



FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

REDISTRIBUCIÓN DE LA LINEA NÚMERO DOS EN LA EMPRESA  
ROYALTEX S.A MEDIANTE METODOLOGÍAS DE DISEÑO DE PLANTA

AUTOR

Emilio José Galindo Garrido

AÑO

2018



FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

REDISTRIBUCIÓN DE LA LINEA NÚMERO DOS EN LA EMPRESA ROYALTEX  
S.A MEDIANTE METODOLOGÍAS DE DISEÑO DE PLANTA

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

Profesor Guía

MSc. Roque Alejandro Morán Gortaire

Autor

Emilio José Galindo Garrido

Año

2018

## DECLARACION DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido el trabajo, Redistribución de la línea número dos en la empresa Royaltex S.A mediante metodologías de diseño de planta, a través de reuniones periódicas con el estudiante Emilio José Galindo Garrido, en el semestre 2018-1, 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”.

---

Roque Alejandro Morán Gortaire

*Master of Science*

CC: 1704903317

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR**

“Declaro haber revisado este trabajo, Redistribución de la línea número dos en la empresa Royaltex S.A mediante metodologías de diseño de planta, de Emilio José Galindo Garrido, en el semestre 2018-1, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

---

José Antonio Toscano Romero

Magister en Dirección de Operaciones y Seguridad Industrial

CC: 1715195283

## **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.”

---

Emilio José Galindo Garrido

CC: 1718239716

## RESUMEN

El presente trabajo de titulación consta de una propuesta de redistribución en la línea número dos de la empresa Royaltex S.A, en donde se busca reducir los desperdicios, mejora la productividad, eficiencia y eficacia de la misma.

Para el análisis del estado actual se realizó un recorrido a lo largo de la línea con las partes interesadas, en donde se obtuvo información concerniente a sus procesos, actividades, tareas y tiempos.

A lo largo del análisis se puede identificar dos problemas los cuales poseen causas raíz en común, las cuales serán solucionadas mediante la aplicación de la propuesta de redistribución de la línea.

La solución propuesta, consiste en cambiar la distribución de las máquinas basada en la producción modular, en donde cada parte de la camisa es un módulo independiente con sus máquinas y operaciones definidas.

Finalmente debido a la aplicación de la producción modular y redistribución de las máquinas, nos permite atacar las causas raíz definidas y reducir de manera considerable el tiempo de producción de una prenda de vestir para así obtener un ahorro de \$19,169.11 mensuales.

## **ABSTRACT**

This degree work is a proposal of redistribution in line number two of the company Royaltex S.A, where it seeks to reduce waste, improve productivity, efficiency and effectiveness of it.

For the analysis of the actual state, a tour was made along the line with the interested parties, where information was obtained concerning their processes, activities, tasks and times.

Throughout the analysis, problems associated with the application of the redistribution of the line can be identified.

The proposed solution consists of changing the distribution of the machines based on modular production, where each part of the shirt is an independent module with its defined machines and operations.

Finally, due to the application of the modular production and redistribution of the machines, it allows us to attack the root causes defined, and to reduce considerably the production time of a garment to obtain a saving of \$ 19,169.11 per month.

## INDICE

1.INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Sector textil .....	1
1.2. Descripción de la empresa.....	2
1.2.1. Ubicación.....	2
1.2.2. Pilares Estratégicos .....	2
1.2.2.1. Misión.....	2
1.2.2.2. Visión.....	3
1.2.2.3. Valores institucionales.....	3
1.2.3. Productos .....	3
1.3. Alcance.....	5
1.4. Justificación.....	5
1.5. Objetivo General .....	6
1.6. Objetivos Específicos.....	6
2.MARCO DE REFERENCIA.....	6
2.1. Gestión por procesos.....	6
2.1.1. Proceso .....	6
2.1.2. Límites y elementos de un proceso.....	7
2.1.3. Mapa de proceso .....	8
2.1.4. Tipos de proceso.....	8
2.1.4.1. Procesos operativos .....	8
2.1.4.2. Procesos de apoyo.....	8

2.1.4.3. Procesos de gestión .....	9
2.2. Estándar de tiempos .....	9
2.2.1. Técnicas para el estudio de tiempos .....	9
2.2.2. Diseño del trabajo.....	10
2.2.3. Métodos de medición.....	10
2.2.3.1. Deducción de experiencias anteriores:.....	10
2.2.3.2. Muestreo de Trabajo .....	11
2.3. Metodología Jover.....	11
2.3.1. Identificación del problema .....	11
2.3.2. ¿Qué problemas se pueden presentar en una organización? .....	12
2.3.3. Causa raíz .....	13
2.3.4. Lluvia de ideas.....	13
2.4. Diagrama de afinidad .....	13
2.4.1. Expresar las ideas .....	13
2.4.2. Análisis de ideas.....	14
2.4.3. Clasificación.....	14
2.5. Metodología de los 5 ¿Por qué?.....	14
2.6. Simulación de procesos en Flexsim.....	15
2.7. Calidad .....	20
2.7.1. Gestión interna y aseguramiento de la calidad.....	21
2.7.2. Enfoque al cliente .....	21
2.7.3. Liderazgo y disciplina .....	22
2.7.4. Personas .....	22

2.7.5. Enfoque a los procesos .....	22
2.7.6. Enfoque de sistemas para las gerencias .....	23
2.7.7. Mejora continua .....	23
2.8. Distribución de planta .....	24
2.9. Factores que inciden en la distribución .....	25
2.9.1. Líneas de circulación .....	25
2.9.2. Personas .....	25
2.9.3. Necesidad de mano de obra.....	25
2.9.4. Las máquinas .....	26
2.9.5. Diagrama de relaciones.....	26
2.9.6. Diagrama de hilos.....	27
2.10. Principios de la distribución de planta .....	27
2.10.1. Principio de la integración de conjunto.....	27
2.10.2. Principio de la mínima distancia recorrida .....	28
2.10.3. Principios de la circulación o flujo de materiales .....	28
2.10.4. Principio del espacio cúbico .....	28
2.10.5. Principio de la satisfacción y de la seguridad .....	29
2.10.6. Principio de la flexibilidad .....	29
2.11. Metodológicas al problema de la distribución de planta.....	29
2.11.1. Método o etapas básicas de Inner .....	30
2.11.2. Sequence Analysis de Buffa.....	30
2.11.3. Propuesta metodológica posteriores al SLP.....	32
2.11.4. <i>Ideal system approach</i> de Nadler.....	33
2.11.5. Systematic layout planning (SLP) de Muther.....	34

2.11.6.	Análisis de P-Q.....	35
2.11.7.	Análisis del recorrido de los productos.....	37
2.11.8.	Análisis de la relación entre actividades.....	37
2.11.9.	Diagrama de relación de espacios .....	40
2.11.10.	Método de eslabones.....	41
<b>3.SITUACION ACTUAL .....</b>		<b>41</b>
3.1.	Diagnóstico de la operación.....	42
3.1.1.	Jornada laboral.....	42
3.1.2.	Máquinas.....	42
3.1.3.	Prendas confeccionadas .....	43
3.1.4.	<i>Layout</i> estado actual.....	44
3.1.5.	Operaciones estado actual .....	46
3.2.	Definición del problema.....	48
3.2.1.	Árbol de definición del problema.....	48
3.3.	Identificación de causa raíz del problema .....	56
3.3.1.	Lluvia de ideas.....	57
3.3.2.	Secuencia de operaciones .....	58
3.3.3.	Área de transporte .....	60
3.3.4.	Metodología de los 5 ¿por qué? .....	60
3.3.5.	Secuencia de operaciones .....	61
3.3.6.	Área de transporte.....	62
3.3.6.1.	Simulación estado actual.....	63
<b>4.PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS.....</b>		<b>67</b>

4.1.1.	Matriz de priorización.....	68
4.1.2.	Cinco W y una H.....	70
4.1.3.	Análisis del proceso.....	72
4.2.	DISTRIBUCION MODULAR .....	74
4.2.1.	Gráfico de relación de actividades.....	74
4.2.2.	Diagrama de Cuerdas.....	76
4.2.3.	Módulo de elaboración de cuellos .....	81
4.2.4.	Módulo de elaboración de fajas .....	82
4.2.5.	Módulo de elaboración de bolsillos.....	83
4.2.6.	Módulo de fabricación de delanteros .....	84
4.2.7.	Módulo de elaboración de espaldas .....	84
4.2.8.	Módulo de elaboración de mangas.....	85
4.2.9.	Módulo de elaboración de puños.....	86
4.2.10.	Módulo de armado final .....	86
4.3.	Requerimientos para nuevo <i>layout</i> .....	87
4.4.	Simulación de propuesta de mejora.....	88
5.	VALORACIÓN DE PROPUESTA DE MEJORA.....	91
5.1.	Estado Actual .....	91
5.1.1.	Excesivo transporte de materiales.....	91
5.1.2.	Pedidos Atrasados.....	93
5.2.	Mejora .....	93
5.2.1.	Transporte de materiales.....	93
5.2.2.	Pedidos Atrasados.....	93

6.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	95
6.1. Conclusiones .....	95
6.2. Recomendaciones.....	97
REFERENCIAS.....	98
ANEXOS.....	100

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Sector textil**

Desde el inicio de la historia ecuatoriana, la industria textil ha sido un pilar muy importante para el desarrollo económico del país. En sus inicios se dedicaban al procesamiento de la lana para posteriormente trabajar con algodón, lo cual impulso la economía colonial quiteña.

En la actualidad son diversas las fibras que se utilizan en la industria; entre los que se destaca: algodón, poliéster, nylon, lana y seda. A pesar de ser un país reconocido por la elaboración de productos de origen natural, se ha producido una oportunidad en el mercado de las fibras textiles, dando empleo a más de 46,280 artesanos dentro del país y ocupando el segundo lugar en la industria ecuatoriana. (AITE 2012)

En la década de los 90 las exportaciones tuvieron un incremento importante, con un alza del 8,14%, esto debido a la adaptación de la industria a la economía dolarizada que les permitió un crecimiento constante en los siguientes años.

Con una mejor estabilidad económica la industria textil se permitió invertir en maquinaria, capacitaciones al personal, para aumentar sus niveles de productividad, permitiéndoles ser más competitivos en el mercado.

De igual forma, a medida que crecía la industria textil en la región, aumenta la diversidad en sus productos, convirtiendo a los hilados y tejidos en los de mayor volumen; sin embargo, en los últimos años se ha potenciado la confección de la lencería y ropa de hogar. (AITE 2012)

Las empresas que se dedican a la actividad textil se encuentran principalmente ubicadas en Pichincha, Guayas, Azuay, Tungurahua, Imbabura. Donde estas se caracterizan por ser las provincias que aportan con mayor producción a nivel nacional, seguidas de Chimborazo, Cotopaxi, El Oro y Manabí. (AITE 2012).

## **1.2. Descripción de la empresa**

Royaltex S.A se considera una de las empresas industrializadas pioneras en el sector, 100% ecuatoriana dedicada a la confección de ropa. Es creada en 1989, donde consigue la licencia de H.D LEE Company U.S.A Lee International. Marca que desde los años 60 ha tenido un gran crecimiento, posicionándose en 36 países alrededor del mundo, en donde se incluye al Ecuador. (Royaltexs.f)

En 1990 inician sus operaciones en el sector de la Baker II, con su primera planta. Se conformó por 22 operarios y se subcontrata el proceso de lavado, hasta tener posibilitada de adquirir maquinaria propia. (Royaltexs.f)

### **1.2.1. Ubicación**

Actualmente la empresa Royaltex S.A se encuentra ubicada en Av. Galo Plaza Lasso N74-34 Y Antonio Besantes Quito, Ecuador.

### **1.2.2. Pilares Estratégicos**

#### **1.2.2.1. Misión**

“Somos una empresa que ofrece la mejor alternativa de ropa de vestir para el mercado ecuatoriano con el mayor valor para nuestros clientes, entendiéndose por valor las aspiraciones de moda, calidad, servicio y precio; soportados por la asesoría y comodidad de la marca Lee International y por un grupo capaz y comprometido de colaboradores” (Royaltex. s.f.).

### **1.2.2.2. Visión**

“Queremos que cada ecuatoriano tenga una prenda Lee en su vestuario”  
(Royaltex. s.f.).

### **1.2.2.3. Valores institucionales**

- Innovación
- Comunicación
- Enfoque al cliente
- Ética e integridad

### **1.2.3. Productos**

La empresa Royaltex S.A maneja dos líneas de productos; la marca RYDERS, dirigida a empresas e instituciones, caracterizada por ser ropa de trabajo y así mismo la marca LEE, donde se confeccionan prendas de vestir de todo tipo, tanto para hombre como para mujer. (Royaltexs.f)

A continuación, se detalla los tipos de productos que se confeccionan dentro de la planta:

Marca RYDERS:

- Chalecos
- Camisetas

- Camisas
- Blusas
- Pantalones
- Overoles
- Mandiles

Marca LEE

- Pantalones
- Camisas
- Camisetas

## LINEAS DE PRODUCCION

Tabla 1.

*Líneas de producción*

<b>LÍNEA</b>	<b>PRODUCTOS QUE MANEJA</b>
Línea 1	Pantalones
Línea 2	Camisas, blusas, enterizos, chalecos
Línea 3	Chompas, overoles, mandiles
Línea 4	Pantalones y prendas de moda
Línea 5	Pantalones y prendas de moda

### **1.3. Alcance**

Royaltex S.A, a pesar de contar con distintas áreas internas, la propuesta de redistribución se enfocará al área de confección, específicamente a la línea dos, destinada a la elaboración de camisas, blusas, enterizos, chalecos etc.

### **1.4. Justificación**

La empresa Royaltex S.A al ser un referente nacional en la confección de prendas de vestir, busca constantemente la mejora de sus procesos productivos para tener un perpetuo crecimiento dentro del mercado.

Dentro del área de confección, una de las líneas clave es la línea dos, en donde se confecciona camisas, blusas, enterizos, etc. Esta cuenta con 36 máquinas distribuidas en 3 hileras, 22 operarias, un área de botones y bordados externa a la línea donde se realizan operaciones finales.

La línea dos al tener retrasos en sus entregas, pedidos atrasados, perdidas en ventas en general que representan un valor de \$27.054,4 mensuales, por lo cual se pretende de manera urgente minimizar los desperdicios implícitos en los procesos, aumentar la eficiencia y eficacia a lo largo de toda la línea de producción mediante metodologías de optimización de procesos, diseño de planta, precedencia de operaciones, estudio de movimientos, mediante la filosofía de mejora continua, para así aportar al crecimiento de la organización.

## 1.5. Objetivo General

Desarrollar propuesta de redistribución de línea dos de camisas, basada en metodologías de diseño de planta.

## 1.6. Objetivos Específicos

- Levantamiento de procesos y medición de tiempos y movimiento a lo largo de la línea de producción, para evaluar estado actual
- Determinación de causas raíz, mediante herramientas Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing)
- Definir las herramientas apropiadas para optimización de las operaciones en la redistribución de las máquinas y puestos de trabajo.
- Proyectar resultados de la mejora, para demostrar su factibilidad de aplicación.

## 2. MARCO DE REFERENCIA

### 2.1. Gestión por procesos

#### 2.1.1. Proceso

La ISO 9000 define como proceso a:

*“Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados”*

Es una definición muy concisa que permite conocer de una manera general el concepto de proceso. Denotando que cuyo producto tiene valor intrínseco para el cliente. (Pérez 2010)

### 2.1.2. Límites y elementos de un proceso

Normalmente definir los límites de los procesos no es algo constante, más bien es algo variable dependiendo el tamaño de la organización; lo que realmente es importante es mantener determinados criterios a lo largo de todo el análisis.

De una forma global se puede decir que todo proceso tiene tres elementos fundamentales:

Un “*INPUT*”, o también llamada entrada, se lo considera un producto proveniente de un suministrar, o a su vez es la salida de otro proceso.

Las “*ACTIVIDADES*”, bien definidas como actividades consecutivas, que requieren de recursos y sistemas de control para verificar su correcto funcionamiento.

