



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

PROPUESTA DE INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA
EMPRESA MAYTES, APLICANDO HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA
ESBELTA

+

AUTOR

VÍCTOR ANDRÉS MATUTE LÓPEZ

AÑO

2017



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

PROPUESTA DE INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA
MAYTES, APLICANDO HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA

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

Profesora Guía
MSc. Natalia Montalvo
Zamora

Autor
Víctor Andrés Matute López

Año
2017

DECLARACIÓN PROFESOR GUÍA

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

Natalia Alexandra Montalvo Zamora

Master of Science

C.I: 180354059-8

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.”

Aníbal Andrés Cevallos Jaramillo

Master of Science

C.I: 170531028-0

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.”

Víctor Andrés Matute López

C.I: 171416693-9

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres por todo su apoyo. A mi tutora y todos quienes han formado parte de mi formación académica y a la empresa Maytes por toda la apertura y colaboración brindada para la realización de este proyecto.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a Dios, mi querida Familia, amigos y a todos quienes me han apoyado incondicionalmente.

RESUMEN

Actualmente, el mercado de la confección en el Ecuador se desarrolla en un ambiente bastante competitivo, debido a la gran oferta de productos en los que la calidad, moda y precio son aspectos claves. Estos factores influyen directamente a la hora de la elección de los productos por parte de los clientes. Esta situación exige que las industrias dedicadas a la confección de prendas de vestir, se esfuercen en optimizar su cadena de producción incrementando así su productividad y manteniendo la sostenibilidad de la empresa.

Este proyecto, elaborado para Industrias de Confecciones Maytes, propone incrementar la productividad en la línea de confección de pantalones, para lo cual se han planteado los siguientes objetivos: recopilar información, analizar los datos obtenidos, desarrollar oportunidades de mejora y elaborar un estudio costo/beneficio que valide las mejoras presentadas.

La tesis se fundamenta en implementar el trabajo estándar a través de un estudio de tiempos, la determinación de la capacidad de producción y el balanceo de la línea de confección de pantalones.

Dentro de los principales resultados sobresalen, la disminución de los tiempos en los procesos que generan cuellos de botella, el balanceo de la eficiencia en la línea, la redistribución de la carga laboral, generando ahorro de tiempo, recursos que finalmente aumentarán las utilidades en la organización.

ABSTRACT

Currently in Ecuador, the clothing industry is developed in a very competitive market. Mainly due to the great offer of products, where the quality, style and price are key factors. These aspects directly affect the costumers at the time of purchasing a product. This situation demands from all clothing business, to look for a way to optimize the production chain, with the goal to boost their productivity, keeping the business sustainability.

This project, made for Industrias de Confecciones Maytes, aims to increase the productivity in the manufacturing line, where the following goals were set: gather information, study the data, develop improvements and make an economic analysis.

The thesis is based on the execution of standardized work through a time study and a line balancing.

Its main benefits include the reduction of operation times, a balanced assembly line which will save time, material and economic resources, increasing the business profits.

ÍNDICE

1. Introducción.....	1
1.1 Justificación.....	3
1.2 Objetivo General	4
1.2.1 Objetivos Específicos	4
1.3 Alcance.....	4
2. Perfil de la empresa	5
2.1 Estructura Organizacional	6
2.2 Pilares Estratégicos.....	7
2.2.1 Misión	7
2.2.2 Visión.....	7
2.2.3 Valores	7
2.3 Cartera de Productos	7
2.4 Ubicación de la planta	14
2.5 Organización física de las diferentes áreas de producción.....	14
3. Marco Teórico	15
3.1 Productividad.....	15
3.2 Manufactura Esbelta	16
3.3 Gestión por Procesos.....	17
3.3.1 Proceso	17
3.3.2 Enfoque basado en procesos	17
3.4 Mapa de Procesos	18
3.4.1 Procesos Estratégicos	19
3.4.2 Procesos Operativos.....	19
3.4.3 Procesos de Soporte.....	19

3.5 Caracterización de los Procesos.....	20
3.5.1 Diagrama de flujo del proceso	21
3.6 Modelo y Notación de Procesos de Negocio (Notación BPMN).....	22
3.7 Estudio de tiempos.....	23
3.7.1 Técnicas para la toma de tiempos	25
3.8 Criterios a seguir para realizar un estudio de tiempos...	25
3.8.1 Número de Observaciones para la toma de tiempos.....	30
3.8.2 Tiempo Total observado	30
3.8.3 Tiempo Medio del ciclo	30
3.8.4 Desviación estándar.....	30
3.8.5 Límites superior e inferior.....	30
3.8.6 Tiempo medio válido	30
3.8.7 Tiempo Normal o Básico.....	30
3.8.8 Tiempo estándar	31
3.9 Estudio del proceso.....	31
3.9.1 Evaluación del desempeño de las actividades	31
3.9.2 Selección actividades críticas	32
3.9.3 Evaluación del valor agregado de las actividades	33
3.9.4 Árbol de definición de problemas	34
3.9.5 Diagrama de causa y efecto	34
3.10 Trabajo Estándar.....	35
3.10.1 Balanceo de Línea	36
3.11 Tiempo Takt	37
3.12 Simulación de procesos	37
3.13 Gráfico de Spaghetti	38
4 Análisis Situacional	40

4.1 Mapa de Procesos Maytes.....	40
4.2 Caracterización del proceso de confección de pantalones.....	48
4.3 Descripción del proceso de confección.....	49
4.4 Medición del Trabajo.....	55
4.4.1 Consideraciones de la jornada laboral.....	55
4.4.2 Consideraciones de producción.....	55
4.4.3 Estudio de tiempos.....	56
4.4.3.1 Cronometraje.....	57
4.4.3.2 Cálculo tiempo estándar.....	58
4.5 Evaluación del desempeño de las actividades.....	59
4.5.1 Selección actividades críticas.....	59
4.6 Evaluación del valor agregado de las actividades críticas.....	61
4.7 Definición del problema.....	62
4.8 Análisis de Causa - Efecto.....	63
4.9 Simulación del proceso de confección del posterior.....	64
4.10 Gráfico de Spaghetti.....	65
5. Desarrollo de la Propuesta de Mejora.....	67
5.1 Balanceo de la línea de confección de pantalones.....	67
5.2 Simulación propuesta proceso de confección del posterior.....	72
5.3 Análisis de gráfico de Spaghetti.....	73
6. Análisis Económico.....	76
6.1 Ahorro.....	76
6.2 Beneficio Económico.....	76
7. Conclusiones y Recomendaciones.....	80

7.1 Conclusiones.....	80
7.2 Recomendaciones	81
Referencias	82
ANEXOS	84

1. Introducción

La industria textil se remonta al período colonial en la Real Audiencia de Quito. En aquella época, la lana de oveja era empleada en los obrajes para la fabricación de tejidos. Inicialmente se dedicaron al proceso productivo de la lana, hasta que a inicios del siglo XX, se introduce el algodón como materia prima, consolidándose en la década de 1950, la utilización de esa fibra.

En 1941 se desarrolla una fibra sintética resistente, a partir de productos químicos derivados del petróleo o del gas natural, que se denominó poliéster (el poliéster fue introducido en Estados Unidos con el nombre de Dralón) que mezclada con otras fibras reducen las arrugas, son suaves al tacto y logran que el tejido se seque más rápidamente, características muy especiales de este polímero en forma de fibra.

La industria textil ecuatoriana como un sector dinámico actualmente procesa productos provenientes de todo tipo de fibras, el poliéster, la lana, el algodón, la seda, los acrílicos y el nylon, están entre los más utilizados. Según datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística y Censos del Ecuador (INEC), para el año 2015, en el país existían 11.006 establecimientos de manufactura textil, de los cuales el 74% se dedica a la fabricación de prendas de vestir.

Si bien de acuerdo al volumen de producción las telas planas y telas de punto, son los principales productos textiles, no obstante la confección de prendas de vestir como camisetas, polos, ropa en tela denim (jean), suéteres, ropa interior, sábanas, cobijas, toallas, medias nylon, ropa deportiva y de aventura, ropa de niños y bebés, pijamas se ha incrementado también considerablemente.

La industria textil crea una gran cantidad de plazas de empleo directo en el país, llegando a ser el segundo sector manufacturero que más mano de obra emplea, después del sector de alimentos, bebidas y tabacos.

El comercio al por mayor es el principal canal de venta, a continuación están los retailers (minoristas) y al final de esta cadena se encuentran los almacenes o tiendas especializadas (Boutiques)

En contexto, la industria textil afrontó un 2015 complejo debido al entorno económico del país, lo cual se manifestó en la caída de las exportaciones e importaciones de materia prima y productos textiles. Sin embargo, mantuvo su aporte del 0,84% del PIB real a septiembre de 2015 y una considerable participación en la generación de plazas de trabajo. (AITE, 2016)

De acuerdo a una encuesta realizada en el año 2010 por la Asociación de Industriales Textiles del Ecuador, 68 % de la mano de obra que se emplea en la industria textil es femenina.

Para septiembre de 2015 acorde a análisis realizados por la AITE, cerca de 166.000 personas fueron empleadas directamente en la industrial textil y de confección. Así mismo 31.186 personas fueron vinculadas al sector textil y de confección bajo la categoría de subempleo. (INEC/AITE, 2015)

Los hogares ecuatorianos emplean alrededor de 2400 millones de dólares en la compra de productos textiles y sus confecciones. Lo que demuestra que el consumo dentro de la industria de la moda es muy alto y exigente, cada día se demandan productos más atractivos y novedosos acordes a los requisitos y necesidades de los consumidores. En este punto, el diseño y calidad de las prendas se convierten en factores determinantes para atraer nuevos compradores y expandirse a otros mercados.

En este escenario, se organizan eventos como Ecuador-moda, que congregan a proveedores de la confección de prendas de vestir, calzado y accesorios fabricados en Ecuador.

Los productos que allí se exhiben, reciben buenas críticas de potenciales compradores foráneos de países vecinos, debido a su calidad; no obstante el tipo de cambio monetario del dólar, origina que los precios sean más elevados de lo que pueden conseguir en su país. La diferencia puede llegar a superar el 60% en prendas, como una camiseta básica de algodón.

Actualmente en el mercado ecuatoriano se pueden encontrar una gran cantidad de negocios dedicados al diseño, manufactura, distribución y venta de prendas de vestir. Las hay grandes, medianas como pequeñas.

Pero ante la gran cantidad de negocios existentes, resulta invaluable el poder generar un factor diferenciador que logre distinguir a un negocio frente a su competencia.

Por ello, la competitividad resulta un concepto de enorme importancia en las industrias y con mayor validez hoy en día, que existe tanta competencia en la industria textil y de confección. La competitividad está íntimamente ligada con la calidad de los procesos, la capacitación de los operarios, elaboración de productos con alto valor agregado y satisfacción de los requisitos de los clientes.

Es por eso que el presente proyecto, trata de optimizar los procesos de producción en Industrias de Confecciones Maytes, a fin de que generen una ventaja competitiva frente a sus similares.

1.1 Justificación

Maytes es una pequeña empresa que cuenta con 18 empleados, dedicada a la producción de prendas de vestir, principalmente a la confección de pantalones.

La industria de la confección se desenvuelve en un ambiente bastante complejo, ya que son muchas las variables que inciden en el desempeño de una organización dedicada a ese tipo de negocio.

En ese marco Maytes tiene que afrontar inconvenientes que se presentan en el diario ejercicio de sus labores. La alta dirección debe verificar que los proveedores de materia prima, insumos y otros servicios externos ajenos a la producción interna como el proceso de lavado de los pantalones confeccionados, sean idóneos.

En algunos casos los proveedores no proporcionan las telas que Maytes necesita o en la cantidad requerida. De igual forma en ocasiones los proveedores no realizan el lavado del pantalón acorde a lo exigido por Maytes, incumpliendo con los estándares requeridos.

Todo ello origina demoras en la producción e inclusive retrasos en la entrega de los pedidos a los clientes. Así mismo en épocas del año donde la demanda de la producción tiene un aumento considerable, Maytes requiere de un esfuerzo adicional de toda la organización para poder cumplir con esos pedidos.

Para el mes de junio del presente año, Maytes experimentó un incremento del 30% en su costo mensual operacional, de \$ 14.700 iniciales a \$ 19.110 debido al pago de horas extras, para la producción y aumento en el costo de insumos y materia prima.

Con estos antecedentes, el presente proyecto de titulación pretende que Industrias de Confecciones Maytes, tenga la línea de confección de pantalones balanceada, a fin de ahorrar recursos, estandarizar sus procesos de confección, reducir y optimizar los tiempos de producción. Así como disminuir costos, esperas operativas y exceso de movimientos. Resultados que incrementarán la productividad de la empresa, su competitividad y la sostenibilidad de la misma.

1.2 Objetivo General

Generar una propuesta de mejora que permita incrementar la productividad en Industrias de Confecciones Maytes, a través de la utilización de herramientas de manufactura esbelta.

1.2.1 Objetivos Específicos

- Recopilar información del proceso de confección para diagnosticar la situación actual de la línea de confección de pantalones.
- Analizar la información levantada en la línea de confección de pantalones para identificar oportunidades de mejora.
- Elaborar la propuesta de mejora con su respectiva simulación.
- Realizar un análisis económico para determinar el costo/beneficio de la propuesta de mejora.

1.3 Alcance

Este estudio analizará el proceso de confección pantalones de la empresa Maytes, desde que se obtienen las piezas cortadas que conforman el pantalón hasta el ensamble del producto.

2. Perfil de la empresa

Industrias de Confecciones Maytes es una empresa familiar fundada en 1985 en la ciudad de Quito por María Teresa Espinoza y Edwin Bustos. La empresa se dedica al diseño, corte y confección de prendas de vestir tanto para hombre como para mujer. El negocio cuenta con 31 años de experiencia en el campo de la industria de la confección.

La empresa surgió con el nombre de Ebotex. En el año 2010 se decidió cambiar el nombre de la organización a Industrias de Confecciones Maytes en base a una reestructuración interna y con el fin de fortalecer la imagen de la empresa.

En sus inicios, Maytes producía únicamente prendas para el mercado femenino, específicamente blusas. A medida que ganaban espacio y notoriedad fueron expandiendo su cartera de productos a faldas y chaquetas.

Debido a los buenos resultados obtenidos, la dirección de la empresa decidió ampliar su producción a prendas masculinas como, camisas y pantalones. Cabe recalcar que en sus primeros años, Maytes manufacturaba sus productos únicamente mediante la mano de obra de los dueños de la organización. En aquella época Maytes contaba con una cantidad limitada de clientes, pero muy fieles a sus productos.

Maytes fue surgiendo como empresa conforme al incremento de su producción. En el año 1990, la empresa marcó un hito que forjó el futuro de la organización, gracias a la disciplina, entrega y arduo trabajo de sus fundadores, el negocio generó una considerable utilidad que les permitió invertir en nueva maquinaria, emplear una mayor cantidad de personal y abrir sus propios puntos de venta, el primero en el Tejar ese mismo año. Tiempo después en el año 2004 se abrió un local en el centro comercial River Mall y finalmente en el 2012 su más reciente local ubicado en el Centro de Negocios Andinos.

Con el pasar de los años Industrias de Confecciones Maytes se ha consolidado en el competitivo mercado ecuatoriano de la confección. Actualmente la empresa provee con productos a la cadena Rebaja Moda (RM) con sus locales comerciales a nivel nacional así como a sus propios puntos de venta ubicados en la ciudad de Quito y varios clientes a lo largo del territorio nacional.

La fábrica cuenta con 18 operarios/as, quienes elaboran el pantalón desde la fase de diseño hasta el etiquetado final. Industrias de Confecciones Maytes maquila ciertos modelos de pantalones para poder cumplir con la demanda. Maytes maneja seis marcas propias: Memphis, Giocare, Navy, Miss Look, Bilbao y Terra Taí, destacándose Memphis como su marca estrella.

2.1 Estructura Organizacional

La distribución organización dentro de Industrias de Confecciones Maytes es la siguiente:

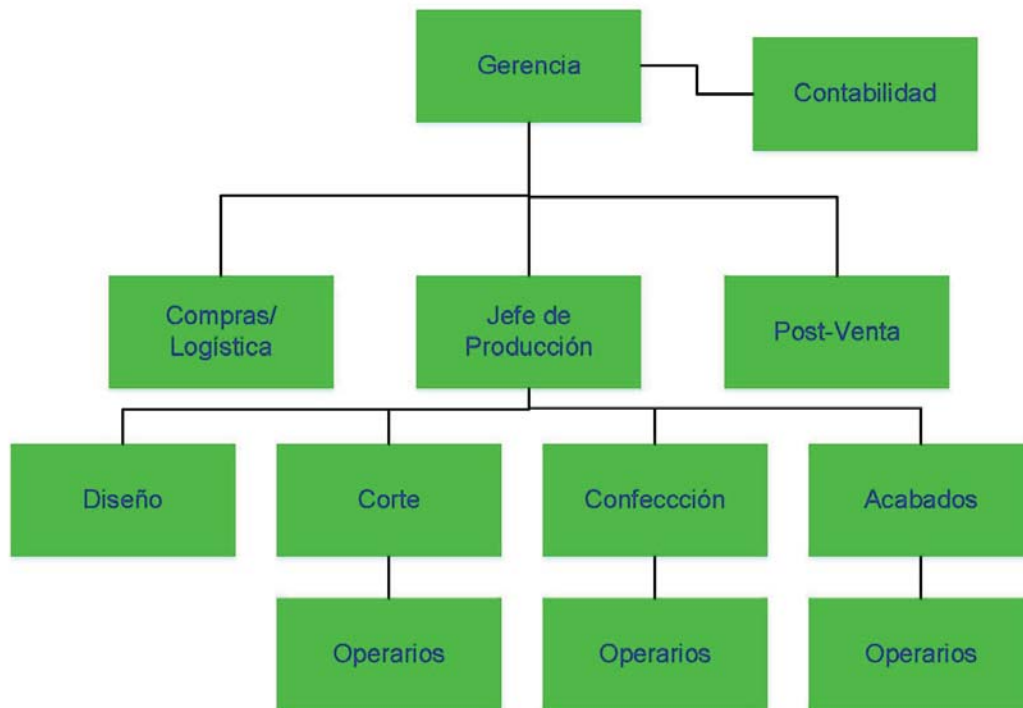


Figura 1. Organigrama Maytes.
Tomado de: Maytes 2016

2.2 Pilares Estratégicos

2.2.1 Misión

Industrias de Confecciones Maytes se dedica a diseñar, producir y comercializar prendas de vestir y accesorios con la más alta calidad, buscando exceder las expectativas de los clientes, brindando un producto a la moda, innovador y exclusivo.

2.2.2 Visión

Industrias de Confecciones Maytes busca posicionarse como líder en la industria de la confección ecuatoriana con locales a nivel nacional mediante el uso de tecnología de punta. Garantizando calidad, exclusividad y opciones en diseño, mediante el mejoramiento e innovación continua de sus procesos.

2.2.3 Valores

- Respeto: Valorar, escuchar y entender a los compañeros, con el fin de mantener un ambiente armónico en las relaciones interpersonales y laborales.
- Trabajo en equipo: Potenciar el trabajo grupal buscando el cumplimiento de metas comunes.
- Compromiso: Predisposición de todos los miembros de la organización a trabajar proactivamente.
- Mejoramiento continuo: Estar abierto a sugerencias, mejoras y cambios que agreguen valor a las actividades dentro de la empresa.
- Integridad: Actuar siempre bajo los lineamientos de rectitud, honestidad y coherencia.

2.3 Cartera de Productos

Maytes produce prendas de vestir tanto para damas como para caballeros. La empresa cuenta con seis marcas propias: Memphis (Unisex), Giocare (Ropa de trabajo – Unisex), Nevy (Hombre), Miss Look (Mujer), Bilbao (Hombre) y Terra Taí (Mujer). De igual forma Mayes confecciona prendas a clientes quienes prestan su marca. A continuación se detalla los productos que confecciona la organización:

Tabla 1.
Productos confeccionados por Maytes.

Imagen	Descripción/Marca
	Pantalón Hombre - Nevy
	Camiseta Hombre - Nevy
	Pantalón Hombre - Bilbao



Pantalón Dama - Giocare



Pantalón Jogger Dama -
Memphis



Pantalón Dama - Memphis



Pantalón Jogger Hombre - Bilbao



Camisa Hombre - Memphis



Pantalón Dama - Miss Look






Blusa Dama - Memphis



Pantalón Dama - Terra Taí



Chaqueta Dama - Memphis

	<p>Short Dama - Memphis</p>
	<p>Falda Dama - Miss Look</p>
	<p>Pantalón Hombre - Memphis</p>



Camisa Hombre - Giocare



Blusa Mujer - Miss Look



Pantalón Nena Mujer - Giocare

Tomado de: Maytes 2016

2.4 Ubicación de la planta

La planta de producción de Industrias de Confecciones Maytes está ubicada en el sector de Chimbacalle al sureste de la ciudad de Quito, en la calle Ricardo Izurieta del Castillo E20-188 y X. Barrio Obrero Independiente.

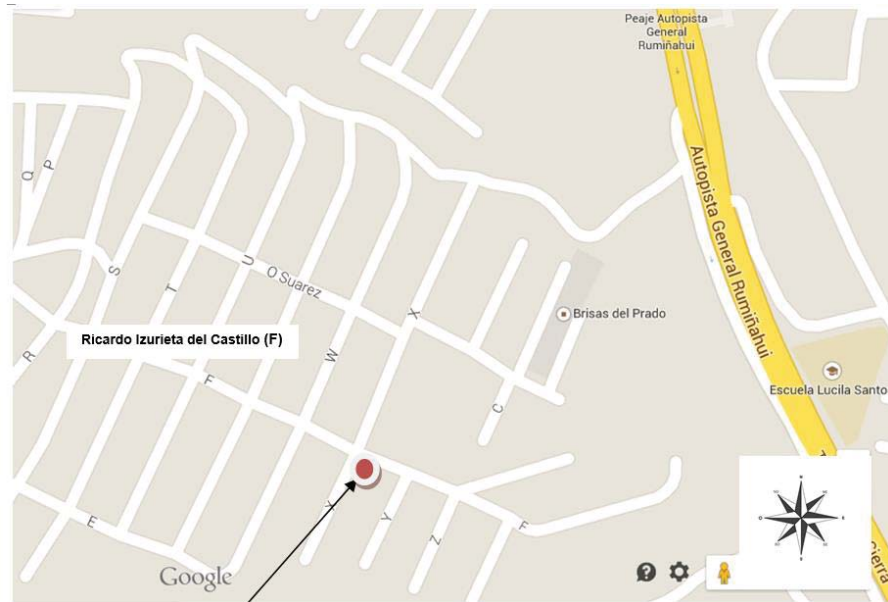


Figura 2. Ubicación Maytes.
Tomado de: Google Maps

2.5 Organización física de las diferentes áreas de producción

Tabla 2.
Áreas de trabajo en Maytes

Área	M ²
Diseño	8.8
Bodega Producto Terminado	23.4
Acabados	25.9
Confección	99
Bodega Materia Prima/Insumos	13.6
Corte	32
Mostrador	46.9
Oficina Gerencia	6.6
Oficina Jefe de Producción	2.72
Cuarto Compresor	1.5
Etiquetado	12
Baño 1	2
Baño 2	2

Tomado de: Maytes 2016

3. Marco Teórico

3.1 Productividad

La productividad está estrechamente relacionada con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad proporciona mejores resultados, considerando los recursos utilizados para generarlos. En general, la productividad se cuantifica a través de la división entre los resultados obtenidos y los recursos empleados.

Los resultados obtenidos pueden ser medidos en unidades producidas, piezas vendidas o utilidades, mientras que los recursos empleados pueden cuantificarse por el número de trabajadores, tiempo total empleado y horas máquina. Sintetizando, la medición de la productividad se obtiene de estimar de manera idónea los recursos empleados.

Resulta frecuente analizar la productividad por medio de dos componentes importantes: la eficiencia y la eficacia. El primer término es la relación entre el resultado alcanzado y la cantidad de recursos utilizados, mientras que la eficacia es el grado en que se realizan las actividades planeadas y se obtienen los resultados establecidos.

Buscar eficiencia es tratar de optimizar los recursos y procurar que no haya desperdicio de los mismos, mientras que la eficacia se refiere a utilizar los recursos para el logro de los objetivos programados. (Gutiérrez, 2010, pág. 21)

Por esta razón se entiende a la productividad cómo el mejoramiento continuo del sistema. La consiga es no es producir más rápido, sino producir mejor.

Productividad = Eficiencia x Eficacia

(Ecuación 1)

Dónde,

$$\frac{\textit{Unidades Producidas}}{\textit{Tiempo Total}} = \frac{\textit{Tiempo Útil}}{\textit{Tiempo Total}} \times \frac{\textit{Unidades Producidas}}{\textit{Tiempo Útil}}$$

La ecuación 1 muestra los componentes de la productividad, así mismo ejemplifica la definición de eficiencia y eficacia midiendo los recursos empleados a través del tiempo total y los resultados mediante la cantidad de productos generados en buenas condiciones.

Entonces para incrementar la productividad es necesario mejorar la eficiencia y la eficacia.

Para el primero se debe reducir los tiempos desperdiciados por paradas de equipos, falta de materiales, desbalanceo de capacidades, mantenimiento no programado, reparaciones y retrasos en los suministros y en las órdenes de compra.

Así mismo, para mejorar la eficacia, se debe optimizar la productividad del equipo, los materiales y los procesos, al igual que capacitar al personal para obtener los objetivos propuestos. Estas metas se obtienen, al reducir productos con defectos, fallas en arranques, deficiencias en los materiales, diseños y equipos. De la misma manera, la eficacia debe buscar incrementar y mejorar las habilidades de los empleados, generando programas que les ayuden a hacer mejor su trabajo. (Gutiérrez, 2010, pág. 22)

3.2 Manufactura Esbelta

La manufactura esbelta tiene como propósito principal disminuir la sobrecarga, la variación y los desperdicios en los procesos de manufactura. A fin de aumentar la calidad, reducir los costos, los tiempos de entrega y mejorar el ambiente de trabajo de los empleados que se desempeñan en los procesos.

La manufactura esbelta invita a todos quienes conforman el proceso (ingenieros, líderes de producción y operarios) a que se involucren y conozcan con detalle cada elemento, cada operación y todo el proceso en sí, para que sean capaces de controlarlo, fabricar con calidad, solucionar problemas y mejorarlo constantemente. (Socconini, 2013, pág. 289 & 294)

Los principales beneficios que conlleva la aplicación de la manufactura esbelta son:

- Incremento de la productividad.
- Reducción de los tiempos de entrega.
- Mayor flexibilidad por parte de los procesos frente a una fluctuación constante de la demanda.
- Reducción de los inventarios
- Reducción de los costos de no calidad.
- Eficiencia de balance muy alta.

