3,9	3,7	3,1	3,9	3,1	3,9	3,1	3,9	3,1	4,3	2,8	3	3,9	3,9
			Costura 2	2,5	2,5	2,5	2,7	2,6	2,8	2,5	2,6	2,8	2,5	3	2,2	2,6	2,6	2,6
			Tomar siguiente prenda	1,3	1,5	1,3	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5	1,3	1,5	1,3	1,5	1,3	1,5	1,3
3	COSTURA FORRO A DELANTERO	Preparación 1	2,2	1,3	3,1	1,5	1,2	1,9	1,1	1,5	1,2	1,9	1,1	1,1	1,1	1,1	2	
		Costura 1	2,9	2,8	2,2	2,9	2,9	2,2	2,9	2,2	2,9	2,2	2,4	3,2	3	2,8	2	
		Preparación 2	1,8	2	1,9	1,9	1,9	2,1	1,7	2	2,1	1,7	2	2,1	1,9	2	2	
		Costura 1	2,9	2,8	2,2	2,9	1,2	1,4	2,4	3,2	3	2,8	3	2,8	3	2,8	2	
		Costura 2	1,8	2	1,9	1,9	2,1	1,7	2	2,1	1,9	2	2,1	1,9	2	2,1	1,9	
COLOCAR ELÁSTICO DE PIERNAS	4	COSER ELÁSTICO DE PIERNA	Costura 2	2,7	2,5	2,3	2,2	2,2	2,1	2,8	2,6	2,5	2,5	2,5	2,5	2,7	2,7	
			Tomar siguiente prenda	1	1,2	1,3	1,2	1,5	1,4	1,2	1	1,3	1,2	1	1,3	1,2	1	
			Cortar Elásticos	1,2	1,1	1,4	1,2	0,8	1,1	1	0,9	1,1	1	0,9	1,1	1,3	1,1	
			Preparación 1	5,4	5,1	5,8	6,7	5,5	5,3	5,4	5,8	5	5,8	5	5,8	5	5,8	
			Costura 1	1,9	2,4	2,2	2,5	3,5	2	1,9	3,3	2,1	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	
			Tomar siguiente prenda	1,9	1,9	1,8	1,5	2,5	1,9	1,9	1,8	2	2,5	2	2,5	2	2	
			Preparación	2,1	3	2,4	2,5	2,2	2	2,1	1,8	2	2,1	1,8	2	2,5	2,8	
			Costura 1	3,2	3,2	2,9	3	3,3	3,2	3,1	3	3,2	3,1	3	3,2	3,2	3,2	
			Tomar siguiente prenda	1,7	1,6	1,5	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	
			CERRAR PRIMERO LADO	5	COSTURA PRIMERO LADO	Preparación 1	8,5	6,9	8,3	9,1	8	7,2	8,3	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
Costura 1	1,8	1,6				1,5	1,5	1,7	1,5	1,4	1,7	1,5	1,4	1,7	1,5	1,8		
Tomar siguiente prenda	1,3	1,2				1,5	1,1	1,2	1,2	1,4	1,6	1,1	1,6	1,1	1,5			
Preparación 1	4,6	4,5				4,3	4,5	4,5	4,4	4,3	5	3,8	4,5	4,5	4,5			
Costura 1	2,5	2,8				2,5	2,8	2,5	2,8	2,5	2,4	2,3	2,8	2,5	2,5			
Preparación 2	2,8	3,4				3,3	3,5	3,1	3	3,3	2,9	3	3,4	3	3,4			
Costura 2	2,6	2,8				2,6	2,8	2,5	2,4	2,8	2,5	2,8	2,5	2,8	2,4	2,4		
Tomar siguiente prenda	1,8	2				2,1	2	1,9	2	2,1	1,8	2,1	1,8	2,1	1,9	1,9		
Preparación 1	5,7	2,5				3,3	3,4	4,4	4,4	4,4	6	2,6	3,4	4,4	2,6	3,4		
Costura 1	1,6	1,4				1,9	1,4	1,7	1,6	1,7	1,5	1,2	1,7	1,5	1,2	1,7		
PASAR RECTA EN INFERIORES	9	COSTURA EN RECTA INFERIORES PIERNAS	Preparación 2	2,1	2,4	1,9	2,4	2,4	2,4	2	2,3	2	2,3	2	3,2			
			Costura 2	1,6	1,6	1,4	2	2,2	2,1	1,2	2,1	1,1	1,9	2	2			
			Tomar siguiente prenda	5,7	6	5,6	3,9	4,8	6	5,2	4,2	5,2	4,2	5,7	5,7			
			Preparación	1,7	1,7	1,6	2	2,1	1,6	1,6	1,6	1,7	1,8	1,8	2,2			
			Costura	4,4	4,4	4,6	5	4,3	4,5	4,3	4,7	4,8	4,8	4,3	4,3			
			Tomar siguiente prenda	1,8	1,5	1,8	2,2	1,6	1,9	2,2	1,5	1,8	2,8	1,8	2,8			
			Remate	15	20	15,4	17,8	14,7	14,5	16,4	16,8	18,2	16,6	18,2	16,6			
			Doblado	3,4	3,3	3,9	3,7	2,9	3,3	3,1	3,2	3,1	3,2	3,1	2,8			
			Empacado	9,5	9,5	8,6	7,3	7,2	7,5	8,5	9	7,9	9	7,9	7,9			

Figura 51. Análisis tiempos calzoncillo (Proceso, N° Actividad, Descripción)