Los “*OUTPUTS*”, también conocidos como salidas, donde se debe tener un producto final que cumpla con estándares exigidos por el proceso. Esta salida es destinada a un usuario o cliente, así también es un “input” para otro proceso interno de la organización. Se puede identificar dos tipos de salidas: la primera es un producto que posteriormente será sometido a pruebas de calidad y la segunda son salidas finalistas, de eficiencia, o sus sinónimos, valor o satisfacción. (Pérez 2010)

### **2.1.3. Mapa de proceso**

El mapa de procesos es una representación gráfica de los procesos que intervienen dentro de la organización, que permite comunicar a todas las partes interesadas el funcionamiento de los mismos. (Pérez 2010)

### **2.1.4. Tipos de proceso**

Se puede distinguir sus procesos por su misión, donde se propone la siguiente clasificación:

- Procesos Operativos
- Procesos de Apoyo
- Procesos de gestión
- Procesos de Dirección

#### **2.1.4.1. Procesos operativos**

Son los procesos encargados de combinar y transformar recursos para obtener el producto final, cumpliendo estándares y requerimientos del cliente. Los procesos operativos se concatenan en lo conocido como cadena de valor. (Pérez 2010)

A pesar de generar un alto grado de valor añadido, estos procesos no pueden funcionar solos, necesitan recursos o información para su control y gestión.

#### **2.1.4.2. Procesos de apoyo**

Son aquellas personas y recursos que soportan a la organización y conforme a los requisitos de sus clientes internos.

Así como se puede visualizar un producto final en los procesos operativos, los procesos de apoyo se los considera transversales a toda la organización. (Pérez 2010)

#### **2.1.4.3. Procesos de gestión**

Los procesos de gestión mediante actividades de evaluación, control seguimiento y medición, aseguran el correcto funcionamiento de los demás procesos, además se asegura de la toma de decisiones.

Estos procesos recolectan información los demás procesos y los procesa para convertirlos en información para sus clientes internos para la toma de decisiones. (Pérez 2010)

### **2.2. Estándar de tiempos**

El estándar de tiempo es el tiempo requerido para realizar un producto en una estación de trabajo bajo las tres condiciones siguientes: un operador capacitado, que trabaje a una velocidad o ritmo normal, hace una tarea específica.

#### **2.2.1. Técnicas para el estudio de tiempos**

El estudio de tiempos y movimientos es el estudio de técnicas, dentro de las cuales se destacan las siguientes:

- Sistema de estándares de tiempo predeterminado
- Estudio de tiempos con cronometro
- Muestreo del trabajo

- Datos estándares
- Estándares de tiempo de opinión experta y de datos históricos

### **2.2.2. Diseño del trabajo**

Consiste en determinar la cantidad optima de tareas y de métodos, para que dé como resultado la cantidad de trabajo esperada. Es de vital importancia que, en esta cantidad de trabajo, el proceso, la máquina, la disposición física, el medio ambiente, tiempo de transporte, juegue un papel importante.

### **2.2.3. Métodos de medición**

Los métodos más utilizados para determinar el tiempo estándar son los siguientes:

#### **2.2.3.1. Deducción de experiencias anteriores:**

- Extraer los tiempos directamente de estadísticas pasadas y sacar el promedio.
- Usar los datos para hacer un ajuste adecuadamente.
- Hacer una estimación de acuerdo a experiencia. Este método tiene la ventaja del bajo tiempo y reducido costo.

### **2.2.3.2. Muestreo de Trabajo**

- Tiene por objetivo, estimar la proporción del tiempo del trabajador que dedica a actividad
- Determinar qué actividades generan valor.
- Calcular el tiempo que destina le operario mediante formula

## **2.3. Metodología Jover**

### **2.3.1. Identificación del problema**

En la actualidad un problema es considerado una oportunidad y existe dos interpretaciones con distintos sentidos: meta no alcanzada (lado negativo), meta por alcanzar (lado positivo)

Existen actualmente numerosas herramientas que facilitan definir cuál es el problema, para posteriormente identificar sus causas y proponer planes de acción sobre las mismas (Jover, 2014).

Una de las herramientas que nos permite definir claramente un problema es el árbol de definición, que, al ser una herramienta visual y multipropósito, nos permite, identificar y priorizar los problemas basándose en 5 preguntas clave: ¿Qué es un problema?, ¿Por qué es un problema?, ¿Dónde se presenta el problema?, ¿Cuándo se ha presentado el problema?, ¿Cómo se presenta el problema?

Posteriormente, al responder las preguntas del árbol de definición se requiere redactar un párrafo resumen con el fin de sintetizar la información y dejar de forma clara al lector cual es la problemática.

### 2.3.2. ¿Qué problemas se pueden presentar en una organización?

De acuerdo a "*Hosotani*", los problemas se pueden clasificar en:

1. Problemas simples, que moralmente tienen una causa simple y por lo general la solución de igual manera es sencilla y solamente se requiere de inteligencia.
2. Problemas que requieren tecnología, en donde se conoce las causas, pero difícilmente como solucionarlas
3. Problemas de acción conocida, donde se tiene el conocimiento de que hacer, pero no se conoce cuál es su causa.
4. Problemas que valen la pena conocer, en donde no se conoce ni su causa ni las acciones a tomar (Jover, 2014).

Así mismo, existen varias actitudes frente a los problemas dentro de las organizaciones:

- Pueden ser ignorar, ocultar o negar que se posee un problema, donde se espera que se solucionen solos o que alguien lo haga por ellos, pero la responsabilidad recae sobre la propia organización y esto solo agudiza la problemática.
- Posponer su solución, a la espera de encontrar soluciones en donde implica mucho tiempo y desgaste.
- Disfrazar los problemas, en donde lo verdaderamente correcto es manejar la verdad (Jover, 2014).

### **2.3.3. Causa raíz**

La identificación de causas es primordial, porque si no atacamos estas, es muy probable que el problema vuelva a ocurrir(Jover, 2014).

### **2.3.4. Lluvia de ideas**

Estas herramientas de trabajo grupal permiten el surgimiento de nuevas ideas sobre la problemática que se tiene.

- Es necesario tomar anotar todas las ideas sin ningún tipo de critica
- Es importante tomar en cuenta todo tipo de ideas, así sean inalcanzables.
- Es importante generar una gran cantidad de ideas, ya que es más fácil escoger cuando hay gran variedad y por lo general las 20 o 25 primeras ideas son repetitivas.
- Existe la posibilidad de combinar las ideas o mejor las existentes. (Diehl y Wolfgang, 1987)

## **2.4. Diagrama de afinidad**

El diagrama de afinidad es un método para categorizar la información creada en 1960 por *KawakitaJiro*, en donde la información se agrupa según su relación.

### **2.4.1. Expresar las ideas**

En esta fase, normalmente se expresa las ideas mediante una lluvia de ideas.

### **2.4.2. Análisis de ideas**

Cada uno de los integrantes deberá opinar sobre las ideas expuestas en no más de un minuto, no se debe emitir ninguna crítica.

### **2.4.3. Clasificación**

Posteriormente, luego de generar las ideas se debe realizarla agrupación de las mismas en distintas categorías con su respectivo encabezado.

Las ideas que no estén encuadradas en ningún grupo, deber ser agrupadas en uno distinto llamado "Varios"

Así mismo dentro de cada grupo se pueden crear niveles si se ve conveniente.

### **2.5. Metodología de los 5 ¿Por qué?**

La metodología de los 5 porque es una técnica en la cual se hace una serie de preguntas para averiguar la relación causa y efecto de algún problema en particular.

Para conseguir la causa de algún problema se debe hacer repetitivamente la pregunta ¿Por qué?, en donde la respuesta es la base a la siguiente pregunta. El número "5" es las veces que se debe hacer la pregunta para conseguir la causa raíz.

En ocasiones hay problemas que poseen más de una sola causa, en donde se debe hacer una serie de preguntas con diferentes respuestas hasta encontrar otra causa diferente a la primera.

## 2.6. Simulación de procesos en Flexsim

FlexSim es un software desarrollado por FlexSim Software Products, Inc, creado para la simulación, modelamiento y análisis de procesos industriales. FlexSim, permite construir el modelo, ejecutar la simulación dentro del entorno 3D y posteriormente analizar los resultados.

El *software* es usado en industrias de talla mundial para la simulación de sus procesos antes de ejecutarlos en la vida real.

Una simulación dentro del software básicamente es un conjunto de entidad relacionadas mediante una programación en donde se involucran los productos que se elabora o "*Flowitems*", colas o "*queues*", procesos o "*processor*" y los elementos transporte o "*transportation*". (William y Nordgren. 1995).

***Flowitems***: Tal como se comentó anteriormente el "*flowitem*", es el objeto que fluye por modelo, el cual puede representar como: productos, partes, ensambles, etc, los cuales pueden ser transportados por el modelo mediante los equipos de transporte. Los "*flowitems*" son creados dentro de una simulación por el objeto "*Source*" (William y Nordgren. 1995).

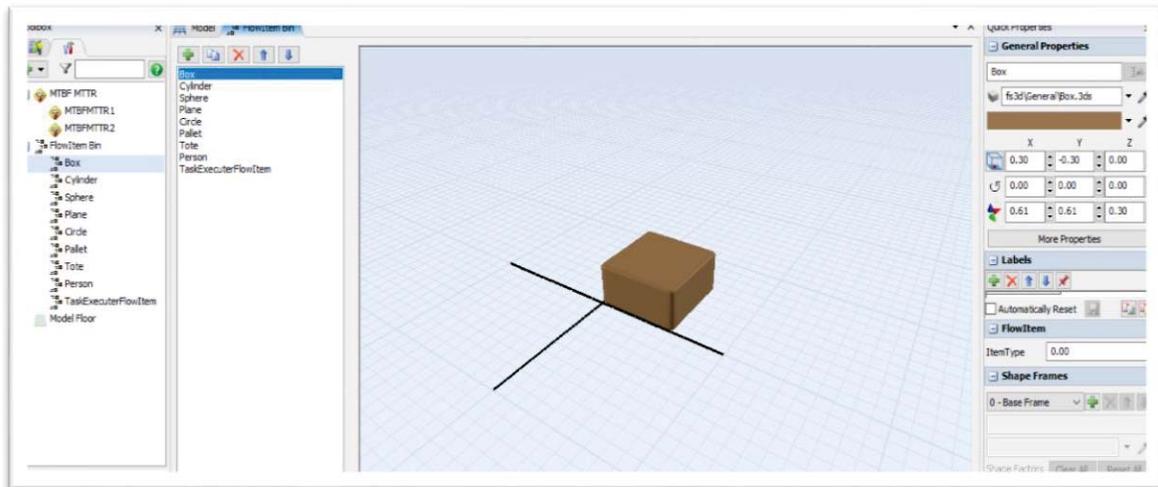


Figura 1.Fowitem

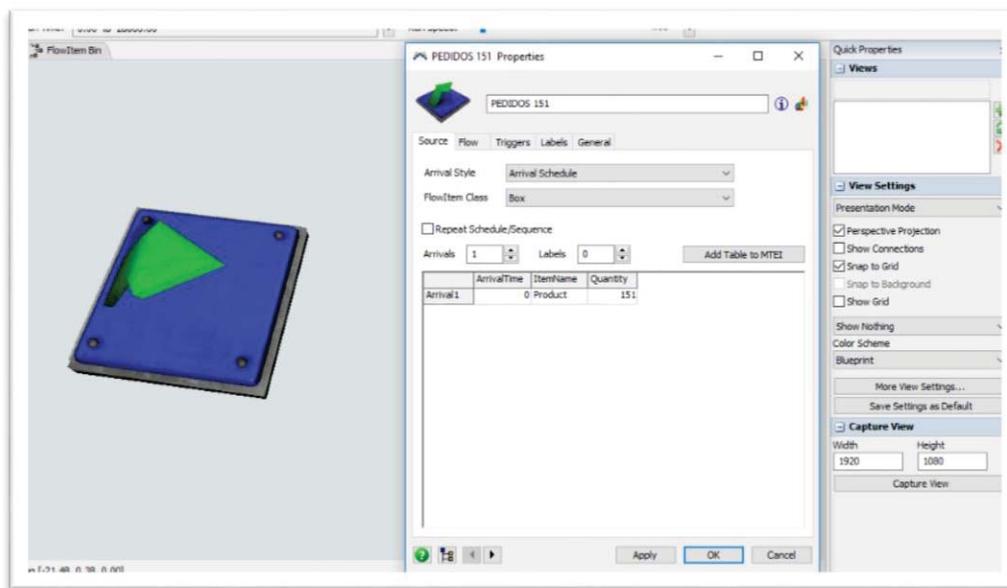


Figura 2.Source

**Queue:** El objeto “*queue*”, es un objeto que hace la función de bodega o línea de espera, en donde se aglomeran los objetos antes de ser procesados. Dentro de sus configuraciones en FlexSim se puede modificar si espacio de almacenamiento.

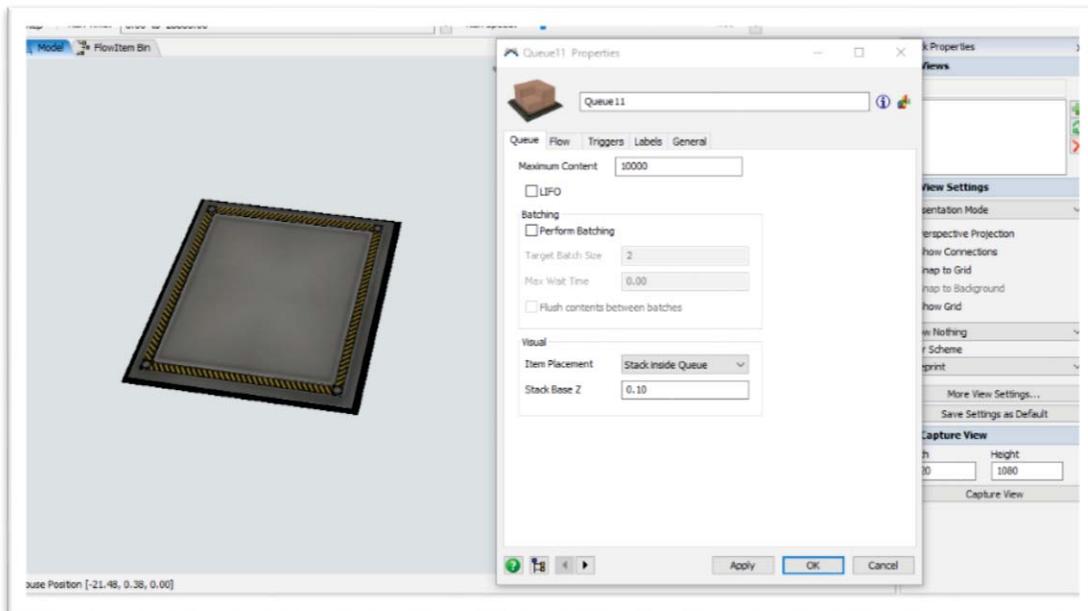


Figura 3.Queue

**Processor:** El objeto “*processor*”, es el encargado del procesamiento de los “*flowitems*”, en el cual dentro de sus configuraciones se puede colocar la cantidad de objetos a procesar, tiempos de “*set up*” y tiempo de procesamiento.

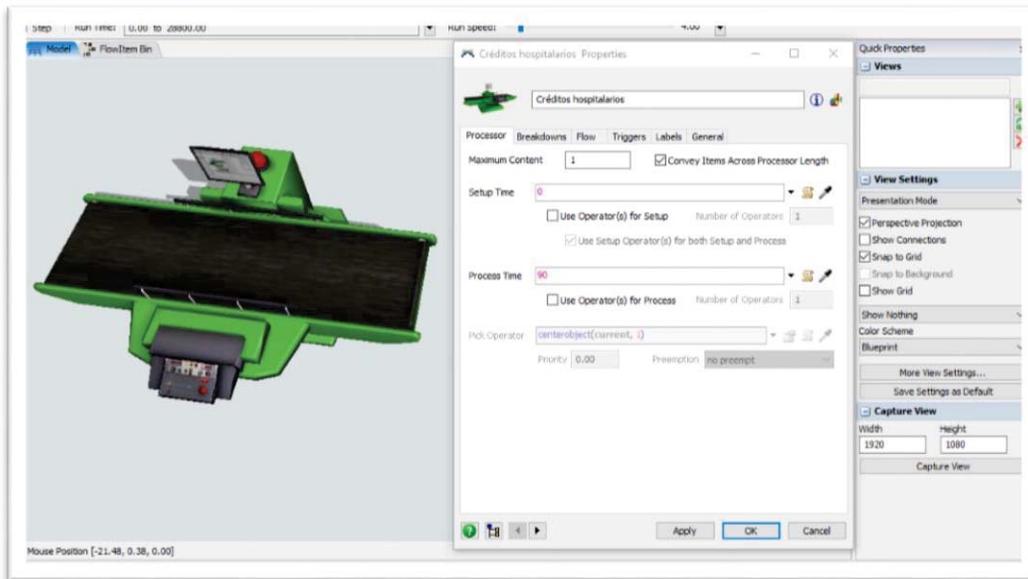


Figura 4.Processor

**Combiner:** Es un objeto que al igual que el “processor”, nos permite combinar ciertos elementos en forma de “pack” o paquete, “join” o unión y “batch” o lote. Así mismo cuenta con las características de tiempo de “set up” y tiempo de procesamiento.