3.3 Gestión por Procesos

Es un modelo de gestión que percibe a la organización como un conjunto de procesos globales direccionados a la obtención de la calidad total y la satisfacción del cliente, respecto a la concepción común de que la organización funge como una serie de departamentos con funciones específicas. (Junta de Castilla y León, 2004, pág. 40)

La Gestión por Procesos hace compatibles las necesidades internas de la organización con la satisfacción y cumplimiento de requisitos de los clientes. La finalidad última de la Gestión por Procesos es enfocarse en los aspectos críticos para generar valor agregado.

3.3.1 Proceso

“Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, que utilizan las entradas para proporcionar un resultado previsto.” (ISO 9000:2015, pág. 16)

3.3.2 Enfoque basado en procesos

Se comprende al enfoque basado en procesos como el hecho de entender y gestionar las actividades como procesos interrelacionados que conforman un sistema coherente, que hace se obtengan resultados afines y previsibles de una forma más eficaz y eficiente. (Noguez, 2015, pág. 14)

El enfoque basado en procesos es uno de los siete principios de la Gestión de la Calidad que forman la base de la norma ISO 9001:2015. Un resultado deseado se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso.

Frecuentemente, en una organización interactúan varios procesos con el propósito final de producir o entregar un producto o servicio, de manera que los elementos de entrada para un proceso son usualmente resultado de otros procesos anteriores. Es por ello que es importante concentrarse en las actividades que producen los resultados, en lugar de limitarse a los resultados finales.

Esto implica identificar los diferentes procesos que interactúan, hacer que el trabajo y las interfaces entre los diferentes procesos fluyan ágilmente y con la calidad indicada, para lograr un resultado satisfactorio.

En síntesis, gestionar un sistema con un enfoque basado en procesos, significa identificar y gestionar sistemáticamente los procesos empleados en la empresa y en particular, las interacciones entre ellos. (Gutiérrez, 2010, pág. 65 & 66)

3.4 Mapa de Procesos

Es una representación esquematizada de los macro procesos que conforman una organización. Convencionalmente, en el mapa de procesos figuran los procesos clasificados por su finalidad.

A estos se los clasifica en: procesos estratégicos o gobernantes, procesos sustantivos, visionales u operativos y finalmente están los procesos de apoyo, adjetivos o de soporte.

Igualmente, el mapa identifica la secuencia de actividades o flujo de materiales e información en un proceso. Asimismo ayudan a quienes están involucrados en el proceso a entenderlo mejor y con mayor objetividad.

MAPA DE PROCESOS «EMPRESA INDUSTRIAL (Organizada por Proyectos)»

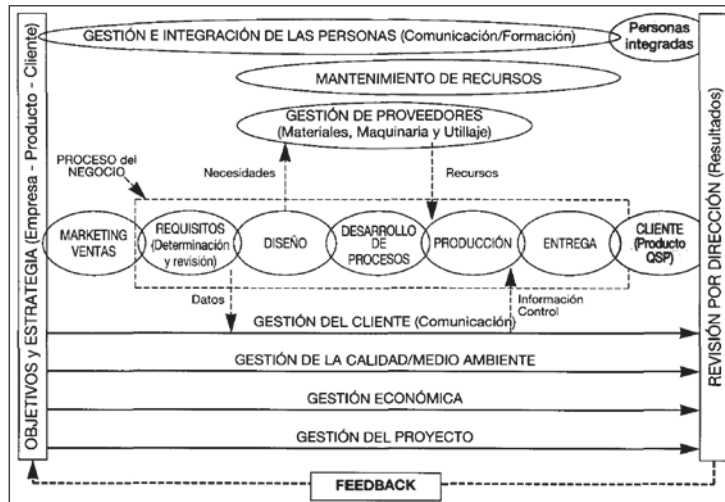


Figura 3. Ejemplo mapa de procesos.

Tomado de: Pérez, 2012, pág. 109

3.4.1 Procesos Estratégicos

Son aquellos que están relacionados con la dirección, organización, planificación y estrategia de la organización, e incluyen la definición de la misión, visión y valores. Estos procesos son de carácter global, transversal u horizontal, de tal modo que afectan a todas las áreas de la organización.

3.4.2 Procesos Operativos

Estos son los que tienen mayor impacto en los objetivos estratégicos definidos por la organización y con mayor repercusión para los clientes de la organización.

Los procesos operativos constituyen la razón de ser de una empresa. Se enfocan en combinar y transformar recursos para obtener un producto o prestar un servicio conforme a los requisitos, aportando un alto valor añadido al cliente externo.

3.4.3 Procesos de Soporte

Éstos, facilitan el desarrollo de las actividades que integran los procesos operativos, y generan valor añadido al cliente interno.

En otras palabras, proporcionan el talento humano y recursos necesarios para el resto de procesos, conforme a los requisitos de sus clientes internos.

3.5 Caracterización de los Procesos

La utilización de herramientas como ilustraciones, diagramas y gráficos resulta de gran importancia para visualizar los procesos. Los diagramas de procesos son empleados para expresar algún criterio, indicar el funcionamiento de un proceso o para realizar el análisis de algún problema.

En este caso se utilizará la herramienta de caracterización de procesos SIPOC, por sus siglas en inglés. Este instrumento tiene como objetivo analizar el proceso y su entorno. Para ello se identifican los proveedores (suppliers), entradas (inputs), el proceso mismo (process), las salidas (outputs) y los clientes o usuarios (customers).

El análisis mediante la herramienta SIPOC variará, conforme al enfoque del negocio (producción o servicios). Así mismo, el SIPOC puede analizar los procesos de una organización de manera macro (macro-procesos) o de forma interna (los subprocesos). Es por ello que en el análisis se tienen proveedores internos o externos, de igual forma sucede con los clientes, dependiendo del tipo de proceso.

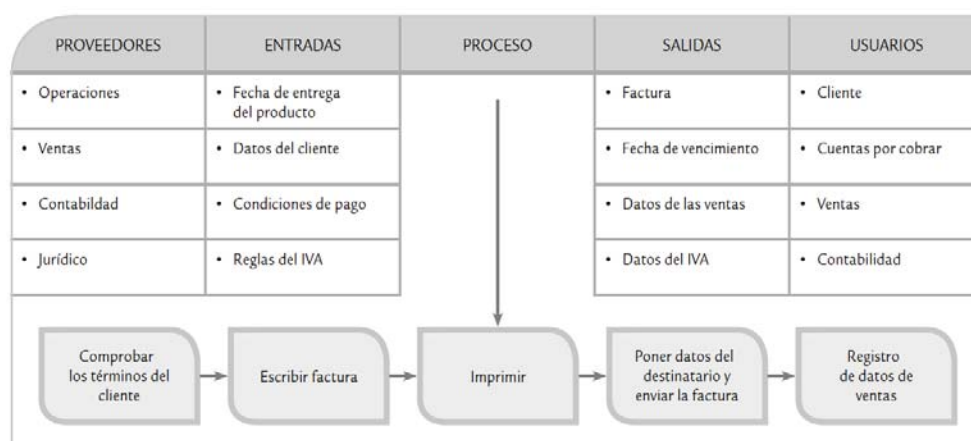


Figura 4. Ejemplo de diagrama SIPOC para el proceso de expedición de una factura.

Tomado de: Gutiérrez. De Vara, 2009, pág. 166

Para incrementar el detalle de la caracterización del proceso se puede realizar el análisis en base a dos factores adicionales de control y recurso. Esto, con el propósito de determinar otros aspectos que se involucran con el proceso.

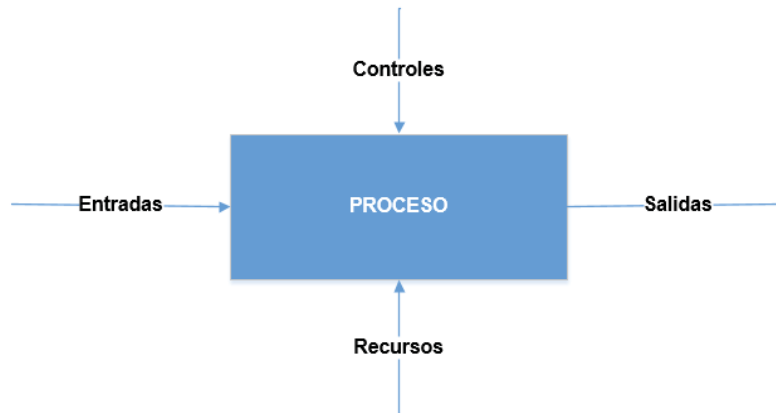


Figura 5. Caracterización del proceso

3.5.1 Diagrama de flujo del proceso

Es una representación gráfica, eficaz al momento de registrar costos ocultos no productivos tales como, distancias recorridas, demoras y almacenamientos temporales a los que se expone un artículo a medida que circula por la planta.

Una vez que estos periodos no productivos son identificados, los analistas pueden tomar medidas al respecto para minimizarlos y, consecuentemente, reducir los costos. De igual forma que un diagrama de proceso operativo, el diagrama de flujo del proceso registra operaciones e inspecciones. (Niegel, 2009, pág. 26)

El diagrama de flujo del proceso cuenta con una simbología basada en el estándar desarrollado por la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME), la cual es expuesta a continuación:










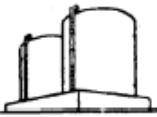





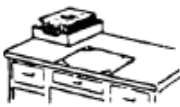




<p>Operación</p>  <p>Un círculo grande indica una operación, como</p>	 <p>Clavar</p>	 <p>Mezclar</p>	 <p>Taladrar orificio</p>
<p>Transporte</p>  <p>Una flecha indica transporte, como</p>	 <p>Mover material mediante un carro</p>	 <p>Mover material mediante una banda transportadora</p>	 <p>Mover material transportándolo (mediante un mensajero)</p>
<p>Almacenamiento</p>  <p>Un triángulo representa almacenamiento, como</p>	 <p>Materia prima en algún almacenamiento masivo</p>	 <p>Producto terminado apilado sobre tarimas</p>	 <p>Archiveros para proteger documentación</p>
<p>Retrasos</p>  <p>Una letra D mayúscula indica un retraso, como</p>	 <p>Esperar un elevador</p>	 <p>Material en un camión o sobre el piso en una tarima esperando a ser procesado</p>	 <p>Documentos en espera a ser archivados</p>
<p>Inspección</p>  <p>Un cuadrado indica inspección, como</p>	 <p>Examinar material para ver si está bien en cuanto a cantidad y calidad</p>	 <p>Leer el medidor de vapor en el quemador</p>	 <p>Analizar las formas impresas para obtener información</p>

Figura 6. Elementos de un Diagrama de Flujo de Proceso.
Tomado de: Niebel, 2009, pág. 28

3.6 Modelo y Notación de Procesos de Negocio (Notación BPMN)

El consorcio Object Management Group (OMG) con sede en Needham – Massachusetts, desarrolló el lenguaje estándar BPMN del inglés (Business Process Model and Notation).

El objetivo principal de la notación BPMN, es proveer un lenguaje listo y de fácil comprensión para todos quienes están involucrados en la industria.

Desde los analistas que elaboran los diagramas iniciales de los procesos, hasta los desarrolladores, quienes son los responsables de implementar la tecnología de dichos procesos así como de los empleados que los administran y monitorean.

La notación estándar BPMN sirve como puente entre el diseño de los procesos y la implementación de los mismos.

En este trabajo de titulación se utilizará el software Bizagi que utiliza la notación anteriormente descrita.

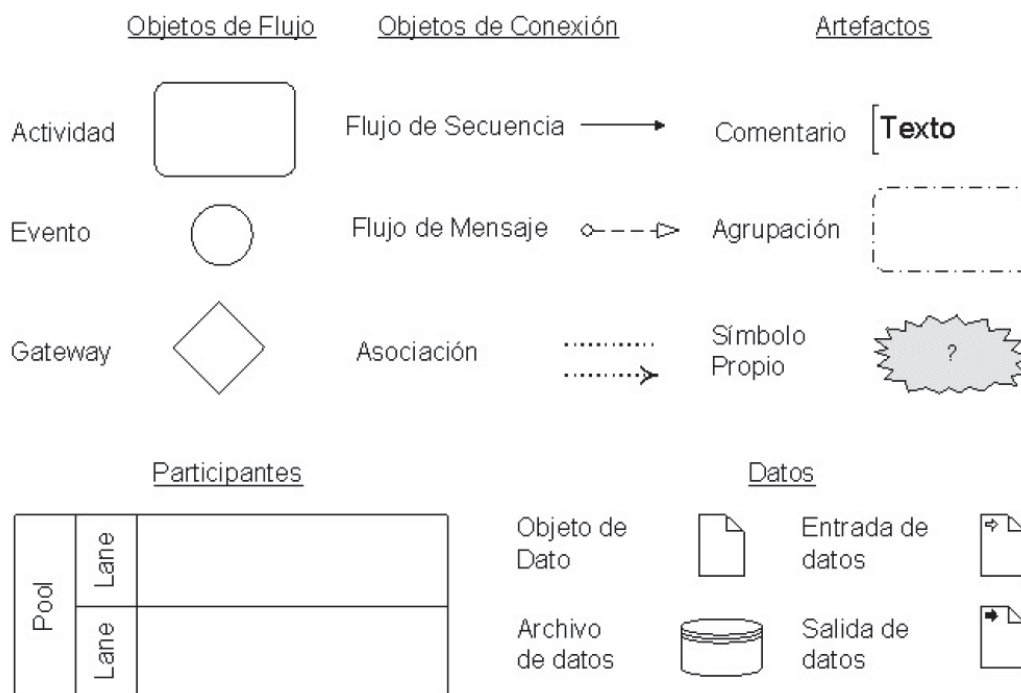


Figura 7. Elementos básicos BPMN

Tomado de: Freund, Rucker, Hitpass, 2014, pág. 30

3.7 Estudio de tiempos

Para la implementación de un centro de trabajo eficiente, resulta esencial el establecimiento de estándares de tiempo, que pueden determinarse mediante el uso de estimaciones, registros históricos y/o procedimientos de medición del trabajo.

Para entender la importancia que tiene la aplicación del estudio de tiempos, se debe comprender el significado del término estándar de tiempo, que de acuerdo a su definición, es el período requerido para elaborar un producto en una estación de trabajo bajo las siguientes condiciones:

- Operario calificado y capacitado
- El operario trabaja a una velocidad o ritmo normal
- El operario realiza una tarea específica

Según el criterio expresado por Niebel en su obra *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo* (McGraw Hill, 2009, pág. 327), los analistas confiaban anteriormente más en las estimaciones como un medio para establecer estándares. Sin embargo, la experiencia ha demostrado que ningún individuo puede establecer estándares objetivos y justos, con tan sólo observar un trabajo y juzgar el tiempo requerido para terminarlo.

Los estándares de producción, utilizando el método de registros históricos, se basan en registros de trabajos similares, realizados anteriormente. No obstante en el día a día, el operario suele perforar una tarjeta o marcar en un reloj o dispositivo recolector de datos, cada vez que inicia un nuevo trabajo y después de terminarlo.

Esta técnica indica cuánto tiempo tomó en realidad realizar una labor, pero no cuánto debió haber tardado. Hay que tomar en cuenta que algunos trabajos incluyen retrasos personales, inevitables y evitables en un grado mucho mayor de lo que deben, mientras que otros no incluyen proporciones adecuadas de tiempos de retraso.

Utilizar técnicas de medición del trabajo mediante el estudio de tiempos con cronómetro, sistemas de tiempo predeterminado, datos estándar, fórmulas de tiempos o estudios de muestreo del trabajo, representa una forma de establecer estándares de producción más objetivos.

Dichas técnicas se basan en el establecimiento de estándares de tiempo permitido para realizar una tarea determinada, considerando los suplementos u holguras por fatiga y los retrasos personales e inevitables.

Los estándares de tiempo establecidos con precisión, permiten incrementar la eficiencia tanto del equipo como del personal operativo, mientras que estándares mal establecidos (aunque es mejor tenerlos), conducen a costos altos, inconformidades del personal y seguramente a fallas en toda la empresa. Esto puede significar un factor diferenciador entre el éxito y el fracaso de un negocio. (Niebel, 2009, pág. 327)

3.7.1 Técnicas para la toma de tiempos

Meyers en su libro *Estudio de Tiempos y Movimientos para la manufactura ágil* (Pearson Education, 2000, pág. 37), detalla las siguientes técnicas para el desarrollo de los estándares de tiempo.

- Muestreo del trabajo.
- Estándares de tiempo de opinión experta y de datos históricos.
- Estudio de tiempos con cronómetro.
- Sistemas de estándares de tiempos predeterminados.
- Datos estándares.

Para este trabajo de titulación, se utilizó el estudio de tiempos con cronómetro, puesto que es un método que genera la menor cantidad de conflictos entre quien toma los tiempos y el operario, ya que su simplicidad e imparcialidad son aspectos que generan confianza en el momento de la medición.

3.8 Criterios a seguir para realizar un estudio de tiempos

- En primer lugar se debe recolectar la información necesaria sobre la labor a realizar. Aquí se registrarán todas las tareas e información significativa en el área de confección del jean.
- Para facilitar la medición, es posible fraccionar la operación en grupos de movimientos, conocidos como elementos, que describen y registran el método de ejecución.

- Luego se define y determina la cantidad de ciclos a estudiar. De acuerdo al autor Niebel (McGraw Hill, 2009, pág. 340) existen algunos criterios para determinar la cantidad de ciclos u observaciones que se van a estudiar, entre las cuales consta el criterio desarrollado por la General Electric, así como de la Westinghouse Electric Corporation y el uso de métodos estadísticos. En este proyecto de titulación se utiliza la tabla que a continuación se detalla:

Tabla 3.

Tabla de determinación de ciclos desarrollada por la Westinghouse

CUANDO EL TIEMPO POR PIEZA O CICLO ES:	NÚMERO MÍNIMO DE CICLOS A ESTUDIAR		
	ACTIVIDAD MÁS DE 10000 POR AÑO	1000 A 10000	MENOS DE 1000
1.000 HORAS	5	3	2
0.800 HORAS	6	3	2
0.500 HORAS	8	4	3
0.300 HORAS	10	5	4
0.200 HORAS	12	6	5
0.120 HORAS	15	8	6
0.080 HORAS	20	10	8
0.050 HORAS	25	12	10
0.035 HORAS	30	15	12
0.020 HORAS	40	20	15
0.012 HORAS	50	25	20
0.008 HORAS	60	30	25
0.005 HORAS	80	40	30
0.003 HORAS	100	50	40
0.002 HORAS	120	60	50
MENOS DE 0.002 HORAS	140	80	60

Adaptado de: García, 2005, pág. 208

- A continuación se procede a registrar la duración de las lecturas tomadas con el cronómetro de cada actividad. El formato utilizado es el siguiente:

- Realizar la valoración del desempeño del operario mediante el sistema desarrollado por la Westinghouse Electric Corporation, que valora la habilidad y esfuerzo que el operario ejecuta, respecto a la tarea.

Tabla 5.
Sistema Westinghouse para calificar habilidades

+0.15	A1	Superior
+0.13	A2	Superior
+0.11	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Buena
+0.03	C2	Buena
0.00	D	Promedio
-0.05	E1	Aceptable
-0.10	E2	Aceptable
-0.16	F1	Mala
-0.22	F2	Mala

Tomado de Tomado de: Niebel, 2009, pág. 359

Tabla 6.
Sistema Westinghouse para calificar el esfuerzo

+0.13	A1	Excesivo
+0.12	A2	Excesivo
+0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.05	C1	Bueno
+0.02	C2	Bueno
0.00	D	Promedio
-0.04	E1	Aceptable
-0.08	E2	Aceptable
-0.12	F1	Malo
-0.17	F2	Malo

Tomado de: Niebel, 2009, pág. 359

- Determinar los suplementos u holguras (Coeficiente de Descuento) mediante la tabla elaborada por la Organización Internacional del Trabajo (OIT) descrita a continuación:

Tabla 7. Suplementos de trabajo según la OIT

1. Suplementos constantes	H	M	2. Suplementos variables	H	M
Suplementos por necesidades personales	5	7	D. Mala iluminación		
Suplemento básico por fatiga	4	4	Ligeramente por debajo de lo recomendado	0.0	0.0
2. Suplementos variables	H	M	Bastante por debajo	2.0	2.0
A. Por trabajar de pie	2	4	Absolutamente insuficiente	5.0	5.0
B. Por postura anormal			F. Concentración intensa		
Ligeramente incomodo	0	1	Trabajo de cierta precisión	0.0	0.0
Inclinado	2	3	Fatigosos	2.0	2.0
Echado, estirado	7	7	Muy fatigosos	5.0	5.0
C. Uso de la fuerza o la energía muscular. Peso en Kg.			G. Nivel de ruidos		
2.5	0	1	Continuo	0.0	0.0
5.0	1	2	Intermitente y fuerte	2.0	2.0
7.5	2	3	Intermitente y muy fuerte	2.0	2.0
10.0	3	4	Estridente y fuerte	5.0	5.0
12.5	4	6	2. Suplementos variables	H	M
15.0	6	9	H. Tensión Mental		
17.5	8	12	Proceso bastante complejo	1.0	1.0
20.0	10	15	Proceso complejo	4.0	4.0
22.5	12	18	Muy complejo	8.0	8.0
25.0	14		I. Monotonía Mental		
30.0	19		Trabajo algo monótono	0.0	0.0
40.0	33		Trabajo bastante monótono	1.0	1.0
E. Condiciones atmosféricas			Trabajo muy monótono	4.0	4.0
(Calor y humedad)			J. Tedio		
(Milicalorias/cm ² /seg)			Trabajo algo aburrido	0.0	0.0
16.0	0.0	0.0	Trabajo aburrido	2.0	2.0
14.0	0.0	0.0	Trabajo muy aburrido	5.0	5.0
12.0	0.0	0.0			
10.0	0.3	0.3	Estos porcentajes están en función al tiempo normal		
8.0	1.0	1.0			
6.0	2.1	2.1			
5.0	3.1	3.1	Las tablas son de la Organización Internacional del Trabajo		
4.0	4.5	4.5			
3.0	6.4	6.4			
2.0	10.0	10.0			

Adaptado de: Díaz, 2014, pág. 66

3.8.1 Número de Observaciones para la toma de tiempos

De la información facilitada por el área de producción de Maytes, anualmente se producen más de 10.000 prendas; considerando un tiempo por pieza de 0.350 horas, se realiza un estudio de 10 ciclos, esto en base al criterio desarrollado por la Westinghouse Electric Corporation de la tabla 3.

3.8.2 Tiempo Total observado

Es el tiempo que resulta de la sumatoria de todos los tiempos cronometrados en cada actividad medida.

3.8.3 Tiempo Medio del ciclo

Resulta del promedio de todos los tiempos cronometrados en cada actividad medida.

3.8.4 Desviación estándar

La aplicación de la desviación estándar, ayuda a identificar el grado de variabilidad o de dispersión de los datos cronometrados.

3.8.5 Límites superior e inferior

Gracias al cálculo de la desviación estándar, se obtienen los límites tanto superior como inferior, valores que quedan fuera del estudio, puesto que su variabilidad o dispersión quedan por encima o debajo de los límites del promedio.

3.8.6 Tiempo medio válido

Resulta del cálculo del promedio de los datos cronometrados, que se encuentran dentro del rango establecido por los límites superiores e inferiores de la desviación estándar.

3.8.7 Tiempo Normal o Básico

Es el lapso de tiempo que se requiere para que un operario realice una operación, cuando trabaja a paso estándar, sin demoras por razones personales o por circunstancias inevitables. (Niebel, 2009, pág. 343)

Tiempo Normal = *Tiempo medio válido x Valoración del desempeño*

(Ecuación 2)

3.8.8 Tiempo estándar

Es el período que se requiere para efectuar un bien o servicio, incluidos los tiempos de los elementos cíclicos (repetitivos, constantes, variables), así como los aspectos casuales o contingentes.

Tiempo estándar = *Tiempo normal* × *Coeficiente de Descuento* × $\frac{\text{Frecuencia}}{\text{Unidad}}$

(Ecuación 3)

3.9 Estudio del proceso

3.9.1 Evaluación del desempeño de las actividades

A efectos de averiguar cuáles son las actividades críticas dentro de un proceso, es necesario realizar una evaluación del desempeño las diferentes tareas que conforman el proceso.

Los criterios empleados fueron los siguientes:

- Fluidez dentro del flujo de producción: Valora la celeridad de la tarea dentro de la línea de confección.
- Grado de reproceso de la tarea: Valora la frecuencia que la tarea se repite.
- Orden y limpieza en el puesto de trabajo: Evalúa el aseo y disposición de los elementos que conforman el puesto de trabajo.
- Esperas o tiempos muertos: Se refiere a la periodicidad en la que el operario debe esperar para proceder con su tarea.
- Nivel de automatización del proceso: Aprecia el método empleado en la tarea.
- Eficiencia de la maquinaria: Evalúa el desempeño de la máquina.
- Eficiencia y eficacia del operador: Valora la productividad del operario
- Paras no programadas de la maquinaria: Analiza la cantidad de paras por desperfectos que sufre la máquina, sin que estas sean previstas o anticipadas.

El formato a utilizar es el siguiente:

3.9.3 Evaluación del valor agregado de las actividades

El análisis de valor agregado permite analizar las actividades con el propósito de precisar si dichas actividades contribuyen o no a los requerimientos establecidos por el cliente o la empresa. De este modo se establece si las actividades generan un valor agregado para el consumidor o la organización y en consecuencia si las actividades son indispensables o si éstas podrían ser eliminadas o modificadas.