CICLOS (min)											TIEMPO OBSERVADO				Desviación Estándar			Limite Superior	Limite Inferior	Promedio Válido	Valoración			Tempo básico por actividad	Tempo básico por proceso
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Tempo Total Observado	Tempo Medio del Ciclo	Desviación Estándar	Limite Superior	Limite Inferior	Promedio Válido	Habilidad	Esfuerzo	Total Valoración	Tempo básico	Tempo básico por actividad	Tempo básico por proceso				
0.0250	0.0200	0.0250	0.0250	0.0200	0.025	0.0200	0.0233	0.0250	0.0200	0.2283	0.0228	0.002490724	0.0253	0.0203	0.024722	0.06	0.05	1.11	0.027441667						
0.0133	0.0167	0.0200	0.0167	0.0167	0.0133	0.0200	0.0167	0.0167	0.0167	0.1667	0.0167	0.002222222	0.0189	0.0144	0.016667	0.06	0.05	1.11	0.0185						
0.0300	0.0300	0.0317	0.0250	0.0300	0.0333	0.0250	0.0283	0.0433	0.0300	0.3083	0.0308	0.005166965	0.0360	0.0257	0.030714	0.06	0.05	1.11	0.034092857	0.144887302					
0.0350	0.0333	0.0383	0.0367	0.0400	0.0417	0.0317	0.0350	0.0367	0.0583	0.3867	0.0387	0.007527272	0.0462	0.0311	0.036481	0.06	0.05	1.11	0.040494444						
0.0217	0.0250	0.0217	0.0250	0.0233	0.0250	0.0217	0.0217	0.0217	0.02317	0.2317	0.0232	0.001657382	0.0248	0.0215	0.021944	0.06	0.05	1.11	0.024358333						
0.0383	0.0333	0.0417	0.0383	0.0467	0.0350	0.0417	0.0400	0.0333	0.0333	0.3817	0.0382	0.004475585	0.0426	0.0337	0.039167	0.06	0.05	1.11	0.043475						
0.0350	0.0333	0.0383	0.0367	0.0400	0.0417	0.0333	0.0350	0.0367	0.0667	0.3967	0.0397	0.0098969519	0.0495	0.0298	0.036667	0.06	0.05	1.11	0.0407						
0.0550	0.0650	0.0617	0.0517	0.0650	0.0517	0.0717	0.0467	0.0500	0.0650	0.5833	0.0583	0.008351831	0.0667	0.0500	0.058125	0.06	0.05	1.11	0.06451875						
0.0417	0.0417	0.0417	0.0450	0.0433	0.0467	0.0417	0.0500	0.0367	0.0433	0.4317	0.0432	0.00355295	0.0467	0.0396	0.043125	0.06	0.05	1.11	0.04786875						
0.0217	0.0250	0.0217	0.0250	0.0233	0.0250	0.0217	0.0217	0.0217	0.0217	0.2317	0.0232	0.001657382	0.0248	0.0215	0.021944	0.06	0.05	1.11	0.024358333						
0.0367	0.0217	0.0517	0.0250	0.0200	0.0317	0.0283	0.0183	0.0183	0.0333	0.2850	0.0285	0.010406847	0.0389	0.0181	0.023926	0.06	0.05	1.11	0.028777778						
0.0483	0.0467	0.0367	0.0483	0.0200	0.0233	0.0400	0.0533	0.0500	0.0467	0.4133	0.0413	0.011434192	0.0528	0.0299	0.045238	0.06	0.05	1.11	0.050214286						
0.0300	0.0333	0.0317	0.0317	0.0350	0.0283	0.0333	0.0333	0.0317	0.0333	0.3233	0.0323	0.002108185	0.0344	0.0302	0.027619	0.06	0.05	1.11	0.030657143	0.17950873					
0.0450	0.0417	0.0383	0.0400	0.0300	0.0250	0.0383	0.0333	0.0317	0.0383	0.3617	0.0362	0.006037435	0.0422	0.0301	0.037381	0.06	0.05	1.11	0.041492857						
0.0167	0.0200	0.0267	0.0283	0.0250	0.0250	0.0200	0.0267	0.0250	0.0250	0.2383	0.0238	0.003689324	0.0275	0.0201	0.025556	0.06	0.05	1.11	0.028366667						
0.0367	0.0217	0.0517	0.0250	0.0200	0.0317	0.0283	0.0183	0.0183	0.0333	0.2850	0.0285	0.010406847	0.0389	0.0181	0.023926	0.06	0.05	1.11	0.028777778						
0.0483	0.0467	0.0367	0.0483	0.0200	0.0233	0.0400	0.0533	0.0500	0.0467	0.4117	0.0442	0.006358515	0.0508	0.0376	0.039792	0.06	0.05	1.11	0.04416875						
0.0300	0.0333	0.0317	0.0317	0.0350	0.0283	0.0333	0.0333	0.0317	0.0333	0.3233	0.0323	0.002108185	0.0344	0.0302	0.027619	0.06	0.05	1.11	0.030657143	0.196279861					
0.0450	0.0417	0.0383	0.0400	0.0300	0.0250	0.0383	0.0333	0.0317	0.0383	0.4150	0.0415	0.003804643	0.0453	0.0377	0.042381	0.06	0.05	1.11	0.047042857						
0.0167	0.0200	0.0217	0.0200	0.0250	0.0233	0.0200	0.0167	0.0217	0.0200	0.2050	0.0205	0.002611702	0.0231	0.0179	0.017619	0.06	0.05	1.11	0.019557143						
0.0200	0.0183	0.0233	0.0200	0.0133	0.0183	0.0167	0.0150	0.0217	0.0183	0.1850	0.0185	0.0029866596	0.0215	0.0155	0.018611	0.06	0.05	1.11	0.020658333						
0.0900	0.0850	0.0967	0.1117	0.0917	0.0883	0.0900	0.0967	0.0833	0.0967	0.9300	0.0930	0.008081376	0.1011	0.0849	0.091875	0.06	0.05	1.11	0.10198125						
0.0317	0.0400	0.0367	0.0417	0.0383	0.0317	0.0317	0.0300	0.0333	0.0333	0.4000	0.0400	0.000995297	0.0494	0.0306	0.035833	0.06	0.05	1.11	0.039775						
0.0350	0.0500	0.0400	0.0417	0.0367	0.0333	0.0350	0.0417	0.0467	0.0333	0.3933	0.0393	0.005730576	0.0451	0.0336	0.037083	0.06	0.05	1.11	0.0411625						
0.0533	0.0533	0.0483	0.0500	0.0550	0.0533	0.0517	0.0500	0.0533	0.0533	0.5217	0.0522	0.002086109	0.0543	0.0501	0.053056	0.06	0.05	1.11	0.058891667						
0.0283	0.0267	0.0250	0.0267	0.0417	0.0267	0.0467	0.0283	0.0283	0.0283	0.3067	0.0307	0.00729451	0.0380	0.0234	0.028889	0.06	0.05	1.11	0.032066667						
0.1417	0.1150	0.1383	0.1517	0.1333	0.1200	0.1383	0.1250	0.1250	0.1200	1.3083	0.1308	0.011660051	0.1425	0.1192	0.130208	0.06	0.05	1.11	0.14453125						
0.0300	0.0267	0.0250	0.0250	0.0283	0.2500	0.0233	0.0283	0.0250	0.0300	0.4917	0.0492	0.070602565	0.1198	-0.0214	0.026852	0.06	0.05	1.11	0.029805556						
0.0217	0.0200	0.0250	0.0183	0.0200	0.0200	0.0233	0.0267	0.0183	0.0250	0.2183	0.0218	0.002986596	0.0248	0.0188	0.02119	0.06	0.05	1.11	0.023521429						
0.0767	0.0750	0.0717	0.0750	0.0750	0.0733	0.0717	0.0833	0.0633	0.0750	0.7400	0.0740	0.004981447	0.0790	0.0690	0.074167	0.06	0.05	1.11	0.082325						
0.0417	0.0467	0.0417	0.0467	0.0417	0.0383	0.0400	0.0383	0.0467	0.0417	0.4233	0.0423	0.003258417	0.0456	0.0391	0.041333	0.06	0.05	1.11	0.04588						
0.0467	0.0567	0.0550	0.0583	0.0517	0.0500	0.0550	0.0483	0.0500	0.0567	0.5283	0.0528	0.004010018	0.0568	0.0488	0.053571	0.06	0.05	1.11	0.059464286						
0.0433	0.0467	0.0433	0.0467	0.0417	0.0400	0.0467	0.0417	0.0467	0.0400	0.4367	0.0437	0.002810913	0.0465	0.0409	0.041667	0.06	0.06	1.12	0.046666667						
0.0300	0.0333	0.0350	0.0333	0.0317	0.0333	0.0350	0.0300	0.0350	0.0317	0.3283	0.0328	0.001932503	0.0348	0.0309	0.032867	0.06	0.06	1.12	0.036866667						
0.0950	0.0417	0.0550	0.0567	0.0400	0.0733	0.0417	0.1000	0.0433	0.0567	0.6033	0.0603	0.022108004	0.0824	0.0382	0.051042	0.08	0.08	1.16	0.059208333						
0.0267	0.0233	0.0317	0.0233	0.0283	0.0267	0.0283	0.0250	0.0200	0.0283	0.2617	0.0262	0.00333796	0.0295	0.0228	0.02625	0.08	0.08	1.16	0.03045						
0.0350	0.0400	0.0317	0.0400	0.0400	0.0333	0.0333	0.0383	0.0333	0.0333	0.3783	0.0378	0.006336744	0.0442	0.0315	0.036111	0.08	0.08	1.16	0.041888889						
0.0267	0.0267	0.0233	0.0333	0.0367	0.0350	0.0200	0.0183	0.0317	0.0333	0.2850	0.0285	0.006452581	0.0350	0.0220	0.030833	0.08	0.08	1.16	0.035766667						
0.0283	0.0283	0.0267	0.0267	0.0333	0.0350	0.0267	0.0283	0.0300	0.0367	0.3000	0.0300	0.0013685139	0.0337	0.0263	0.028542	0.08	0.08	1.16	0.033108333						
0.0733	0.0733	0.0767	0.0833	0.0717	0.0750	0.0717	0.0783	0.0800	0.0717	0.7550	0.0755	0.004010018	0.0795	0.0715	0.073958	0.08	0.08	1.16	0.085791667						
0.0300	0.0250	0.0300	0.0367	0.0267	0.0317	0.0367	0.0250	0.0300	0.0467	0.3183	0.0318	0.006641155	0.0385	0.0252	0.031667	0.08	0.08	1.16	0.036733333						
0.2500	0.3333	0.2567	0.2967	0.2450	0.2417	0.2733	0.2800	0.3033	0.2767	2.7667	0.2757	0.029199188	0.3049	0.2485	0.276667	0.08	0.08	1.16	0.320933333						
0.0567	0.0550	0.0650	0.0617	0.0483	0.0550	0.0517	0.0533	0.0517	0.0467	0.5450	0.0545	0.005613586	0.0601	0.0489	0.053333	0.08	0.08	1.16	0.061866667						
0.1583	0.1383	0.1433	0.1217	0.1200	0.1250	0.1417	0.1500	0.1500	0.1317	1.4000	0.1400	0.014593251	0.1546	0.1254	0.143333	0.08	0.08	1.16	0.166266667						

Figura 52. Análisis tiempos calzoncillo (Ciclos, Tiempo Observado, Tiempo básico por actividad y proceso)

N° Actividad	DESCRIPCIÓN	Tiempo Básico (horas)	Coefficiente de descuento	Tiempo estándar/ Unidad (hr)	Tiempo estándar/ Unidad (seg)	Producción hr.	Producción * día	Requerimiento de Producción	Mín. Necesarios	Máquina	Suma Tiempo máquina	Maquinas necesarias
1	COSTURA FORROS Y TALLA	0,00241	1,16	0,002801	10,084156	356,995661	2677,467454	0,345778	20,746698	OV	131,748262	3 OV
2	COSTURA FORRO, ESPALDA Y DELANTERO	0,00368	1,16	0,004271	15,376090	234,129743	1755,973072	0,527235	31,634090	OV	47,024343	1 OV BR
3	COSTURA FORRO A DELANTERO	0,00299	1,16	0,003471	12,493808	288,142743	2161,070574	0,428403	25,704209	OV	61,079388	2 RB
4	COSER ELÁSTICO DE PIERNA	0,00327	1,16	0,003795	13,661078	263,523389	1976,417918	0,468428	28,105700	OV BR	38,814968	1 R
5	COSTURA PRIMER LADO	0,00295	1,16	0,003420	12,312675	292,381631	2192,862233	0,422193	25,331555	OV	81,333040	1,5P
6	COSER ELÁSTICO DE CINTURA	0,00220	1,16	0,002554	9,195610	391,491157	2936,188779	0,315311	18,918643	OV BR		
7	COSTURA SEGUNDO LADO	0,00330	1,16	0,003825	13,770933	261,420194	1960,651454	0,472195	28,331711	OV		
8	COSTURA DE RECUBRIMIENTO ELÁSTICO DE PIERNAS	0,00452	1,16	0,005238	18,856214	190,918492	1431,888691	0,646566	38,793944	RB		
9	COSTURA EN RECTA INFERIORES PIERNAS	0,00452	1,16	0,005241	18,866433	190,815081	1431,113106	0,646916	38,814968	R		
10	COSTURA DE RECUBRIMIENTO ELÁSTICO DE CINTURA	0,00259	1,16	0,003009	10,832080	332,346142	2492,596066	0,371424	22,285444	RB		
11	EMPAQUADO	0,00915	1,20	0,010981	39,532800	91,063623	682,977173	1,355551	81,333040	MN		

TIEMPO ESTÁNDAR	0,048606
PRODUCCIÓN POR HORA	20,57355907
PRODUCCIÓN POR JORNADA	154,301683
N° OPERARIOS	6
PRODUCCIÓN DÍA	925,8101581
PRODUCCIÓN MENSUAL	7406,481265