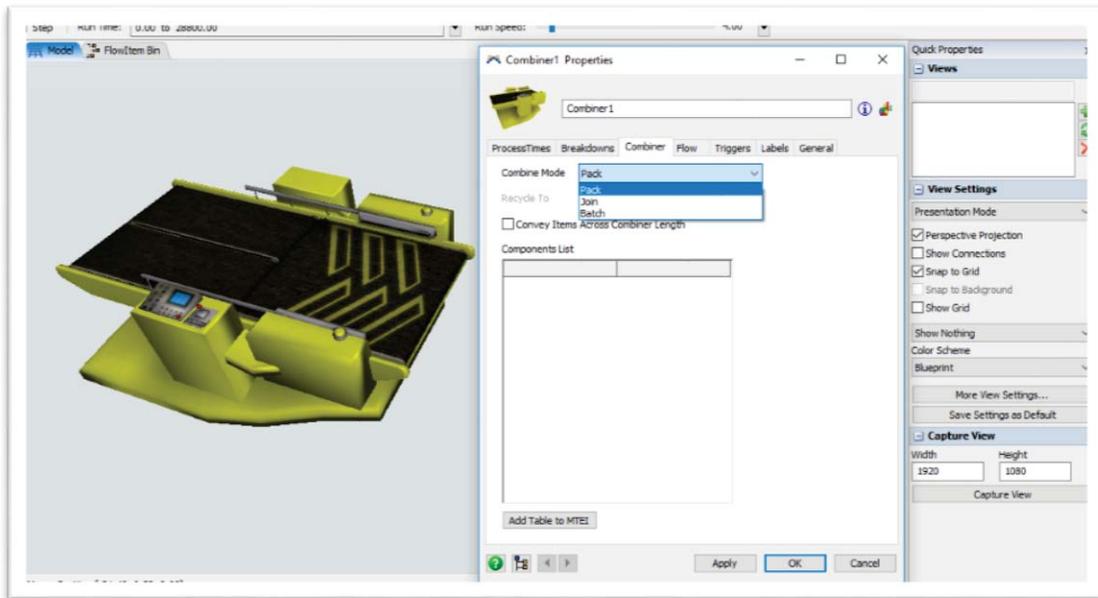


Figura 5. Combiner

**Operator:** Este es uno de los objetos de transporte que se enlaza mediante una conexión media con los diferentes elementos expuestos anteriormente. Dentro de sus configuraciones puede modificarse la capacidad de transporte, velocidad máxima, etc.

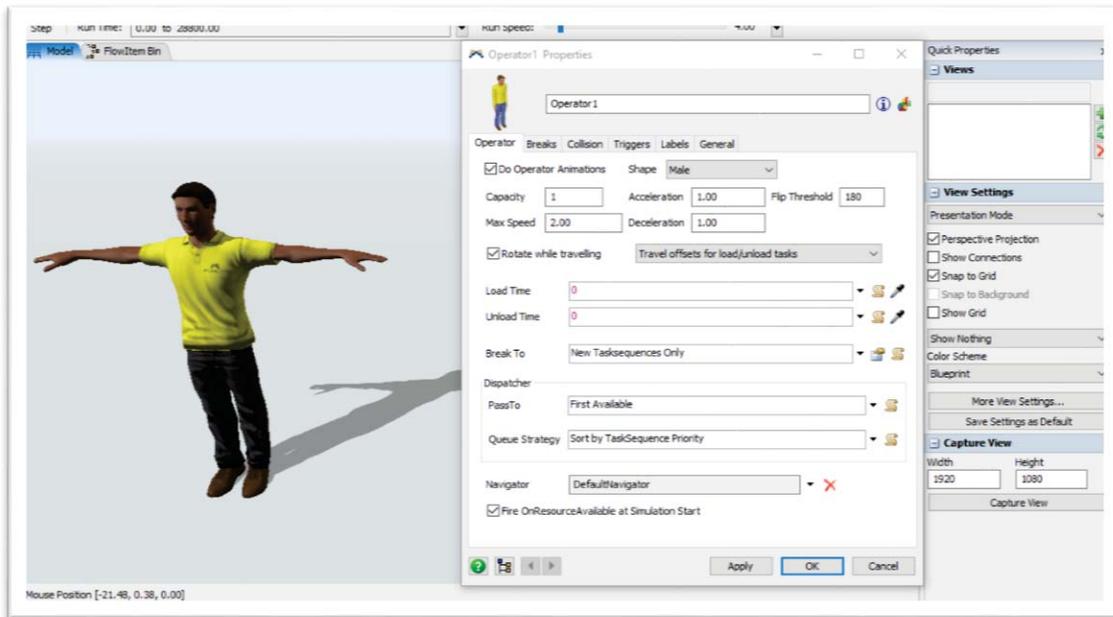


Figura 6.Operator

## 2.7. Calidad

La ISO 9000 define como calidad: “Grado en el que un conjunto de características inherentes a un objeto (producto, servicio, proceso, persona, organización, sistema o recurso) cumple con los requisitos.”

Otras definiciones provenientes de expertos definen a la calidad como “cumplimiento de requisitos” (Philip Crosby), “adecuación al uso del cliente” (Joseph Juran), “Satisfacción de las expectativas del cliente” (Armand V. Feigenbaum), “satisfacción del cliente” (William Edwards Deming).

### **2.7.1. Gestión interna y aseguramiento de la calidad**

La gestión de la calidad tiene 4 componentes que ayudan a que un producto o servicio sea consistente:

Planeamiento de la calidad

- Control de la calidad
- Aseguramiento de la calidad
- Mejoras en la calidad.

Hay que tomar en cuenta que la gestión de la calidad, no solamente se encarga de la calidad del producto o satisfacción del cliente, sino también de los métodos para obtener lo anteriormente mencionado.

### **2.7.2. Enfoque al cliente**

Al conocer que las empresas dependen enteramente de sus clientes, deben estar conscientes que las necesidades de estos será su prioridad, cumplir esos estándares o superar ciertas expectativas es de vital importancia. Una organización que tiene enfoque al cliente es cuando todos sus colaboradores conocen a sus clientes internos y externos, así como también los requisitos que deben cumplir para satisfacer las necesidades de ambos clientes.

Para la gestión de la calidad es prioridad tener un enfoque al cliente, por lo que muchas veces solo basta aprender a escuchar las necesidades los clientes para conocerlos. En segundo lugar, se debe diferenciar entre necesidad y expectativa.

Sin embargo, se debe buscar la coherencia entre la gestión de la calidad con la estructura organizacional, donde se debe tener total compromiso por parte de la dirección, proporcionando los recursos necesarios.

Uno de los objetivos es la estandarización para que los productos o servicios ofrecidos cumplan con los requisitos de calidad, logrando que todos los procesos se lleven de igual forma para obtener resultados iguales, sin importar el lugar en el que se desempeñen.

### **2.7.3. Liderazgo y disciplina**

Los encargados de liderar una empresa deben mantener un propósito en común. Generar un ambiente en el cual los colaboradores puedan alcanzar los objetivos de calidad definidos, con la disciplina que les permita actuar coordinadamente y en orden.

### **2.7.4. Personas**

Las personas dentro de una organización son el recurso más importante, el involucramiento que estas tengan permite aprovechar sus habilidades en beneficio de las organizaciones.

### **2.7.5. Enfoque a los procesos**

Cuando las actividades, tareas y recursos engranan para crear un flujo ordenado, permite que obtener resultados más eficaces.

### 2.7.6. Enfoque de sistemas para las gerencias

La obtención de resultados eficientes y eficaces, depende de la identificación, el entendimiento y la administración de todos los procesos como un sistema.

### 2.7.7. Mejora continua

Uno de los objetivos de calidad de toda organización, debe ser la mejora continua, con el fin de seguir un control continuo de los procesos y cada vez ser más eficientes y eficaces. Existen tres niveles de mejora continua:

Mejorar el producto o servicio para que se adapten a las necesidades de los clientes

Mejorar los distintos procesos internos de la organización (ventas, operaciones, financiero, crédito y cobranza, etc.)

Mejorar el sistema de gestión de calidad, que implican tener eficacia y eficiencia en el cumplimiento de la política y los objetivos de la organización

Dentro de la mejora continua existen 6 pilares:

- SMED “Single-Minute Exchange of Die”
- *PokaYoke* “A prueba de errores”
- *Just in time* “Justo a tiempo”
- *Jidoka* “automatización con un toque humano”
- *Kanban* “sistema de tarjetas”
- TPM “Mantenimiento productivo total”

Así mismo para poder aplicar la metodología de mejora continua se debe tomar en consideración los siguientes requisitos:

- Debe existir apoyo en la gestión
- *Feedback* (retroalimentación de los procesos)
- Medición de los procesos
- Actividad sostenible en el tiempo
- Algunos de los principios de la mejora continua también deben ser tomados en cuenta al aplicar esta metodología:
- Manténlo simple
- Si no lo puedes medir no lo puedes mejorar
- Crear una cultura de mejora
- Trabajo en equipo
- Un lugar para cada cosa
- *Garbage in garbage out*. “GIGO” (si ingresan datos erróneos, saldrán datos erróneos)

## 2.8. Distribución de planta

*“La distribución en planta consiste en la organización física de los factores y elementos industriales que participan en el proceso productivo de la empresa, en la distribución del área, en la determinación de las figuras, formas relativas y ubicación de los distintos departamentos.”(García, 2017).*

Sea cual sea el caso bajo el cual se aborda el estudio del diseño de planta, se engloba dentro de las siguientes ramas:

- Proyecto de una planta totalmente nueva
- Expansión o traslado de una existente
- Reordenamiento de una distribución ya existente
- Ajustes menores en distribución ya existente.

## **2.9. Factores que inciden en la distribución**

### **2.9.1. Líneas de circulación**

Dentro de la distribución en planta uno de los factores más importantes es el flujo de materiales es uno de los más importantes para determinar el tipo de distribución.

Las líneas de circulación muestran básicamente el movimiento de materiales pasando por las distintas estaciones de trabajo. (Palacios, 2009)

### **2.9.2. Personas**

Dentro del proceso, las personas es el recurso más flexible incluso más que cualquier material o máquina, y a pesar de esto es el recurso más importante dentro de las empresas por lo que se debe tener en cuenta su seguridad y bienestar. (Palacios, 2009).

### **2.9.3. Necesidad de mano de obra**

Dentro de este campo es necesario seleccionar al personal con habilidades apropiadas y capacitados para poder ejercer la labor. (Palacios, 2009).

Es importante conocer el número de empleados necesarios, así como también su ubicación de en el proceso. Sera fundamental el cálculo, que es similar a calcular número de máquinas donde se parte de la cantidad de producción prevista. (Palacios, 2009).

#### **2.9.4. Las máquinas**

La maquinaria tiene una afectación dentro de la distribución de planta en los siguientes aspectos:

Cantidad y característica de las máquinas. Debido a que existe una infinidad de tipos y dimensiones de máquinas, donde cada una tiene su función y objetivo dentro del proceso productivo. Se deberá conocer con exactitud los espacios formas y dimensiones de la máquina, ya que afectara directamente a la distribución ya que existen máquinas con requerimientos específicos.

Se debe considerar la cantidad y la capacidad de cada máquina, para evaluar y analizar su ubicación más óptima.

El equilibrio y coordinación de las líneas de producción con las máquinas y mano de obra, de tal forma que se reduzcan cuellos de botellas y se eliminen tiempos muertos

#### **2.9.5. Diagrama de relaciones**

El objetivo del diagrama de relaciones es representar espacialmente la relación de las actividades, por lo cual recolecta información obtenida de la cantidad de interacciones entre departamentos o secciones, para establecer su prioridad.

En cuanto a su elaboración puede optarse desde la aplicación de teoría de grafos o diversos algoritmos informáticos hasta técnicas más simples, pero igualmente fáciles de usar.

El procedimiento llamado “tradicional”, consiste en identificar las áreas o departamentos con cuadrados de igual tamaño, siguiendo los pasos a continuación:

El diagrama empieza con las relaciones del tipo “A”, donde se realiza un primer diagrama donde únicamente se incluyen actividades de este tipo, una vez estando seguros que no falta ninguna relación “A”, se procede a reordenar el “sub diagrama” hasta conseguir la mejor distribución.

El número de actividades se indica en el interior del cuadro o del símbolo

Ahora se añadirán las actividades relacionadas al ratio “E” y “X” y se reordena el diagrama como anteriormente.

Incorporar la relación tipo “I” y reordenamos

Añadimos la relación de tipo “O” y ajustamos.

### **2.9.6. Diagrama de hilos**

El aspecto espacial es muy importante dentro de la distribución de planta, esto se refleja claramente en el diagrama de hilos.

El diagrama de hilos es muy útil al utilizarse sobre distribuciones existentes, haciendo una representación a escala, donde se puede observar los recorridos con distintos colores o distintos tipos de línea (Palacios, 2009).

## **2.10. Principios de la distribución de planta**

### **2.10.1. Principio de la integración de conjunto**

Una distribución planta es la integración de varios elementos que se relacionan entre ellos, es decir que convierten a la planta en una máquina única. Todos estos elementos deben estar integrados entre sí para formar una unidad en conjunto (Palacios, 2009).

### **2.10.2. Principio de la mínima distancia recorrida**

Es siempre mejor dentro de la industria disponer de una distribución en la cual se recorra la menor distancia posible.

El movimiento entre operaciones siempre existirá, a pesar de que se busque eliminarlos, es imposible. Por lo cual se requiere optimizar lo más posible el espacio que se desplazan los materiales de una operación a otra.

### **2.10.3. Principios de la circulación o flujo de materiales**

En este aspecto es mejor la distribución en la que se ordenan las operaciones de tal manera que vayan acorde al flujo de materiales o en el orden en el que se transforman, montan o tratan los materiales.(Palacios, 2009).

Este es un principio complementario de la mínima distancia recorrida, en donde el material se moverá progresivamente a lo largo de las operaciones donde no deben existir reprocesos o movimientos transversales. Se deberá reducir los inventarios en proceso para que la materia se “deslice” a lo largo del proceso.

### **2.10.4. Principio del espacio cúbico**

Básicamente una distribución es la forma en como utilizamos el espacio disponible, esto es la ordenación de los diferentes espacios ocupados por los hombres, máquinas, materiales. Todos estos elementos ocupan un espacio volumétrico, en donde se utiliza no solamente el suelo como tal.

Por otro lado, el movimiento de materiales, personas etc., será necesarios hacerlos en ciertos casos por envían del nivel del suelo o a su vez por debajo (Palacios, 2009).

#### **2.10.5. Principio de la satisfacción y de la seguridad**

El principio de satisfacción y seguridad de las personas interesadas es un aspecto muy importante. Para algunos distribuidores es uno de sus objetivos principales, dicen: “Haz que el trabajo sea realizado con satisfacción, y automáticamente conseguirás muchos otros beneficios” (Palacios, 2009).

#### **2.10.6. Principio de la flexibilidad**

Debido a la acelerada innovación y crecimiento de la tecnología, se busca siempre que las industrias busquen seguirle el ritmo, con capacidades de adaptarse a los cambios, cambiando tanto su distribución, procesos, productos y hasta su tiempo de entrega. Muchas veces las empresas pierden pedidos de clientes debido a que no pueden adaptarse a esas necesidades cambiantes de su medio. Por eso es que es necesario tener una planta flexible a los cambios, que sea adaptable o ajustable con rapidez y economía (Palacios, 2009).

### **2.11. Metodológicas al problema de la distribución de planta**

Las primeras metodologías que afrontaron el problema de la distribución de planta empezaron en la década de los 50`s. Sin embargo, es Muther en 1961, en desarrollar un método sistemático llamado SLP “*Systematic layout Planning*”.

Los métodos posteriores al SLP se consideran simples o incompletos si se toma a la distribución de planta un mínimo de su complejidad. Posterior a la segunda guerra mundial se desarrollaron métodos precedentes al SLP con algunas variaciones o ampliaciones de la misma, siendo el método Muther el más difundido (Palacios, 2009).

A continuación, se detallará de manera breve algunas de estas metodologías.