Tabla 9. Formato de evaluación valor agregado

Nº	Actividad	Valor agregado real	Sin valor agregado	Valor agregado para la empresa

A continuación se ilustra el criterio de la evaluación:

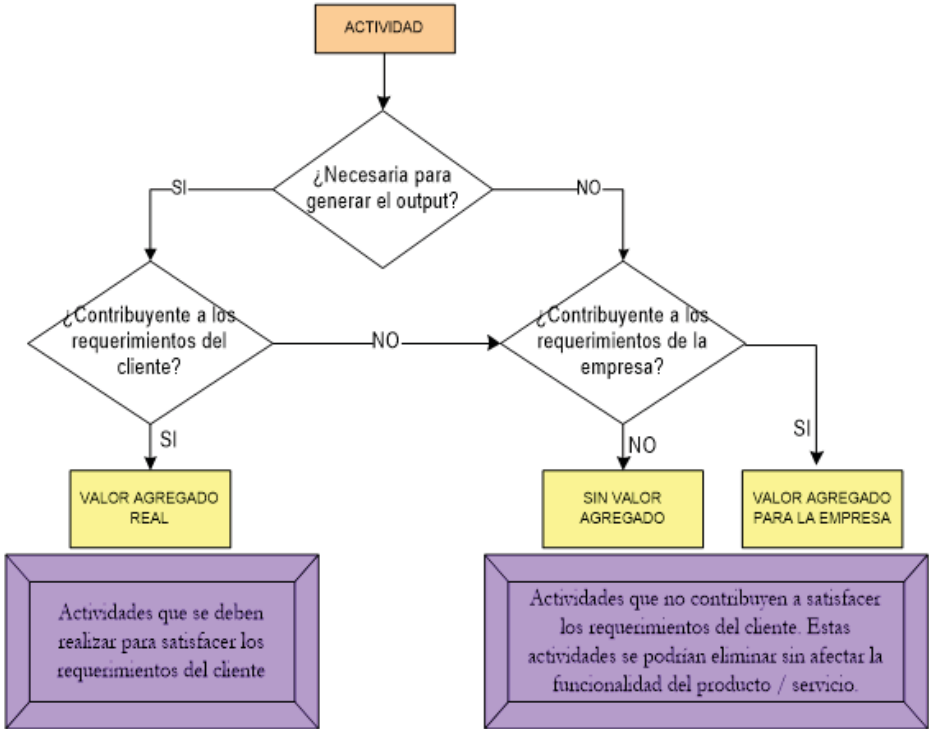


Figura 9. Criterio de la evaluación del valor agregado

3.9.4 Árbol de definición de problemas

Es un instrumento que permite a quien lo emplee, precisar dificultades, causas y efectos de manera organizada, generando un modelo de relaciones causales en torno a un problema. Permitiendo de esa forma definir objetivos claros y prácticos, así como plantear estrategias para poder superarlos. La herramienta cuestiona lo siguiente:

- ¿Qué es un problema?
- ¿Por qué es un problema?
- ¿Dónde se presenta el problema?
- ¿Cuándo se presenta el problema?
- ¿Cómo se presenta el problema?

Para de esa forma concluir con una definición concisa del problema.

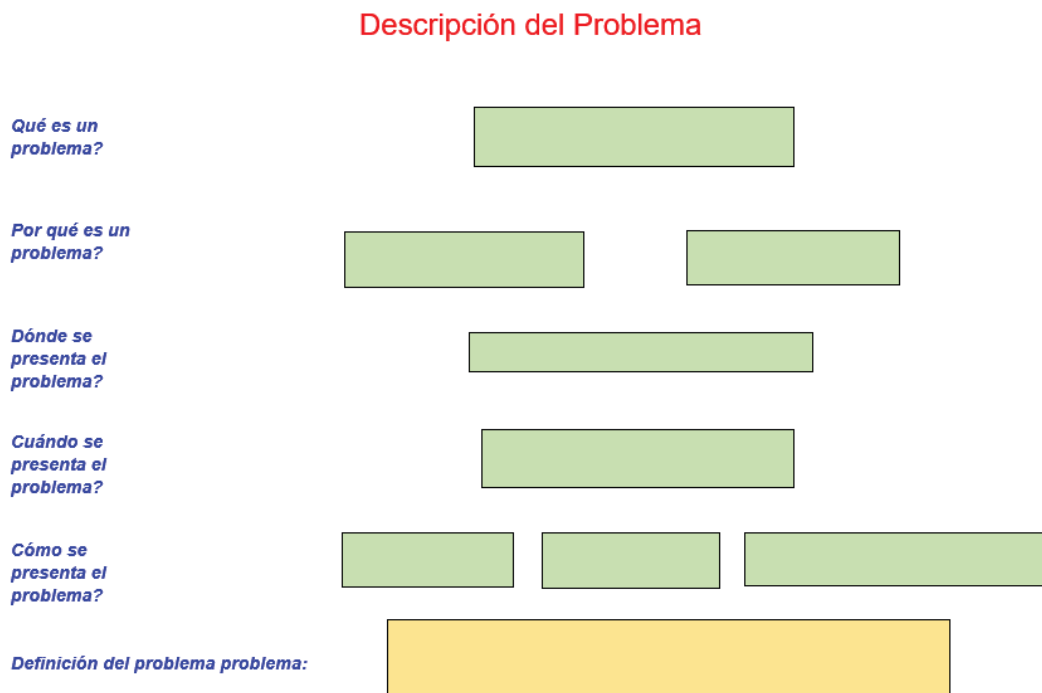


Figura 10. Formato árbol de definición del problema

3.9.5 Diagrama de causa y efecto

Este gráfico es conocido también como diagrama de Ishikawa, es una herramienta mediante el cual se representa y analiza la relación entre un problema y sus posibles causas.

Su importancia radica en que obliga a buscar los motivos que afectan al problema de manera que evita caer en el error de buscar directamente las posibles soluciones, sin cuestionar cuáles son las verdaderas causas. (Gutiérrez. De la Vara, 2009, pág. 152)

El diagrama de Ishikawa, analiza el problema desde 6 aspectos conocidos como las 6 M (Materia Prima, Maquinaria, Métodos, Materiales, Medio Ambiente y Mano de obra)

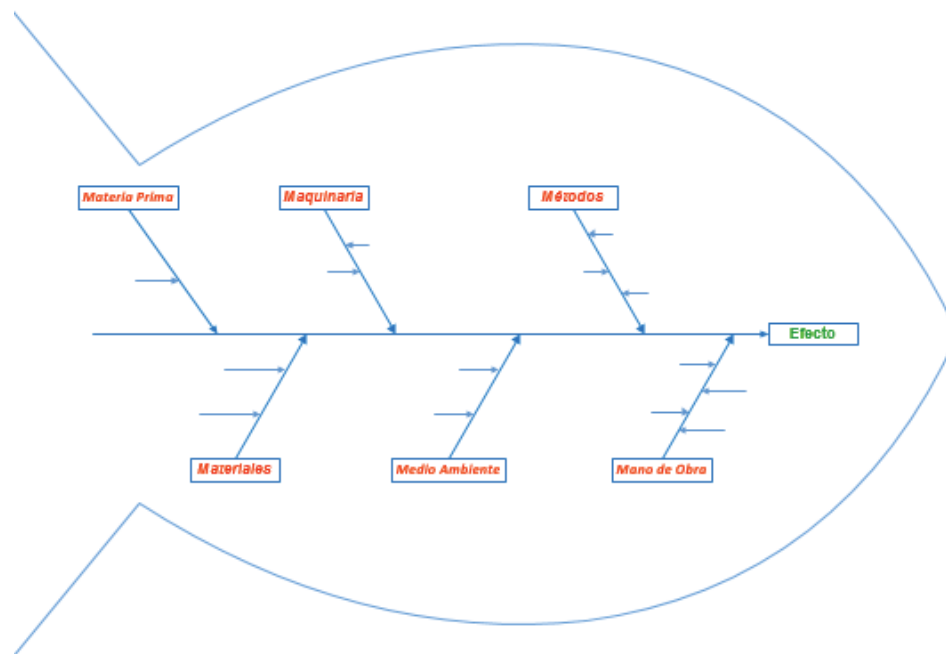


Figura 11. Diagrama de Ishikawa

3.10 Trabajo Estándar

Herramienta utilizada para asegurar el rendimiento máximo, con un mínimo de desperdicio, mediante la combinación óptima entre los operadores y la maquinaria. El trabajo estándar marca el ritmo de la producción con información detallada y concisa. (Lean Six Sigma Institute, 2014, pág. 294)

Esta herramienta procura la estabilidad en los procesos, para que cada operario realice su trabajo en base a un estándar.

Un estándar es una imagen clara de una condición deseada, lo que permite al operario cumplir sus funciones con calidad.

3.10.1 Balanceo de Línea

Esta técnica es una aplicación de los estándares de tiempo con la finalidad de:

- Igualar la carga de trabajo entre operarios, celdas y departamentos.
- Identificar cuellos de botella.
- Establecer la velocidad de la línea que se estudie.
- Determinar el número de las estaciones de trabajo.
- Ayudar a determinar costos de mano de obra.
- Establecer porcentajes de trabajo de cada operario.

(Meyers, 2000, pág. 257 & 258)

Los parámetros utilizados en este estudio se basan en el balanceo de línea cuyos tiempos de producción son conocidos. Los datos del estudio de tiempos anteriormente descrito, particularmente los tiempos estándar de las operaciones, se emplean en las ecuaciones requeridas. A continuación se detalla las fórmulas requeridas para el balanceo:

$$\text{Índice de producción (IP)} = \frac{\text{Unidades de producción requeridas}}{\text{Jornada de trabajo}}$$

(Ecuación 4)

$$\text{Número operarios teóricos} = \frac{\text{Tiempo estándar} \times \text{IP}}{\text{Eficiencia planteada}}$$

(Ecuación 5)

$$\text{Operación lenta} = \frac{\text{Tiempo estándar}}{\# \text{ Operarios Reales}}$$

(Ecuación 6)

$$\text{Capacidad de producción} = \frac{\# \text{ Operarios Reales} \times \text{Jornada de trabajo}}{\text{Operación lenta}}$$

(Ecuación 7)

$$\text{Eficiencia del proceso} = \frac{\Sigma \text{Tiempo estándar}}{\Sigma \text{ Operarios Reales} \times \text{Operación lenta}}$$

(Ecuación 8)

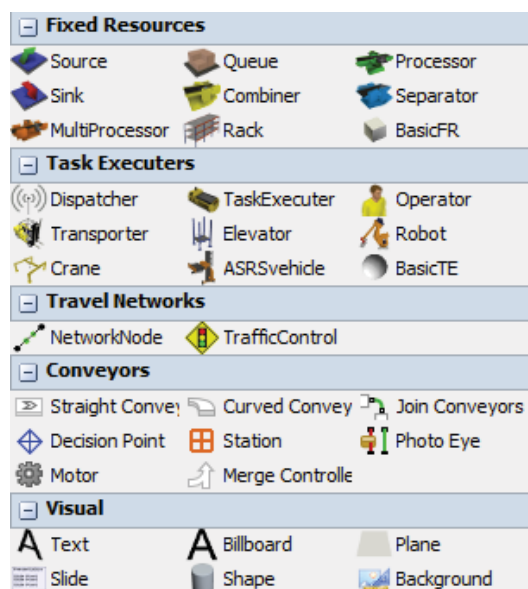


Figura 12. Lista de Objetos que ofrece el software Flexsim.
Tomado de Flexsim, 2016

Flexsim es una útil y sencilla herramienta de simulación que permite al usuario construir una simulación tridimensional por computadora de un sistema cotidiano y realizar experimentos en dicho modelo. Flexsim es un software de simulación de eventos discretos, que provee una animación gráfica muy realista y una extensa lista de reportes de desempeño que permite al usuario optimizar un proceso actual, de manera que se puedan identificar y evaluar soluciones en un corto periodo de tiempo. (Flexsim, 2016)

3.13 Gráfico de Spaghetti

El gráfico de spaghetti es un mapa que ilustra la trayectoria de un producto mientras transita a través de la cadena de producción de una organización.

Se lo conoce con dicha denominación, puesto que la ruta que usualmente toma el producto dentro de la planta, no es ordenada. Este gráfico permite distribuir de mejor manera el flujo de la producción.

Para crear un gráfico de spaghetti, se debe localizar el inicio del flujo de producción así como las áreas dentro de la planta. Con lo que se prosigue a dibujar la ruta que toma el producto mientras transita de principio a fin.

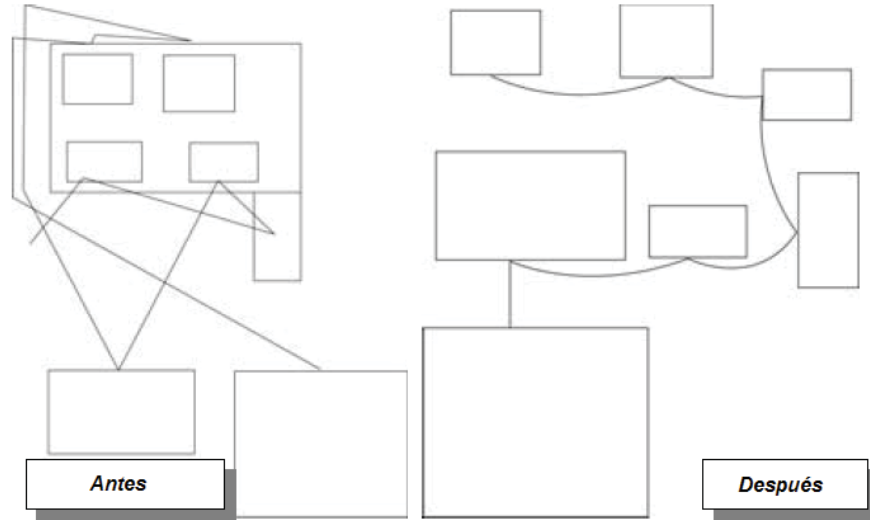


Figura 13. Ejemplo gráfico de Spaghetti.

Tomado de: Pyzdek, 2003, pág. 713

4 Análisis Situacional

4.1 Mapa de Procesos Maytes

Mediante el mapa de procesos realizado en Industrias de Confecciones Maytes es posible apreciar la cadena de valor de la empresa. El mapa muestra los tipos de procesos existentes en la organización. Dichos procesos se dividen en tres:

Procesos estratégicos, son procesos de carácter global, que afectan a todas las áreas de la organización. Estos procesos se ubican en la parte superior del mapa.

- Planificación Estratégica

- Gestión Presupuestaria

Los procesos operativos, son aquellos que constituyen la razón de ser de la empresa y son secuenciales, estos se ubican en la parte central del mapa.

- Comercialización

- Producción

- Post-venta

Finalmente los procesos de soporte, se enfocan en facilitar el desarrollo de los procesos operativos, se encuentran en la parte inferior del mapa.

- Compras

- Financiero Contable

- Tecnologías de la Información

- Talento Humano

A continuación se muestra el mapa de procesos de Industrias de Confecciones Maytes y su caracterización.

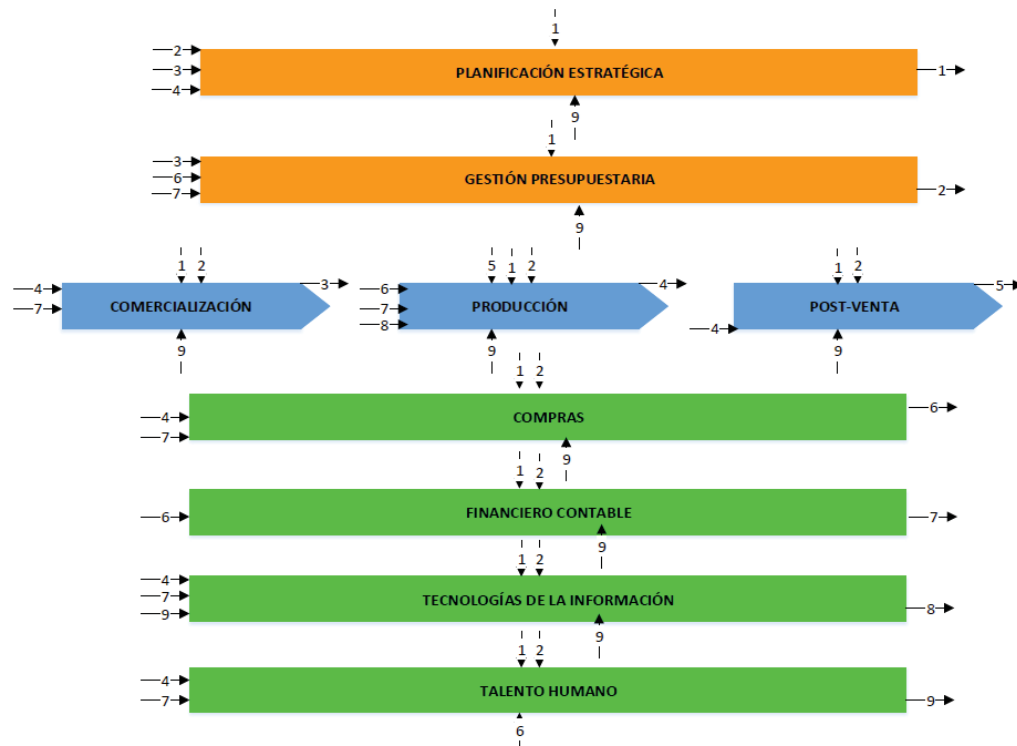


Figura 14. Mapa de Procesos Maytes.
Tomado de: Maytes, 2016

Lista de Inductores:

1. Plan estratégico
2. Presupuesto
3. Ventas
4. Producto
5. Retroalimentación
6. Materia prima, insumos comprados
7. Recursos económicos
8. Software, hardware
9. Personal competente

De igual forma se realizó la ilustración del gráfico con los macro-procesos de la cadena de valor con los que cuenta Maytes así como sus respectivos procesos y subprocesos.

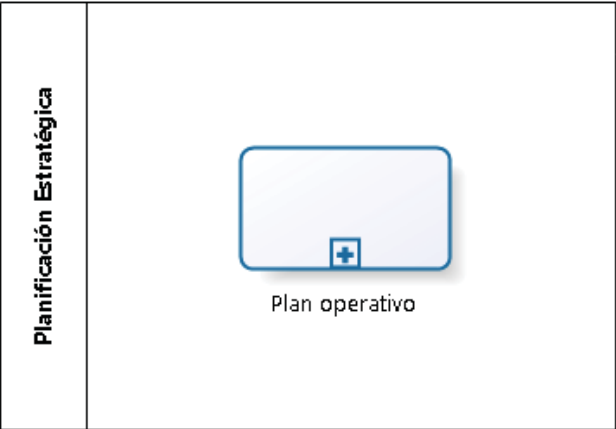


Figura 15. Diagrama de flujo del proceso de planificación estratégica. Tomado de: Maytes, 2016

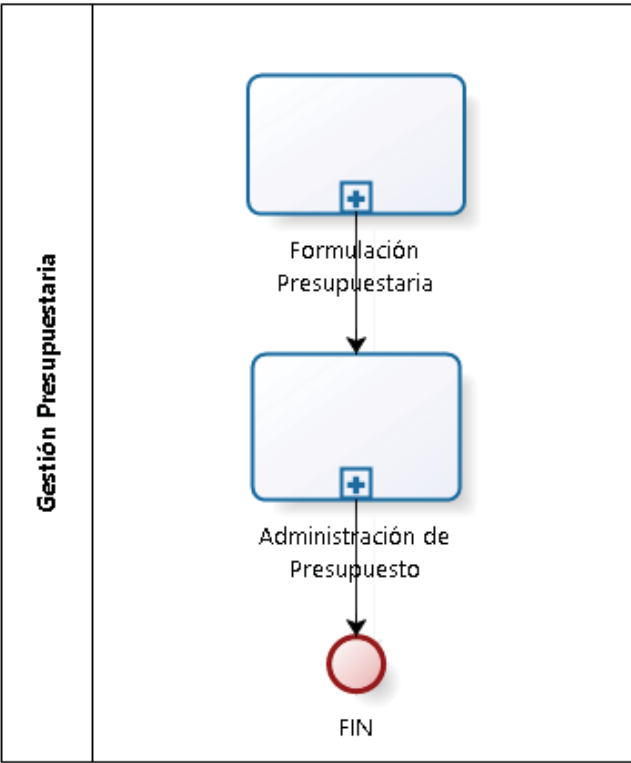


Figura 16. Diagrama de flujo del proceso de gestión estratégica. Tomado de: Maytes, 2016

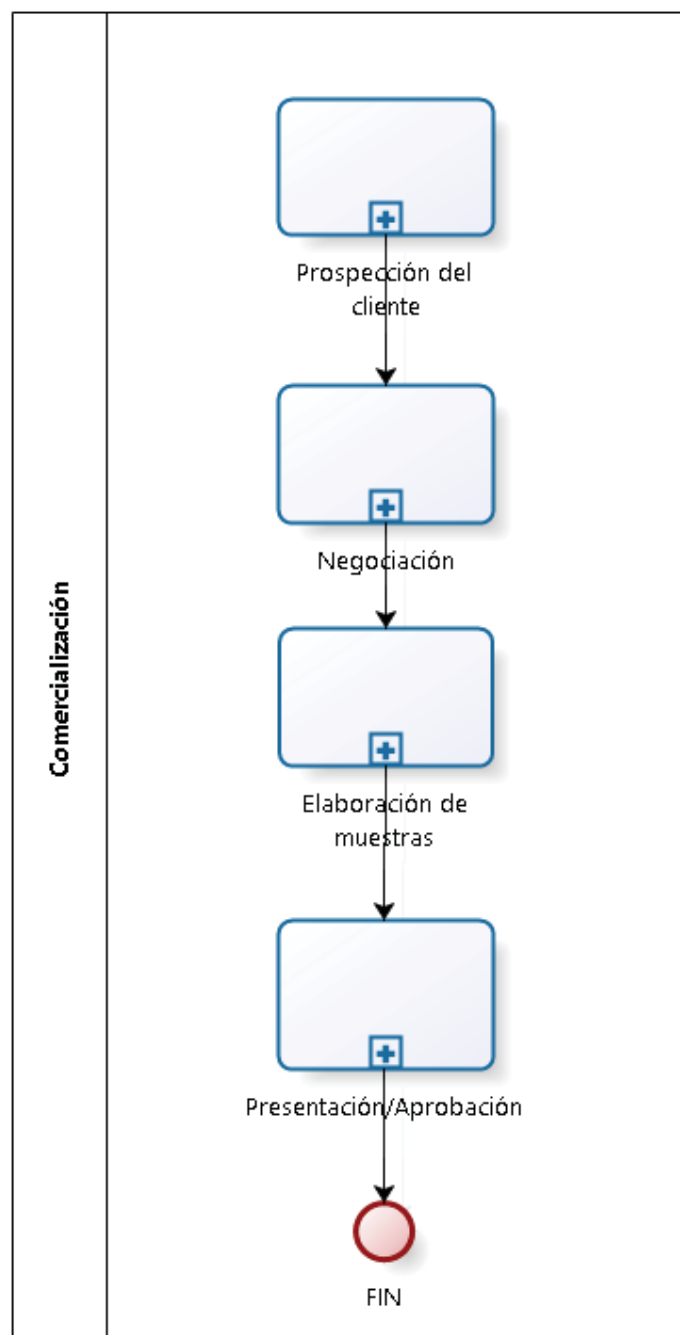


Figura 17. Diagrama de flujo del proceso de comercialización.
Tomado de: Maytes, 2016

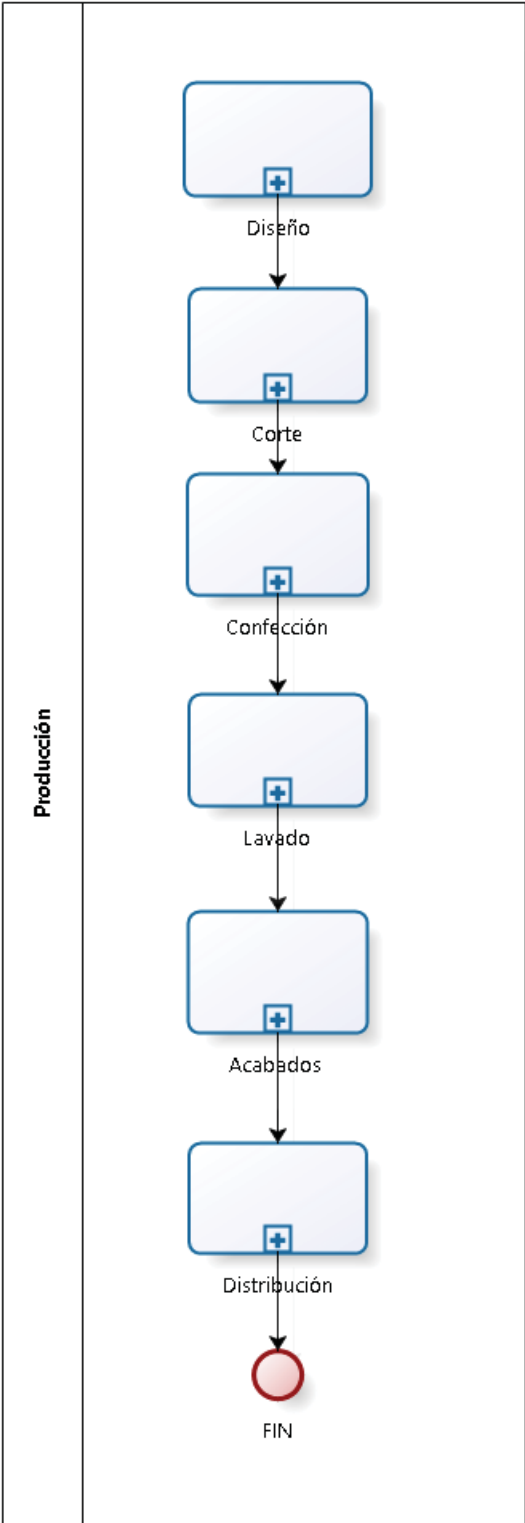


Figura 18. Diagrama de flujo del proceso de producción.
Tomado de: Maytes, 2016

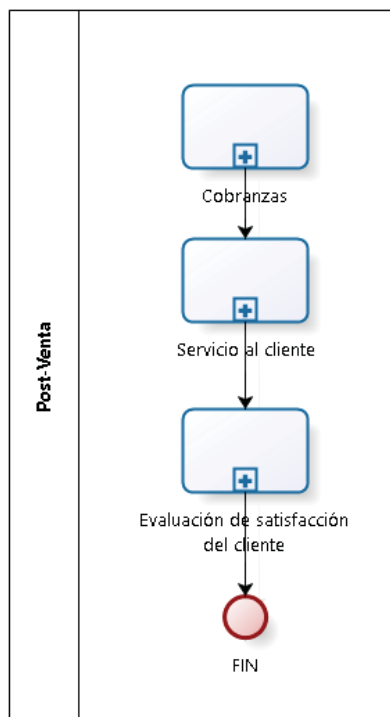


Figura 19. Diagrama de flujo del proceso de post-venta.
Tomado de: Maytes, 2016

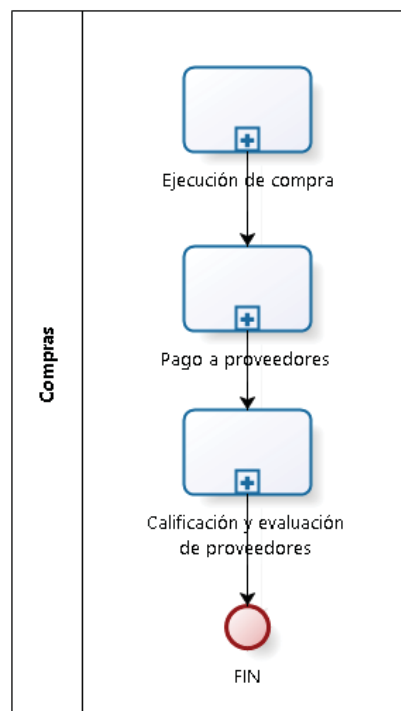


Figura 20. Diagrama de flujo del proceso de compras.
Tomado de: Maytes, 2016

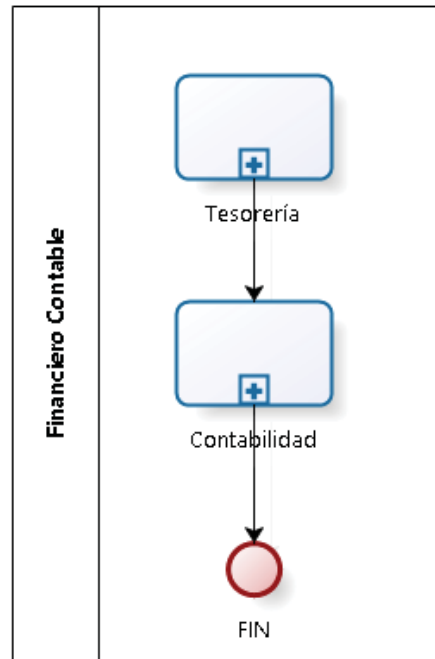


Figura 21. Diagrama de flujo del proceso financiero contable.
Tomado de: Maytes, 2016