Figura 53. Análisis tiempos para la creación de módulo de trabajo calzoncillo

Producto	
Demanda por turno (D)	822 ud./turno
Tiempo disponible por turno (TD)	27000 Seg./turno

Producto			
Estaciones de Trabajo	Resumen de Tiempos (Segundos)		
	TIEMPO	Takt Time (TD / D)	Tiempo de Ciclo
FUNDILLAR	37,95	32,85	37,95
COLOCAR ELÁSTICO DE PIERNAS	13,66	32,85	51,61
CERRAR PRIMER LADO	12,31	32,85	63,92
COLOCAR ELÁSTICO DE CINTURA	9,20	32,85	73,12
CERRAR SEGUNDO LADO	13,77	32,85	86,89
RECUBRIR PIERNAS	18,86	32,85	105,75
PASAR RECTA EN INFERIORES	18,87	32,85	124,62
RECUBRIR ELÁSTICO DE CINTURA	10,83	32,85	135,45
EMPAQUETAR	39,53	32,85	174,98
Tiempo Total de Transformacion Invertido. (Seg.)			174,98

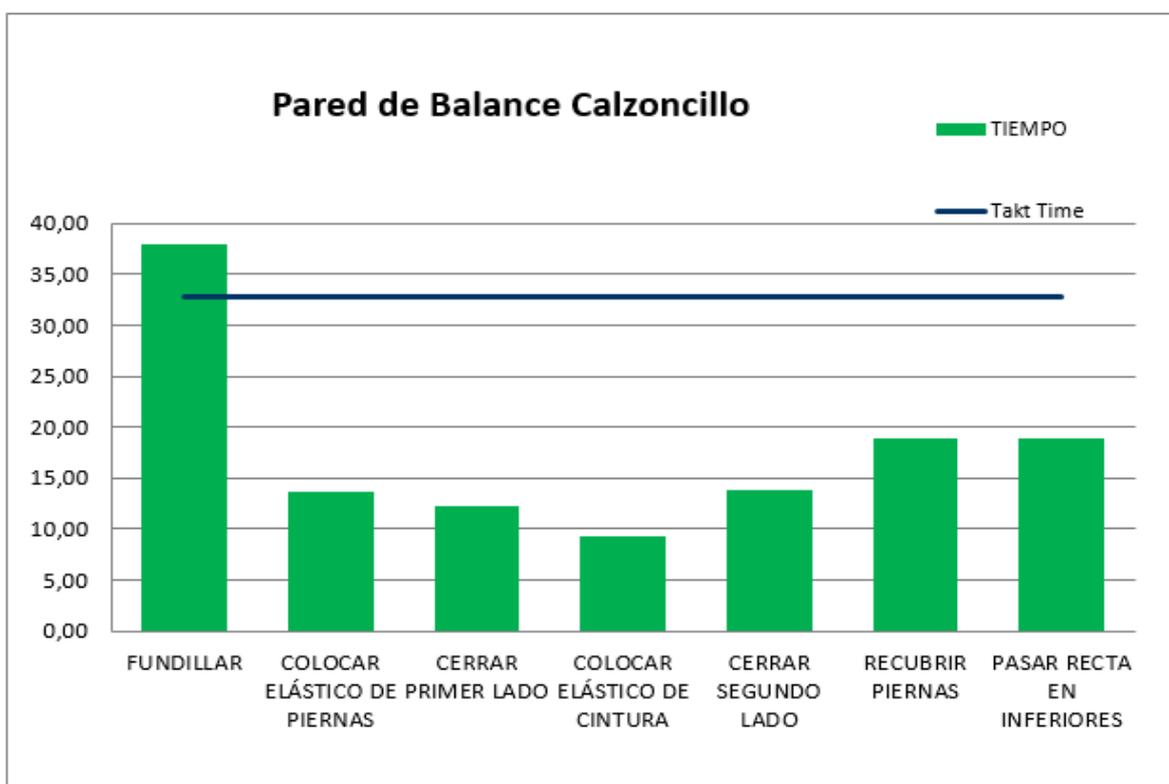


Figura 54. Pared de balance confección calzoncillos sin movimientos

4.3 Creación y balance de módulos

La creación y balance del módulo parte del análisis de tiempos procurando establecer un método de trabajo que permita cumplir con las exigencias de la demanda y su vez optimice la utilización de los recursos para lograr un aumento de productividad.

4.3.1 Módulo Bóxer

Mediante el análisis de tiempo se ha determinado que el módulo de trabajo bóxer necesita un total de 8 estaciones de trabajo, 1 estación por cada máquina necesaria (véase figura 49), la maquinaria a utilizarse es:

- Overlock, tiempo máquina necesario 149,43min.; necesarias 3 máquinas.
- Recubridora, tiempo máquina necesario 83,33 min.; necesarias 2 máquinas.
- Elasticadora, tiempo máquina necesario 18,64 min.; necesaria 1 máquina.
- Recta, tiempo máquina necesario 16,26 min.; necesaria 1 máquina recta.
- Trabajo manual, tiempo necesario 92,31 min.; necesaria 1 persona a tiempo completo y una que ayude parcialmente.

El módulo que se muestra en la figura 55 distribuye de la manera más óptima las estaciones de trabajo, cumpliendo con las necesidades antes descritas.

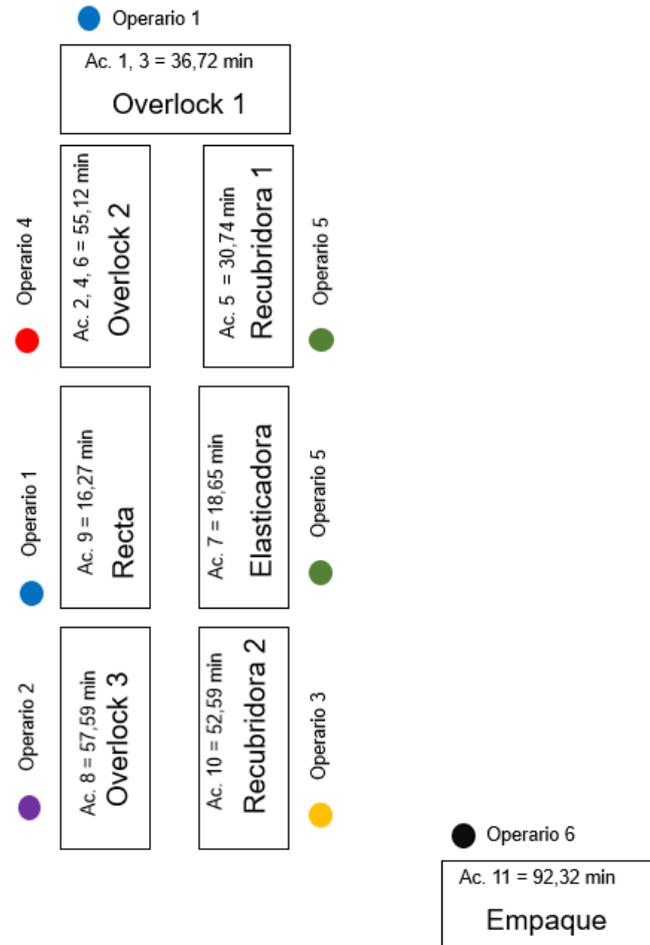


Figura 55. Módulo bóxer

El módulo se conforma por 7 operarios:

- Operario 1 encargado de actividades 1, 3 y 9
- Operario 2 encargado de actividad 8
- Operario 3 encargado de actividad 10
- Operario 4 encargado de actividades 2, 4 y 6
- Operario 5 encargado de actividades 7 y 5
- Operario 6 encargado de actividad 11
- El operario 7 se encarga de pasar todos aquellos insumos necesarios para la confección al resto de operarios, también realizara la actividad 11.

Maquinaria necesaria para el módulo bóxer:

- Overlock 1, 2, 3

- Recubridora 1, 2
- Elasticadora
- Recta
- Mesa para empaque

4.3.2 Flujo de materiales módulo bóxer

El módulo propuesto reduce los excesivos movimientos por parte de los operarios, permitiendo que la operación de confección fluya de manera continua; evitando paros en las estaciones de trabajo que produzcan retrasos en la producción como se muestra en la figura 56.

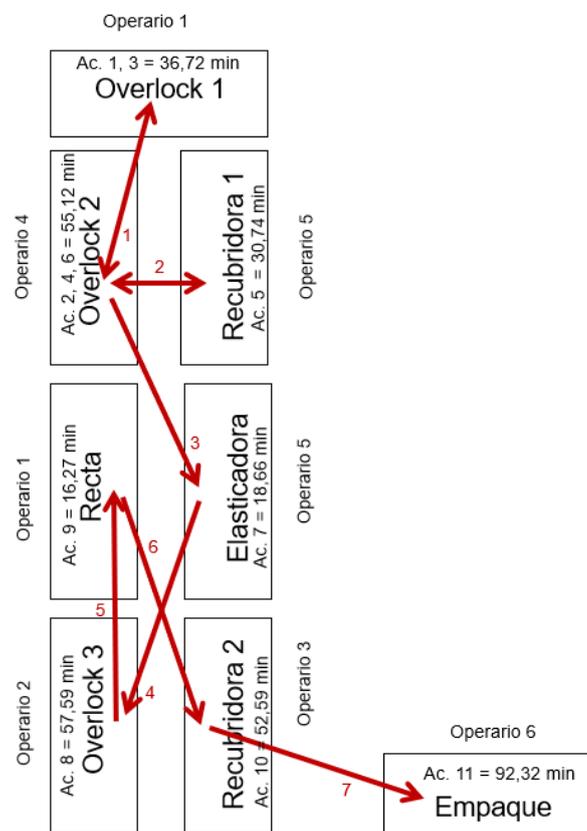


Figura 56. Flujo de materiales módulo bóxer

4.3.3 Módulo Calzoncillo

Al igual que el anterior módulo mediante el estudio de tiempos, se ha determinado que el módulo de trabajo calzoncillos necesita un total de 7

estaciones de trabajo, 1 estación por cada máquina necesaria (véase figura 53) la maquinaria a utilizarse es:

- Overlock, tiempo máquina necesario 131,75 min.; necesarias 3 máquinas
- Recubridora, tiempo máquina necesario 61, 08 min.; necesarias 1 máquina
- Overlock de brazo, tiempo máquina 47,02 min.; necesaria 1 máquina
- Recta, tiempo máquina necesario 38,81 min.; necesaria 1 máquina.
- Trabajo manual, tiempo necesario 81,33 min.; necesaria 1 persona a tiempo completo y una que ayude parcialmente.