### **2.11.1. Método o etapas básicas de Inner**

Diferentes autores concuerdan en señalar a Inner como el primero en desarrollar una metodología para resolver el problema de distribución de planta. Inner establece tres etapas de resolución del problema:

**Etapas 1:** Plantear correctamente el problema a resolver

**Etapas 2:** Detallar las líneas del flujo

**Etapas 3:** Convertir las líneas de flujo en materiales.

Este método se enfoca solamente en el principio de circulación o flujo de materiales y en ordenamiento o ajuste de una distribución menor a ya existente.

### **2.11.2. *Sequence Analysis* de Buffa**

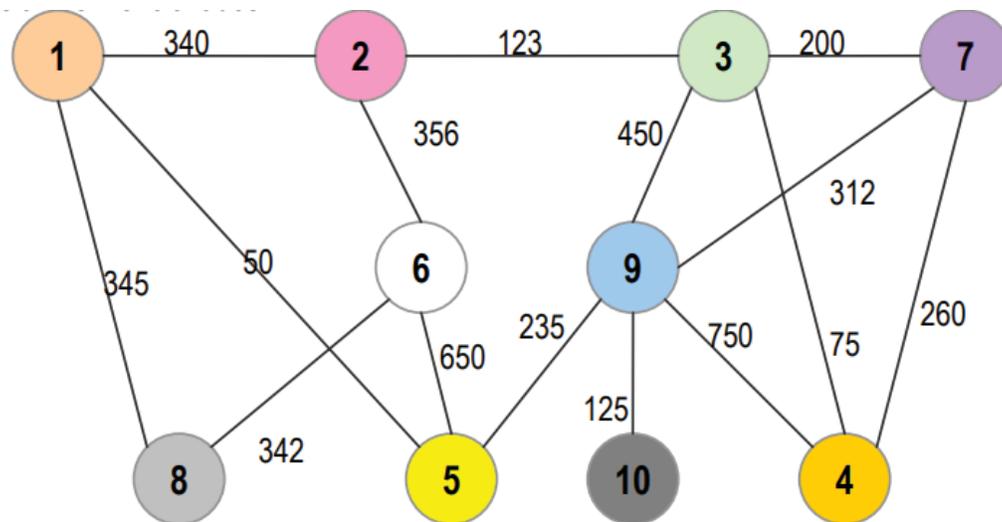
El método desarrollado por Buffa en 1955, puede considerarse un precursor del SLP, pudiendo tener muchas similitudes. El procedimiento es el siguiente:

**Etapas 1:** El estudio del proceso, recolección de información referente a actividades, piezas y recorridos. Organización de esta información en forma de hoja de ruta y análisis de requerimientos del sistema productivo.

**Etapa 2:** Determinar cuál es la secuencia de las operaciones de cada una de las piezas y elaborar una tabla con esta información.

**Etapa 3:** Determinación de las cargas de transporte entre las diferentes áreas. Esta información se recopila en una tabla llamada “Tabla de carga de transporte”.

**Etapa 4:** Buscar la posición ideal de los diferentes puestos de trabajo. Para se utiliza el “Diagrama esquemático Ideal”. En este diagrama se representa a las diferentes áreas sin forma de círculos, donde cada círculo está unido al otro mediante líneas que representan el flujo de materiales, en estas líneas de debe expresar la carga de transporte. En este grafico lo que se busca es reducir los cruces de líneas entre áreas, como también poner lo más próximo posibles a los que tengan mayor número de interacciones (Palacios, 2009).



*Figura 7. Diagrama Esquemático Sequence Analysis de Buffa*

Tomado de (Palacios, 2009)

**Etapa 5:** Desarrollo del diagrama esquemático de bloques, donde cada área ocupa un espacio y donde se muestran las relaciones interdepartamentales.

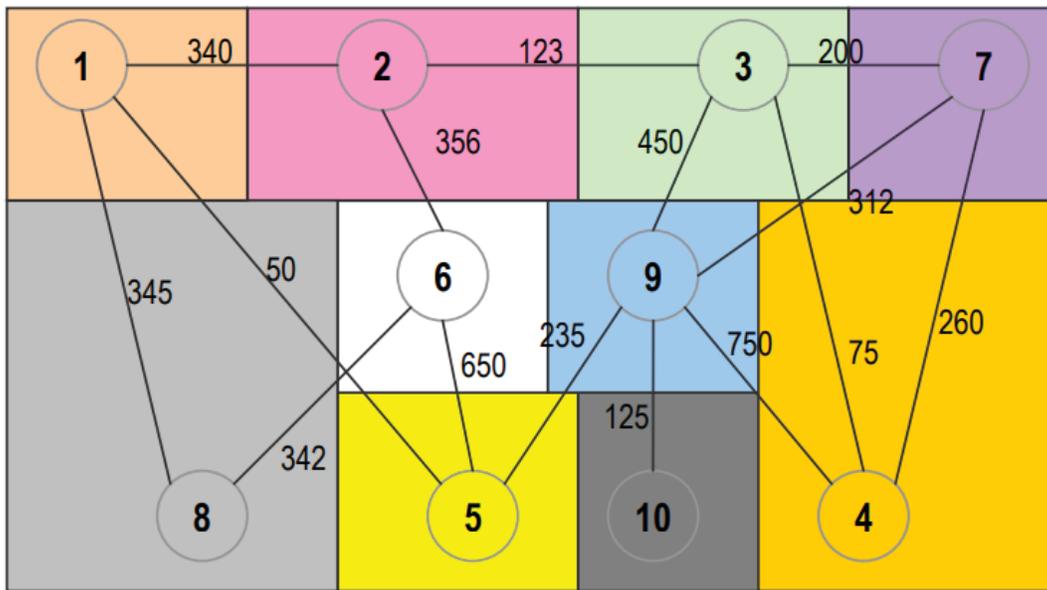


Figura 8. Diagrama de Bloques de Buffa

Tomado de (Palacios, 2009)

**Etap 6:** Desarrollo de “Layout”, en donde se desarrolla el plano a detalle, con todas las área y medidas de cómo será la distribución final.

### 2.11.3. Propuesta metodológica posteriores al SLP

Posteriormente a la propuesta del modelo SLP, se exponen modelos donde no todos alcanzan el grado de aceptación de la de Muther. Los más relevantes se exponen a continuación.

**PROPUESTA DE REED:** Reed propone que se realice una distribución basándose en una secuencia de 10 pasos:

Estudio del producto a fabricar.

Determinar los procesos para fabricar dichos productos

*Layout* esquematizado: donde se detalle las operaciones a realizar, los transportes y almacenaje, inspecciones, tiempos, selección y balance de máquina, mano de obra requerida.

- Determinación de estaciones de trabajo
- Determinar áreas de almacenamiento
- Determinar ancho de pasillos
- Establecer áreas de oficina
- Instalaciones para personas y servicios
- Planificar los servicios de planta
- Proveer posibles expansiones

#### **2.11.4. *Ideal system approach* de Nadler**

Esta metodología propuesta por Nadler, en un principio se desarrolló para sistemas de trabajo, pero es aplicable para diseño de planta. Este método es una aproximación jerárquica al diseño, es más una filosofía. Se parte del sistema ideal teórico para ir descendiendo en el grado de idoneidad hasta que se logra alcanzar una solución factible al problema (Palacios, 2009).



*Figura 9.* Ideal Systems Approach de Nadler

Tomado de (Palacios, 2009)

#### 2.11.5. Systematic layout planning (SLP) de Muther

El SLP fue desarrollado por Richar Muther, para resolver el problema de distribución de planta, de diversas naturalezas, como pueden ser plantas industriales, hospitales, locales comerciales, etc.

El SLP se basa en la información referente a l problema a solventar, a través de 4 etapas obteniendo una distribución óptima. Además de la relación de las áreas, es necesario conocer cinco tipos de datos como entradas para el método:

**Producto (P):** Se considera aquí también a los materiales, materia prima, productos semielaborados, producto terminado, etc.

**Cantidad (Q):** Definir la cantidad de producto elaborado, utilizados o transportado a lo largo del proceso

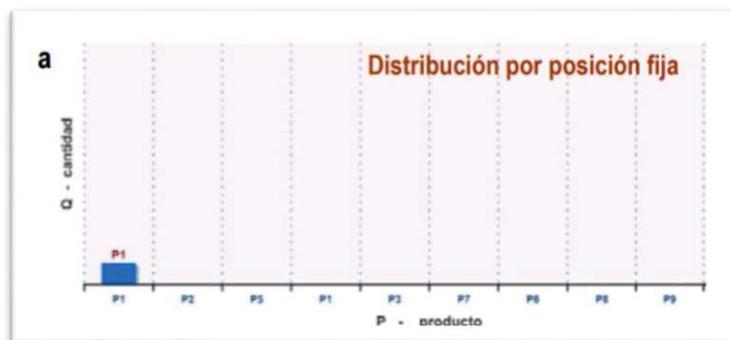
**Recorrido (R):** Secuencia de operaciones a las que se somete el producto.

**Servicios (S):** Servicios auxiliares, servicios para el personal

**Tiempo (T):** La unidad de tiempo te permite evaluar la cantidad de productos o materiales, normalmente acompañado de una unidad de masas o volumen, es muy importante su análisis debido a que la primera fase es la obtención de producto/cantidad.

### 2.11.6. Análisis de P-Q

A partir de este análisis se puede determinar el tipo de distribución adecuado para el proceso. Muther recomienda hacer un gráfico tipo histograma con frecuencias, en donde se represente en el eje de las “x” los productos a elaborar y en el de las “y” la cantidad que se fabrican, se deben representar siempre en forma decreciente en relación a la cantidad. En el caso “A” que se puede visualizar a continuación, la distribución adecuada es la de distribución fija, suponiendo que es un proyecto de gran envergadura. La grafica “B” se recomienda una distribución en cadena. La existencia de variedad de productos con niveles similares “C”, se recomienda una distribución con mayor flexibilidad orientada a procesos. Por último, se tiene la gráfica “D” donde se puede ver una distribución mixta, buscando una alta flexibilidad.



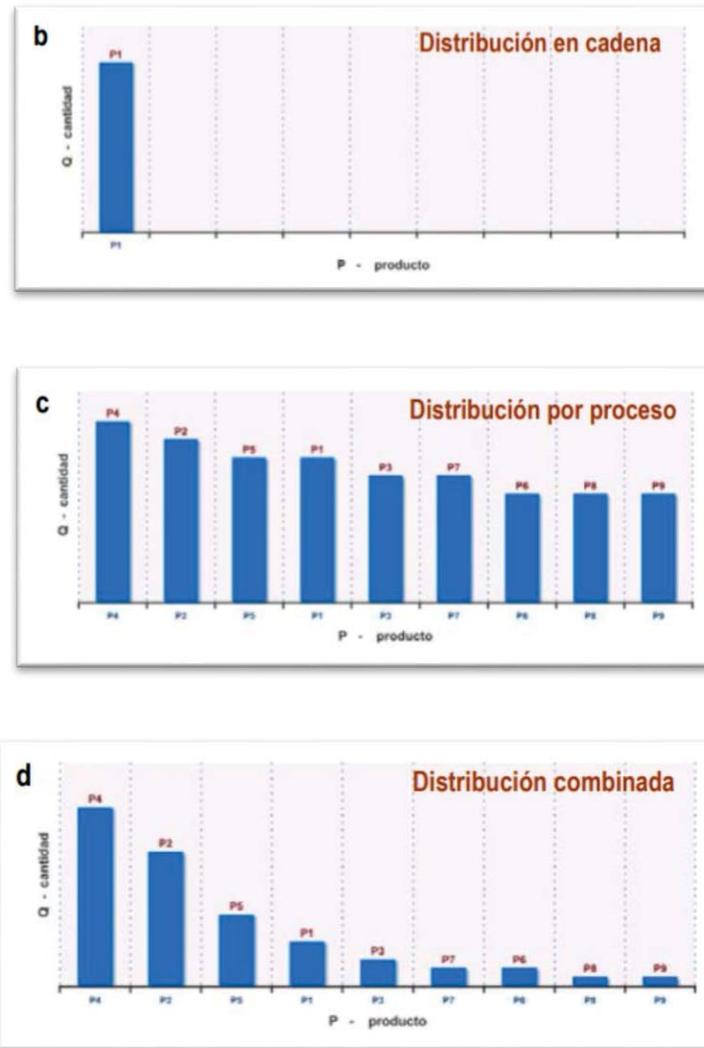


Figura 10. P-Q Tipos de distribución de planta

Tomado de (Palacios, 2009)

### **2.11.7. Análisis del recorrido de los productos**

En esta fase se determina la secuencia, la cantidad y el costo de los movimientos de los productos o materiales a lo largo del proceso productivo. A partir de la información del proceso y el volumen que se fabrique, donde se deben realizar diagramas donde se describa el flujo de materiales, estos son principalmente tres:

- Diagrama de recorrido sencillo
- Diagrama multi producto
- Tablas Matriciales

### **2.11.8. Análisis de la relación entre actividades**

Una vez conocida el recorrido de los productos o materiales, e analista debe determinar el volumen de interacción entre áreas, puede que no siempre exista un flujo de materiales, pero no implica que no exista otro tipo de relación. (Palacios, 2009).

Para detallar la relación de las actividades se debe representar de manera lógica en un cuadro de “Tabla de relación de actividades” como se muestra en la figura a continuación.

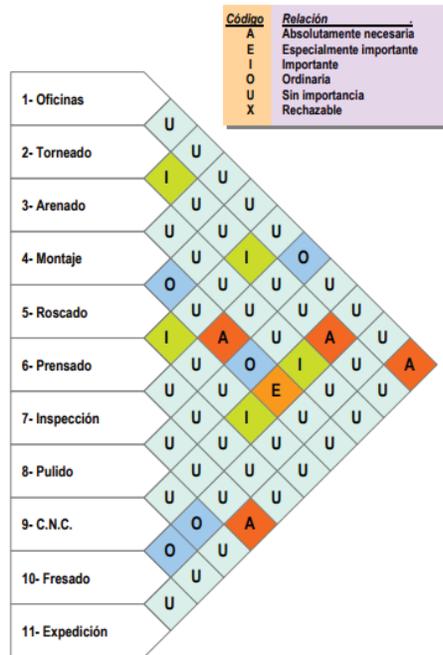


Figura 11. Diagrama de relación de actividades

Tomado de (Palacios, 2009)