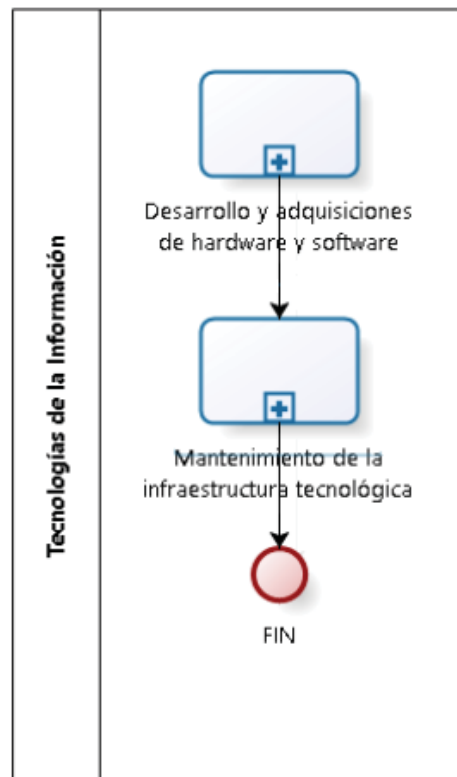


Figura 22. Diagrama de flujo del proceso TIC.
Tomado de: Maytes, 2016

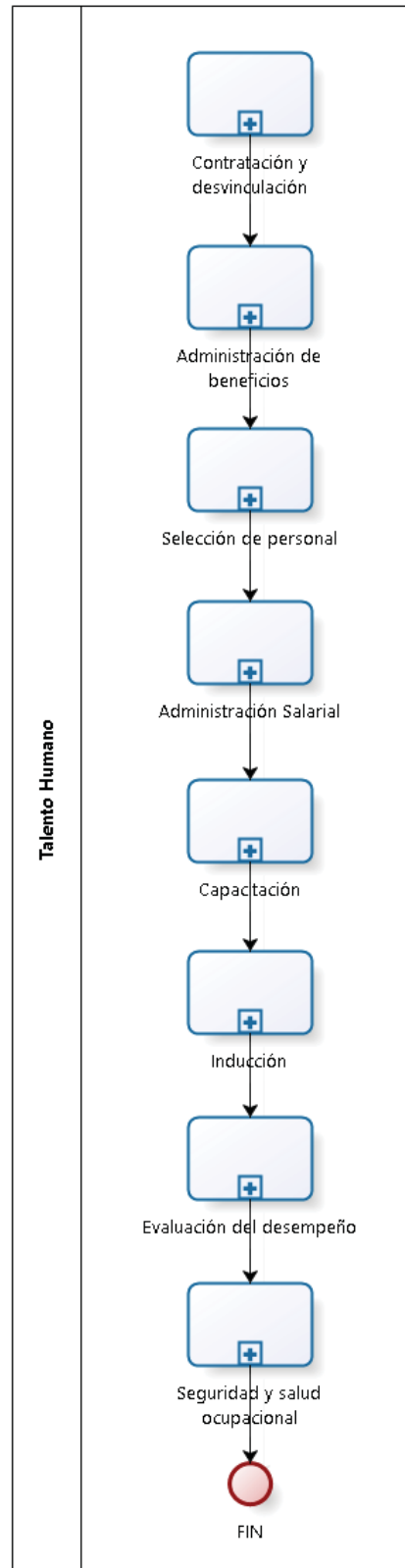


Figura 23. Diagrama de flujo del proceso de talento humano.
Tomado de: Maytes, 2016

4.2 Caracterización del proceso de confección de pantalones

Este estudio de titulación se enfocará en el área de confección, particularmente en la línea de producción de pantalones. La siguiente figura muestra la caracterización del proceso de confección de pantalones en Maytes.

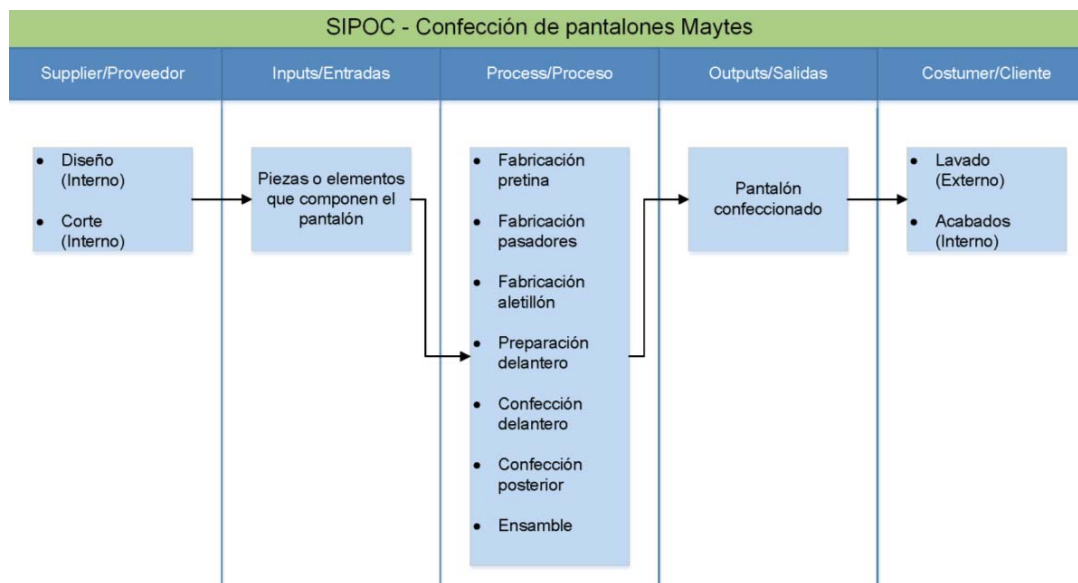


Figura 24. Gráfico SIPOC proceso de confección de pantalones

El proceso tiene dos proveedores. El primero, es el área de diseño, quien elabora todos los trazos, formas, detalles, tipo de tela y colores que el pantalón deberá tener. Por medio del software de diseño de patrones *Gerber*, se realiza el boceto con todos los componentes del pantalón y sus respectivas tallas, donde finalmente se imprimen en tamaño real (plotter) todos los componentes.

El segundo proveedor del proceso es el área de corte, allí previo a la obtención de la impresión de los diseño del pantalón, se selecciona la tela requerida para el pantalón y se corta la tela según el diseño impreso, con la ayuda de unos moldes y patrones. El operario que finalizó con los cortes remite las piezas (Inputs) que conforman el pantalón al área de confección, dónde se acopian y fabrican las piezas que componen el pantalón para continuar con su posterior ensamble.

El pantalón ya confeccionado constituye el output del proceso, donde se lo remite a lavados que es un proceso externo, que lo efectúa un proveedor en una tintorería fuera de la planta. Una vez dada la coloración requerida al pantalón y demás particularidades, regresa al área de acabados (cliente interno), para agregarle otros detalles al pantalón (botones, remaches) y finalmente se lo etiqueta para su distribución.

4.3 Descripción del proceso de confección

El macro proceso de confección de pantalones consta de 8 subprocesos. En primer lugar se manufacturan las piezas que conforman el pantalón. El proceso demanda inicialmente de 5 subprocesos previos a la confección en serie del pantalón donde se prosigue con los 3 subprocesos finales. Estos son:

➤ Fabricación Pretina



Figura 25. La operaria realiza la unión de la pieza pretina, tarea que conforma el proceso de fabricación de la pretina.

➤ Fabricación Pasadores



Figura 26. La operaria introduce la pieza para elaborar el pasador, tarea que conforma el proceso de fabricación de pasadores.

➤ Fabricación Aletilla



Figura 27. La operaria filetea la aletilla, tarea que conforma el proceso de fabricación de la aletilla.

➤ Fabricación Aletillón



Figura 28. La operaria filetea el aletillón, tarea que conforma el proceso de fabricación del aletillón.

➤ Preparación delantero



Figura 29. La operaria realiza la estabilización del falso en la boca de bolsillo en vista, tarea que conforma el proceso de preparación del delantero.

➤ Confección del delantero



Figura 30. La operaria está uniendo el delantero, tarea que conforma el proceso de confección del delantero.

➤ Confección posterior



Figura 31. La operaria está cerrando el tiro trasero del pantalón, tarea que conforma el proceso de confección posterior.

➤ Ensamble



Figura 32. El operario está atracando pasadores, tarea que conforma el proceso de ensamble.

A continuación se presenta una tabla con todas las tareas y subprocesos que conforman el proceso de confección del pantalón Nena. Del anexo 1 al anexo 8, se encuentran los diagramas de flujo de los procesos que constituyen el macro proceso de confección de pantalones.

Tabla 11.

Lista de subprocesos y actividades que forman parte del proceso de confección

Proceso	Actividad
FABRICACIÓN PRETINA	Armar pretina
	Unir pieza pretina y asentar
	Unir marquilla con talla en la pretina
	Unir pretina
	Planchar pretina
FABRICACIÓN PASADORES	Ensamble pasadores
	Cortar pasadores
FABRICACIÓN ALETILLA	Filetear aletilla
	Pegar cierre
FABRICACIÓN ALETILLÓN	Filetar aletillón
PREPARACIÓN DELANTERO	Prehormar
	Asentar vista
	Unir falso
	Voltear falso de bolsillo y aplanchar
	Estabilizar falso boca de bolsillo en vista
CONFECCIÓN DELANTERO	Pegar contra falso en boca
	Asentar contra falso de boca en vista
	Filetear vistas delanteras
	Filetear delantero derecho
	Pegar y asentar aletilla
	Unir delantero
	Embonar delantero
	Atracar delantero
	Hacer segunda costura en boca
CONFECCIÓN POSTERIOR	Hacer pinzas por dos
	Encotillar
	Cerrar tiro trasero
ENSAMBLE	Igualar cierres
	Cerrar entrepierna
	Cerrar costados
	Asentar costados
	Hacer bota
	Pegar pretina
	Poner pasadores
	Asentar superior pretina
	Hacer puntas
	Descargar y voltear puntas
	Asentar pretina superior y puntas
	Atracar pasadores por cinco y tiro
	Hacer ojales por dos

Tomado de: Maytes, 2016

4.4 Medición del Trabajo

4.4.1 Consideraciones de la jornada laboral

En el área de confección trabajan nueve operarios, 8 mujeres y 1 hombre. Se labora de lunes a viernes y la jornada empieza a las 07H30 y termina a las 16H00 horas. En épocas donde aumenta la producción suele extenderse la jornada laboral.

Tabla 12.
Horario laboral Maytes

Hora	Descripción
7:30 - 10:00 AM	Trabajo
10:00 - 10:10 AM	Break
10:10 - 13:00	Trabajo
13:00 - 13:30	Almuerzo
13:30 - 16:00	Trabajo

4.4.2 Consideraciones de producción

Según datos proporcionados por el área de producción de la empresa, en el mes de junio del presente año, Maytes confeccionó 2.200 pantalones y maquiló 1.000 dando una producción total de 3.200 pantalones en dicho mes.

Para el cálculo de la demanda, Maytes, actualmente lo hace considerando los pedidos de su cliente principal, Industrias Rebaja Moda (RM); de acuerdo a la información ya mencionada, 2.200 pantalones se los envió a RM y los restantes 1.000 se los destinó a suplir la demanda tanto de los tres locales que Maytes tiene en el Distrito Metropolitano de Quito y Sangolquí, como al resto clientes a nivel nacional.

Acorde a los datos de producción, en el mes de junio, con una jornada de trabajo de 22 días laborables, 9 operarios produjeron 100 pantalones diarios, es decir, se elaboró cada día un aproximado de 11.11 pantalones por persona.

En relación con la proporción de las tallas a manufacturarse en un lote de producción, Maytes valora dos parámetros. Para el primero, el cliente en el pedido puede requerir un número específico de pantalones en determinadas tallas.

Para la segunda variable, como en el caso del pantalón para damas “Nena”, Maytes distribuye la proporción de pantalones que deberá confeccionar según históricos de ventas. Esto es, se calcula según la cantidad de pantalones que mayor demanda ha tenido respecto de su talla.

Así, para el pantalón “Nena”, las tallas a confeccionar fueron: 6, 8, 10, 12 y 14 donde las tallas 8 y 10 conforman el 30% del lote de producción, la talla 12 el 20 % y finalmente las tallas 6 y 14 el 10%.

DISTRIBUCIÓN TALLAS DEL PANTALÓN NENA

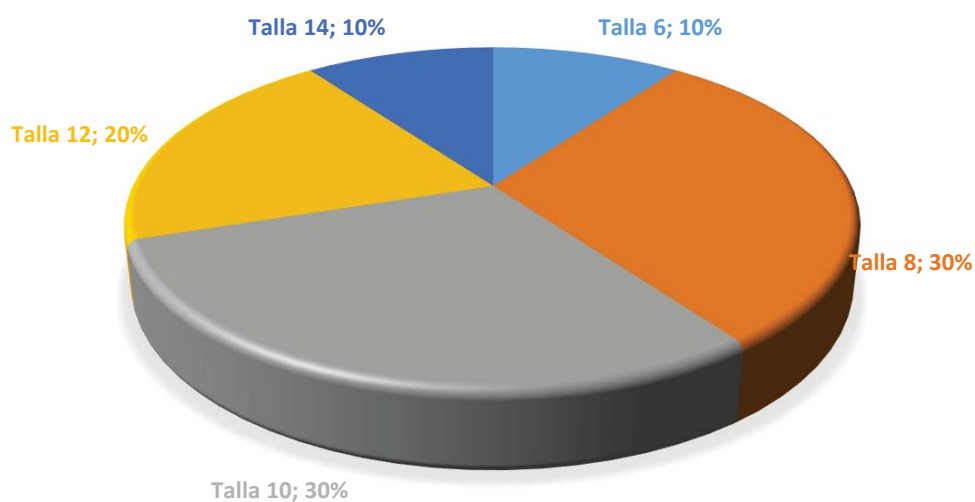


Figura 33. Distribución de las tallas del pantalón Nena.
Tomado de Maytes, 2016

4.4.3 Estudio de tiempos

En el mes de septiembre se realizó la toma de tiempos de la línea de confección de pantalones. Para el estudio de tiempos se tomó como referencia la confección del pantalón para damas modelo “Nena” de la marca Giocare en talla 12, utilizando un rollo de la tela Natural Power de 135 metros de largo.

Tabla 13.
Ficha técnica del pantalón Nena

Ficha Técnica Pantalón	
Marca	<i>Giocare</i>
Modelo	<i>Nena</i>
Tela	<i>Natural Power</i>
Talla	<i>12</i>
Tipo	<i>Jean Dama</i>

Previo a la toma de tiempos, se comprobó que los operarios que colaboraron con el estudio, estaban ya familiarizados con la metodología a emplear. De igual forma se verificó que cada puesto de trabajo cuenta con todas las herramientas, insumos y materiales necesarios, todo esto fundamentado en la metodología de estudio de tiempos utilizado para este estudio.

Para la toma de tiempos se emplearon los siguientes elementos:

- Cronómetro digital.
- Tabla de registro de tiempos, como se detalla en el anexo 9.
- Tablero de soporte.

4.4.3.1 Cronometraje

Se estableció como condición inicial, la cantidad de ciclos a medir por cada tarea. El área de producción de la empresa, proporcionó la siguiente información:

Anualmente se confeccionan más de 10.000 prendas, a un tiempo por pieza elaborada de 0.350 horas. El estudio fue realizado con un número de 10 ciclos, de acuerdo al criterio de la tabla 3 desarrollado por la Westinghouse Electric Corporation.

Luego de haber recopilado la información a cabalidad, se procedió a analizar los datos documentados y se realizaron los cálculos correspondientes. Los resultados y cálculos del estudio, se encuentran detallados en el anexo 10.

El tiempo normal (ecuación 2), se obtiene empleando la tabla de registro y el sistema Westinghouse, que mide la valoración del desempeño en base a la habilidad y el esfuerzo de cada operario (tablas 5 y 6)

4.4.3.2 Cálculo tiempo estándar

Para calcular el tiempo estándar (ecuación 3), se consideró el criterio de la Organización Internacional del Trabajo (tabla 7) que define y detalla el coeficiente de descuento por cada actividad. (Anexo 11)

De igual forma se plantearon las condiciones a seguir para obtener la frecuencia por unidad por cada tarea, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 14.
Condiciones de la manufactura

Subprocesos	Condiciones	Metros
FABRICACIÓN PRETINA	Se fabrican las pretinas para pantalón talla 12 de la tela Natural Power	2.7
FABRICACIÓN PASADORES	Se fabrican los pasadores del rollo de la tela "Natural Power"	2.7
FABRICACIÓN ALETILLA	Se fabrican las aletillas para pantalón talla 12 de la tela Natural Power	2.7
FABRICACIÓN ALETILLÓN	Se fabrican los aletillones para pantalón talla 12 de la tela Natural Power	2.7
PREPARACIÓN DELANTERO	Se realizan las tareas previas a la confección del delantero	2.7
CONFECCIÓN DELANTERO	Se confecciona la parte delantera del pantalón	27
CONFECCIÓN POSTERIOR	Se confecciona la parte posterior del pantalón	27
ENSAMBLE	Se ensambla la parte delantera y posterior del jean	27

Cabe recordar que la producción de pantalones talla 12 del modelo Nena, representa el 20% (27 metros) del total del rollo de 135 metros de tela Natural Power. Asimismo se tomó en cuenta, que el promedio de tela por unidad del pantalón son 1.02 metros. Con estos datos se obtuvo el tiempo estándar, que a la vez permitió ver la producción teórica por hora y jornada. El detalle del cálculo se encuentra en el anexo 12.

Tabla 15.
Tiempo estándar para la confección del pantalón Nena

Descripción	Valor	Unidad
TIEMPO ESTÁNDAR	0.059	Hora/metro
PRODUCCION POR HORA	16.837	Metros
PRODUCCIÓN POR JORNADA	134.69	Metros
PRODUCCIÓN POR JORNADA	132.05	Pantalones

4.5 Evaluación del desempeño de las actividades

Los resultados de la evaluación del desempeño de cada una de las actividades están descritos en el anexo 13.

4.5.1 Selección actividades críticas

Por medio de la evaluación del desempeño de las tareas y el uso del diagrama de Pareto (ver anexo 14) fue posible determinar las actividades críticas, dentro del proceso de confección, las mismas que se puntualizan en la siguiente tabla:

Tabla 16.

Actividades críticas

Nº	Actividad
1	Filetar aletillón
2	Cerrar tiro trasero
3	Asentar superior pretina
4	Hacer ojales por dos
5	Filetear aletilla
6	Pegar cierre
7	Pegar contra falso en boca
8	Filetear vistas delanteras
9	Filetear delantero derecho
10	Unir delantero
11	Embonar delantero
12	Asentar contra falso de boca en vista
13	Pegar y asentar aletilla
14	Atracar delantero
15	Hacer segunda costura en boca
16	Hacer pinzas por dos
17	Encotillar
18	Cerrar entropierna
19	Cerrar costados
20	Pegar pretina
21	Poner pasadores
22	Atracar pasadores por cinco y tiro
23	Igualar cierres
24	Hacer bota
25	Hacer puntas
26	Armar pretina
27	Unir pieza pretina y asentar
28	Unir marquilla con talla en la pretina
29	Unir pretina
30	Planchar pretina
31	Ensamble pasadores

4.6 Evaluación del valor agregado de las actividades críticas

De la información obtenida a través del diagrama de Pareto, se concluyó que las actividades críticas representadas en el gráfico, corresponden a los procesos de ensamble, confección de delantero y confección posterior.

Para complementar el análisis obtenido por el diagrama de Pareto, se evaluó el valor agregado de las tareas críticas con el fin de determinar si dichas tareas, podrían ser combinadas o suprimidas sin afectar la funcionalidad de la confección.

Tabla 17.

Evaluación del valor agregado de las actividades críticas.

Nº	Actividad	Valor agregado real	Sin valor agregado	Valor agregado para la empresa
1	Filetar aletillón	X		
2	Cerrar tiro trasero	X		
3	Asentar superior pretina	X		
4	Hacer ojales por dos	X		
5	Filetear aletilla	X		
6	Pegar cierre	X		
7	Pegar contra falso en boca	X		
8	Filetear vistas delanteras	X		
9	Filetear delantero derecho	X		
10	Unir delantero	X		
11	Embonar delantero	X		
12	Asentar contra falso de boca en vista	X		
13	Pegar y asentar aletilla	X		
14	Atracar delantero	X		
15	Hacer segunda costura en boca	X		
16	Hacer pinzas por dos	X		
17	Encotillar	X		
18	Cerrar entrepierna	X		
19	Cerrar costados	X		
20	Pegar pretina	X		
21	Poner pasadores	X		
22	Atracar pasadores por cinco y tiro	X		
23	Igualar cierres	X		
24	Hacer bota	X		
25	Hacer puntas	X		
26	Armar pretina	X		
27	Unir pieza pretina y asentar	X		
28	Unir marquilla con talla en la pretina	X		
29	Unir pretina	X		
30	Planchar pretina	X		
31	Ensamble pasadores	X		

Por medio de la tabla, se determinó que todas las actividades críticas, no pueden ser suprimidas, puesto que son actividades imprescindibles para la confección del producto y por ende actividades esenciales para poder satisfacer los requerimientos del cliente.

4.7 Definición del problema

Con la información obtenida de la evaluación del desempeño de las actividades, el diagrama de Pareto y los criterios de quienes conforman el área de confección, se contempló al proceso de confección del posterior, para analizar e identificar allí un problema, empleando la herramienta del árbol de definición del problema.

La información que se utilizó en el árbol de definición del problema, se recopiló mediante caminatas Gemba en la planta de producción, preguntas realizadas a los operarios y del levantamiento de los procesos.

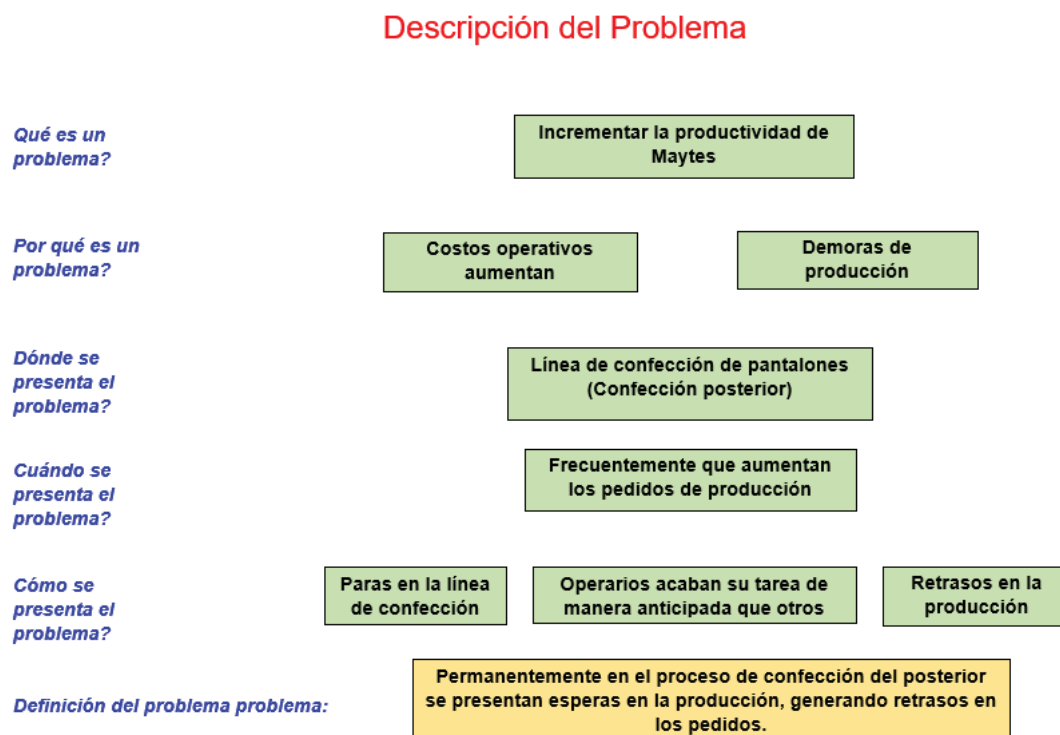


Figura 35. Árbol de definición de problema en el proceso de confección del posterior.

Con la herramienta del árbol, se definió que en el proceso de confección del posterior, el problema radica en las frecuentes esperas que se presentan durante

este proceso. Esto se constata en las paras que se presentan en toda la línea de confección, que generan demoras, aumento de costos operativos y consecuentemente retrasos en los pedidos de los clientes.

4.8 Análisis de Causa - Efecto

Para indagar las posibles causas de dicho problema, se utilizó el gráfico de causa-afecto, conocido también como diagrama de Ishikawa, que analiza el problema desde 6 aspectos:

- Materia Prima
- Maquinaria
- Métodos
- Materiales
- Medio Ambiente
- Mano de obra

Lo que resulta muy importante para entender al problema y generar cambios y soluciones efectivas.