El módulo que se muestra en la figura 57 distribuye de la manera más óptima las estaciones de trabajo, cumpliendo con las necesidades antes descritas.

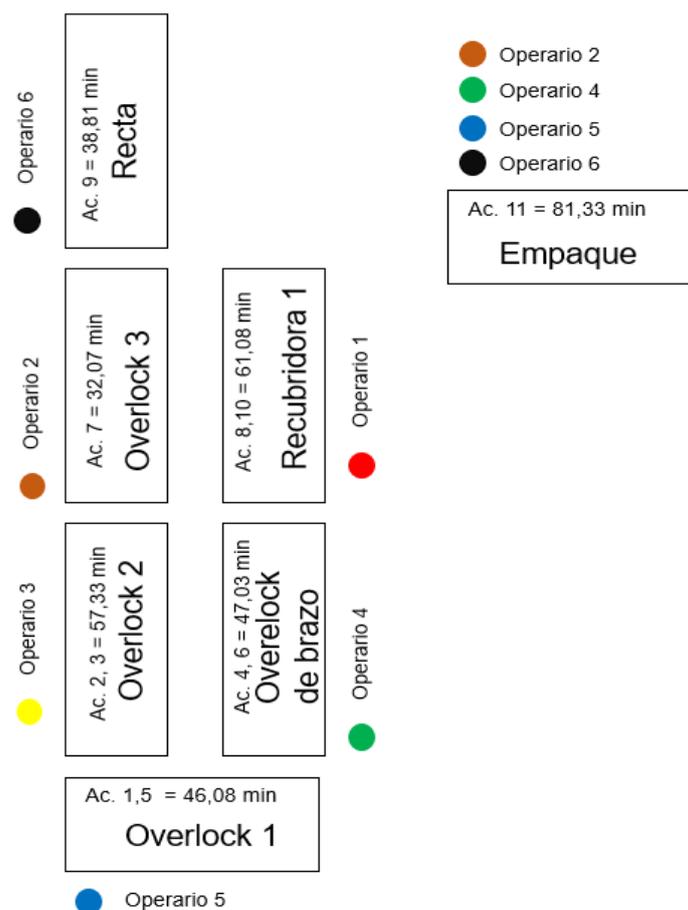


Figura 57. Módulo calzoncillo

El módulo se conforma por 7 operarios:

- Operario 1 encargado de actividades 1, 3 y 9
- Operario 2 encargado de actividad 8
- Operario 3 encargado de actividad 10
- Operario 4 encargado de actividades 2, 4 y 6
- Operario 5 encargado de actividades 7 y 5
- Operario 6 encargado de actividad 11
- El operario 7 se encarga de pasar todos aquellos insumos necesarios para la confección al resto de operarios, también realizara la actividad 11.

Maquinaria necesaria para el módulo bóxer:

- Overlock 1, 2, 3
- Recubridora 1, 2
- Elasticadora
- Recta
- Mesa para empaque

4.3.4 Flujo de materiales módulo calzoncillo

El módulo propuesto reduce los excesivos movimientos por parte de los operarios, permitiendo que la operación de confección fluya de manera continua; evitando paros en las estaciones de trabajo que produzcan retrasos en la producción como como se describe en la figura 58.

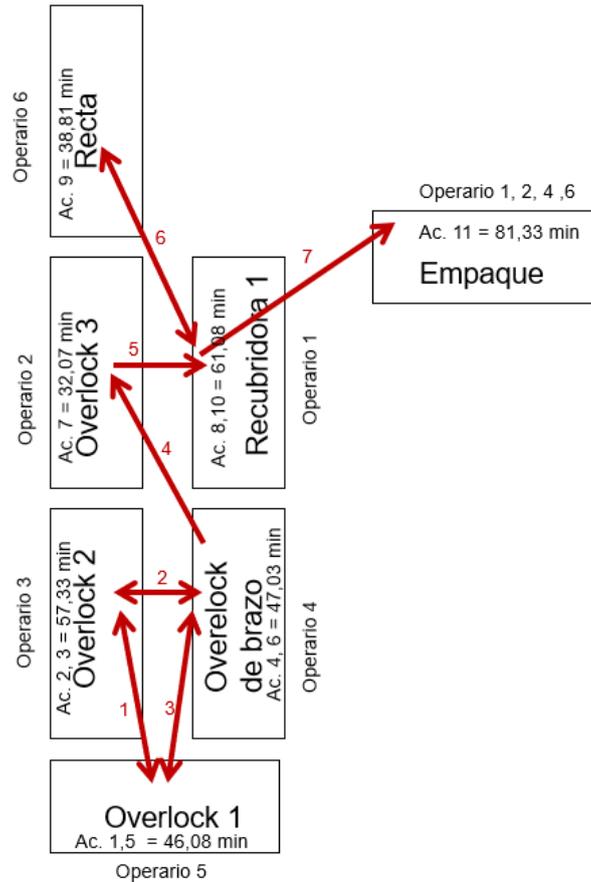


Figura 58. Flujo de materiales módulo calzoncillo

4.4 Implementación de la propuesta de mejora

Debido a la apertura mostrada en la empresa se presenta a la gerente la propuesta de mejora explicando la función de cada módulo de confección, actividades de los operarios, máquinas necesarias, flujo de materiales; por lo que se obtiene la debida aprobación para su implementación.

4.4.1 Plano taller de confección luego de implementar la mejora

En la figura 59 se muestra el plano del taller de confección posterior a la implementación de la mejora, se han diseñado los 2 módulos con la capacidad de integrarse, en color azul se muestra el módulo bóxer, mientras de color verde se muestra el módulo calzoncillos. Para ambos módulos se comparte el uso de las estaciones de color rojo.

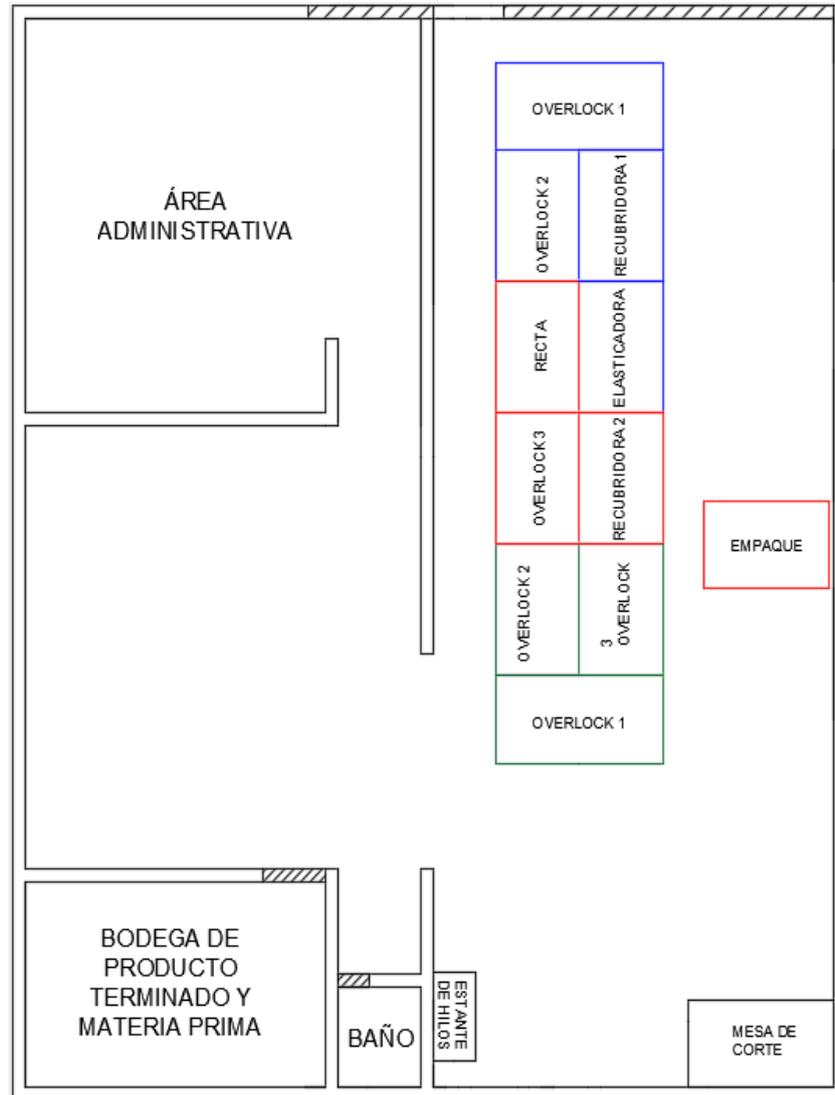


Figura 59. Nuevo plano del taller de confección con módulos de trabajo

4.4.2 Análisis movimiento operarios después de implementada la mejora

La implementación de la mejora nos ha permitido disminuir en gran medida los movimientos que se realizan con el antiguo método de trabajo, los movimientos de los operarios descritos en las figuras 60 y 61 son los realizados por cada hora de trabajo.