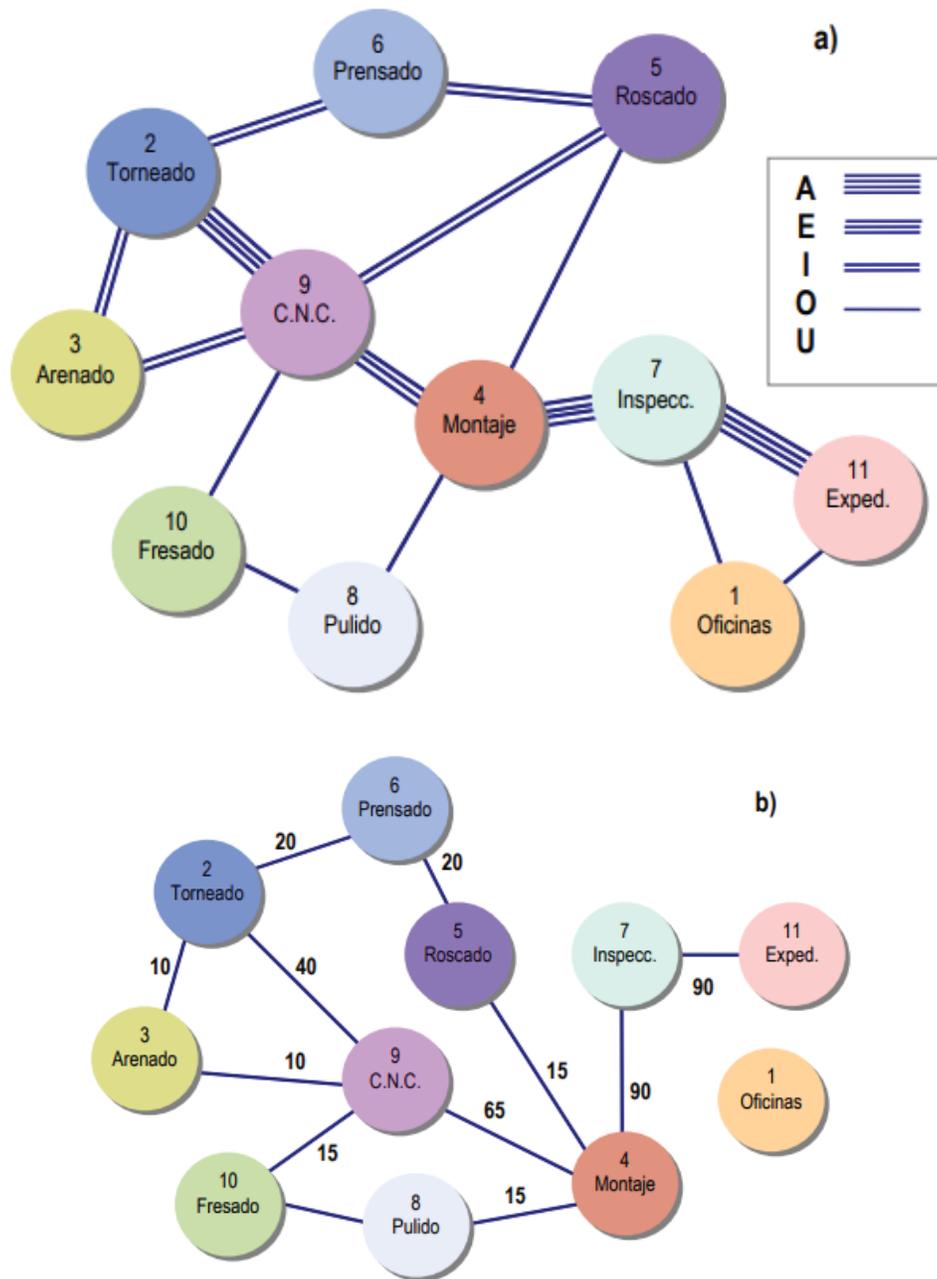


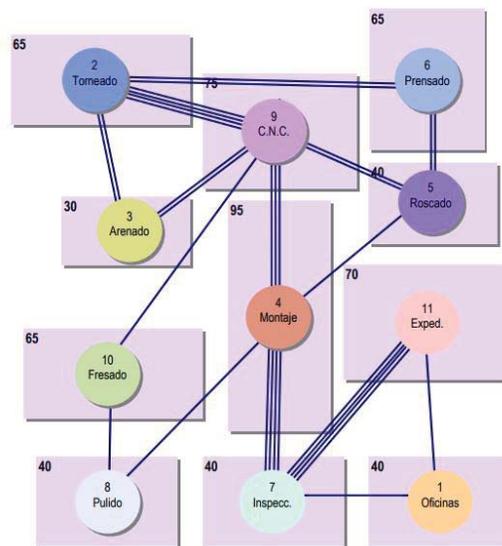
Figura 12. Diagrama de Relación de Actividades  
Tomado de (Palacios, 2009)

### 2.11.9. Diagrama de relación de espacios

Este diagrama hace referencia al espacio necesario para desempeñar las distintas actividades. El analista debe tomar en cuenta tanto área como la forma, para llevar a cabo dichas actividades.

No se tiene un método específico para determinar el área necesario, el analista debe utilizar el que mejor se adapte a las necesidades de la empresa o a la información que se tenga del análisis. En si el espacio no depende únicamente de actividades inherentes, si no que puede ser afectado por procesos más globales de toda la organización.

El diagrama de relaciones de espacios es muy similar a los diagramas que se ha venido mencionando, con su distinción que grafica a las áreas de trabajo de forma que estas se muestren a escala, donde se puede observar el espacio que va a ocupar cierta área o actividad. Normalmente en este grafo se suele representar la ubicación del número equipos, máquinas, etc.



*Figura 13.* Diagrama de relación de espacios

Tomado de (Palacios, 2009)

### 2.11.10. Método de eslabones

Este método se trata de mejorar el orden en el cual se encuentran dispuestos los elementos físicos dentro de la planta industrial, basándose en la secuencia de operación de distintos productos, hallando caminos cortos y que los cruces sea los menores posibles.

## 3. SITUACION ACTUAL

Al iniciar el diagnóstico del estado actual de la línea, se realizó un recorrido para familiarizarse con la operación, tener contacto con las personas involucradas y recabar información de los inconvenientes que estos identifiquen.

A continuación, se procedió con el levantamiento del proceso “AS-IS”, enlistando las actividades en la secuencia correcta con su respectiva precedencia, entradas y salidas. Se realizó la medición y el levantamiento del ‘*layout*’ de la línea, y así mismo se identificó las distintas máquinas utilizadas.

Posterior al levantamiento de las distintas actividades que involucran el proceso, se sostuvo una reunión con el jefe de producción y la jefa de ingeniería, con el fin de recabar información que permita definir el problema. La información recabada a lo largo de la reunión corresponde al histórico de demanda del primer semestre del año 2016; hoja de operaciones precedencias de ciertas prendas; porcentaje de pedidos atrasados; y, registro de fecha pactada vs. fecha entregada de los diferentes pedidos.

Una vez recopilada la información proporcionada por el personal de Royaltex S.A, se procedió a realizar la definición del problema, en donde se utilizó la metodología del “*árbol de definición del problema*” basado en 5 preguntas: ¿Qué es un problema?, ¿Por qué es un problema?, ¿Dónde se presenta el problema?, ¿Cuándo se ha presentado el problema?, ¿Cómo se presenta el problema?, las

cuales arrojan distintas respuestas que permiten formular la definición del problema la cual se detallara en esta sección.

### 3.1. Diagnóstico de la operación

#### 3.1.1. Jornada laboral

La línea numero dos cuentas actualmente con 22 operarias, que laboran en un horario de 7:00 AM a 16:00 PM, con una hora de almuerzo, diez minutos para desayuno y dos pausas activas de cinco minutos cada una.

#### 3.1.2. Máquinas

La línea está conformada por 9 tipos de máquinas diferentes y un total 35 máquinas distribuidas en tres hileras paralelas.

Tabla 2.

*Máquinas línea 2*

MÁQUINA	CANTIDAD
1 Aguja	20
Overlock 5 hilos	3
Planchas	3
Fusionadora	1
Cosedora, cortadora de 1 aguja	2
Viradora de cuellos	1
Overlock afinado	1
Pretinadora 2A	2
Ojaladora Recta	2
	35

### 3.1.3. Prendas confeccionadas

En la línea número dos se fabrican distintos productos entre los cuales se destacan los siguientes:

- Camisas
- Blusas
- Enterizo
- Vestido
- Faldas
- Tops
- Accesorios
- Chalecos
- Blusón

Las prendas correspondientes a la línea dos representan un cuarto de la producción aproximadamente de toda la planta y de acuerdo al histórico del 2016 (Enero / Septiembre) se puede observar el volumen de producción por prenda en la siguiente tabla:

Tabla 3.

*Volumen producción 2016-1*

PRENDA	CANTIDAD (UNIDADES)
CAMISA	65148
BLUSA	26718
ACCESORIOS	2000
CHALECO	1964
TOP	1528
ENTERIZO	1404
VESTIDO	992
BLUSON	208
FALDA	208

### 3.1.4. Layout estado actual

La línea dos posee tres hileras de máquinas o a su vez estaciones de trabajo distribuidas en una superficie de aproximadamente 7 metros de ancho y 20 metros de largo como se muestra a continuación.

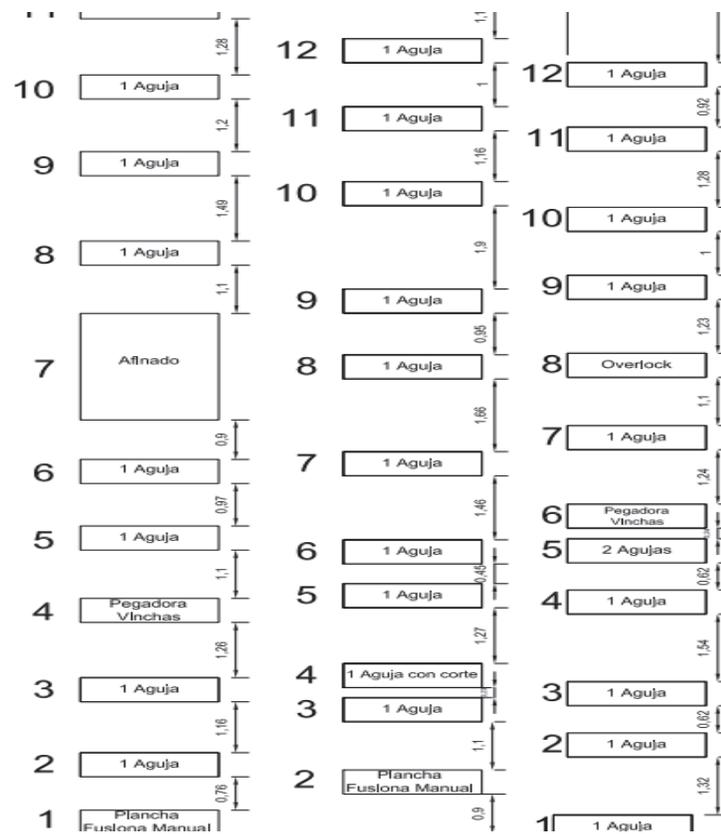


Figura 14. Layout estado actual

Con el fin de una fácil identificación de las máquinas que conforman la línea, se realizó una codificación sencilla, la cual se usará a lo largo de este proyecto.

Esta codificación cuenta con una letra (A, B o C) y un número. Las letras corresponden a las 3 columnas de máquinas y el número a las filas de cada una de ellas, como se muestra en la **Figura 15**.

De igual forma, los colores corresponden a una categorización de las máquinas por cada parte de la camisa o blusa a elaborar.

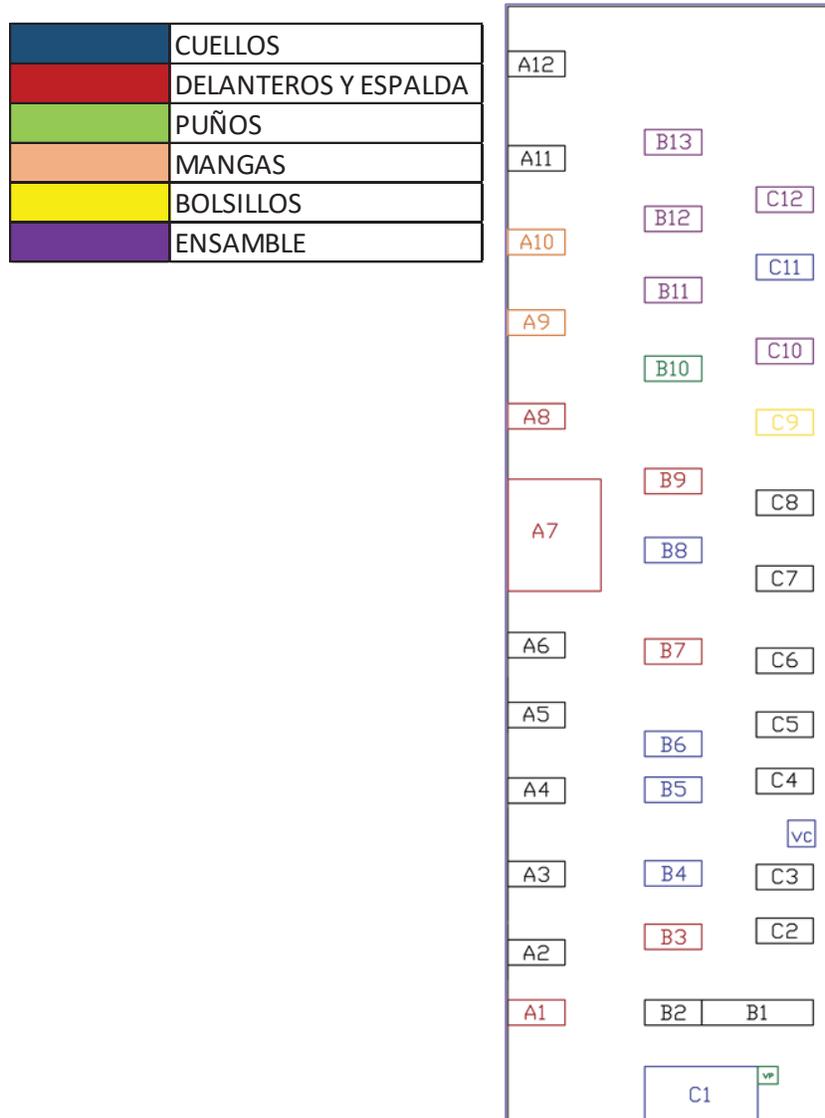


Figura 15. Codificación de máquinas

### **3.1.5. Operaciones estado actual**

La línea número dos se encuentra conformada por 49 operaciones para la confección de camisas, las cuales fueron levantadas en compañía de la Jefa de Ingeniería de la planta.

El levantamiento también tuvo como objetivo identificar las máquinas en la cuales se desarrollan las operaciones, lo cual es un punto clave para posteriormente desarrollar la mejora.

Tabla 4.

*Operaciones camisas*

Operacion	Maquina	Predecesor	Sam OP
Colocar fusionable y hacer 2 dobleces con la plancha	PLANCHA	0	0,58
dobladillar VINCHA LR con folder de 25mm	1 AGUJA	0	0,3
planchar delanteros para acentar costuras vinchas(par)	PLANCHA	1,2	0,37
Afinar DELANTEROS igualando en bajos, hombros y cuellos	MANUAL	3	1,01
dobladillar BOLSILLO con ayuda de folder(20mm)	1 AGUJA	0	0,13
planchar bolsillo de camisa dando la forma del molde (uno)	PLANCHA	5	0,32
pegar bolsillo en delantero izquierdo colocando etiqueta RIDERS en el costado de bolsillo	1 AGUJA	4,6	0,99
EMBOLSAR ESPALDA con ayuda de folder	1 AGUJA	0	0,8
planchar espalda para facilitar la operación de afinado	PLANCHA	8	0,22
afinar posterior de camisa en cuello, bajo y sisa	MANUAL	9	0,54
EMBOLSAR DELANTERO Y ESPALDA	1 AGUJA	7,10	0,94
pespuntar unión de hombros	1 AGUJA	11	0,3
fusionar CUELLO uniendo pelón con cuello	FUSIONADORA	0	0,13
señalar cuello por donde pasará las costuras con ayuda de molde según talla	MANUAL	13	0,29
unir piezas de cuello por señalado	COSE CORTA 1 AGUJA	14	0,55
cortar sobrante de tela para que se de la forma en las puntas y virar	VIRADORA DE CUELLOS	15	0,15
pespuntar contorno de cuello a 4mm	1 AGUJA	16	0,69
afinar parte inferior de cuello y picar en el centro para alinear con faja	OVERLOCK AFINADO	17	0,23
fusionar FAJA pelón y pieza de faja alineados en los extremos	FUSIONADORA	0	0,18
dobladillar parte inferior de faja fusionada	1 AGUJA	19	0,45
afinar parte superior de faja y picar en el centro para alinear con el cuello	OVERLOCK AFINADO	20	0,31
ARMAR CUELLO, cuello va en medio de piezas de faja	1 AGUJA	19,21	0,54
redondear faja en las puntas con ayuda de molde	1 AGUJA	22	0,26
afinar cuello en faja, cortando sobrante de tela para definir la forma del mismo	MANUAL	23	0,19
virar puntas de faja dando la forma del mismo	MANUAL	24	0,05
planchar cuello definiendo la forma del mismo y para facilitar el afinado	MANUAL	25	0,17
afinar cuello en faja y picar en el centro para alinear con cuerpo	OVERLOCK AFINADO	26	0,31
pegar cuello 1era costura a cuerpo	1 AGUJA	12,27	0,77
asentar parte inferior de cuello y pespuntar todo el contorno	1 AGUJA	28	1,1
picar manga para realizarTAJALI	MANUAL	0	0,22
pegar pieza tajalis	1 AGUJA	30	1,19
figurar triangulo en extremo de tajali	1 AGUJA	31	1,92
igualar tajali, dejando igual pieza superior e inferior	MANUAL	32	0,33
pegar MANGAS LARGAS a cuerpo	OVERLOCK 5 HILOS	27,33	0,62
pespuntar SISAS en la unión de la manga con el cuerpo	1 AGUJA	34	0,76
cerrar COSTADOS	OVERLOCK 5 HILOS	35	1,23
dobladillar BAJOS con ayuda de folder	1 AGUJA	36	0,85
fusionar PUÑOS (2)	FUSIONADORA	0	0,37
dobladillar puños (2)	1 AGUJA	38	0,55
cerrar puños uniendo en sus costados (2)	1 AGUJA	39	0,44
virar puños, formando las puntas del mismo	PUNZON	40	0,14
pegar puños a manga (2), realizando pliegues en la manga	1 AGUJA	37,41	1,34
asentar y pespuntar todo el rededor del puños	1 AGUJA	42	1,82
hacer OJALES GRANDES(9)			
hacer ojales pequeños en las puntas de cuello (2 ojales, uno en cada punta y tajali)	OJALADORA RECTA	44	0,32
señalar vincha para pegar botones	MANUAL	45	0,51
Pegar botones(17)	BOTONERA	46	1,54
Pespuntar vincha previamente fusionada	1 AGUJA	0	0,47
PULIR camisa manga larga, cortar hilos sobrantes	MANUAL	0	3,64
PLANCHAR camisa manga larga	PLANCHA VAPOR	0	1,46

El levantamiento de las operaciones correspondientes a las demás prendas de vestir, se encuentran en los anexos de este documento.