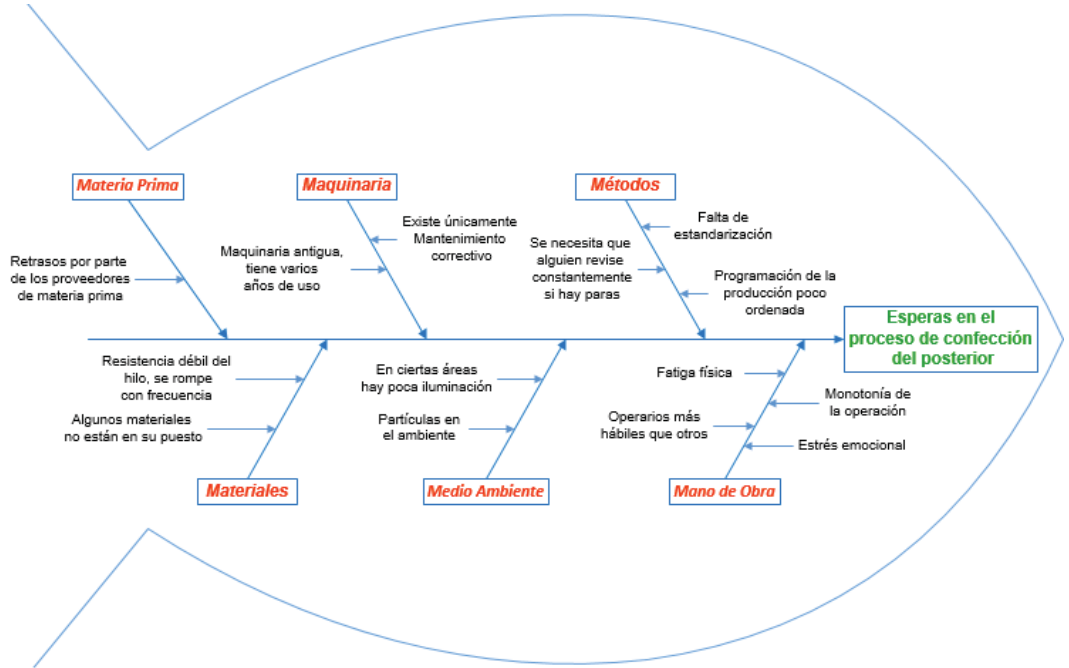


Figura 36. Diagrama Causa-Efecto del proceso de confección del posterior.

4.9 Simulación del proceso de confección del posterior

Como medida eficaz para la representación real del funcionamiento actual del proceso de confección del posterior, se empleó el software de simulación Flexsim.

La simulación del proceso de confección del posterior se lo realizó bajo las condiciones actuales, tal y como se desarrollan en la línea de confección de pantalones de Maytes. El proceso para el pantalón Nena consta de 3 tareas y 2 operarios. Los valores utilizados en la simulación provienen del estudio de tiempos ya realizado.

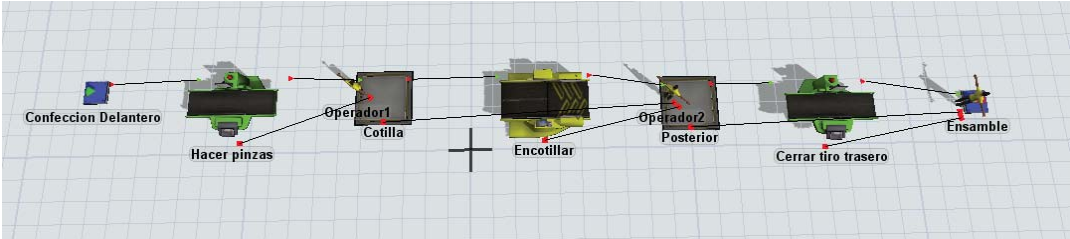


Figura 37. Simulación proceso de confección del posterior actual

Los resultados estadísticos de la simulación son los siguientes:

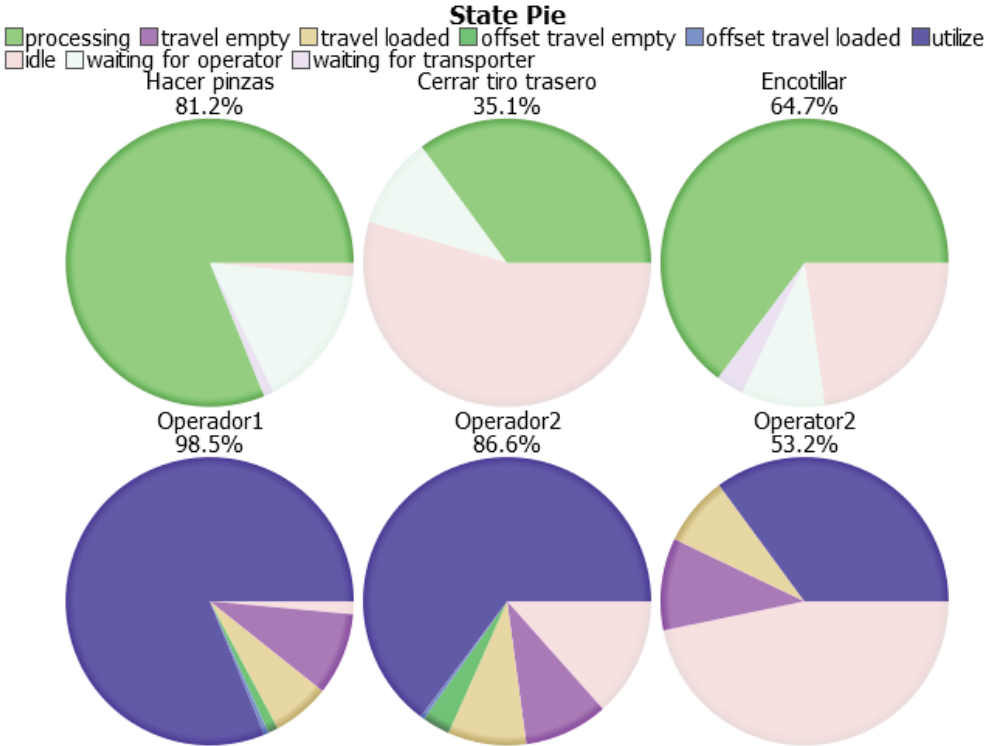


Figura 38. Resultados simulación proceso de confección del posterior actual

4.10 Gráfico de Spaghetti

Inicialmente se representaron las diferentes áreas que conforman el proceso de confección de pantalones. Con esto se pudo conocer la forma como se encuentran distribuidas las diferentes áreas del proceso. El propósito de esta herramienta consiste en determinar la ruta que sigue el pantalón a lo largo de la confección y con ello el flujo del mismo. Una vez determinadas las rutas de transporte, se encontró que la distancia total que recorre el pantalón desde el inicio de la confección hasta el final es de 35.3 metros por cada ciclo.

Área	Punto
Fabricación Pretina	A
Fabricación Pasadores	B
Fabricación Aletilla	C
Fabricación Aletillón	D
Preparación Delantero	E
Confección Delantero	F
Confección Delantero	G
Confección Posterior	H
Ensamble	I
Ensamble	J

Ruta		Distancia (m)
A	B	3.1
B	C	3
C	D	1.5
D	E	3.6
E	F	7.3
F	G	4.1
G	H	2.7
H	I	7
I	J	3
Distancia Total Actual		35.3

Figura 39. Rutas y distancias actuales de las áreas presentes en el proceso de confección

El área total que dispone el proceso de confección son 99 m²

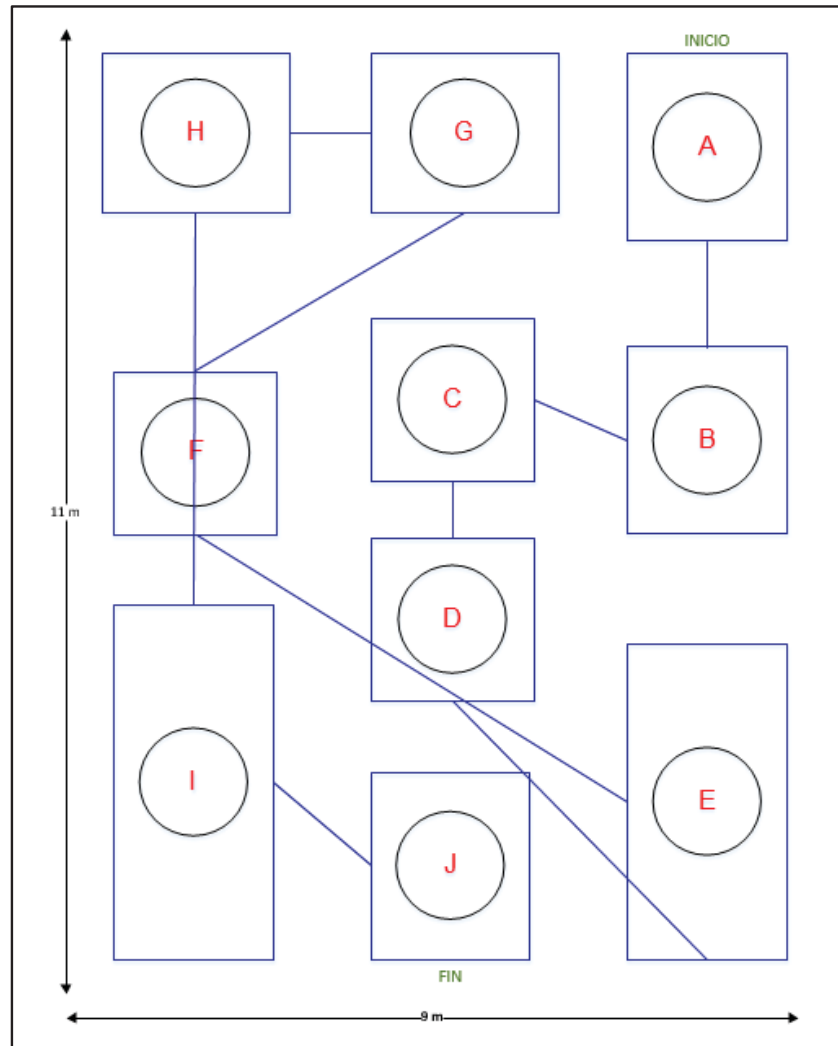


Figura 40. Distribución actual de las áreas presentes en el proceso de confección

5. Desarrollo de la Propuesta de Mejora

5.1 Balanceo de la línea de confección de pantalones

Para realizar el balanceo de la línea de confección de pantalones, se planteó inicialmente, las condiciones generales bajo las que la línea de confección fundamenta su trabajo. Las mismas que fueron establecidas, considerando las consiguientes premisas: producción de la empresa, jornada diaria de trabajo y la eficiencia establecida por la dirección del área de confección.

De manera complementaria se realizó un gráfico de balance previo al balanceo de la línea de confección con las condiciones actuales de producción con el fin de observar la duración de los ciclos de los procesos que conforman la confección del pantalón frente a la velocidad de la demanda (Takt time). Los tiempos de ciclo están dados en segundos al igual que el tiempo Takt.

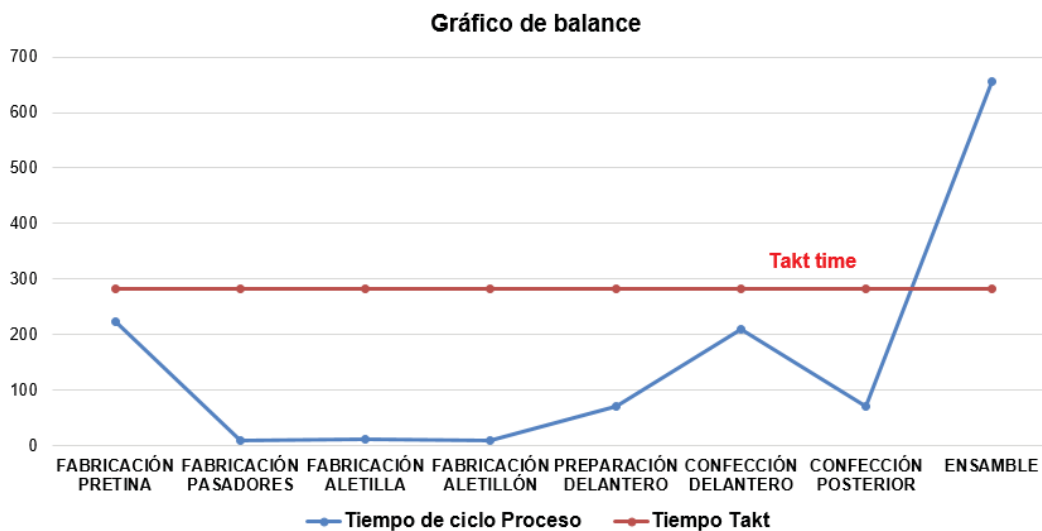


Figura 41. Gráfico de balance previo al balanceo de la línea de confección

El Takt time obtenido fue de 282 segundos (cálculos se encuentra en el anexo 17), los tiempos de ciclo se muestran a continuación:

Tabla 18.
Tiempos de ciclo de cada proceso

<i>Proceso</i>	<i>Tiempo de ciclo</i>
FABRICACIÓN PRETINA	222.889
FABRICACIÓN PASADORES	10.40
FABRICACIÓN ALETILLA	12.801
FABRICACIÓN ALETILLÓN	8.537
PREPARACIÓN DELANTERO	70.875
CONFECCIÓN DELANTERO	210.718
CONFECCIÓN POSTERIOR	71.165
ENSAMBLE	657.031
Total	1264.412

Del gráfico de balance se determina que el proceso de ensamble es uno de los más críticos, y dónde se requiere mayor personal. De igual forma se observó por medio de la sumatoria de los tiempos de ciclo, que a los empleados no les rinde lo suficiente el tiempo utilizado en cada actividad, puesto que teóricamente cada uno de los procesos, debería durar como máximo 282 segundos (tiempo takt)

Tabla 19.
Condiciones requeridas para la ejecución del balanceo

Condiciones		
Producción requerida	135	metros
Jornada	8	horas
Eficiencia	80%	

Con la información conseguida a través del gráfico de balance y determinadas las nuevas condiciones de producción requeridas para la ejecución del balanceo, se prosiguió con su desarrollo. Para ello se tomó el tiempo estándar de cada tarea, conseguido en el estudio de tiempos, y así obtener las demás ecuaciones que conforman el balanceo.

Es importante acotar que la cantidad de operarios empleados en el balanceo corresponde a la cantidad actual de operarios, distribuidos en el área de confección de Maytes, puesto que la cantidad de operarios teóricos que la ecuación 5 sugería, excedía ampliamente a la realidad económica de la empresa. Otro aspecto a resaltar es la polivalencia de los empleados, en la

industria de la confección es muy importante que los operarios sean capaces realizar diversas tareas que sean requeridas.

Establecidos los operarios se prosigue a determinar las operaciones lentas mediante la ecuación 6, de esa manera se pueden apreciar los cuellos de botella presentes en la línea de confección. A continuación se determina la capacidad de la tarea a través de la ecuación 7 y la eficiencia con la ecuación 8.

El estudio inicial mostró que la eficiencia promedio de trabajo en la línea de confección es del 179%. En principio es un número bastante alto, pero lo que este dato realmente indica, es que el trabajo dentro de la línea de confección de pantalones puede ser redistribuido de manera que la carga laboral desarrollada por los operarios resulte más equitativa. Esto se observa en las tareas con eficiencias muy fluctuantes, de manera que con una reorganización en la carga de trabajo de los operarios, se espera equilibrar las deficiencias y disminuir el tiempo de las operaciones lentas.

Tabla 20.

Balanceo inicial

Proceso	Actividad	Tiempo estándar (horas)	Índice de Producción (1 metro)	# Teórico de operarios requeridos	# Teórico de operarios requeridos (acumulado)	# Real de operarios	Operación lenta	Capacidad metro/jornada	Eficiencia	
FABRICACIÓN PRETINA	Armar pretina	2.40E-03	16.875	0.050696693	0.050696693					
	Unir pieza pretina y asentar	9.44E-03	16.875	0.199022339	0.249719032					
	Unir marquilla con talla en la pretina	9.34E-03	16.875	0.197031826	0.446750858					
	Unir pretina	6.51E-03	16.875	0.137240156	0.583991014					
	Planchar pretina	3.19E-03	16.875	0.067241169	0.651232183	2	4.74E-02	3.38E+02	13.92%	
FABRICACIÓN PASADORES	Ensamble pasadores	1.03E-03	16.875	0.021626581	0.672858764					
	Cortar pasadores	3.89E-04	16.875	0.008196284	0.681055049	1	2.08E-03	3.85E+03	317.89%	
FABRICACIÓN ALETILLA	Filetear aletilla	6.52E-04	16.875	0.013755116	0.694810165					
	Pegar cierre	1.15E-03	16.875	0.024209859	0.719020024	1	2.50E-03	3.20E+03	263.64%	
FABRICACIÓN ALETILLÓN	Filetar aletillón	1.16E-03	16.875	0.024489563	0.743509587					
	Prehormar	7.91E-04	16.875	0.016676163	0.76018575					
PREPARACIÓN DELANTERO	Asentar vista	1.21E-03	16.875	0.025552913	0.785738662					
	Unir falso	1.16E-03	16.875	0.024499005	0.810237668					
	Voltear falso de bolsillo y aplanchar	4.57E-03	16.875	0.096317051	0.906554718					
	Estabilizar falso boca de bolsillo en vista	2.66E-03	16.875	0.056091075	0.962645793	3	1.08E-02	2.22E+03	61.15%	
	Pegar contra falso en boca	5.29E-04	16.875	0.011153696	0.973799489					
CONFECCIÓN DELANTERO	Asentar contra falso de boca en vista	4.66E-04	16.875	0.009828032	0.983627521					
	Filetear vistas delanteras	6.66E-05	16.875	0.001405124	0.985032645					
	Filetear delantero derecho	4.99E-04	16.875	0.010524918	0.995557563					
	Pegar y asentar aletilla	2.72E-04	16.875	0.005736014	1.001293577					
	Unir delantero	4.05E-04	16.875	0.008539313	1.00983289					
	Embonar delantero	2.05E-04	16.875	0.00432921	1.0141621					
	Atracar delantero	9.38E-05	16.875	0.001979356	1.016141456					
	Hacer segunda costura en boca	4.57E-04	16.875	0.009630435	1.02577189	4	2.92E-03	1.10E+04	226.20%	
CONFECCIÓN POSTERIOR	Hacer pinzas por dos	4.56E-04	16.875	0.009671044	1.035392934					
	Encotillar	3.42E-04	16.875	0.007217774	1.042610708					
	Cerrar tiro trasero	1.92E-04	16.875	0.00405695	1.046667659	2	1.37E-02	1.17E+03	48.06%	
ENSAMBLE	Igualar cierres	3.19E-04	16.875	0.006737576	1.053405235					
	Cerrar entrepierna	4.73E-04	16.875	0.009969438	1.063374672					
	Cerrar costados	8.60E-04	16.875	0.018139113	1.081513785					
	Asentar costados	1.09E-03	16.875	0.022994659	1.104508445					
	Hacer bota	9.66E-04	16.875	0.020366177	1.124874621					
	Pegar pretina	1.06E-03	16.875	0.022389489	1.14726411					
	Poner pasadores	6.90E-04	16.875	0.014557586	1.161821696					
	Asentar superior pretina	5.08E-04	16.875	0.010715792	1.172537487					
	Hacer puntas	7.87E-04	16.875	0.016593083	1.189130571					
	Descargar y voltear puntas	4.57E-04	16.875	0.009640796	1.198771367					
	Asentar pretina superior y puntas	1.39E-03	16.875	0.029244913	1.22801628					
	Atracar pasadores por cinco y tiro	8.48E-04	16.875	0.01789038	1.245906659					
	Hacer ojales por dos	3.28E-04	16.875	0.006925818	1.252832477	8	7.80E-03	8.20E+03	84.59%	
		Total tiempo estándar	5.94E-02			# Total operarios	9			179.76%

En el balanceo propuesto se redistribuyó la cantidad de operarios existentes en cada proceso de la confección, lo que permitió disminuir el tiempo en las operaciones lentas y por ende regular la eficiencia total promedio a un 88%.

Tabla 21.

Balanceo Propuesto

Proceso	Actividad	Tiempo estándar (horas)	Índice de Producción (1 metro)	# Teórico de operarios requeridos	# Teórico de operarios requeridos (acumulado)	# Real de operarios	Operación lenta	Capacidad metro/jornada	Eficiencia
FABRICACIÓN PRETINA	Armar pretina	2.40E-03	16.875	0.050696693	0.050696693				
	Unir pieza pretina y asentar	9.44E-03	16.875	0.199022339	0.249719032				
	Unir marquilla con talla en la pretina	9.34E-03	16.875	0.197031826	0.446750858				
	Unir pretina	6.51E-03	16.875	0.137240156	0.583991014				
	Planchar pretina	3.19E-03	16.875	0.067241169	0.651232183	2	1.54E-02	1.04E+03	42.75%
FABRICACIÓN PASADORES	Ensamble pasadores	1.03E-03	16.875	0.021626581	0.672858764				
	Cortar pasadores	3.89E-04	16.875	0.008196284	0.681055049	2	1.61E-02	9.91E+02	40.88%
FABRICACIÓN ALETILLA	Filetear aletilla	6.52E-04	16.875	0.013755116	0.694810165				
	Pegar cierre	1.15E-03	16.875	0.024209859	0.719020024	2	1.70E-02	9.39E+02	38.72%
FABRICACIÓN ALETILLÓN	Filetar aletillón	1.16E-03	16.875	0.024489563	0.743509587	2	1.76E-02	9.08E+02	37.45%
PREPARACIÓN DELANTERO	Prehormar	7.91E-04	16.875	0.016676163	0.76018575				
	Asentar vista	1.21E-03	16.875	0.025552913	0.785738662				
	Unir fako	1.16E-03	16.875	0.024499005	0.810237668				
	Voltear fako de bokillo y aplanchar	4.57E-03	16.875	0.096317051	0.906554718				
	Estabilizar fako boca de bokillo en vista	2.66E-03	16.875	0.056091075	0.962645793	3	1.08E-02	2.22E+03	61.15%
	Pegar contra falso en boca	5.29E-04	16.875	0.011153696	0.973799489				
CONFECCIÓN DELANTERO	Asentar contra falso de boca en vista	4.66E-04	16.875	0.009828032	0.983627521				
	Filetear vistas delanteras	6.66E-05	16.875	0.001405124	0.985032645				
	Filetear delantero derecho	4.99E-04	16.875	0.010524918	0.995557563				
	Pegar y asentar aletilla	2.72E-04	16.875	0.005736014	1.001293577				
	Unir delantero	4.05E-04	16.875	0.008539313	1.00983289				
	Embonar delantero	2.05E-04	16.875	0.00432921	1.0141621				
	Atracar delantero	9.38E-05	16.875	0.001979356	1.016141456				
	Hacer segunda costura en boca	4.57E-04	16.875	0.009630435	1.025771189	4	2.92E-03	1.10E+04	226.20%
CONFECCIÓN POSTERIOR	Hacer pinzas por dos	4.56E-04	16.875	0.009621044	1.035392934				
	Encotillar	3.42E-04	16.875	0.007217774	1.042610708				
	Cerrar tiro trasero	1.92E-04	16.875	0.00405695	1.046667659	3	3.81E-03	6.31E+03	173.41%
ENSAMBLE	Igualar cierres	3.19E-04	16.875	0.006737576	1.053405235				
	Cerrar entrepierna	4.73E-04	16.875	0.009969438	1.063374672				
	Cerrar costados	8.60E-04	16.875	0.018139113	1.081513785				
	Asentar costados	1.09E-03	16.875	0.022994659	1.104508445				
	Hacer bota	9.66E-04	16.875	0.020366177	1.124874621				
	Pegar pretina	1.06E-03	16.875	0.022389489	1.14726411				
	Poner pasadores	6.90E-04	16.875	0.014557586	1.161821696				
	Asentar superior pretina	5.08E-04	16.875	0.010715792	1.172537487				
	Hacer puntas	7.87E-04	16.875	0.016593083	1.189130571				
	Descargar y voltear puntas	4.57E-04	16.875	0.009640796	1.198771367				
	Asentar pretina superior y puntas	1.39E-03	16.875	0.029244913	1.22801628				
	Atracar pasadores por cinco y tiro	8.48E-04	16.875	0.01789038	1.245906659				
	Hacer ojales por dos	3.28E-04	16.875	0.006925818	1.252832477	7	7.80E-03	7.18E+03	84.59%
		Total tiempo estándar	5.94E-02			# Total operarios	9		

En cuanto al proceso de confección del posterior, el balanceo propuesto, logró disminuir el tiempo de la operación lenta en dicho proceso lo que significó un incremento substancial en su eficiencia. Esto se consiguió al incorporar un operario más en el proceso, de 2 a 3.

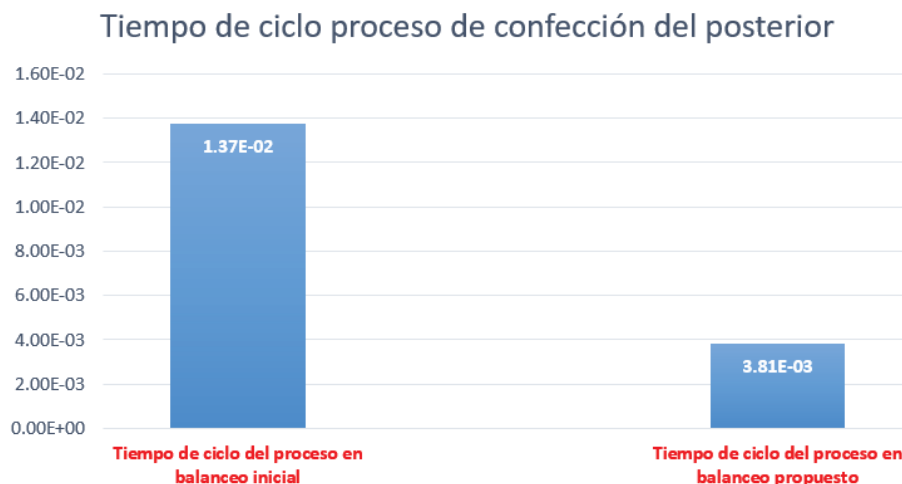


Figura 42. Relación tiempo de ciclo del proceso, confección del posterior en el balanceo inicial vs balanceo propuesto

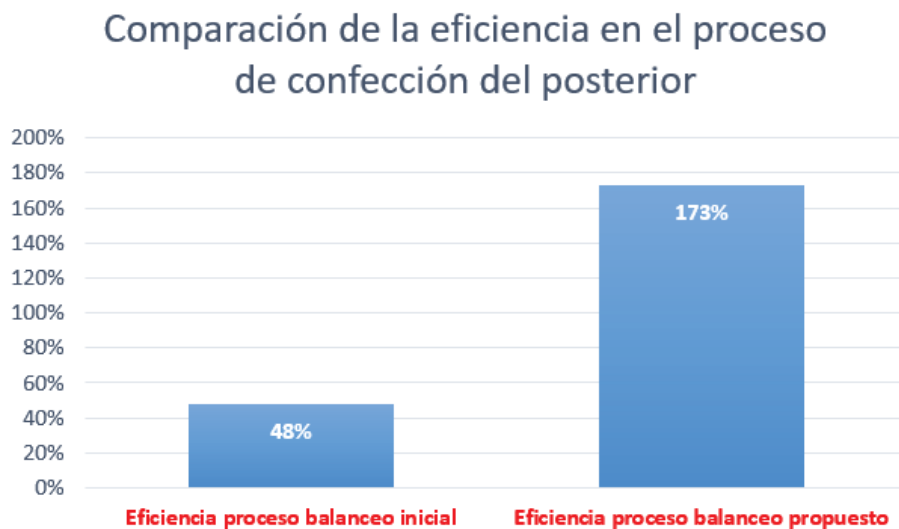


Figura 43. Relación eficiencia proceso de confección del posterior balanceo inicial vs balanceo propuesto

Finalmente, una vez más se realizó el gráfico de balance, bajo las nuevas condiciones de producción y empleando los resultados del balanceo, se determinó un nuevo tiempo Takt y nuevos tiempos de ciclo que se sitúan por debajo de la velocidad de la demanda.