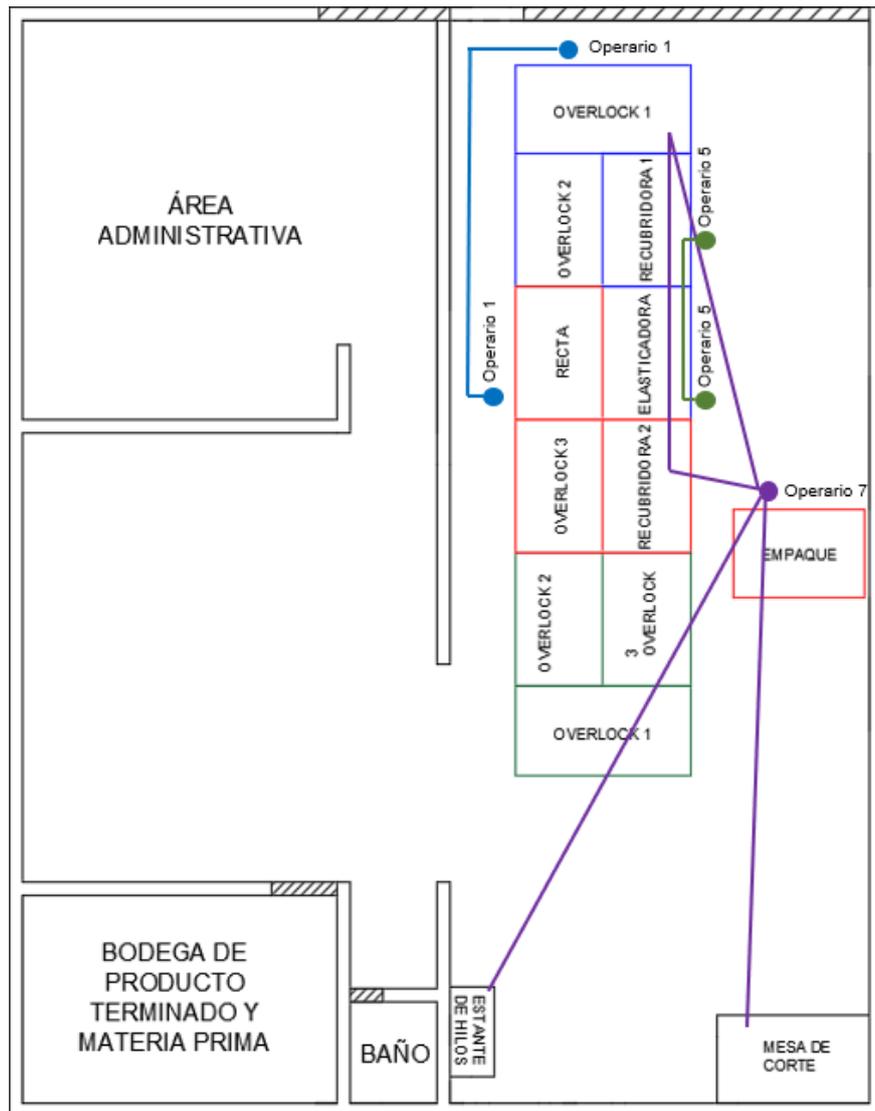


Figura 60. Diagrama de hilos movimiento operarios con propuesta de mejora módulo bóxer

Descripción:

Tabla. 21

Número de movimientos por operario confección bóxer con propuesta de mejora

MOVIMIENTO POR OPERARIO	NUMERO DE MOVIMIENTOS	DISTANCIA RECORRIDA
■	5	13m
■	1	2m
■	1	1m
TOTAL	7	16m

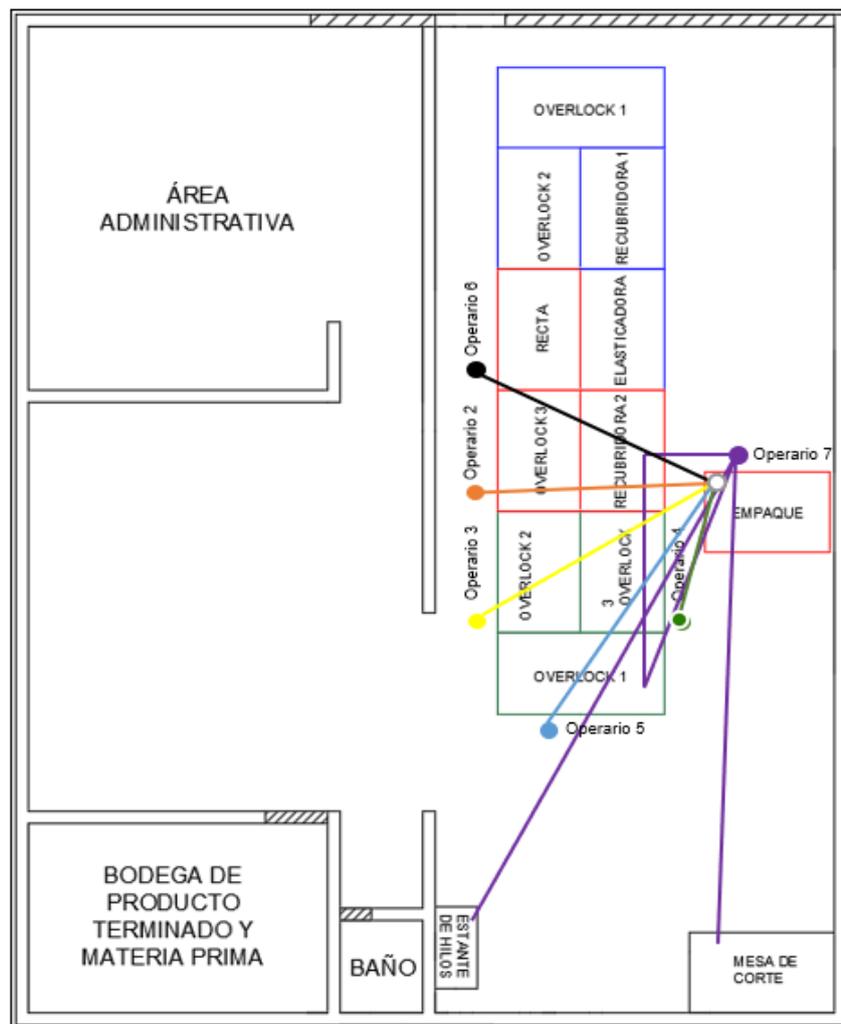


Figura 61. Diagrama de hilos movimiento operarios con propuesta de mejora módulo calzoncillos

Descripción:

Tabla. 22

Número de movimientos por operario confección calzoncillo con propuesta de mejora

MOVIMIENTO POR OPERARIO	NUMERO DE MOVIMIENTOS	DISTANCIA RECORRIDA
■	5	13m
■	1	4m
■	1	3m
■	1	2m
■	1	5m
TOTAL	9	27m

4.5 Simulación con propuesta de mejora

Al implementar la mejora se realizó nuevamente una simulación de la línea de confección con los tiempos analizados para la creación de los módulos de trabajo para los dos productos; obteniendo los siguientes resultados:

4.5.1 Simulación línea de confección bóxer con propuesta de mejora

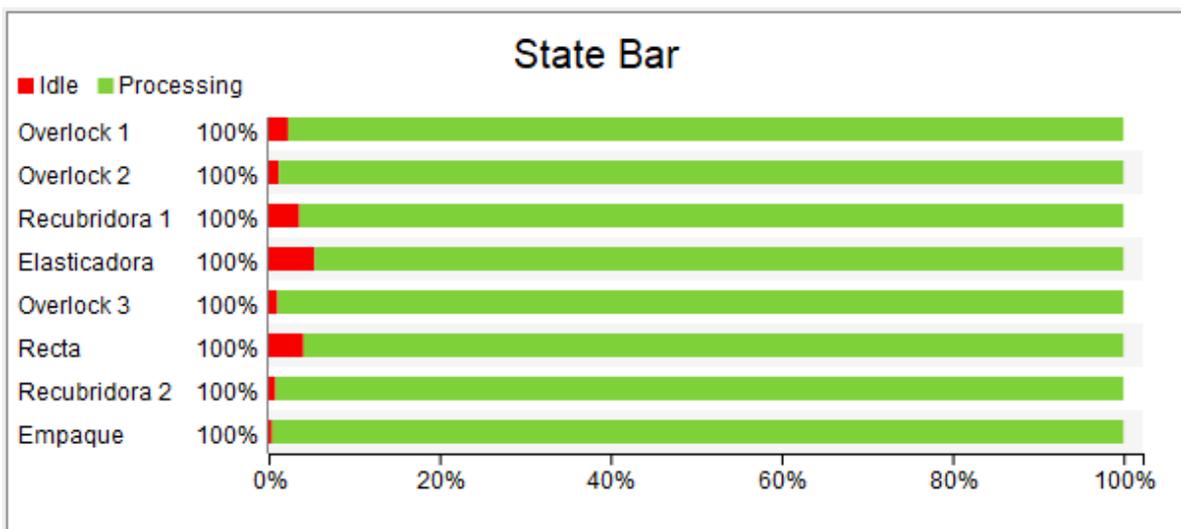


Figura 62. Resultado tiempos ociosos con implementación de mejora línea de confección bóxer