Con el fin de entender de mejor manera el proceso de confección de las camisas en la línea dos, se realizó una agrupación de operaciones y clasificación de las mismas dependiendo de la parte de la camisa a la cual pertenece, identificando así también que clasificación posee mayor cantidad de operaciones.

Tabla 5.

*Agrupación de operaciones*

No.	Proceso	Operaciones	Número de Operaciones
1	Elaboración de Cuellos	14,15,16,17,18,19	6
2	Elaboración de Fajas	20, 21, 22	3
3	Elaboración de Bolsillos	6,7	2
4	Elaboración de Delanteros derechos	1, 2, 4, 5	4
5	Elaboración de Delanteros izquierdos	3, 4, 5	3
6	Elaboración de Espalda	9, 10, 11	3
7	Elaboración de Mangas	32, 33, 34	3
8	Elaboración de Ojales	45, 46, 47, 48	4
9	Ensamble de Puños	39, 40, 41, 42	4
10	Ensamble de Cuellos	23, 24, 25, 26, 27, 28	6
11	Ensamble Final	8, 12, 13, 29, 30, 35, 36, 37, 38, 43, 44	11

**3.2. Definición del problema****3.2.1. Árbol de definición del problema**

El análisis de problemas resulta una herramienta fundamental al momento de la planeación de una mejora porque nos permite desglosar la problemática en proporciones más claras y manejables, como también establecer qué información, recurso o evidencia serán necesarios en un futuro.

Con el fin de usar una herramienta que sea visual y multipropósito, para identificar y priorizar los problemas se usó el árbol de definición basado en 5 preguntas clave: ¿Qué es un problema?, ¿Por qué es un problema?, ¿Dónde se presenta el problema?, ¿Cuándo se ha presentado el problema?, ¿Cómo se presenta el problema?

El análisis se enfocó a las prendas con mayor volumen de producción dentro de la línea número dos, como son las camisas, correspondientes al 65% de la producción del año 2016 (Enero / Septiembre), como se puede ver en la **Figura 16**.

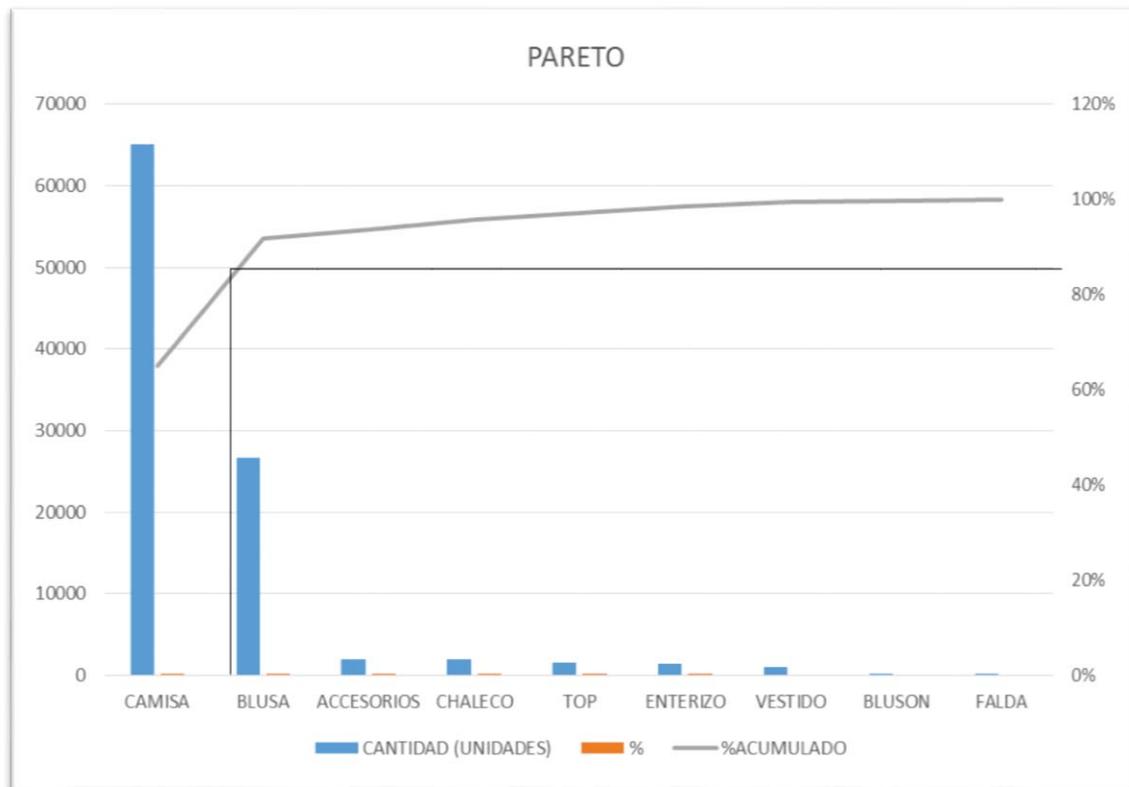


Figura 16. Pareto

### ¿QUÉ ES UN PROBLEMA?

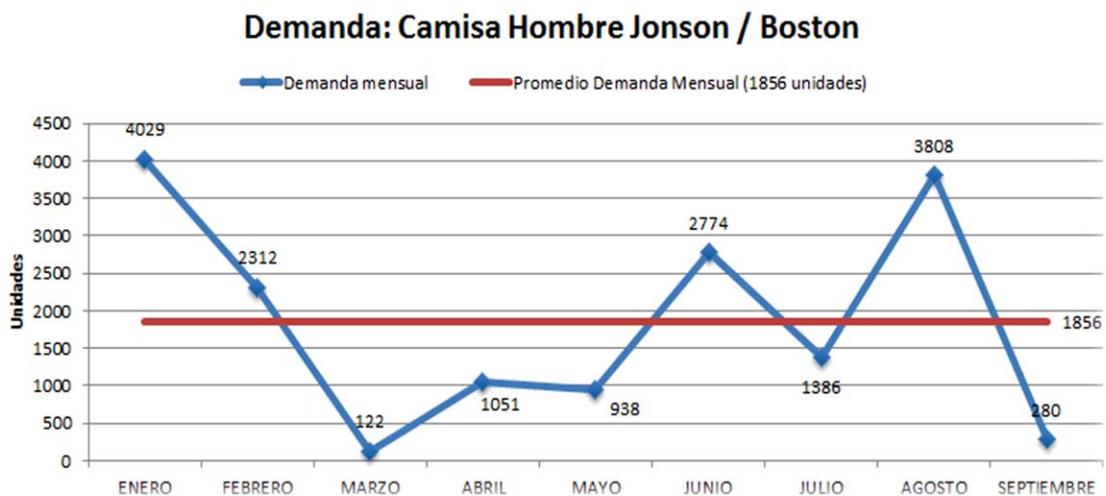
Al realizar el levantamiento de las operaciones y máquinas a lo largo de la línea se pudo identificar que el *recorrido excesivo de materiales* es un problema para la confección de prendas en la línea número dos.

### ¿POR QUÉ ES UN PROBLEMA?

El *recorrido excesivo de materiales* es un problema para la confección de prendas de vestir debido a que existen actividades como son los movimientos improductivos o que no generan valor, aumentando el lead time e incrementando que el costo unitario de las prendas.

Actualmente en la línea número dos existen pérdidas en ventas en ciertos meses del año, como también pedidos atrasados, ocasionando la perdida de contratos con clientes o disminución en el margen bruto.

En el año 2016 de acuerdo al histórico de demanda (Enero / Septiembre) los meses con mayor producción correspondiente a enero, febrero, junio, agosto, como se puede observar en la **Figura 17**.



*Figura 17.* Demanda Camisas

Las pérdidas en ventas están ligados a pedidos que no se pueden satisfacer debido al volumen de producción con el que cuenta la línea. Actualmente en promedio se tiene una producción de 1856 camisas mensualmente.

Por otra parte, las ventas pedidas no son el único síntoma de que existen inconvenientes en la producción. Los pedidos atrasados en el 2016 (Enero / Septiembre) también se ve reflejado en ciertos meses en los cuales se pierden clientes potenciales o el nivel de servicio que se expone al cliente resulta insatisfactorio.

De acuerdo a la información levantada en la línea dos se observó meses críticos en los cuales existe retrasos en los pedidos. Puede resultar no tan problemático el atraso de los pedidos, ya que se podría llegar a negociar nuevas fechas de entrega con el cliente, el problema se vuelve crítico cuando estos pedidos se retrasan aún después de llegar a una negociación, pudiendo provocar la pérdida de la venta.

De acuerdo a la “*política interna de pedidos back order*”, el tiempo de espera para los pedidos es de 30 días, en donde una vez superado este tiempo el cliente tiene la potestad de cancelar su pedido y proceder al reembolso correspondiente. El 63% de los pedidos realizados en el año 2016 (Enero / Septiembre) tiene un retraso de por lo menos 1 día con respecto a la política, y el 3% de estos pedidos fueron una pérdida en ventas en más de 248 camisas y \$8.680, por superar los 15 días de retraso, como se puede observar en la **Tabla 6**.

Tabla 6.

*Perdida en ventas*

PROVEEDOR	LOTE	T. ENTREGA EN DIAS	UNIDADES PEDIDO	DIAS DE RETRASO	FECHA	COSTO X CAMISA
SGS	24955	50	164	20	18/05/2016	5740
UNACEM	25374	48,15	15	18,15	19/09/2016	525
HILSEA	25138	46,26	69	16,26	07/07/2016	2415
			248			8680

### ¿DONDE SE PRESENTA EL PROBLEMA?

El problema se presenta a lo largo de toda la línea dos dentro del área de confección.

### ¿CUÁNDO SE HA PRESENTADO EL PROBLEMA?

El excesivo recorrido de materiales y personas se presenta constantemente en la línea número dos, volviéndose un aspecto de improductividad a lo largo de las operaciones de confección.

### ¿CÓMO SE PRESENTA EL PROBLEMA?

El problema dentro de la línea de confección de camisas se presenta de tres formas específicamente.

El recorrido excesivo de materiales y de las personas al momento de la confección es uno de los más visibles y críticos. Constantemente los operarios al terminar la tarea deben trasladarse hasta la siguiente máquina con el producto para continuar con la siguiente operación y regresar a su puesto de trabajo para la confección de la siguiente prenda.

De acuerdo al análisis realizado la distancia recorrida para la fabricación de camisas fue de 262 metros, siendo la elaboración de bolsillos, puños y el ensamble final, las operaciones con la mayor cantidad de recorrido en el proceso, como se puede ver la **Figura 18**, donde se expone la distancia recorrida para fabricar cada parte de la camisa.

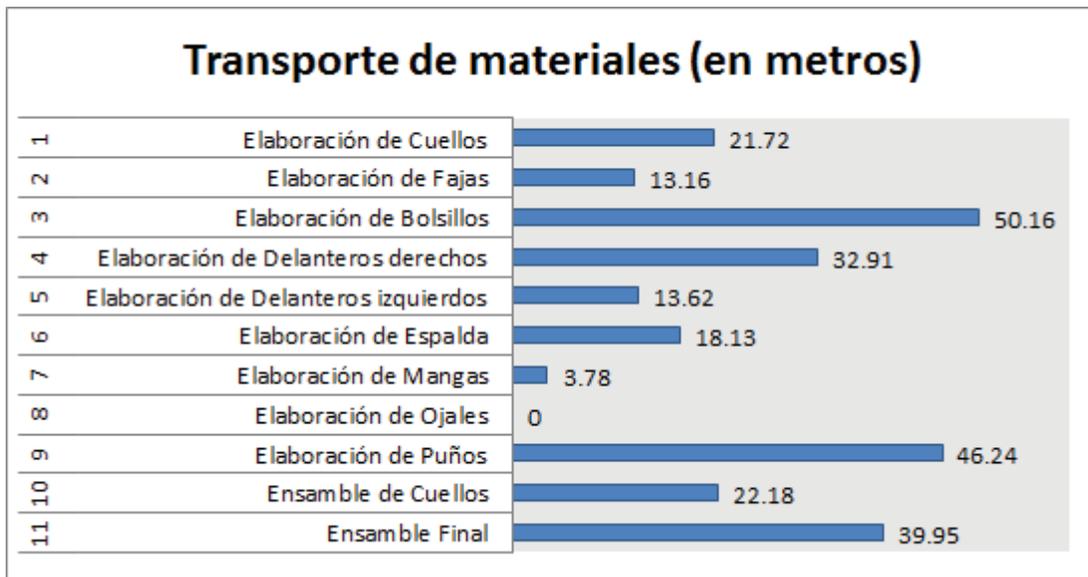
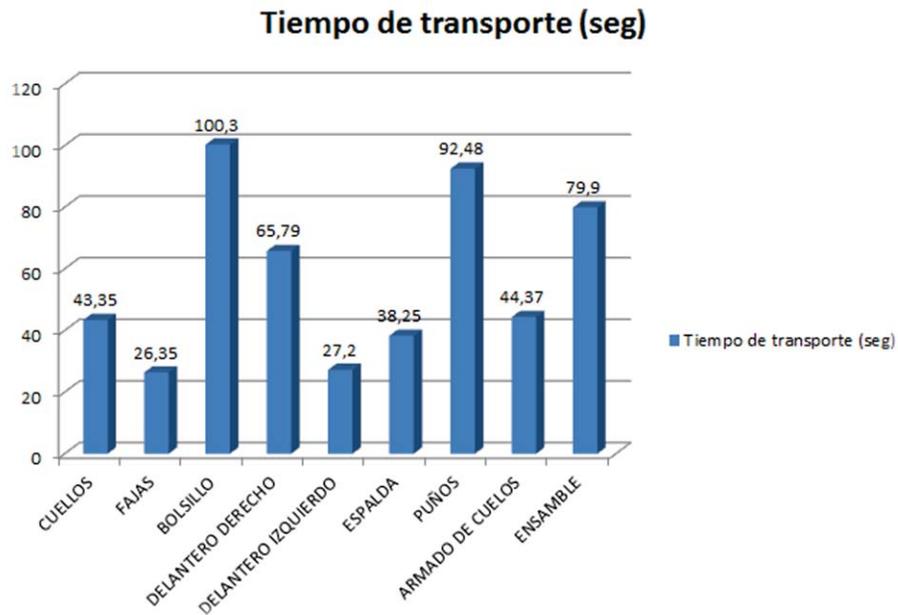


Figura 18. Distancia de Recorridos

Para la obtención de la distancia de transporte fue necesario seguir los procesos paso a paso y tomar las medidas correspondientes a cada movimiento. Hay que tomar en cuenta que el transporte se lo considera de ida y vuelta.

Así mismo esta distancia recorrida incide en un tiempo de desperdicio correspondiente a un total 540 segundos o 9 minutos por camisa.

Este tiempo se obtiene con la fórmula de *velocidad* ( $v=d/t$ ), en donde se considera una velocidad uniforme 0,5 m/s y una distancia de 262 m.