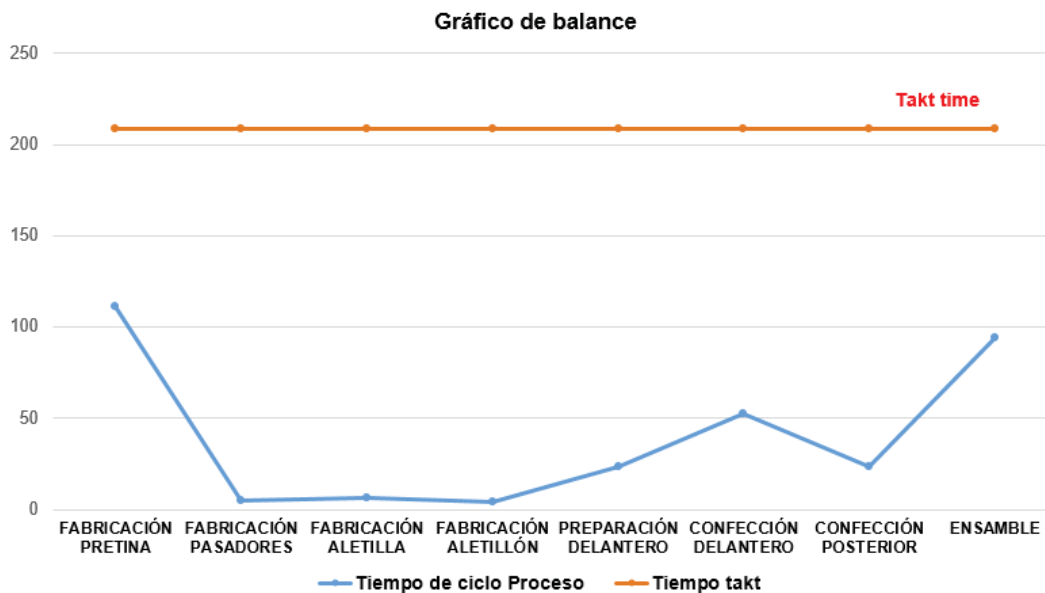


Figura 44. Gráfico de balance posterior al balanceo de la línea de confección

En este caso, el tiempo Takt es de 209 segundos (ver anexo 17), también se puede observar que los tiempos de ciclo de cada proceso son menores al tiempo Takt.

5.2 Simulación propuesta proceso de confección del posterior

La simulación del proceso de confección del posterior se elaboró a partir del modelo actual en la línea de confección de pantalones de Mayes. Como lo sugiere el balanceo de línea propuesto, se reorganizó el número de operarios presentes en el proceso, pasando de 2 a 3, con el fin de agilizar y descongestionar el mismo, toda vez que en el balanceo se demostró que el tiempo de operación lenta en ese proceso, generaba un cuello de botella.

La reconfiguración de los tiempos de las tareas, así como la incorporación de un operario más en el proceso, se fundamenta en el estudio de tiempos y el balanceo de la línea.

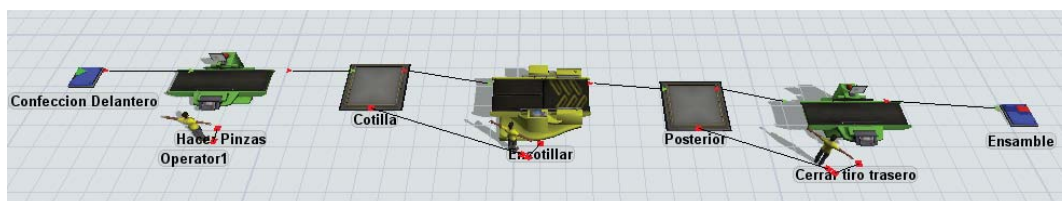


Figura 45. Simulación proceso de confección del posterior propuesto

Los resultados obtenidos por medio de la simulación fueron los siguientes:

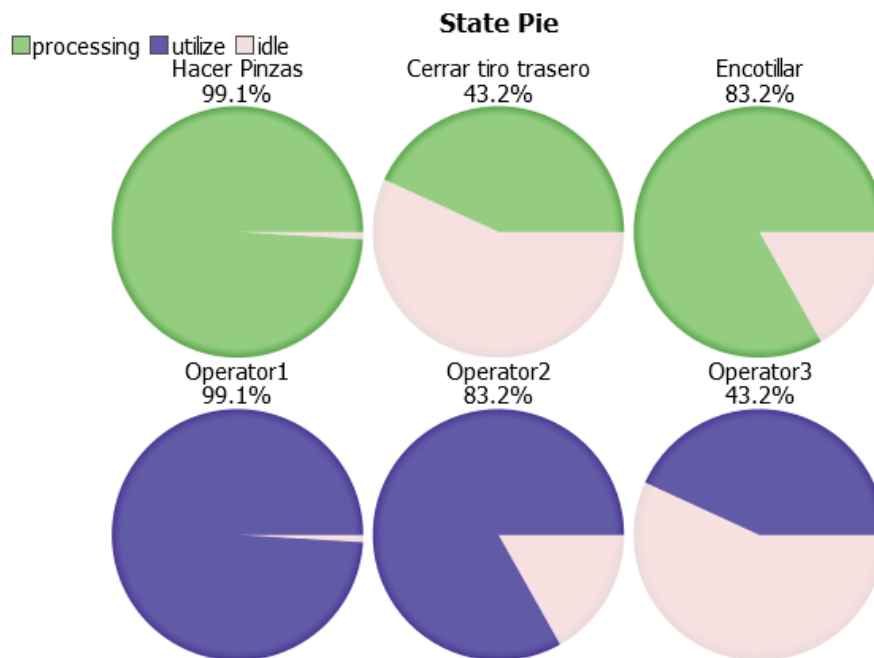


Figura 46. Resultados simulación proceso de confección del posterior propuesto

Los datos indican que con los cambios implementados, aumentará el procesamiento, la eficiencia y por otro lado disminuirán los tiempos de espera que originan las paras en la línea de confección.

5.3 Análisis de gráfico de Spaghetti

Con la reorganización de las diferentes áreas que integran el proceso de confección, se lograría disminuir en 10.7 metros el recorrido total en toda la línea por cada ciclo, lo que representa una reducción en la distancia del transporte del pantalón de un 30.31%.

Área	Punto	Ruta		Distancia (m)
Fabricación Pretina	A	A	B	3.1
Fabricación Pasadores	B	B	C	3
Fabricación Aletilla	C	C	D	1.5
Fabricación Aletillón	D	D	E	3.6
Preparación Delantero	E	E	F	7.3
Confección Delantero	F	F	G	4.1
Confección Delantero	G	G	H	2.7
Confección Posterior	H	H	I	7
Ensamble	I	I	J	3
Ensamble	J	Distancia Total Actual		35.3

Ruta		Distancia (m)
A	B	2.3
B	C	2.3
C	D	2
D	E	2.9
E	F	3
F	G	2.4
G	H	2.4
H	I	3.5
I	J	3.8
Distancia Total Propuesta		24.6

Figura 47. Rutas y distancias actuales vs propuesta

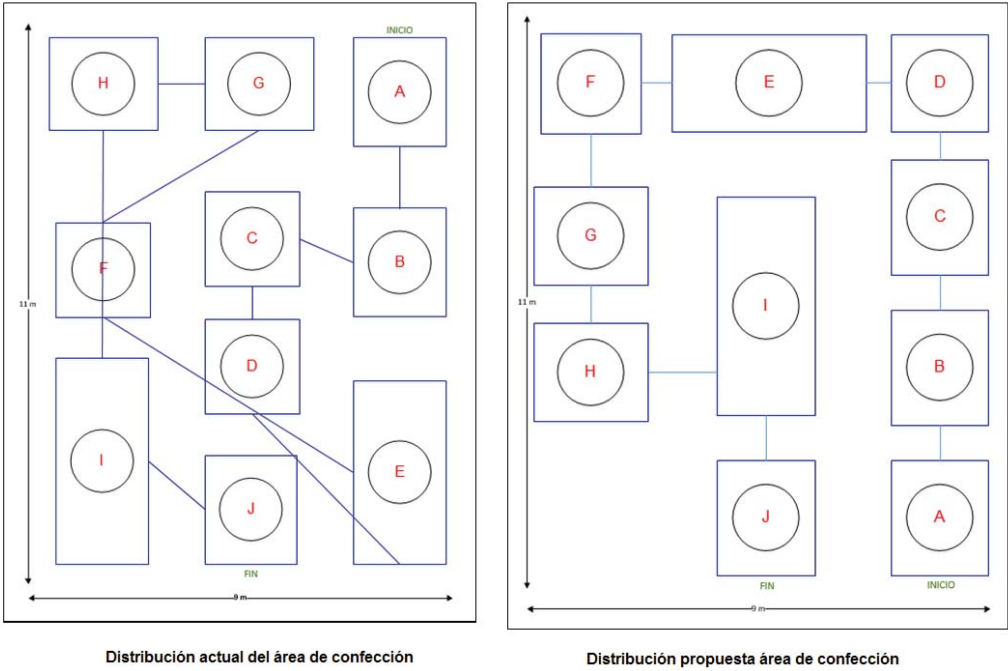


Figura 48. Distribución actual área confección vs propuesta

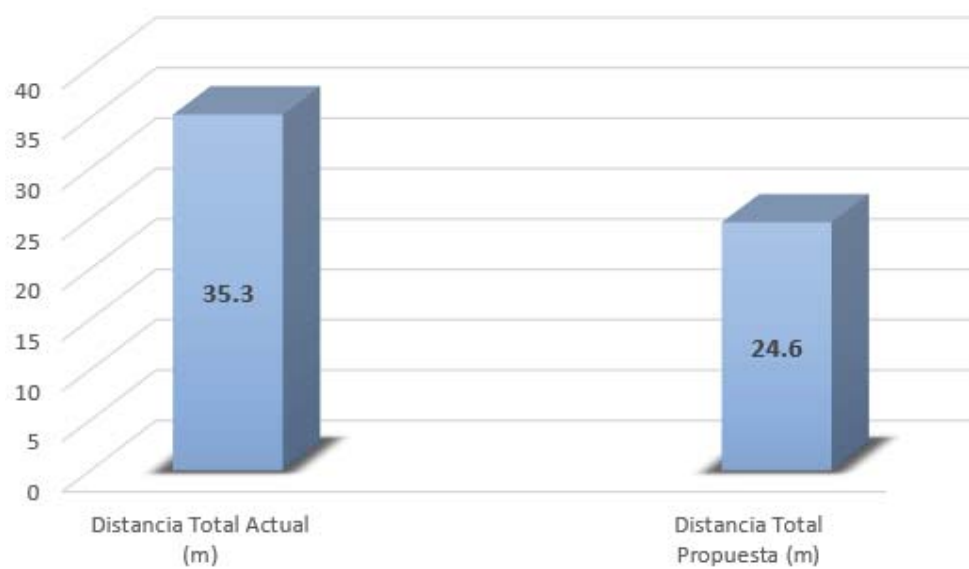


Figura 49. Distancia actual recorrida por el producto vs distancia propuesta.

6. Análisis Económico

6.1 Ahorro

Considerando el aspecto económico, la propuesta de mejora resulta bastante atractiva y rentable, lo cual demuestra que no se requiere de una gran inversión para su implementación y por el contrario, genera ahorros económicos.

La propuesta se fundamenta en un análisis de la situación del área de confección. La información recopilada y los estudios realizados a lo largo del presente proyecto, documentó que no se requiere contratar personal adicional, para mejorar e incrementar su producción.

El balanceo de la línea de confección, indicó que el número de operarios (9) en el área de confección se mantiene, lo que significa que con el personal actual en la línea, es factible disminuir tiempos, balancear la eficiencia, redistribuir a los operarios sin la necesidad de requerir mayor cantidad de personal, esta última acción, implicaría un aumento de los costos operativos.

El gráfico de spaghetti, propone una reorganización en la distribución de las áreas productivas dentro de la línea de confección. Con dicha redistribución se evita que el flujo de la producción sea no lineal como es actualmente. En cambio con la ruta planteada, se reorganiza de manera que el flujo de transporte sea directo dentro del área de confección y no se cruce con las distintas rutas que se emplean en la confección de pantalones.

6.2 Beneficio Económico

Con la aplicación de la propuesta de mejora, se proyecta incrementar su producción inicial de 100 pantalones diarios, a 135, lo que representaría un aumento mensual de la producción de 2.200 a 2.970.

Por consiguiente, se puede afirmar que la implementación de este proyecto, al reducir los tiempos, disminuir los movimientos por transporte, redistribuir la carga laboral y emplear el mismo número de operarios con igual jornada diaria de trabajo, efectivamente, acrecienta la productividad en Industrias de Confecciones Maytes.

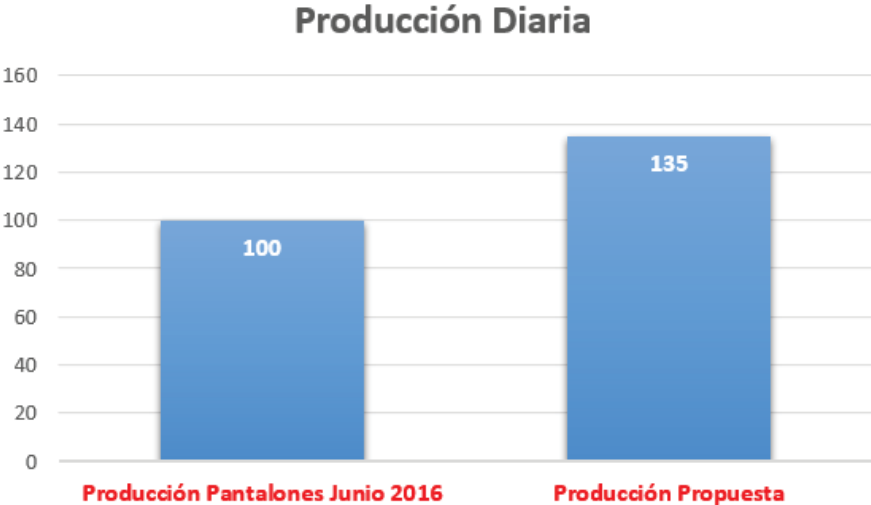


Figura 50. Relación aumento de la producción diaria.

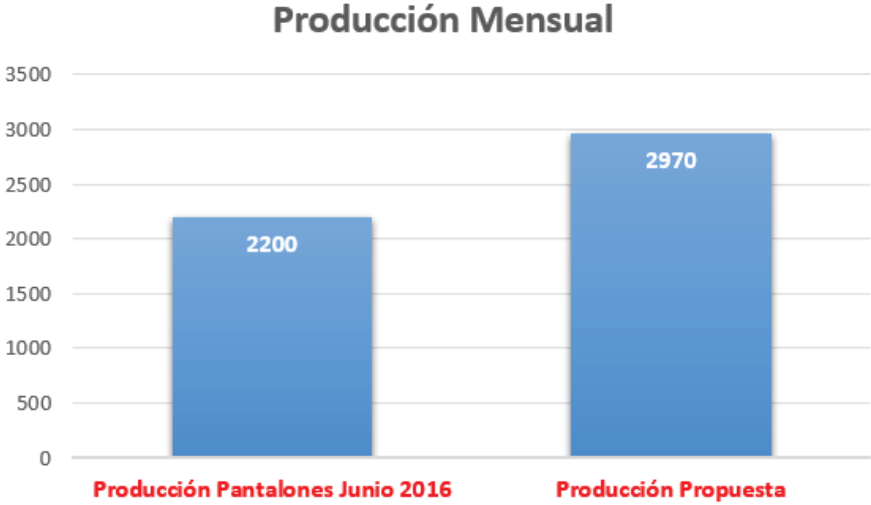


Figura 51. Relación aumento de la producción mensual.

A continuación, se detalla, el cálculo del beneficio económico que representaría la implementación de este proyecto, comparando las utilidades actuales frente a las utilidades futuras.

Tabla 22.
Cálculo utilidades actuales

	Pantalones Producidos en planta	Precio de venta clientes de cadena	Total
Facturación a RM	2200	\$18.01	\$39,626.40
Costos real de producción	2200	\$16.80	\$36,960.00
Utilidad			\$2,666.40
	Pantalones en Maquila	PVP	
Facturación locales propios	1000	\$35.00	\$35,000.00
Costo Maquiliar	1000	\$14.80	\$14,800.00
Utilidad			\$20,200.00
		Total Facturación	\$74,626.40
		Total costo real producción/maquila	\$51,760.00
		Costos operativo mensual	\$19,110.00
		Utilidad Mensual	\$3,756.40

Tabla 23.
Cálculo utilidades futuras

	Pantalones Producidos en planta	Precio de venta clientes de cadena	Total
Facturación RM	2970	\$18.01	\$53,495.64
Costos real de producción	2970	\$16.80	\$49,896.00
Utilidad			\$3,599.64
	Pantalones en Maquila	PVP	
Facturación locales propios	1000	\$35.00	\$35,000.00
Costo Maquiliar	1000	\$14.80	\$14,800.00
Utilidad			\$20,200.00
		Total Facturación	\$88,495.64
		Total costo real producción/maquila	\$64,696.00
		Costos operativo mensual	\$19,110.00
		Utilidad Mensual	\$4,689.64

Las operaciones matemáticas, reflejan de manera global, como el aumento de la producción genera una disminución en el costo de mano de obra, ya que al aumentar la producción, manteniendo los mismos costos y misma jornada, se estaría confeccionando en mayor cantidad, con el mismo gasto de recursos operativos.

Por último, partiendo de la información planteada, Maytes obtendría un aumento del 24.84% en su utilidad mensual, es decir de \$ 3,756.40 a \$ 4,689.64

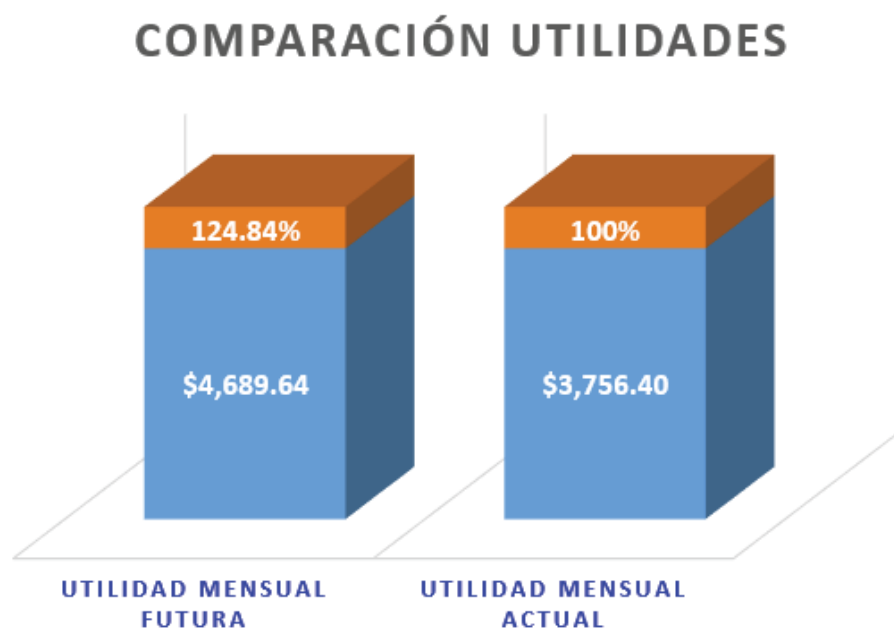


Figura 52. Relación utilidades actuales vs propuesta

7. Conclusiones y Recomendaciones

7.1 Conclusiones

El levantamiento y estudio del proceso de confección de pantalones en Industrias de confecciones Maytes, permitió buscar, analizar y encontrar oportunidades de mejora a través del balanceo de línea y la redistribución de las diferentes áreas de producción, operaciones que generan un incremento de la productividad en la empresa.

Por medio del estudio de tiempos, se cronometró todas las tareas que componen el proceso de confección de pantalones, se determinó el tiempo estándar del pantalón Nena en 0.059 (horas/metro) que en definitiva permitió calcular la producción teórica por jornada, 135 metros o su equivalente unitario, 132 pantalones.

El balanceo de línea en el proceso de confección, determinó que la eficiencia total promedio de la línea de confección es del 179%, lo que indica que existe un desbalanceo en la carga laboral a lo largo de toda la línea.

A la par, el balanceo actual reveló el tiempo de las operaciones lentas, las cuales generan cuellos de botella. A través de la redistribución de los operarios, las eficiencias se equilibraron en un 88% y se disminuyeron los tiempos lentos de los procesos, que en el caso específico del proceso de confección del posterior, se incorporó 1 operario más, lo que bajo el tiempo de la operación de $1.37E-02$ a $3.81E-03$ horas, como se señala en el balanceo propuesto.

Con la ayuda del gráfico de Spaghetti, se reorganizó la disposición de las áreas de trabajo en el proceso de confección, con esto se logró una disminución del 30.31% en la trayectoria del pantalón a lo largo de la planta, optimizando el flujo de la producción y reduciendo los movimientos por transporte a los operarios.

El análisis económico de la propuesta de mejora, demostró las ventajas económicas y ahorros que esta representa. En primer lugar la propuesta no origina un gasto económico adicional, ya que las mejoras no requieren de un desembolso monetario, y por otro lado, el incremento de la producción en un 35%, aumentaría las utilidades mensuales de la empresa en \$ 933.24.

7.2 Recomendaciones

Introducir mediante talleres, a todos quienes conforman la empresa Maytes, en la cultura de gestión por procesos, en la que se priorice y valore la proactividad de los operarios en sus actividades diarias.

Calificar a los proveedores de manera más exhaustiva, tomando como referencias, la puntualidad de entrega de los pedidos, variedad de la materia prima, calidad, relación costo beneficio y eficiencia de los servicios prestados, de manera que se seleccionen a los proveedores más idóneos, lo que evitará en gran medida inconvenientes y contratiempos que actualmente se presentan con ciertos proveedores y prestadores de servicios.

Implementar la metodología de las 5 S en todas las áreas que conforman a la organización, de manera que cada empleado mantenga su puesto de trabajo funcional, ordenado, agradable y seguro. Todo con el fin de que exista calidad en todos los procesos y disciplina de quienes conforman Industrias de Confecciones Maytes.

Al momento de la contratación de nuevo personal evaluar de manera efectiva a los posibles empleados, y así contratar personal idóneo, que cuente con una gran habilidad y experiencia, muy necesarias en la industria de la confección.

Elaborar la descripción detallada de los puestos de trabajo en todas las áreas de la empresa, de manera que se guíe y se describa detalladamente las tareas específicas que cada empleado debe ejecutar en el cumplimiento de los objetivos esperados por la empresa.

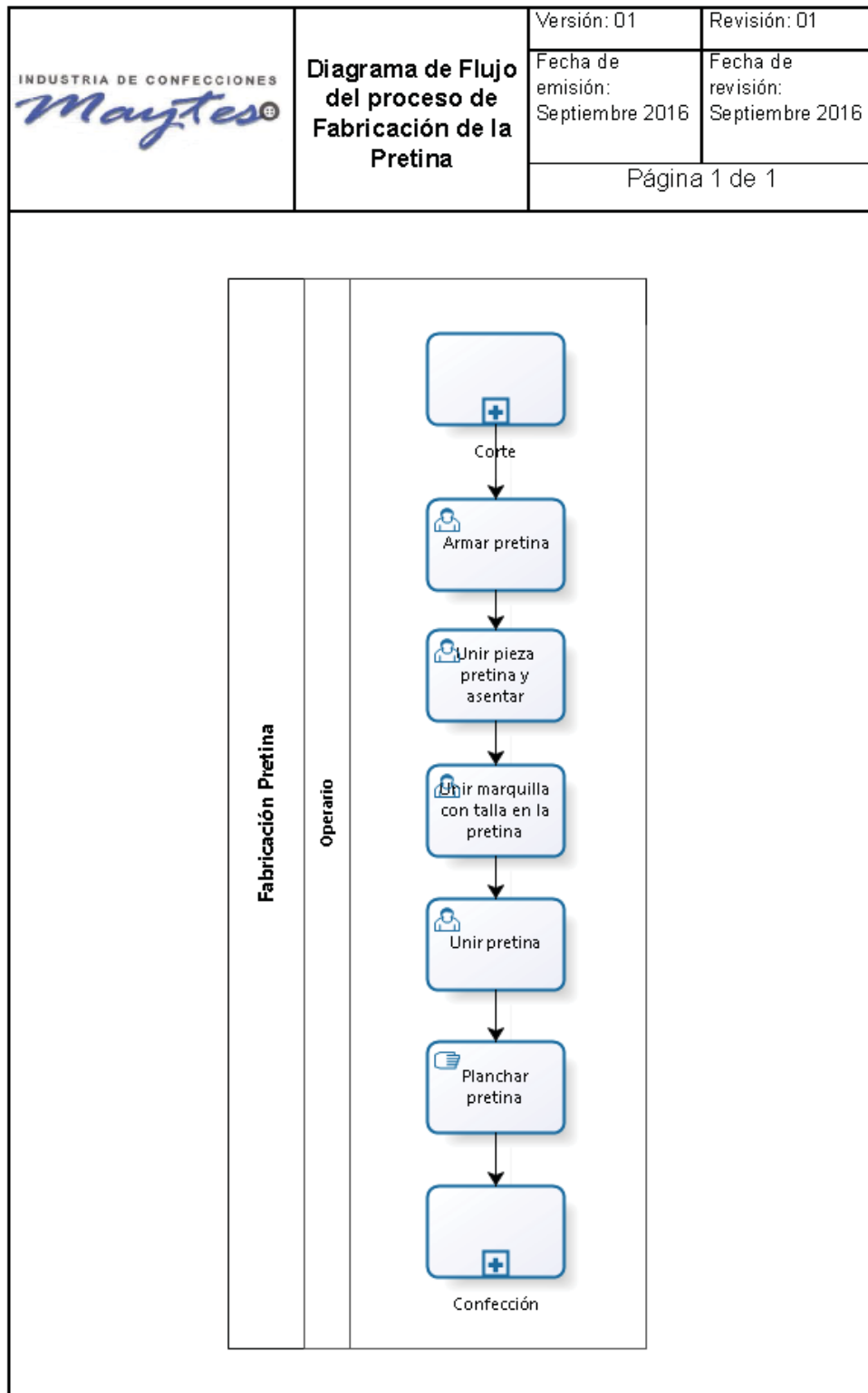
Referencias

- Asociación de Industriales Textiles del Ecuador. (2016). *Industria Textil*. Recuperado el 18 de junio de 2016 de: <http://www.aite.com.ec/industria-textil.html>.
- Casadiego, R. (2013). *Guía de Usuario para el modelamiento y análisis con el Software Flexsim*. 1 Edición. Colombia. Universidad Francisco de Paula Santander.
- Díaz, C. (2014). *Ingeniería de Métodos*. 1 Edición. Perú. Universidad Continental.
- Evans, J. Lindsay, W. (2008). *Administración y control de la calidad*. 7 Edición. México. Cengage Learning.
- Freund, J. Rücker, B. Hitpass, B. (2014). *BPMN 2.0 Manual de Referencia y Guía Práctica*. 4 Edición. Chile. BPMCenter.
- García, R. (2005). *Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. 2 Edición. México. McGraw Hill.
- Gutiérrez, H. (2010). *Calidad total y Productividad*. 3 Edición. México. McGraw Hill.
- Gutiérrez, H. De la Vara, R. (2009). *Control estadístico de calidad y seis sigma*. 2 Edición. México. McGraw Hill.
- Icontec. (2015). *ISO 9000-2015*. Colombia. Icontec Internacional.
- Junta de Castilla y León. (2004). *Trabajando con los Procesos: Guía para la Gestión por Procesos*. España. Junta de Castilla y León.
- Kanawaty, G. (1996). *Introducción al estudio del trabajo*. Suiza. OIT
- Lean Six Sigma Institute. (2014). *Certificación Lean Six Sigma Yellow Belt para la excelencia en los negocios*. 1 Edición. España. Marge Books.
- Meyers, F. (2000). *Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil*. 2 Edición. México. Pearson Education.