Figura 63. Modelo 3D simulación implementada la mejora línea de confección bóxer

4.5.2 Simulación línea de confección calzoncillo con propuesta de mejora

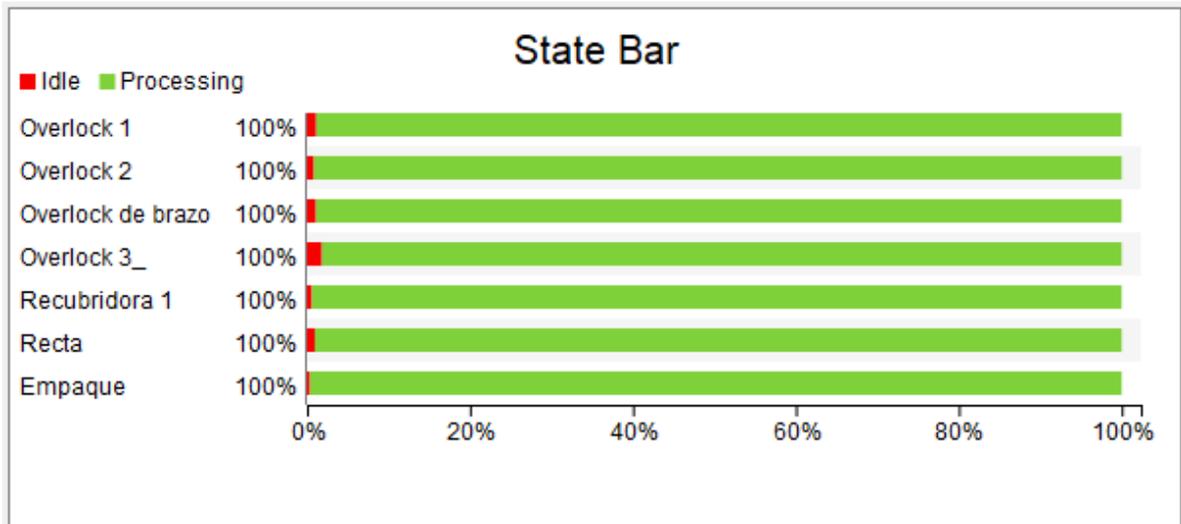


Figura 64. Resultado tiempos ociosos con implementación de mejora línea de confección calzoncillo

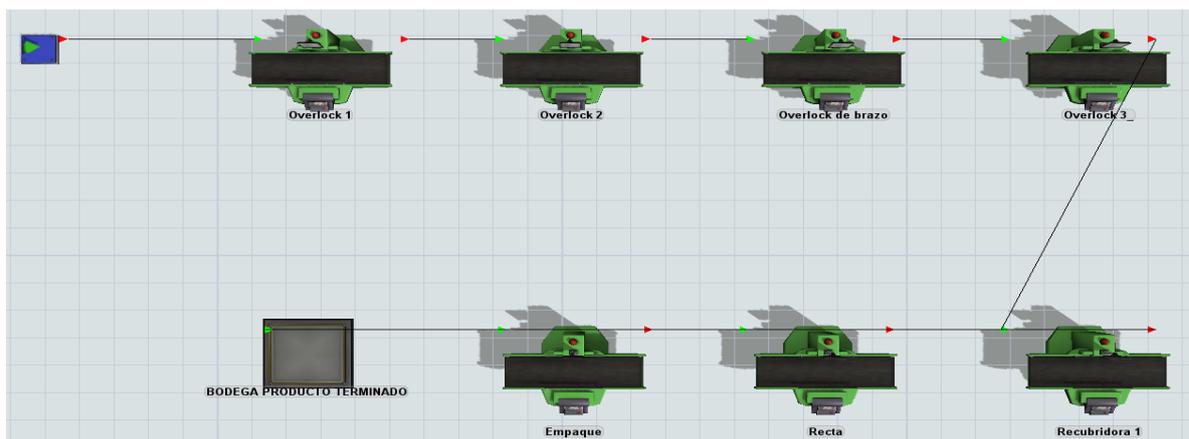


Figura 65. Modelo 3D simulación implementada la mejora línea de confección calzoncillo

4.6 Análisis de producción con la implementación de módulos

Posterior a la implementación de los módulos de trabajo se realiza un seguimiento de la producción alcanzada durante 2 semanas.

Tabla. 23

Producción estimada diaria sin módulos

PRODUCCIÓN ESTIMADA DIARIA SIN MÓDULOS		
PRODUCTO	UNIDADES DÍA	UNIDADES HORA
BÓXER	540	72
CALZONCILLO	720	96

Tabla. 24

Producción bóxer en semana 1 con implementación de módulo

PRODUCCIÓN CON MÓDULOS DE TRABAJO SEMANA 1		
BÓXER		
MÓDULO IMPLEMENTADO		
DÍA	UNIDADES DÍA	UNIDADES HORA
1	600	80
2	680	90,66
3	740	98,66

Tabla. 25

Producción bóxer en semana 2 con implementación de módulo

PRODUCCIÓN CON MÓDULOS DE TRABAJO SEMANA 2		
BÓXER		
MÓDULO IMPLEMENTADO		
DÍA	UNIDADES DÍA	UNIDADES HORA
1	744	99,2
2	760	101,33
3	752	102,26

Tabla. 26

Producción bóxer en semana 3 con implementación de módulo

PRODUCCIÓN CON MÓDULOS DE TRABAJO SEMANA 3		
BÓXER		
MÓDULO IMPLEMENTADO		
DÍA	UNIDADES DÍA	UNIDADES HORA
1	756	100,8
2	759	101,2
3	760	101,33

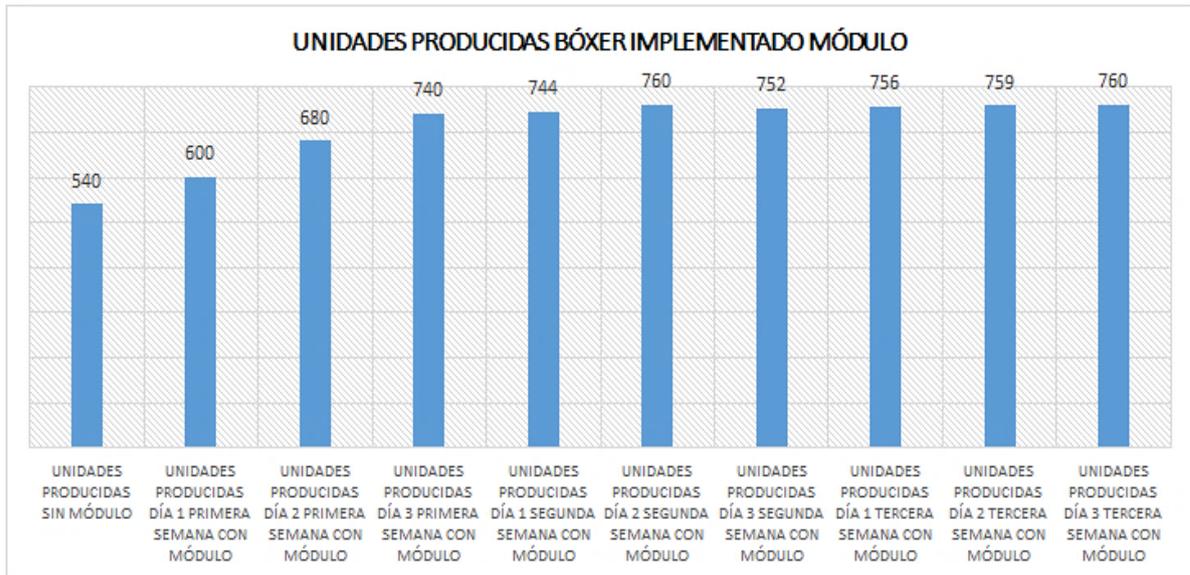


Figura 66. Producción bóxer semana 1 a la 3 implementado módulo

Tabla. 27

Producción calzoncillos en semana 1 con implementación de módulo

PRODUCCIÓN CON MÓDULOS DE TRABAJO SEMANA 1		
CALZONCILLOS		
MÓDULO IMPLEMENTADO		
DÍA	UNIDADES DÍA	UNIDADES HORA
1	770	102,66
2	820	109,33

Tabla. 28

Producción calzoncillos en semana 2 con implementación de módulo

PRODUCCIÓN CON MÓDULOS DE TRABAJO SEMANA 2		
CALZONCILLOS		
MÓDULO IMPLEMENTADO		
DÍA	UNIDADES DÍA	UNIDADES HORA
1	870	116
2	910	121,33

Tabla. 29

Producción calzoncillos en semana 3 con implementación de módulo

PRODUCCIÓN CON MÓDULOS DE TRABAJO		
SEMANA 3		
CALZONCILLOS		
MÓDULO IMPLEMENTADO		
DÍA	UNIDADES DÍA	UNIDADES HORA
1	915	122
2	920	122,66