**Figura 19.** Tiempo de recorrido

*Figura 19.* Tiempo de recorrido

Al ser este tiempo un desperdicio considerable, para poder entender el impacto dentro de los costos de producción es necesario expresarlo en dinero. Para lo cual, se considera un costo minuto operario de 0.05 centavos/minuto, tomando en cuenta que actualmente la línea posee 22 operarios, el costo de transporte es de \$9.49 por camisa. Sabiendo que la demanda promedio es de 1.856 camisas por mes, el total del costo de transporte es de \$17.613 mensual. En la **Figura 20**, se expresa el costo de transporte por unidad

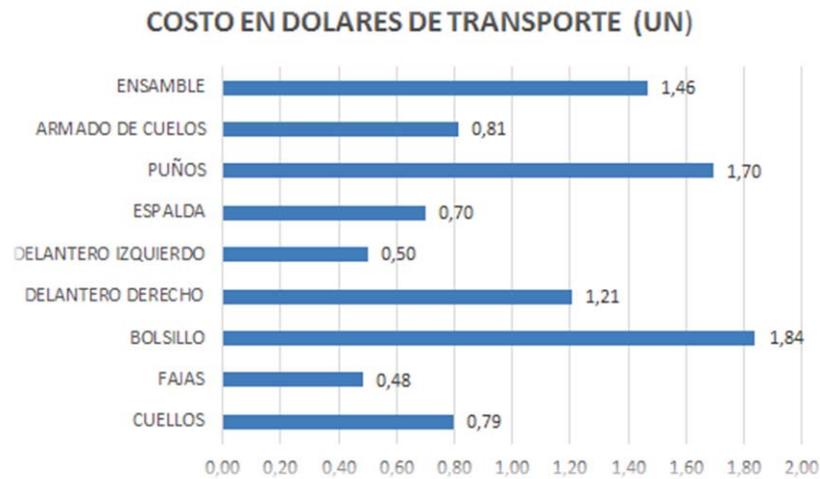


Figura 20. Costo de transporte

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, el árbol de definición al ser una herramienta visual, es necesario consolidar la información como se puede ver en la **Figura 21**.

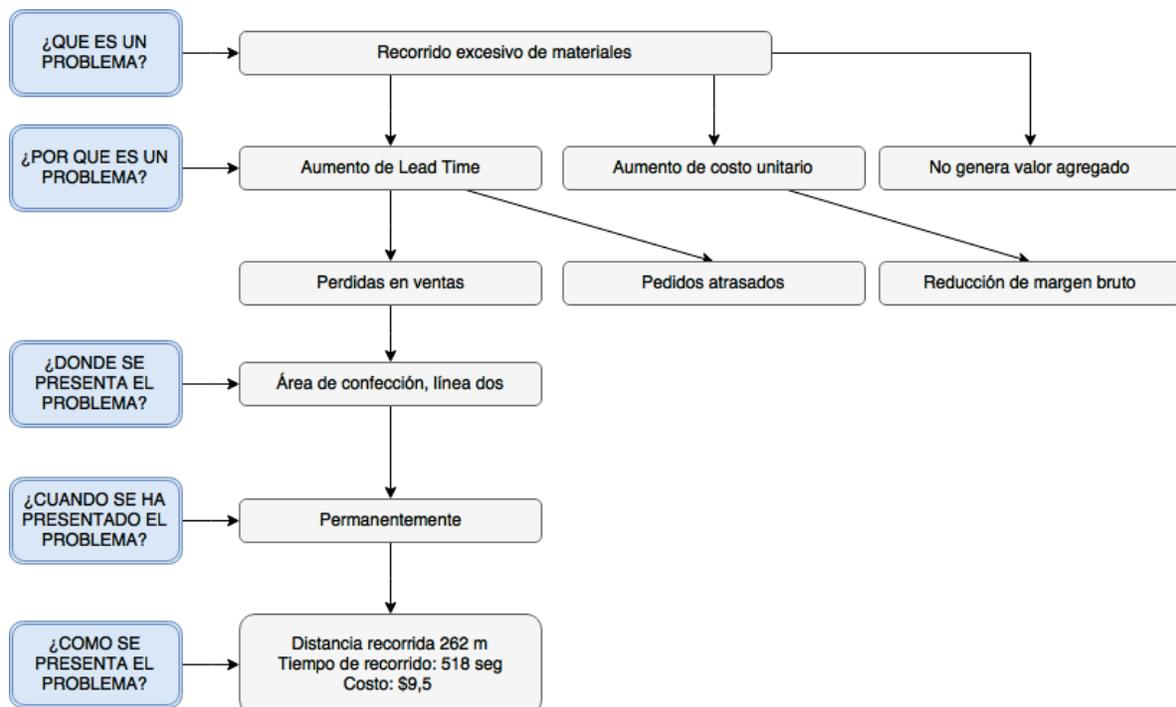


Figura 21. Árbol de definición del problema

Posteriormente, luego de haber utilizado la herramienta del árbol de definición del problema, se puede llegar a la siguiente afirmación:

Permanentemente, en el área de confección de la Línea número dos para producción de camisas, se ha podido identificar que hay un excesivo transporte de materiales, de 262 metros por camisa, el cual representa un costo de \$18.374,4 mensual. Así mismo, éste problema incide en pedidos atrasados, donde el 63% de los pedidos, de enero a septiembre, tuvieron un retraso de por lo menos un día y el 3% de estos pedidos fueron una pérdida en ventas en más de 248 camisas y \$8.680, debido a que superaron los 15 días de retraso.

Al monetizar el desperdicio y sumando los valores anteriormente mencionados, se puede concluir que aproximadamente al mes, el desperdicio corresponde a \$27.054,4 mensual.

### **3.3. Identificación de causa raíz del problema**

Para la identificación de la causa raíz de igual manera, se siguió con la metodología de mejora continua. En donde, inicialmente, en una reunión conjuntamente con el jefe de producción y la jefa de ingeniería de la empresa, se realizó una lluvia de ideas.

La lluvia de ideas tiene como objetivo facilitar el surgimiento de nuevas ideas de una manera relajada y espontánea, en donde se involucra a todos los participantes agrupado estas ideas en temas comunes para así poder enfocar el estudio en problemas específicos.

Posteriormente se utilizó la metodología de los 5 ¿por qué?, en donde se efectuó el análisis de los temas comunes anteriormente identificados para facilitar el estudio en donde se podrá observar las causas raíz.

### 3.3.1. Lluvia de ideas

Luego de haber definido el problema en el anterior apartado, se procedió a realizar una lluvia de ideas, la cual se lleva a cabo conjuntamente con el jefe de producción y la jefa de ingeniería.

Las ideas más importantes de las posibles causas extraídas de la reunión fueron las siguientes:

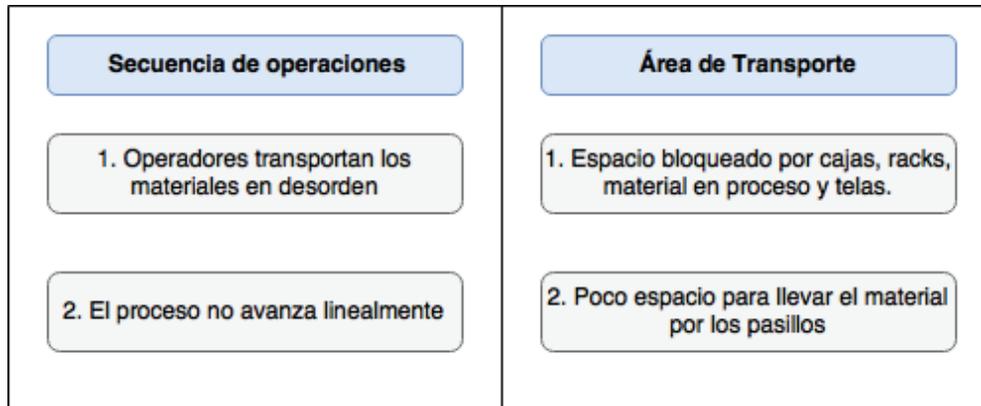
- Operadores transportan los materiales en desorden
- El proceso no avanza linealmente
- Espacio bloqueado por cajas, *racks*, material en proceso y telas.
- Poco espacio para llevar el material por los pasillos

Estas ideas, posteriormente, se clasificaron en dos temas comunes:

- La secuencia de operaciones
- El área de transporte.

Para poder comprender de mejor manera el análisis de este apartado se utiliza la metodología japonesa: Diagrama de afinidad, donde las ideas anteriormente expuestas se las concentró en dos grupos: secuencia de operaciones, y área de transporte, para posteriormente discutir una conclusión.

Tabla 22.

*Diagrama de afinidad agrupado***3.3.2. Secuencia de operaciones**

Una vez evaluado el estado actual de la operación y haber observado los problemas que posee la línea, se definió la secuencia de operaciones como una de las posibles causas de estos problemas.

Al momento de realizar el seguimiento de la actividad y el levantamiento del proceso en el “*gemba*” este fue uno de los inconvenientes más visibles debido a la dificultad que requería seguir el flujo del proceso a lo largo de las estaciones de trabajo.

Para poder entender de mejor manera como es el flujo de cada una de los procesos se realizó un “*gráfico de hilos*”, en el cual cada línea de color representa una parte de la camisa y como este se mueve a lo largo de cada máquina.

Tabla 7.

*Recorrido camisas*

Simbolo	Parte
	Cuellos
	Fajas
	Armado de Cuellos
	Bolsillos
	Delantero Derecho
	Delantero Izquierdo
	Mangas
	Espaldas
	Puños
	Ensamble Linea
	Suben mangas
	Suben Cuerpo
	Suben Cuello
	Suben puños
	Suben bolsillos

Tabla 8.

*Máquinas por parte de camisa*

	CUELLOS
	DELANTEROS Y ESPALDA
	PUÑOS
	MANGAS
	BOLSILLOS
	ENSAMBLE

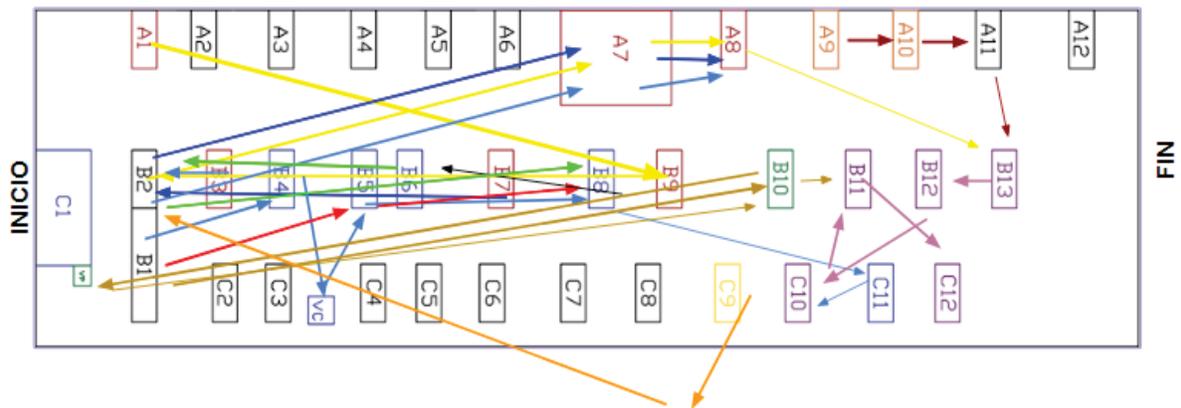


Figura 23. Recorrido estado actual

### 3.3.3. Área de transporte

El área de movilidad para las personas y materiales, se lo realiza por dos pasillos, los cuales tienen aproximadamente de 1,5 a 2 metros; se encuentran obstaculizados por racks o inventario en proceso, lo que dificulta la correcta circulación de los operarios.

Así mismo, existen máquinas obsoletas, las cuales no se utilizan. Estas máquinas se las puede identificar en la **Figura 23** con un color negro y por el cual no pasa ninguna flecha de color, y a pesar de eso se encuentran ocupando un espacio en la línea.

### 3.3.4. Metodología de los 5 ¿por qué?

Con el fin de obtener la información vital de una manera sistemática, en donde se analizan las causas que se encuentran ocultas para la toma de decisiones se empleó la metodología de los 5 ¿por qué?

Cabe recalcar que no siempre se aplicaron las 5 preguntas, normalmente depende de la longitud del proceso causal del problema.

### 3.3.5. Secuencia de operaciones

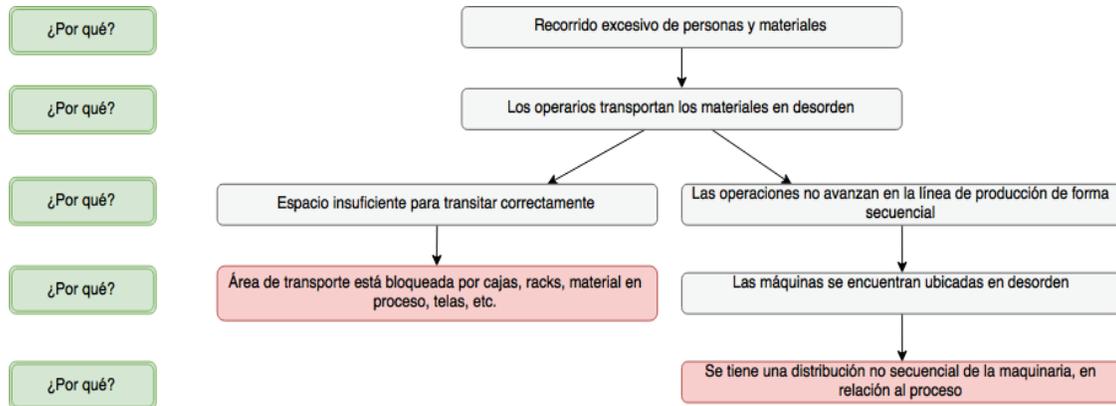


Figura 24. 5 ¿Por qué? Secuencia de operaciones

Una vez realizado los 5 ¿Por qué? Para la secuencia de operaciones, se obtuvo dos causas raíz:

- Área de transporte está bloqueada por cajas, racks, material en proceso, telas, etc.
- Se tiene una distribución no secuencial de la maquinaria, en relación al proceso

### 3.3.6. Área de transporte

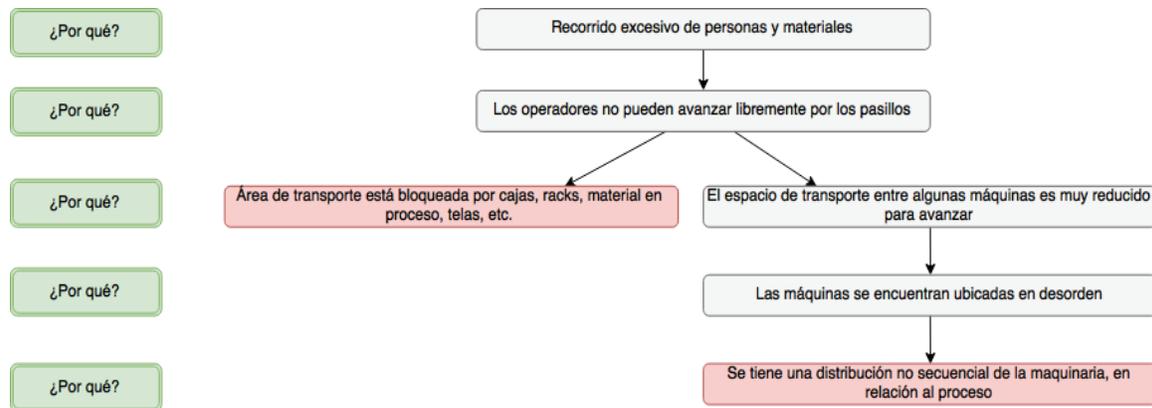


Figura 25. 5 ¿Por qué? Área de transporte

Al finalizar el análisis de los 5 ¿Por qué? Enfocados en el área de transporte, podemos identificar dos causas raíz, las cuales coinciden con el anterior análisis:

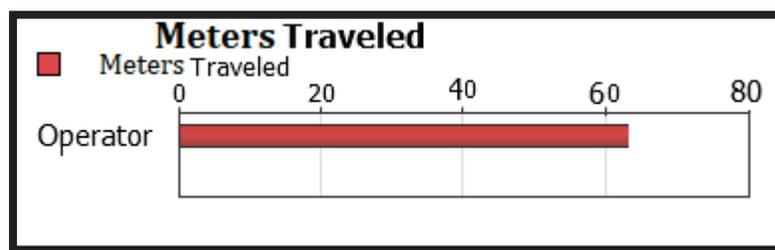
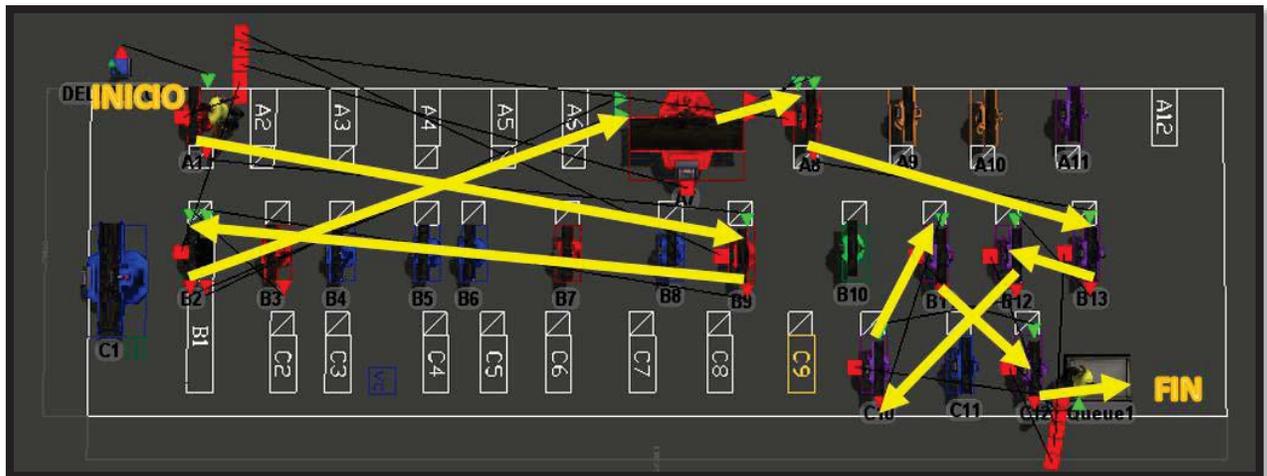
- Área de transporte está bloqueada por cajas, racks, material en proceso, telas, etc.
- Se tiene una distribución no secuencial de la maquinaria, en relación al proceso

Estas causas nos llevan a pensar que tanto el área de transporte como la distribución secuencial de las máquinas son el origen de los problemas anteriormente mencionados en este documento.