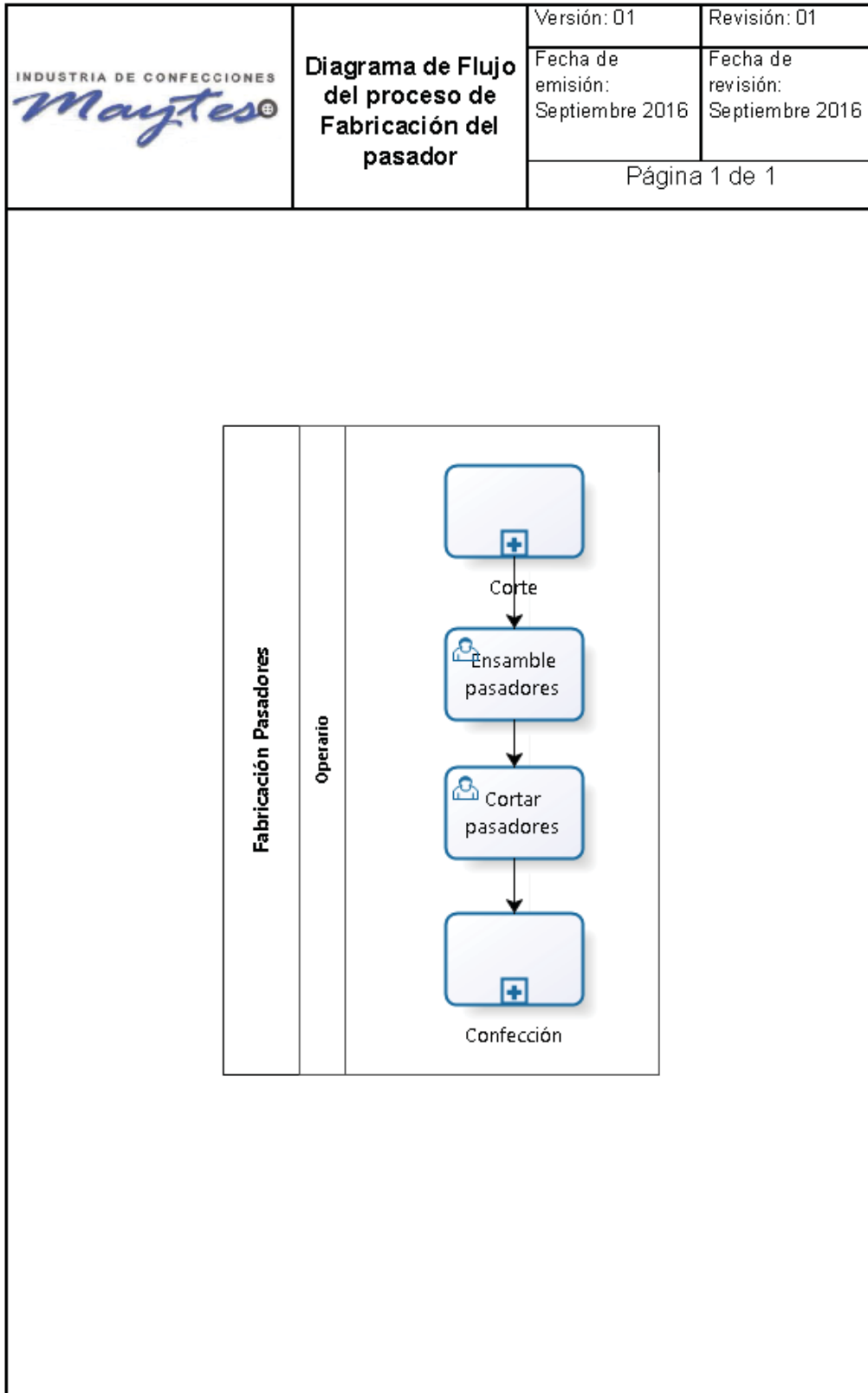
- Niebel, B. Freivalds, A. (2009). *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. 12 Edición. México. McGraw Hill.
- Noguez, V. (2015). *ISO 9001:2015. El Futuro de la Calidad*. 1 Edición. México. ISOTools Excellence.
- Pérez, J. (2012). *Gestión por procesos*. 5 Edición. España. Esic Editorial.
- Pyzdek, T. (2003). *The Six Sigma Handbook*. 2 Edición. Estados Unidos. McGraw Hill.
- Revista Vistazo. (2016). El sector textil en cifras. Recuperado el 18 de junio de 2016 de: <http://vistazo.com/seccion/pais/el-sector-textil-en-cifras>
- Socconini, L. (2014). *Lean Company: Más allá de la manufactura*. 1 Edición. México. Norma.