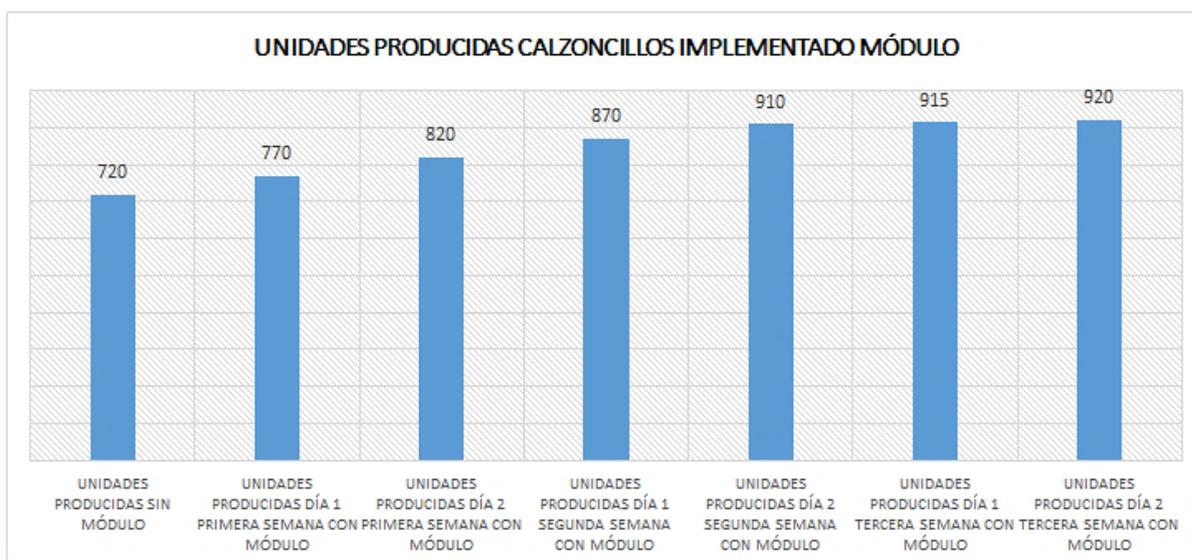


Figura 67. Unidades producidas semana 1 a la 3 implementado módulo

En la figura 62 y 63 se puede observar un aumento en cuanto a producción en el taller, mediante el análisis de demanda en el capítulo tres se estableció que para cumplir la demanda de bóxer era necesario producir 330 unidades más a la semana, un total de 1950 unidades por semana haciendo referencia a una producción de 540 unidades diarias por tres días a la semana, posterior a la implementación del módulo bóxer se ha alcanzado una producción de 2020 unidades en la primera semana, 2256 en la segunda y 2275 en la tercera semana con lo cual la empresa puede cumplir con la demanda establecida para este producto y evitar retraso en sus entregas de pedidos. En cuanto a la producción de calzoncillos la demanda exigía 204 unidades más a la semana, un total de 1644 unidades por semana haciendo referencia a una producción de 720 unidades diarias por dos días a la semana, posterior a la implementación del

módulo calzoncillos se ha alcanzado una producción 1590 unidades en la primera semana, 1780 en la segunda semana y 1835 en la tercera semana; manteniendo un ritmo de producción como el de la semana dos y tres la empresa puede cumplir con la demanda establecida para este producto y evitar retraso en sus entregas de pedidos.

4.7 Análisis de eficiencia de la línea implementada la propuesta de mejora

Para el análisis de la eficiencia en la línea de confección se estableció una relación entre la producción normal al día con las unidades producidas sin módulos de trabajo y el máximo alcanzado de unidades producidas en las tres primeras semanas con módulos de trabajo; obteniendo los siguientes resultados.

Tabla. 30

Análisis de eficiencia de la línea de confección

ANÁLISIS EFICIENCIA LÍNEA DE CONFECCIÓN					
LÍNEA DE CONFECCIÓN	PRODUCCIÓN NORMAL AL DÍA (PND)	PRODUCCIÓN SIN MÓDULO (PSM)	MAX. PRODUCCIÓN CON MÓDULO (MPM)	EFICIENCIA SIN MÓDULO (PSM / PND)	EFICIENCIA CON MÓDULO (MPM / PND)
BÓXER	753	540	760	71,71%	100,92%
CAZONCILLOS	926	720	920	77,75%	99,35%

En conclusión, posterior a la implementación de la mejora se obtenido una mejora de eficiencia en la línea del 29,21% en confección de bóxer y del 21,60% en confección de calzoncillos.

4.8 Análisis de productividad de la línea implementada la propuesta de mejora

Para el análisis de la productividad en la línea de confección se considerará una relación entre las unidades producidas sin módulos de trabajo y con módulos de trabajo sobre el tiempo disponible de 7,5 horas en una jornada laboral.

Tabla. 31

Análisis de productividad de la línea de confección

ANÁLISIS PRODUCTIVIDAD LÍNEA DE CONFECCIÓN					
LINEA DE CONFECCIÓN	PRODUCCIÓN SIN MÓDULO (PSM)	MAX. PRODUCCIÓN CON MÓDULO (MPM)	TIEMPO DISPONIBLE (TD)	PRODUCTIVIDAD SIN MÓDULO (PSM / TD)	PRODUCTIVIDAD CON MÓDULO (MPM / TD)
BÓXER	540 u	760 u	7,5 h	72 u/h	101,33 u/h
CAZONCILLOS	720 u	920 u	7,5 h	96 u/h	122,66 u/h

En conclusión, posterior a la implementación de la mejora se obtenido una mejora de productividad en la línea de 29,33 u/h en confección de bóxer y del 26,66 u/h en confección de calzoncillo.

4.9 Aplicación 5'S para limpieza inventario en proceso

La manufactura esbelta nos brinda 2 herramientas necesarias que nos permiten realizar la limpieza del inventario en proceso como son las 5'S de la calidad y el JIT (metodología justo a tiempo) que funcionando en conjunto nos permiten un nivel mínimo en inventario en proceso.

Una vez puesta en marcha la propuesta de mejora se establece como una de las prioridades para el nuevo método de trabajo en módulos un desarrollo de propuesta de metodología 5'S corregir las estaciones de trabajo y además limpiar todo el inventario en proceso que se ha acumulado por el antiguo método de trabajo. La propuesta se puso en marcha mediante los siguientes pasos:

1. *Clasificación:* se retiró todos los elementos innecesarios que dificultan las operaciones de confección.
2. *Orden:* se asignó un lugar para las todas las herramientas que se utilizan durante el proceso de confección en cada puesto de trabajo.
3. *Limpieza del sitio de trabajo:* se mantiene un área de trabajo limpia en la cual las actividades se desarrollen sin complicaciones.
4. *Estandarización:* se debe mantener las estaciones de trabajo, así como los módulos en pleno funcionamiento mediante la aplicación de los pasos anteriormente descritos antes de empezar la jornada laboral.

5. *Disciplina*: mediante capacitaciones se da conocer a los operarios la importancia de mantener la metodología de las 5'S para asegurar el éxito de la propuesta de mejora, además se realizan auditorías internas (véase anexo 2) para que la metodología sea cumplida, precautelando regresar al estado anterior.

La metodología JIT se ve implementada en el funcionamiento de los módulos propuestos y su flujo de materiales ya que todo aquello que entra a producirse pasa por las distintas estaciones de trabajo evitando que se acumule producto en proceso.

Posterior a la aplicar de metodología 5'S y JIT se ha logrado liberar 627 unidades en total, que conformaban el inventario en proceso divididas en 342 unidades de bóxer y 285 unidades de calzoncillos.

Inventario en proceso antes



Inventario en proceso despues



Figura 68. Inventario en proceso antes – después de implementar 5'S

5. RESULTADOS Y ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO

5.1 Resultados

Gracias a la propuesta de mejora se ha logrado los siguientes resultados:

Tabla. 32

Resultados obtenidos con la implementación de la propuesta de mejora

RESULTADOS		
DESCRIPCIÓN	ANTES DE LA PROPUESTA DE MEJORA	DESPUÉS DE LA PROPUESTA DE MEJORA
MOVIMIENTOS EN CONFECCIÓN DE BÓXER	18 movimientos	7 movimientos
MOVIMIENTOS EN CONFECCIÓN DE CALZONCILLO	15 movimientos	9 movimientos
DISTANCIA RECORRIDA EN CONFECCIÓN DE BÓXER	64 metros	16 metros
DISTANCIA RECORRIDA EN CONFECCIÓN DE CALZONCILLO	49 metros	27 metros
EFICIENCIA DE LA LÍNEA EN CONFECCIÓN DE BÓXER	71,71%	100,92%
EFICIENCIA DE LA LÍNEA EN CONFECCIÓN DE CALZONCILLO	77,75%	99,35%
PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA EN CONFECCIÓN DE BÓXER	72 u/h	101,33 u/h
PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA EN CONFECCIÓN DE CALZONCILLO	96 u/h	122,66 u/h

5.2 Análisis costo - beneficio

5.2.1 Costo

La propuesta de mejora se ha conseguido implementarla al rediseñar la línea de producción con la creación de los módulos de trabajo para lo cual la empresa ya poseía la infraestructura, así como la maquinaria; esto se realizó fuera del horario laboral con la ayuda de las operarias y la gerente de la empresa por lo tanto la empresa no cubre el coste de estas horas. Para el cálculo del costo de la propuesta de mejora se ha considerado 8 horas producción perdidas ya que es el tiempo que se utilizó para realizar las actividades relacionadas a la propuesta de mejora, estas horas se dividieron de la siguiente manera: 2 horas de capacitación para explicar las actividades y el flujo de materiales en los módulos de trabajo bóxer y calzoncillos y 6 horas en procesar el inventario en proceso que se tenía que se realizó el día viernes correspondiente a producción de calzoncillos. Para el cálculo se consideró las unidades producidas antes de la implementación del módulo 540 unidades día de bóxer por lo tanto 68 u/h y 720 unidades día calzoncillo por lo tanto 90 u/h con el valor actual por caja de \$5; cada caja con 3 unidades de una prenda.

Tabla. 33

Costo propuesta de mejora

COSTO PROPUESTA DE MEJORA	
1 HORA DE PRODUCCIÓN PERDIDA DE BOXER	\$ 110
1 HORA DE PRODUCCIÓN PERDIDA DE CALZONCILLOS	\$ 150
6 HORAS EN PROCESAR EL INVENTARIO EN PROCESO	\$ 900
TOTAL	\$ 1160

5.2.2 Beneficio

Al aumentar la eficiencia y la productividad de la línea de confección, esta genera mucho más producto, a más producto se produce más ganancias, las unidades que sobrepasen del estimado de producción diaria antes de la implementación de la propuesta de mejora se considera como ganancias. Por medio de una proyección de producción se puede establecer la ganancia mensual que la

empresa está generando. Para esto se toma el valor actual de venta de la caja de bóxer de \$5 y la de calzoncillos en \$5; cada caja contiene 3 unidades de una prenda.