ANEXOS

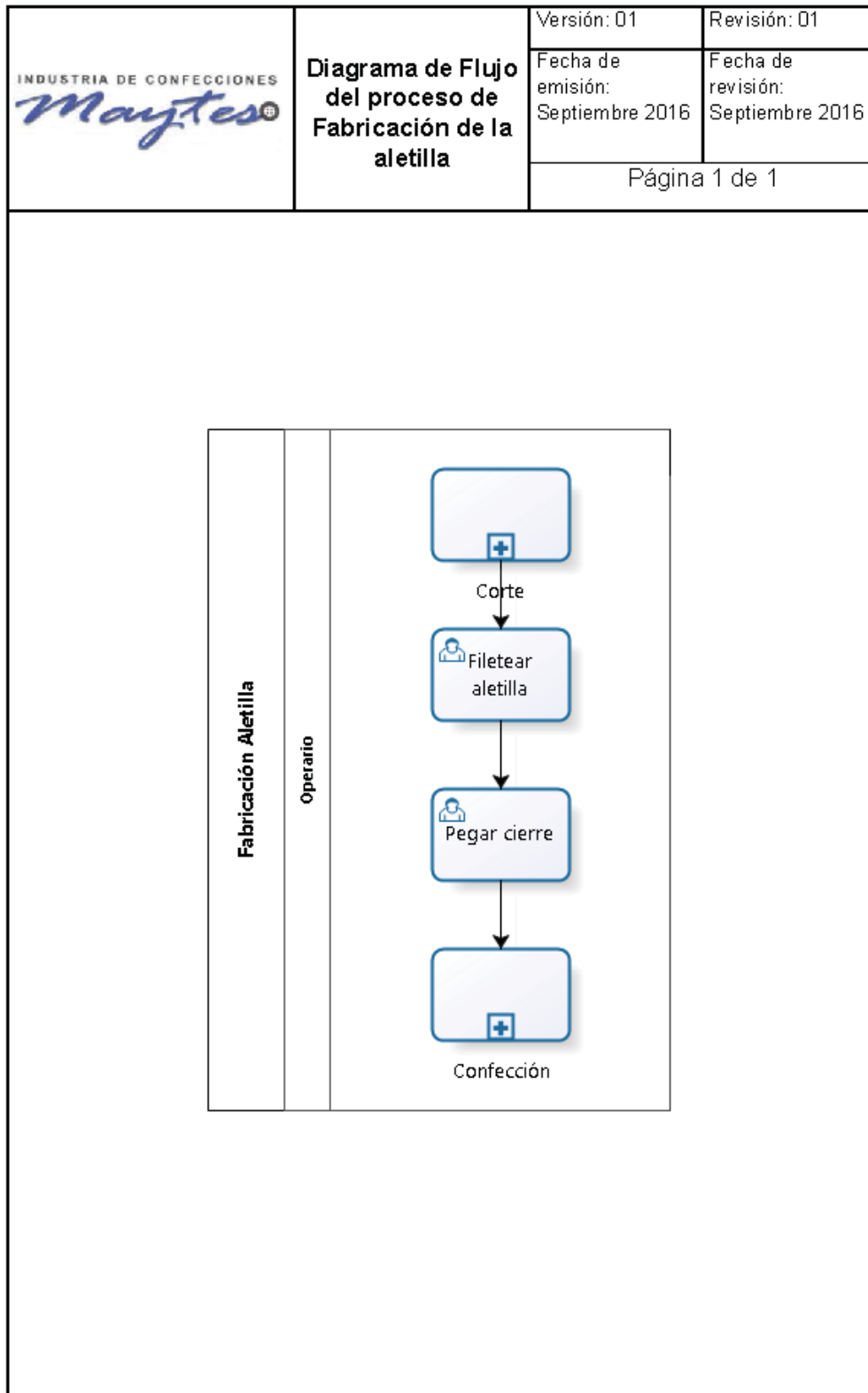
Anexo 1



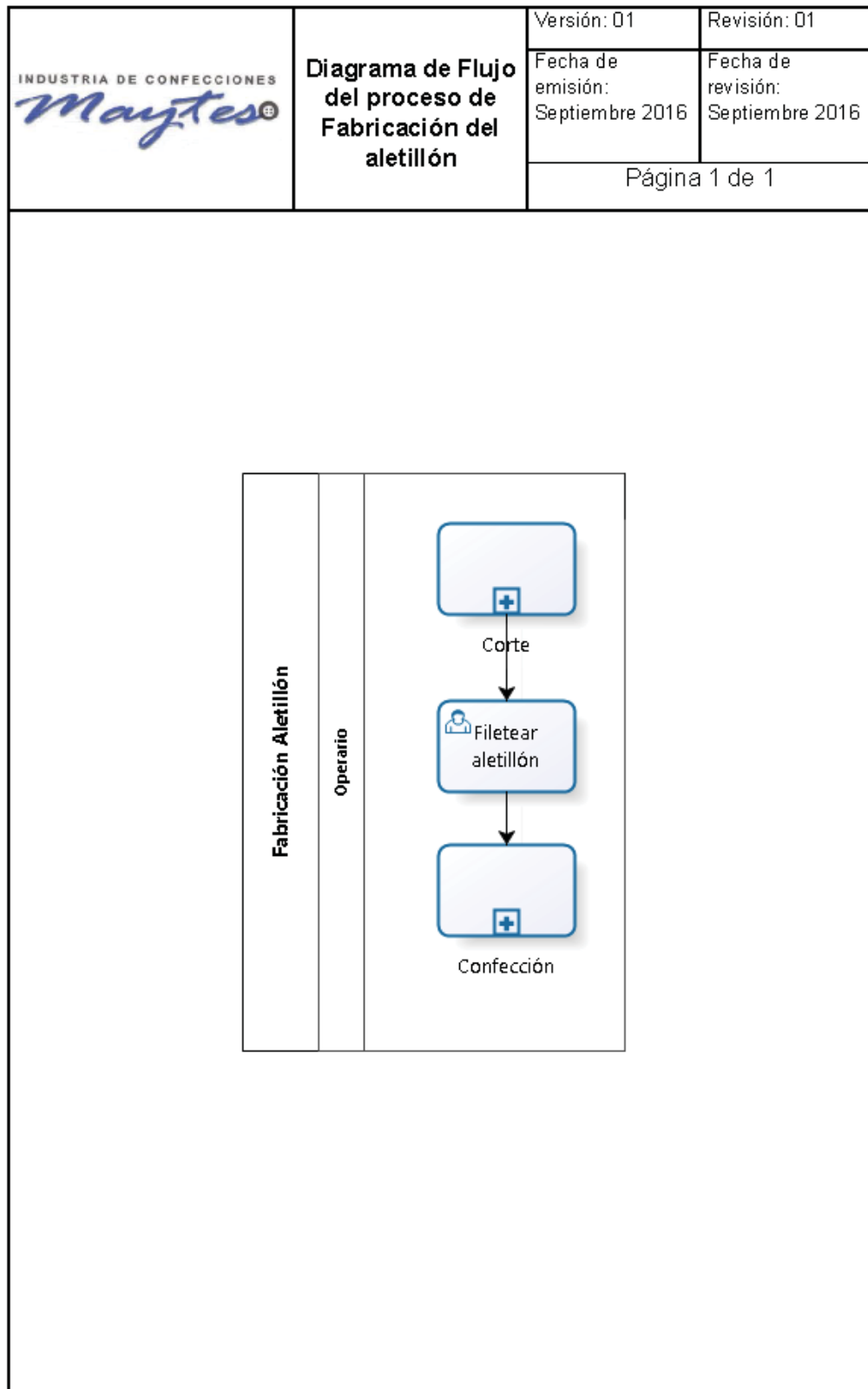
Anexo 2



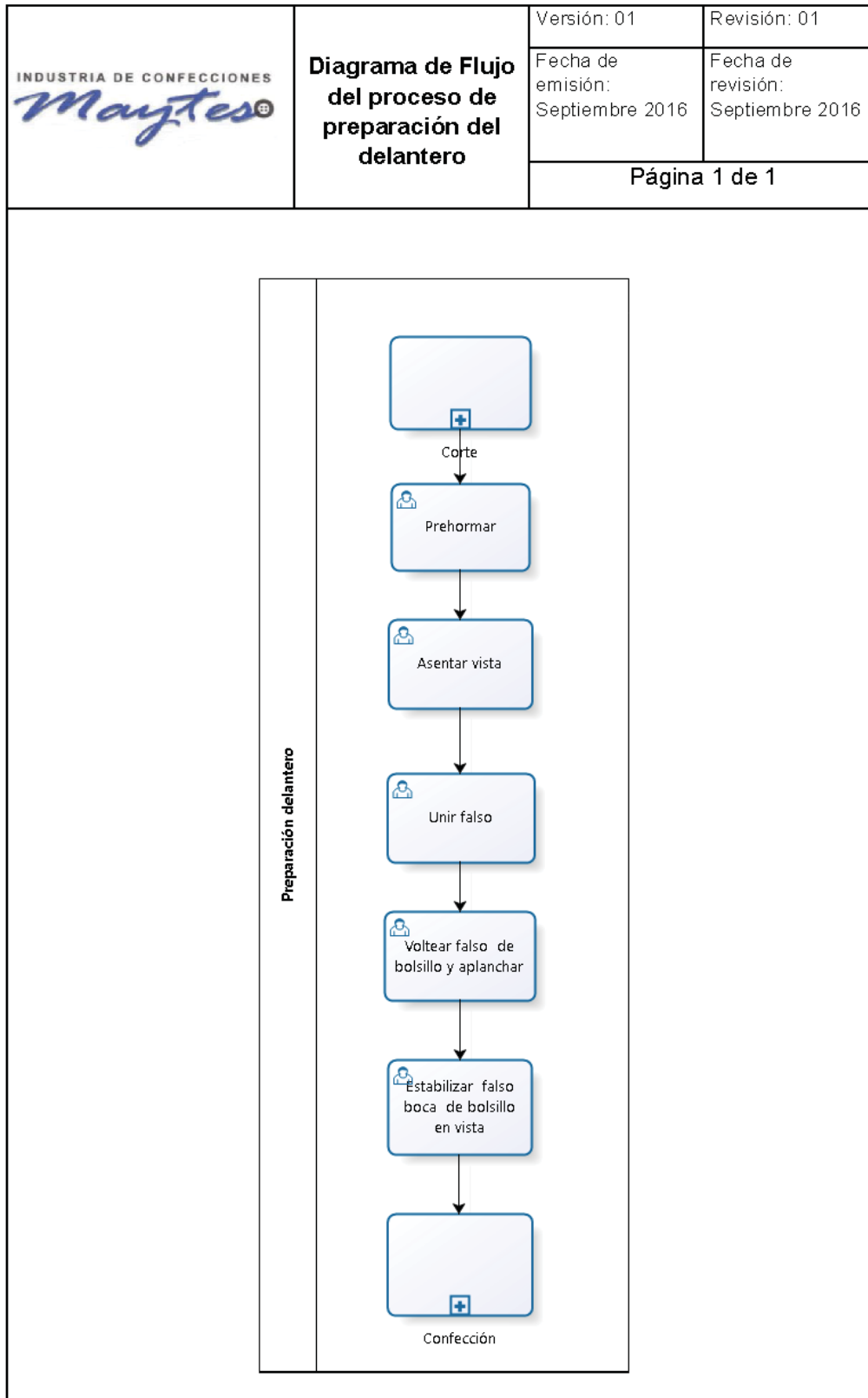
Anexo 3



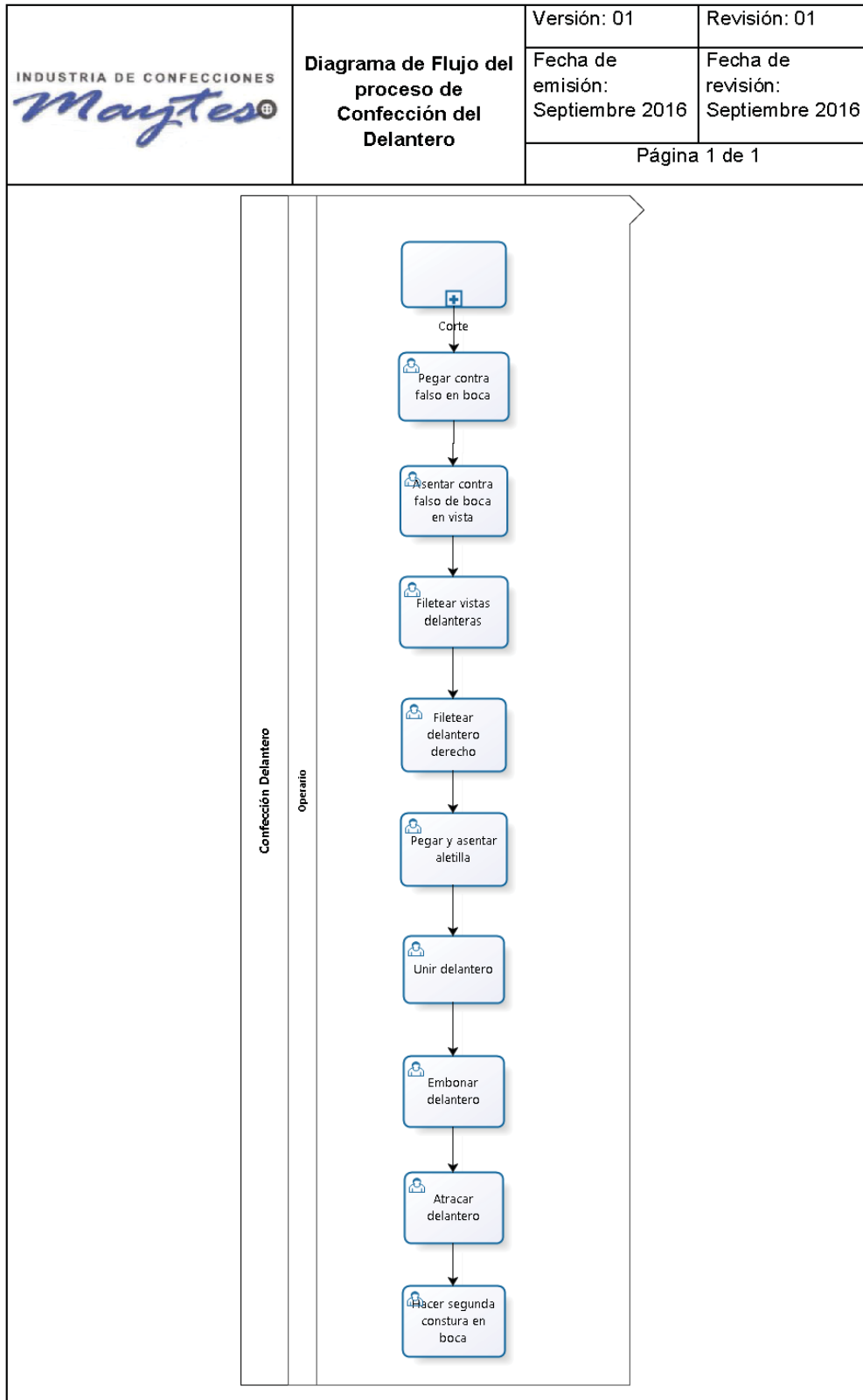
Anexo 4



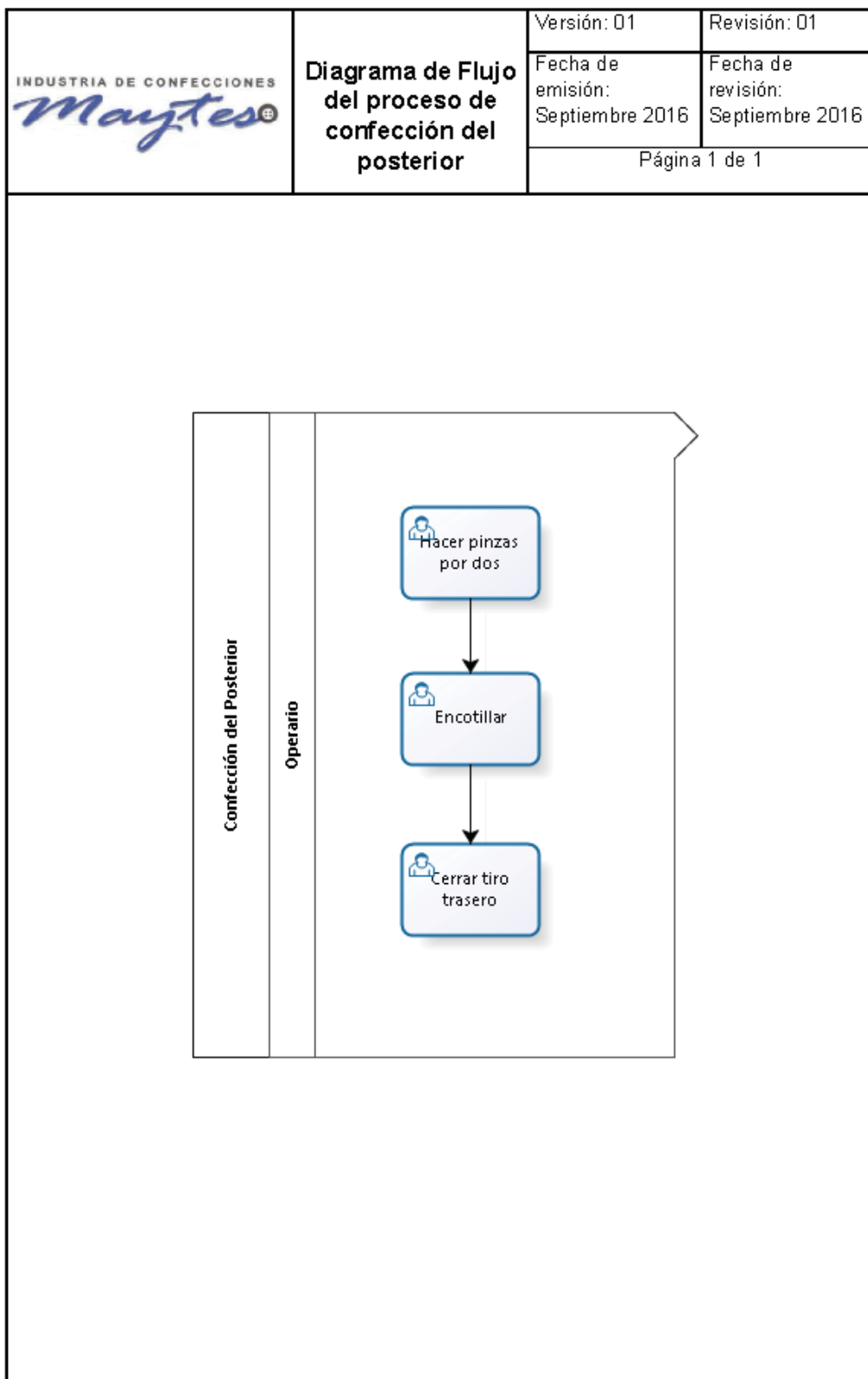
Anexo 5



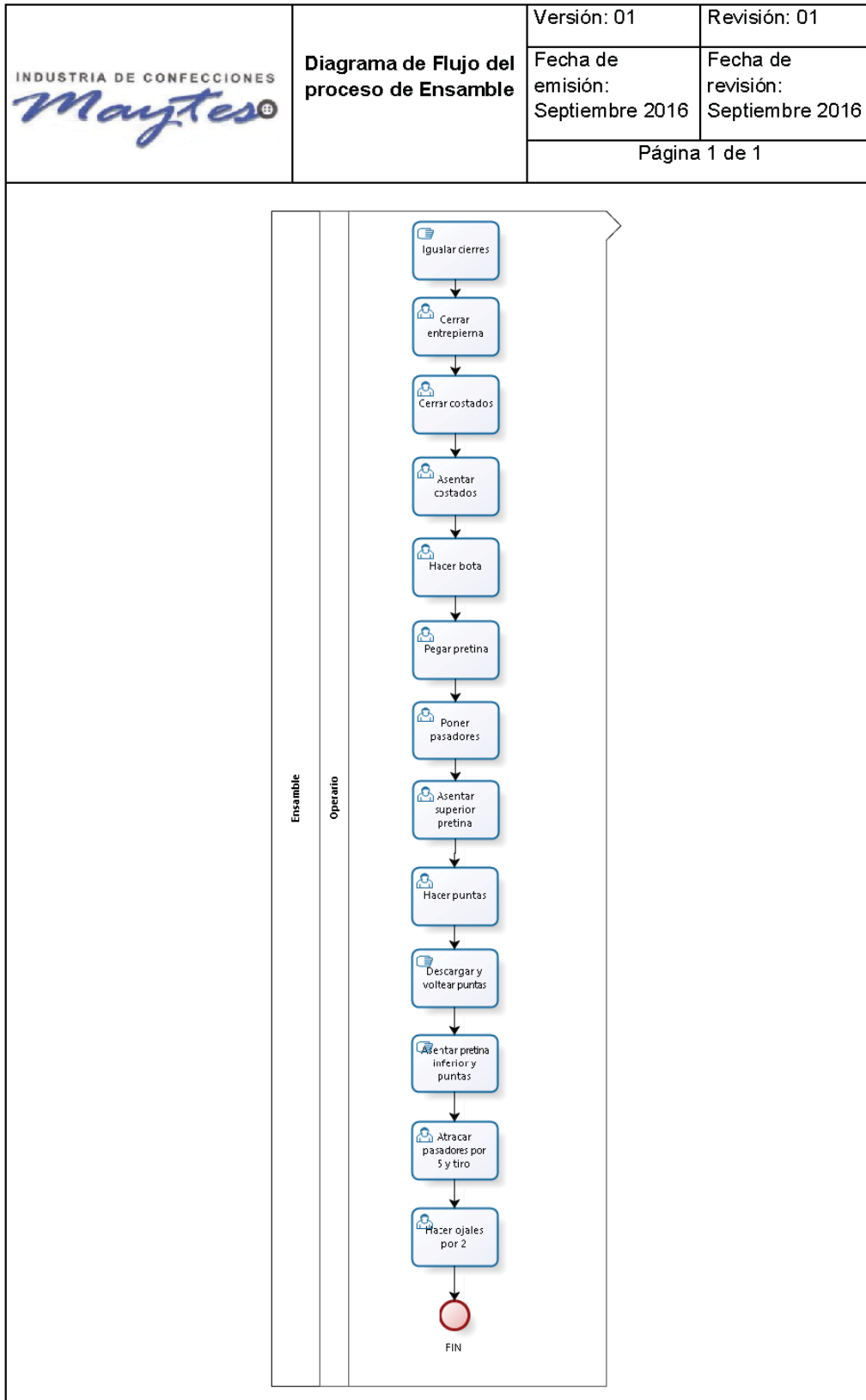
Anexo 6



Anexo 7



Anexo 8



Anexo 11 – Tabla Coeficiente de Descuento

#	SUBPROCESO	ACTIVIDAD	Tipo de Trabajo	I. Suplementos constantes		CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA										TOTAL%	Indice		
				Necesidades personales	Por fatiga	a) Supl. por trabajar de pie	b) Supl. por postura anormal	c) Lev. de Fuerza	d) Inc. de la luz	e) Calidad del Aire	f) Tensión Visual	g) Tensión Auditiva	h) Tensión completa	i) Monotonía Mental	j) Monotonía Física				
1		Amar pretina	Manual	7	4	0	1	1	0	0	0	2	2	1	1	1	2	21	0,21
2	FABRICACIÓN PRETINA	Unir rebeca pretina y asentir	Manual	7	4	0	1	1	0	0	0	2	2	1	1	1	2	21	0,21
3		Unir marquilla con falla en la pretina	Manual	7	4	0	1	1	0	0	0	2	2	1	1	4	1	23	0,23
4		Unir pretina	Manual	7	4	0	1	1	0	0	0	2	2	1	4	1	1	23	0,23
5		Planchar pretina	Manual	7	4	0	1	1	0	0	0	2	2	1	4	1	1	23	0,23
6	FABRICACIÓN PASADORES	Ensamblar pasadores	Manual	5	4	0	1	1	0	0	0	2	5	1	1	1	2	22	0,22
7		Conar pasadores	Manual	5	4	0	0	0	0	0	0	5	5	1	1	1	2	23	0,23
8	FABRICACIÓN ALETILLA	Filtear aletilla	Manual	7	4	0	0	0	0	0	0	5	2	1	1	1	1	21	0,21
9		Pagar cierre	Manual	7	4	0	1	1	0	0	0	5	2	1	1	1	1	23	0,23
10	FABRICACIÓN ALETILLÓN	Filtear aletillón	Manual	7	4	0	1	1	0	0	0	2	2	1	1	1	1	20	0,2
11		Probarmar	Manual	7	4	0	1	1	0	0	0	2	2	1	1	1	2	21	0,21
12	PREPARACIÓN DELANTERO	Asentar vista	Manual	7	4	0	1	1	0	0	0	2	2	1	4	1	2	24	0,24
13		Unir fibro	Manual	7	4	0	1	1	0	0	0	2	2	1	4	1	1	23	0,23
14		Voltear falso de bolsillo y ablanchar	Manual	7	4	0	1	1	0	0	0	2	2	1	4	1	1	23	0,23
15		Estabilizar falso boca de bolsillo en vota	Manual	7	4	0	1	1	0	0	0	5	2	1	1	1	1	23	0,23
16		Pagar contra falso en boca	Manual	7	4	0	1	1	0	0	0	5	2	1	1	1	1	23	0,23
17		Asentar contra falso de boca en vota	Manual	7	4	0	1	1	0	0	0	2	2	1	1	1	1	20	0,2
18	CONFECCIÓN DELANTERO	Filtear vistas delanteras	Manual	7	4	0	1	1	0	0	0	2	2	4	1	1	1	23	0,23
19		Filtear delantero derecho	Manual	7	4	0	1	1	0	0	0	2	2	4	1	1	1	23	0,23
20		Pagar y asentar aletilla	Manual	7	4	0	1	1	0	0	0	2	2	4	1	1	1	23	0,23
21		Unir delantero	Manual	7	4	0	1	1	0	0	0	2	2	1	1	1	1	20	0,2
22	CONFECCIÓN DELANTERO	Emboinar delantero	Manual	7	4	0	1	1	0	0	0	5	2	1	1	1	1	23	0,23
23		Abracar delantero	Manual	7	4	0	1	1	0	0	0	5	2	1	1	1	1	23	0,23
24	CONFECCIÓN DELANTERO	Hacer segunda costura en boca	Manual	7	4	0	1	1	0	0	0	5	2	4	4	2	2	30	0,3
25		Hacer pinzas por dos	Manual	7	4	0	1	1	0	0	0	2	2	4	4	4	2	27	0,27
26	CONFECCIÓN POSTERIOR	Encollar	Manual	7	4	0	1	1	0	0	0	2	2	1	1	1	2	21	0,21
27		Conar tiro trasero	Manual	7	4	0	1	1	0	0	0	2	2	1	1	1	2	21	0,21
28	CONFECCIÓN POSTERIOR	Igualar cierres	Manual	7	4	0	1	1	0	0	0	2	2	4	1	1	1	23	0,23
29		Conar entropierna	Manual	7	4	0	3	1	0	0	0	5	2	4	1	1	1	28	0,28
30	CONFECCIÓN POSTERIOR	Conar costados	Manual	7	4	0	3	1	0	0	0	5	2	4	1	1	1	28	0,28
31		Asentar costados	Manual	7	4	0	3	1	0	0	0	5	2	4	4	1	1	31	0,31
32	CONFECCIÓN POSTERIOR	Hacer bota	Manual	7	4	0	1	1	0	0	0	2	2	4	1	1	1	23	0,23
33		Pagar pretina	Manual	7	4	0	1	1	0	0	0	5	2	1	4	2	2	27	0,27
34	CONFECCIÓN POSTERIOR	Poner pasadores	Manual	7	4	0	1	1	0	0	0	2	2	1	1	1	1	20	0,2
35		Asentar superior pretina	Manual	7	4	0	1	1	0	0	0	2	2	1	1	1	2	21	0,21
36	CONFECCIÓN POSTERIOR	Hacer puntas	Manual	7	4	0	1	1	0	0	0	5	2	1	1	1	1	23	0,23
37		Descargar y voltear puntas	Manual	7	4	0	1	1	0	0	0	5	2	4	4	2	4	30	0,3
38	CONFECCIÓN POSTERIOR	Asentar pretina superior y puntas	Manual	7	4	0	1	1	0	0	0	2	2	1	1	1	1	23	0,23
39		Abracar pasadores por cinco y tiro	Manual	5	4	0	0	0	0	0	0	2	5	1	4	2	2	23	0,23
40	CONFECCIÓN POSTERIOR	Hacer ojales por dos	Manual	7	4	0	1	1	0	0	0	2	2	1	1	1	1	20	0,2

Anexo 12 – Cálculo Tiempo Estándar

Registro del tiempo estándar						
Proceso:	Confección de Jean femenino			Página:	1 de 1	
Áreas:	Confección			Fecha:	15/09/2012	
Anexo 12:				Número de operarios:	9	
No.	Actividades	Tiempo Normal o Básico	Coeficiente de descuento	TIEMPO ESTÁNDAR		
				Frecuencia/ Unidad	Tiempo estándar/ Unidad	Tiempo de ciclo
1	Armar pretina	0,00526	1,210	3,778E-01	2,403E-03	2,403E-03
2	Unir pieza pretina y asentar	0,02064	1,210	3,778E-01	9,435E-03	1,184E-02
3	Unir marquilla con talla en la pretina	0,02010	1,230	3,778E-01	9,341E-03	2,118E-02
4	Unir pretina	0,01400	1,230	3,778E-01	6,506E-03	2,769E-02
5	Planchar pretina	0,00686	1,230	3,778E-01	3,188E-03	3,087E-02
6	Ensamble pasadores	0,00222	1,220	3,778E-01	1,025E-03	3,190E-02
7	Cortar pasadores	0,00084	1,230	3,778E-01	3,886E-04	3,229E-02
8	Filetear aletilla	0,00143	1,210	3,778E-01	6,521E-04	3,294E-02
9	Pegar cierre	0,00247	1,230	3,778E-01	1,148E-03	3,409E-02
10	Filetar aletillón	0,00356	1,200	3,778E-01	1,161E-03	3,535E-02
11	Prehormar	0,00173	1,210	3,778E-01	7,906E-04	3,604E-02
12	Asentar vista	0,00259	1,240	3,778E-01	1,211E-03	3,725E-02
13	Unir falso	0,00250	1,230	3,778E-01	1,161E-03	3,841E-02
14	Voltear falso de bolsillo y aplanchar	0,00983	1,230	3,778E-01	4,566E-03	4,298E-02
15	Estabilizar falso boca de bolsillo en vista	0,00572	1,230	3,778E-01	2,659E-03	4,564E-02
16	Pegar contra falso en boca	0,01138	1,230	3,778E-02	5,288E-04	4,617E-02
17	Asentar contra falso de boca en vista	0,01028	1,200	3,778E-02	4,659E-04	4,663E-02
18	Filetear vistas delanteras	0,00143	1,230	3,778E-02	6,661E-05	4,670E-02
19	Filetear delantero derecho	0,01074	1,230	3,778E-02	4,990E-04	4,720E-02
20	Pegar y asentar aletilla	0,00585	1,230	3,778E-02	2,719E-04	4,747E-02
21	Unir delantero	0,00893	1,200	3,778E-02	4,048E-04	4,787E-02
22	Embonar delantero	0,00442	1,230	3,778E-02	2,052E-04	4,808E-02
23	Atracar delantero	0,00202	1,230	3,778E-02	9,384E-05	4,817E-02
24	Hacer segunda costura en boca	0,00930	1,300	3,778E-02	4,566E-04	4,863E-02
25	Hacer pinzas por dos	0,00951	1,270	3,778E-02	4,561E-04	4,909E-02
26	Encostillar	0,00749	1,210	3,778E-02	3,422E-04	4,943E-02
27	Cerrar tiro trasero	0,00421	1,210	3,778E-02	1,923E-04	4,962E-02
28	Igualar cierres	0,00687	1,230	3,778E-02	3,194E-04	4,994E-02
29	Cerrar entrepierna	0,00977	1,280	3,778E-02	4,726E-04	5,041E-02
30	Cerrar costados	0,01778	1,280	3,778E-02	8,599E-04	5,137E-02
31	Asentar costados	0,02203	1,310	3,778E-02	1,090E-03	5,236E-02
32	Hacer bota	0,02078	1,230	3,778E-02	9,655E-04	5,333E-02
33	Pegar pretina	0,02212	1,270	3,778E-02	1,061E-03	5,439E-02
34	Poner pasadores	0,01522	1,200	3,778E-02	6,901E-04	5,508E-02
35	Asentar superior pretina	0,01111	1,210	3,778E-02	5,080E-04	5,559E-02
36	Hacer puntas	0,01693	1,230	3,778E-02	7,866E-04	5,637E-02
37	Descargar y voltear puntas	0,00931	1,300	3,778E-02	4,570E-04	5,683E-02
38	Asentar pretina superior y puntas	0,02984	1,230	3,778E-02	1,386E-03	5,822E-02
39	Atracar pasadores por cinco y tiro	0,01825	1,230	3,778E-02	8,481E-04	5,907E-02
40	Hacer ojales por dos	0,00734	1,200	3,778E-02	3,283E-04	5,939E-02
Tiempo de estándar (hora/metro):						0,059

Proceso	Condiciones	Metros	Descripción	Valor	Unidad
FABRICACIÓN PRETINA	Se fabrican las pretinas para pantalón talla 12 de la tela Natural Power	2,7	TIEMPO ESTÁNDAR	0,059	Hora/metro
FABRICACIÓN PASADORES	Se fabrican los pasadores del rollo de la tela "Natural Power"	2,7	PRODUCCION POR HORA	16,837	Metros
FABRICACIÓN ALETILLA	Se fabrican las aletillas para pantalón talla 12 de la tela Natural Power	2,7	PRODUCCIÓN POR JORNADA	134,69	Metros
FABRICACIÓN ALETILLÓN	Se fabrican los aletillones para pantalón talla 12 de la tela Natural Power	2,7	PRODUCCIÓN POR JORNADA	132,05	Pantalones
PREPARACIÓN DELANTERO	Se realizan las tareas previas a la confección del delantero	2,7	Unidad de venta al público Jean "Nena" (metros)	1,02	
CONFECCIÓN DELANTERO	Se confecciona la parte delantera del pantalón	27			
CONFECCIÓN POSTERIOR	Se confecciona la parte posterior del pantalón	27			
ENSAMBLE	Se ensambla la parte delantera y posterior del jean	27			

Anexo 13 – Evaluación Desempeño de las Actividades

N°	Proceso	Actividad	Evaluación Desempeño de la Actividades										Total Valoración Desempeño		
			Fluidez dentro del flujo producción	Grado de reproceso en la tarea	Orden y limpieza en el puesto de trabajo	Esperas / Tiempos muertos	Nivel de automatización del proceso	Eficiencia de la maquinaria	Eficiencia y Eficacia del operador	Paras no programadas de la máquina	Proporción de Desempeño				
1	FABRICACIÓN PRETINA	Armar pretina	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	55,00%	22
2		Unir pieza pretina y asentar	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	55,00%	22
3		Unir marquilla con tallo en la pretina	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	55,00%	22
4		Unir pretina	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	55,00%	22
5		Planchar pretina	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	55,00%	22
6	FABRICACIÓN PASADORES	Ensamble pasadores	4	1	3	2	2	3	3	4	3	2	2	55,00%	22
7	FABRICACIÓN ALETILLA	Cortar pasadores	4	1	3	2	2	3	3	4	3	2	2	55,00%	22
8		Filear aletilla	4	2	3	3	3	3	4	3	3	3	3	62,50%	25
9	FABRICACIÓN ALETILLÓN	Pegar cierre	4	2	3	3	3	3	3	3	4	4	3	62,50%	25
10		Filear aletillón	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	65,00%	26
11		Prebormar	3	2	3	3	3	3	2	3	4	4	2	55,00%	22
12		Asentar vista	3	2	3	3	3	3	3	3	4	4	2	55,00%	22
13		PREPARACIÓN DELANTERO	Unir falso	3	2	3	3	3	3	2	3	4	4	2	55,00%
14	Voltear falso de bolsillo y aplanchar		3	2	3	3	3	3	2	3	4	4	2	55,00%	22
15	Estabilizar falso boca de bolsillo en vista		3	2	3	3	3	3	2	3	4	4	2	55,00%	22
16	Pegar contra falso en boca		3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	62,50%	25
17	Asentar contra falso de boca en vista		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	60,00%	24
18	CONFECCIÓN DELANTERO	Filear vistas delanteras	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	62,50%	25
19		Pegar y asentar delantero	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	62,50%	25
20		Filear delantero derecho	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	60,00%	24
21		Pegar y asentar aletilla	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	60,00%	24
22		Unir delantero	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	62,50%	25
23	CONFECCIÓN POSTERIOR	Embonar delantero	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	60,00%	24
24		Atracar delantero	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	60,00%	24
25		Hacer pinzas por días	3	2	3	3	3	3	3	3	3	4	3	60,00%	24
26		Hacer segunda costura en boca	3	2	3	3	3	3	3	3	3	4	3	60,00%	24
27		Encollar	3	2	3	3	3	3	3	3	3	4	3	60,00%	24
28	CONFECCIÓN POSTERIOR	Cerrar tiro trasero	3	2	3	3	3	3	4	3	4	4	4	65,00%	26
29		Igualar cierres	3	3	3	2	2	2	2	3	4	4	3	57,50%	23
30		Cerrar entrepierna	3	3	3	2	2	2	3	3	4	4	3	60,00%	24
31		Cerrar costados	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	2	60,00%	24
32		Asentar costados	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	52,50%	21
33	ENSAMBLE	Hacer boca	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	57,50%	23
34		Pegar pretina	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	60,00%	24
35		Poner pasadores	4	3	3	2	2	3	3	3	4	4	2	60,00%	24
36		Asentar superior pretina	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	65,00%	26
37		Hacer puntas	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	57,50%	23
38	DESCARGAR Y VOLTEAR PUNTAS	Descargar y voltear puntas	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	1	52,50%	21
39		Asentar pretina superior y puntas	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	2	52,50%	21
40	ATRACAR PASADORES POR CINCO Y TRO	Atracar pasadores por cinco y tiro	4	2	3	2	2	4	4	3	4	2	2	60,00%	24
40		Hacer ojales por dos	4	2	3	2	2	4	4	3	4	4	4	65,00%	26

Valoración				
5	4	3	2	1
Muy Alto	Alto	Medio	Bajo	Muy Bajo

Anexo 14 – Análisis de Pareto

Análisis de Pareto				
N°	Actividad	Total Valoración Criticidad	Frecuencia	Frecuencia Acumulada
1	Armar pretina	26	2,768903088	2,768903088
2	Unir pieza pretina y asentar	26	2,768903088	5,537806177
3	Unir marquilla con talla en la pretina	26	2,768903088	8,306709265
4	Unir pretina	26	2,768903088	11,07561235
5	Planchar pretina	25	2,662406816	13,73801917
6	Ensamble pasadores	25	2,662406816	16,40042599
7	Cortar pasadores	25	2,662406816	19,0628328
8	Filetear aletilla	25	2,662406816	21,72523962
9	Pegar cierre	25	2,662406816	24,38764643
10	Filetar aletillón	25	2,662406816	27,05005325
11	Prehormar	25	2,662406816	29,71246006
12	Asentar vista	24	2,555910543	32,26837061
13	Unir falso	24	2,555910543	34,82428115
14	Voltear falso de bolsillo y aplanchar	24	2,555910543	37,38019169
15	Estabilizar falso boca de bolsillo en vista	24	2,555910543	39,93610224
16	Pegar contra falso en boca	24	2,555910543	42,49201278
17	Asentar contra falso de boca en vista	24	2,555910543	45,04792332
18	Filetear vistas delanteras	24	2,555910543	47,60383387
19	Filetear delantero derecho	24	2,555910543	50,15974441
20	Pegar y asentar aletilla	24	2,555910543	52,71565495
21	Unir delantero	24	2,555910543	55,2715655
22	Embonar delantero	24	2,555910543	57,82747604
23	Atracar delantero	23	2,449414271	60,27689031
24	Hacer segunda costura en boca	23	2,449414271	62,72630458
25	Hacer pinzas por dos	23	2,449414271	65,17571885
26	Encotillar	22	2,342917998	67,51863685
27	Cerrar tiro trasero	22	2,342917998	69,86155485
28	Igualar cierres	22	2,342917998	72,20447284
29	Cerrar entrepierna	22	2,342917998	74,54739084
30	Cerrar costados	22	2,342917998	76,89030884
31	Asentar costados	22	2,342917998	79,23322684
32	Hacer bota	22	2,342917998	81,57614483
33	Pegar pretina	22	2,342917998	83,91906283
34	Poner pasadores	22	2,342917998	86,26198083
35	Asentar superior pretina	22	2,342917998	88,60489883
36	Hacer puntas	22	2,342917998	90,94781683
37	Descargar y voltear puntas	22	2,342917998	93,29073482
38	Asentar pretina superior y puntas	21	2,236421725	95,52715655
39	Atracar pasadores por cinco y tiro	21	2,236421725	97,76357827
40	Hacer ojales por dos	21	2,236421725	100
	Total	939	100	

Anexo 16 – Balanceo Propuesto

Proceso	Actividad	Tiempo estándar (horas)	Índice de Producción (1 metro)	# Teórico de operarios requeridos	# Teórico de operarios requeridos (acumulado)	# Real de operarios	Operación lenta	Capacidad metro/jornada	Eficiencia
FABRICACIÓN PRETINA	Amar pretina	2.40E-03	16.875	0.050696693	0.050696693				
	Unir pieza pretina y asentar	9.44E-03	16.875	0.199022339	0.249719032				
	Unir marquilla con talla en la pretina	9.34E-03	16.875	0.197031826	0.446750858				
	Unir pretina	6.51E-03	16.875	0.137240156	0.583991014				
FABRICACIÓN PASADORES	Planchar pretina	3.19E-03	16.875	0.067241169	0.651232183	2	1.54E-02	1.04E+03	42.75%
	Ensamble pasadores	1.03E-03	16.875	0.021626581	0.672858764				
	Cortar pasadores	3.89E-04	16.875	0.008196284	0.681055049	2	1.61E-02	9.91E+02	40.88%
	Filetear aletilla	6.52E-04	16.875	0.013755116	0.694810165				
FABRICACIÓN ALETILLA	Pegar cierre	1.15E-03	16.875	0.024209839	0.719020024	2	1.70E-02	9.39E+02	38.72%
	Filetar aletillón	1.16E-03	16.875	0.024489963	0.743509587	2	1.76E-02	9.08E+02	37.45%
PREPARACIÓN DELANTERO	Prehormar	7.91E-04	16.875	0.016676163	0.76018575				
	Asentar vista	1.21E-03	16.875	0.025552913	0.785738662				
	Unir falso	1.16E-03	16.875	0.024499005	0.810237668				
	Voltear falso de bolsillo y aplanchar	4.57E-03	16.875	0.096317051	0.906554718				
CONFECCIÓN DELANTERO	Estabilizar falso boca de bolsillo en vista	2.66E-03	16.875	0.056091075	0.962645793	3	1.08E-02	2.22E+03	61.15%
	Pegar contra falso en boca	5.29E-04	16.875	0.011153696	0.973799489				
	Asentar contra falso de boca en vista	4.66E-04	16.875	0.009828032	0.983627521				
	Filetear vistas delanteras	6.66E-05	16.875	0.001405124	0.985032645				
CONFECCIÓN DELANTERO	Filetear delantero derecho	4.99E-04	16.875	0.010524918	0.995557563				
	Pegar y asentar aletilla	2.72E-04	16.875	0.005736014	1.001293577				
	Unir delantero	4.05E-04	16.875	0.008339313	1.00983289				
	Embonar delantero	2.05E-04	16.875	0.00432921	1.0141621				
CONFECCIÓN POSTERIOR	Atracar delantero	9.38E-05	16.875	0.001979356	1.016141456				
	Hacer segunda costura en boca	4.57E-04	16.875	0.009630435	1.02577189	4	2.92E-03	1.10E+04	226.20%
	Hacer pinzas por dos	4.56E-04	16.875	0.009621044	1.035392934				
	Encottillar	3.42E-04	16.875	0.007217774	1.042610708				
CONFECCIÓN POSTERIOR	Cerrar tiro trasero	1.92E-04	16.875	0.00409695	1.046667659	3	3.81E-03	6.31E+03	173.41%
	Igualar cierres	3.19E-04	16.875	0.006737576	1.053405235				
	Cerrar entrepierna	4.73E-04	16.875	0.009969438	1.063374672				
	Cerrar costados	8.60E-04	16.875	0.018139113	1.081513785				
ENSAMBLE	Asentar costados	1.09E-03	16.875	0.022994659	1.104508445				
	Hacer boca	9.66E-04	16.875	0.020366177	1.124874621				
	Pegar pretina	1.06E-03	16.875	0.022389489	1.14726411				
	Poner pasadores	6.90E-04	16.875	0.014557586	1.161821696				
ENSAMBLE	Asentar superior pretina	5.08E-04	16.875	0.010715792	1.172537487				
	Hacer puntas	7.87E-04	16.875	0.016393083	1.189130571				
	Descargar y voltear puntas	4.57E-04	16.875	0.009640796	1.198771367				
	Asentar pretina superior y puntas	1.39E-03	16.875	0.029244913	1.22801628				
ENSAMBLE	Asentar pasadores por cinco y tiro	8.48E-04	16.875	0.01785038	1.245906659				
	Hacer ojales por dos	3.28E-04	16.875	0.006923818	1.25282477	7	7.80E-03	7.18E+03	84.59%
	Total tiempo estándar	5.94E-02			# Total operarios	9			88.14%

Anexo 17 – Cálculos tiempo Takt

Cálculo tiempo takt actual			
Tiempo Takt :	Tiempo disponible / Demanda diaria		$28200 / 100 = 282$
Tiempo disponible :	Jornada (segundos) 28800	-	Break (segundos) 600 = 28200
Demanda mensual	2200		
Demanda diaria	$2200 / 22 = 100$		
Cálculo tiempo takt futuro			
Tiempo Takt :	Tiempo disponible / Demanda diaria		$28200 / 135 = 209$
Tiempo disponible :	Jornada (segundos) 28800	-	Break (segundos) 600 = 28200
Demanda mensual	2970		
Demanda diaria	$2970 / 22 = 135$		