Tabla. 34

Ganancia mensual

BÓXER	
PROMEDIO DE UNIDADES PRODUCIDAS A LA SEMANA CON MÓDULO	2138
UNIDADES PRODUCIDAS A LA SEMANA SIN MÓDULO	1620
UNIDADES DISPONIBLES	518
CAJAS DISPONIBLES PARA VENTA	172
GANANCIA EN VENTA SEMANAL DE CAJAS	\$ 860

CALZONCILLOS	
PROMEDIO DE UNIDADES PRODUCIDAS A LA SEMANA CON MÓDULO	1617
UNIDADES PRODUCIDAS A LA SEMANA SIN MÓDULO	1440
UNIDADES DISPONIBLES	177
CAJAS DISPONIBLES PARA VENTA	59
GANANCIA EN VENTA SEMANAL	\$ 295

GANANCIA MENSUAL BÓXER Y CALZONCILLOS	\$ 4.620
--	-----------------

Como se puede observar la empresa tendría una ganancia mensual de \$4.620 dólares debido a la implementación de la propuesta de mejora, ya que esta genera una cantidad de 172 cajas de bóxer y 59 cajas más de producto con respecto a su producción anterior.

En cuanto a la limpieza de inventario en proceso se confeccionó un total de 627 unidades divididas de la siguiente manera:

Tabla. 34

Ganancia liberación de inventario

BÓXER INVENTARIO EN PROCESO	
UNIDADES	342
CAJAS	108
GANANCIA POR VENTA CAJA	\$ 540

CALZONCILLOS INVENTARIO EN PROCESO	
UNIDADES	285
CAJAS	95
GANANCIA POR VENTA	\$ 475

GANANCIA POR LIBERACIÓN DE INVENTARIO EN PROCESO	\$ 1015
---	----------------

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

El análisis de situación actual nos permitió identificar el método de trabajo empleado en la línea de confección para las prendas bóxer y calzoncillo; evidenciando que este no cumplía los requerimientos que la empresa necesitaba para cumplir la demanda del mercado.

El levantamiento de procesos en el área de producción permitió identificar las estaciones de trabajo, actividades, materiales, maquinaria, y operarios que intervienen en la elaboración de bóxer y calzoncillos

Mediante el estudio de tiempos y movimientos se concluye que existían tiempos ociosos y movimientos excesivos e innecesarios en la línea de confección evidenciando una gestión poco eficiente de los recursos humano, máquina e infraestructura; así también un inadecuado método de trabajo.

Mediante la propuesta de mejora se logró un aumento de eficiencia de línea de 29,21% en confección de bóxer y del 21,60% en confección de calzoncillo este aumento permitió elaborar un máximo de 760 unidades de bóxers y 920 unidades de calzoncillos.

Posterior a la implementación de la mejora se obtenido una mejora de productividad en la línea de 29,33 u/h en confección de bóxer y del 26,66 u/h en confección de calzoncillo, permitiendo a la empresa realizar un máximo de 101 unidades por hora de bóxers y 122 unidades por hora de calzoncillos.

Mediante el análisis costo – beneficio se logró conocer la ganancia adicional que la empresa puede llegar a generar mediante la implementación de propuesta de mejora.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda repetir la toma de tiempos en un periodo de 3 meses ya que los módulos pueden llegar a superar la producción ya que mediante la curva de aprendizaje de las operarias llegarían a perfeccionarse en la labor desempeñada realizando las actividades de confección de manera más rápida.

Se recomienda realizar un estudio de tiempos y movimientos específico para el proceso de fundillar y empaquetar que permita reducir el tiempo de operación para disminuirlo por debajo del takt time.

Se recomienda impartir capacitaciones al personal sobre la importancia del actual método de trabajo para que las actividades de confección se desarrollen de la manera adecuada y óptima.

Se recomienda implementar un programa de recompensa a la labor de las operarias al lograr objetivos de producción esto puede ser cubierto con las ganancias extras que la empresa genera con la propuesta.

Se recomienda a la empresa realizar una planificación de la demanda que le permita tener el inventario necesario para el nuevo método de trabajo en módulos.

REFERENCIAS

- Dbcalidad. (2014). Calidad, Estrategia y Liderazgo. Recuperado el 7 de abril del 2018, de: <http://dbcalidad.blogspot.com/2014/10/el-concepto-de-la-fabrica-fantasma-en.html>
- Ekos Negocios. (2015). Industria Textil. Recuperado el 16 de abril del 2018, de: <http://www.ekosnegocios.com/negocios/verArticuloContenido.aspx?idArt=6446>
- El Comercio. (2017). Recuperado el 10 de mayo del 2018, de: <http://www.elcomercio.com/actualidad/comercio-calzado-mueven-tungurahua.html>
- Fincowsky , F., & Benjamín, E. (2014). Organización de empresas (3a. ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Freivalds, A., & W. Niebel, B. (2014). Ingeniería industrial de Niebel: métodos, estándares y diseño del trabajo (13a. ed.). Mc Graw Hill.
- Ingeniería Industril Online. (2012). Balanceo de línea. Recuperado el 12 de mayo del 2018, de: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/producci%C3%B3n/balanceo-de-l%C3%ADnea/>
- Issuu. (2011). Estudios - estadísticas Tungurahua. Recuperado el 14 de abril del 2018, de: https://issuu.com/gjalrod/docs/estudio_-_estadisticas_tungurahua
- Jacobs, F. R., & Chase, R. B. (2014). Administración de operaciones, producción y cadena de suministros (13a. ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- La Hora. (2013). Sector textil busca nuevos horizontes. Recuperado el 3 de mayo del 2018, de: <https://lahora.com.ec/noticia/1101489836/sector-textil-busca-nuevos-horizontes>

Lefcovich, M. (2009). Productividad: su gestión y mejora continua: objetivo estratégico. Argentina: El Cid Editor | apuntes.

Nulan. (2010). Carro, R., & González, D. Productividad y Competitividad. Recuperado el 8 de abril del 2018, de http://nulan.mdp.edu.ar/1607/1/02_productividad_competitividad.pdf

Revista Líderes. (2017). Sector textil es el segundo de Ecuador que genera más empleo. Recuperado el 8 de mayo del 2018, de: <http://www.revistalideres.ec/lideres/sector-textil-ecuador-genera.html>

Revistas Ulima. (2017). Diseño de un sistema de producción modular en una mediana empresa de confecciones. Ingeniería Industrial, (25), 11-32. Recuperado el 9 de abril del 2018, de: https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/view/607/586

Palacios, L. (2016). Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos. Bogotá: Ecoe Ediciones.

Platas, G. (2014). Planeación, diseño y layout de instalaciones: un enfoque por competencias. Grupo Editorial Patria.

Vistazo. (2016). El sector textil en cifras. Recuperado el 16 de mayo del 2018, de [Fhttp://www.vistao.com/seccion/pais/el-sector-textil-en-cifras](http://www.vistao.com/seccion/pais/el-sector-textil-en-cifras)

ANEXOS

Anexo 2. Plantilla auditoría 5'S

AUDITORIA 5'S			
AREA AUDITADA		FIRMA AUDITOR	
FECHA		FIRMA AUDITADO	
CATEGORÍA	ELEMENTOS A AUDITAR		CALIFICACIÓN
Seleccionar	1.1	Posee las herramientas necesarios para las labores del puesto de trabajo	C / CP/ NC
	1.2	Las herramientas del area de trabajo se encuentran en buenas condiciones para su uso	C / CP/ NC
	1.3	Los puestos de trabajo se encuentran libres de obstaculos y articulos innecesarios	C / CP/ NC
Ordenar	2.1	Se ha definido una ubicación para cada elemento del puesto de trabajo	C / CP/ NC
	2.2	Se respetan los lugares para cada elemento	C / CP/ NC
	2.3	Se colocan en lugar designado los elementos despues de utilizarlos	C / CP/ NC
	2.4	Es posible localizar cualquier elemento con protitud	C / CP/ NC
	2.5	Se identifica con facilidad cuando un elemento esta fuera de su lugar designado	C / CP/ NC
Limpiar	3.1	Las áreas de trabajo se encuentran limpias	C / CP/ NC
	3.2	Las herramientas y elementos neceserios en el puesto de trabajo se encuentran limpios	C / CP/ NC
	3.3	Se encuentra disponible	C / CP/ NC
	3.4	Se mantiene programas de limpieza y se resgistra las actividades	C / CP/ NC
Estandarizar	4.1	Se siguen las normas y procedimientos para las distintas actividades	C / CP/ NC
	4.2	Se han estandarizado las actividades y el movimiento de las operaciones	C / CP/ NC
	4.3	Se respetan constitentemente las normas y procedimientos	C / CP/ NC
	4.4	Se encuentra disponible toda la información necesaria como normas, procedimientos	C / CP/ NC
GUÍA DE CALIFICACIÓN			
C = CUMPLE (IMPLEMENTACIÓN COMPLETA)			
CP = CUMPLE PARCIALMENTE (INCUMPLIMIENTO PARCIAL)			
NC = NO CUMPLE (INCUMPLIMIENTO TOTAL)			
* = REQUIERE SEGUIMIENTO Y PLAZO DE CUMPLIMIENTO			
** = REQUIERE PLAN DE ACCIÓN			