### 3.3.6.1. Simulación estado actual

Para poder comprender de mejor manera la problemática, se realizó una simulación de la línea mediante el software “*FlexSim*”, en el cual se pudo observar el proceso de una forma más dinámica y comprensible, como también se pudo obtener datos para plantear las alternativas de mejora en el *layout* de la planta.

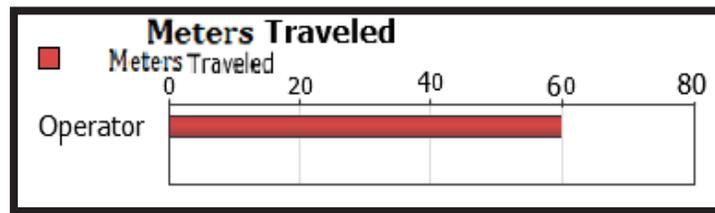
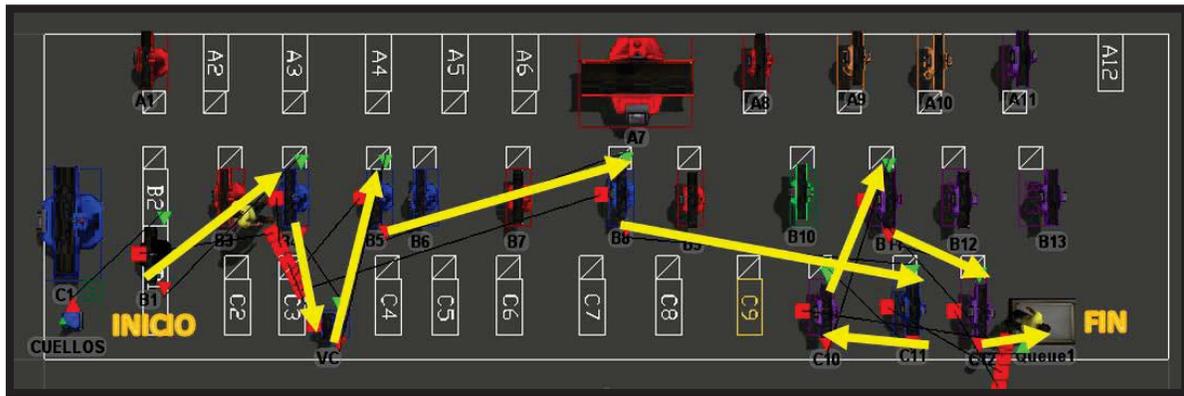
La simulación se la llevó a cabo para cada una de las partes de la camisa definidas anteriormente en el apartado 3.1.5, así poder obtener la distancia de recorrido.



TIEMPO DE SIMULACION	144000	<i>segundos</i>
PRODUCCION FINAL	265	<i>delanteros y espaldas</i>

	A1	B9	B2	A7	A8	B13	B12	C10	B11	C12
<b>INVENTARIO EN PROCESO</b>		5	3	3	4	5	4		6	

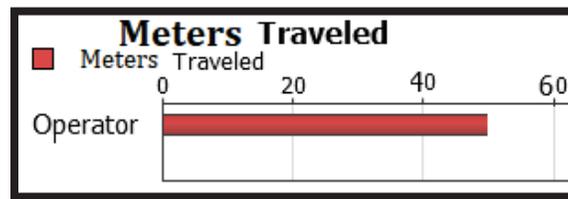
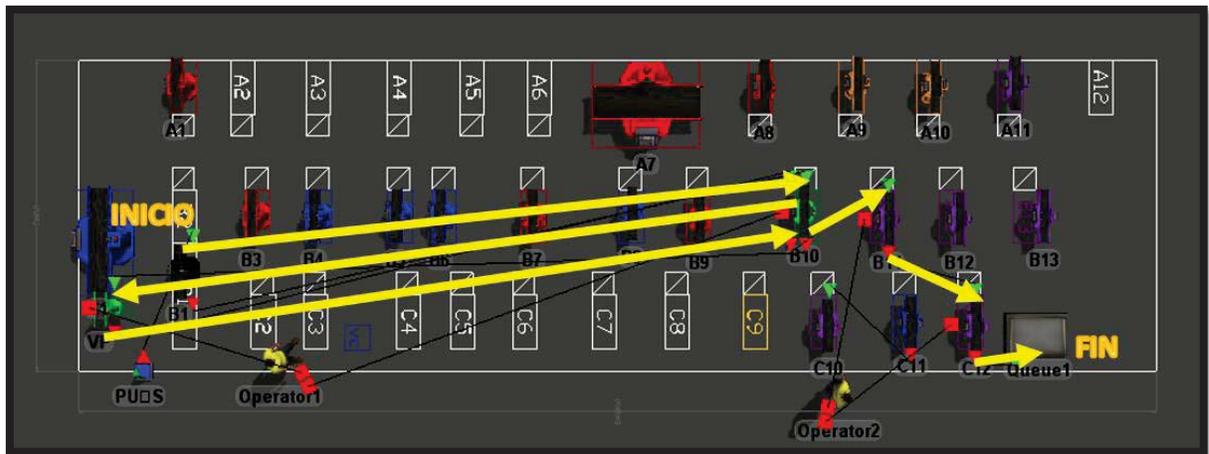
Figura 26. Simulación de Delanteros y Espaldas



<b>TIEMPO DE SIMULACION</b>	144000	<i>segundos</i>
<b>PRODUCCION FINAL</b>	273	<i>cuellos</i>

	B1	B4	VC	B5	B8	C11	C10	B11	C12	
<b>INVENTARIO EN PROCESO</b>	1		3				7	5	8	

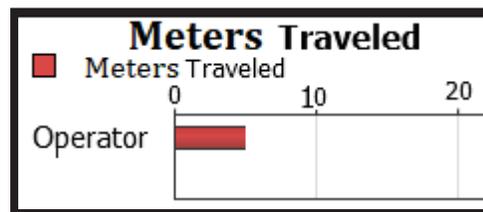
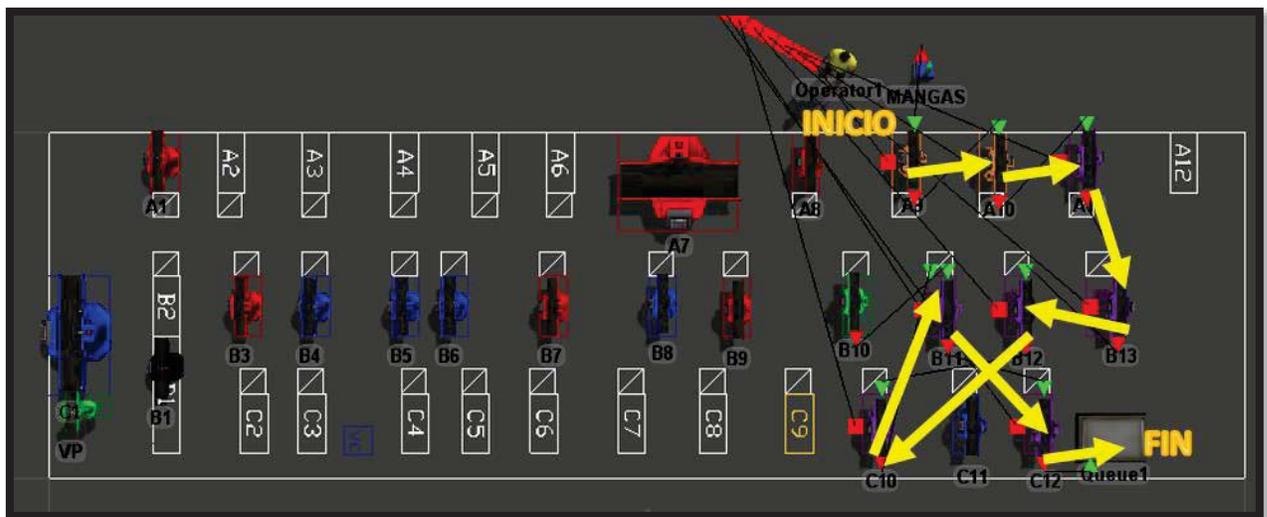
Figura 27. Simulación de Cuellos



TIEMPO DE SIMULACION	144000	segundos
PRODUCCION FINAL	285	puños

	B1	B10	VP	B10	B11	C12
INVENTARIO EN PROCESO	3				4	2

Figura 28. Simulación de Puños



TIEMPO DE SIMULACION	144000	segundos
PRODUCCION FINAL	270	mangas

	A9	A10	A11	B13	B12	C10	B11	C12
INVENTARIO EN PROCESO		4			2	1	3	5

Figura 29. Simulación de Mangas

Finalmente, se puede observar que la simulación es bastante cercana a la realidad observada dentro de la línea. Existieron unas pequeñas variaciones propias de la simulación, pero que en términos generales no fueron representativas para el caso de estudio.

Se vio la necesidad de colocar como “*background*” al plano de la línea, para poder ser más precisos respecto a las distancias entre máquinas y tener el menor margen de error.

#### **4. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS**

Luego de haber realizado la definición del problema y obtenido las causas raíz en el anterior apartado, fue necesario planear qué propuestas de mejora son las más factibles implementar.

Las posibles acciones de mejora se originan del antecedente que tanto el área de transporte como la secuencia de las máquinas no son las más óptimas para el proceso de confección.

El uso de herramientas de *distribución de planta* con un enfoque de la metodología “*Lean manufacturing*”, serán los lineamientos en base a los cuales, se plantearán las posibles acciones de mejora, las cuales tendrán, como función principal, disminuir las pérdidas actuales de la línea y brindar a la compañía procesos mucho más eficientes y eficaces, atacando las causas raíz para evitar que el problema se presente nuevamente.

Estas propuestas de posibles acciones de mejora se priorizan mediante un “*matriz de priorización*”, en donde se establecerán criterios como: la dificultad, plazo e impacto para el análisis. Así mismo al seleccionar la acción de mejora se desarrollarán las “*cinco w y una h*”, lo que nos permitirá explicar de una manera completa la actividad a utilizar.

#### 4.1.1. Matriz de priorización

Para poder comenzar con el análisis de la matriz de priorización es necesario proponer ciertas actividades de mejora que puedan combatir la causa raíz del problema, las cuales se exponen a continuación:

- Re-distribución física de la maquinaria (Disposición por módulos).
- Modificación del proceso.
- Adquisición de nueva maquinaria moderna que unifique tareas y se acople al proceso actual.
- Planificar e implementar un programa de la metodología “5 S”
- Instalar una bodega para guardar materiales y herramientas

De igual forma, la matriz de priorización requiere se definan ciertos criterios bajo los cuales se evaluarán las ideas anteriormente expuestas. Se crearon 3 criterios que son: dificultad, plazo e impacto, donde cada uno de ellos cuenta con cuatro niveles de ponderación como se muestra en la **Tabla 9**.

Tabla 9.

*Criterios para matriz de priorización*

DIFICULTAD	PLAZO	IMPACTO
1. Difícil	1. Un año	1. Bajo
2. Medio	2. Seis meses	2. Medio
3. Fácil	3. Tres meses	3. Alto
4. Muy fácil	4. Un mes	4. Muy alto

Con el fin de tener un mejor análisis, el criterio de impacto se lo analizará en dos partes: impacto económico e impacto estratégico, los cuales se promedian para tener una sola valoración para el impacto. Una vez analizado todas las actividades

se realiza una multiplicación de los 3 criterios para obtener una priorización total, como se puede ver en la **Tabla 10**.

Tabla 10.

*Matriz de priorización*

No.	Actividad	Dificultad	Plazo	Impacto Económico	Impacto Estratégico	Impacto	Priorización total
1	Re-distribución física de la maquinaria (Disposición por módulos)	3	4	2	3	2,5	30
2	Modificación del proceso.	1	3	2	2	2	6
3	Adquisición de nueva maquinaria moderna que unifique tareas y se acople al proceso actual	1	2	2	3	2,5	5
4	Planificar e implementar un programa de la metodología "5 S"	3	4	2	1	1,5	18
5	Instalar una bodega para guardar materiales, herramientas, etc.	2	3	1	1	1	6

La re-distribución física de la maquinaria es la primera actividad propuesta en el análisis. La cual obtiene una ponderación de tres en dificultad (fácil) ya que las máquinas a pesar de ser numerosas no tienen un gran tamaño ni son excesivamente pesadas; tomando en cuenta que poseen ruedas para facilitar su movilidad. El inconveniente radica en la cantidad de puntos de corriente dispuestos en la parte superior de cada una de las hileras de máquinas, lo cual se deberá considerar al momento de planificar una re-distribución. Así mismo el plazo no es demasiado extenso para su aplicación.

Esta medida tiene un impacto elevado tanto económico como estratégico, debido a que ataca de forma directa a las causas raíces anteriormente expuestas, obteniendo finalmente una priorización total de 30.

El rediseño de los procesos es la segunda actividad para analizar. Esto tiene nivel de dificultad mucho más elevado debido a que existe gran variedad de productos

en la línea y cada uno posee actividades y tareas ya definidas. Por otro lado, el plazo para ponerlo en práctica no sería elevado, pero de todas formas el impacto sería medio, ya que no ataca directamente a las causas raíz del problema.

La adquisición de nueva maquinaria es la tercera actividad que se evalúa. Esta actividad se vuelve difícil por el hecho de que requiere una inversión mucho mayor a las demás actividades, lo cual también incide en un aumento en el plazo de aplicación mientras se aprueba un presupuesto o se cotice dicha maquinaria. El impacto tampoco es favorable por lo anteriormente mencionado, obteniendo una puntuación final de 5.

El planificar un programa 5`s es la penúltima actividad que se analiza, la cual tiene una dificultad y plazo de aplicación bajo ya que no requiere de mucha planificación para su aplicación; así mismo, el impacto no es el más elevado por que no ataca de una forma agresiva a las causas raíz, por lo que su impacto es relativamente bajo y su priorización total es de 18.

Finalmente, se planteó asignar una bodega para guardar herramientas o materiales al inicio de la línea, lo cual implica una dificultad y plazo medio, con un impacto bastante bajo para mitigar el problema.

Una vez realizado el análisis por medio de la matriz de priorización, se tiene que la primera actividad "*redistribución física de las máquinas por módulos*", es la que posee mayor ponderación.

#### **4.1.2. Cinco W y una H**

Con el fin de detallar de una forma entendible la actividad escogida mediante la matriz de priorización, se utilizará la herramienta de "*cinco W y una H*", la cual consta de hacer una serie de preguntas como son: ¿Qué se va a hacer?, ¿Por qué se lo va a hacer?, ¿Dónde se lo va a hacer?, ¿Cuándo se lo va a hacer?, ¿Quién

lo va a hacer?, ¿Cómo se lo va a hacer?, con el fin de comprender de forma general que abarca poner en practica la acción de mejora escogida.

### **¿QUÉ SE VA A HACER?**

En base a la secuencia de operaciones se va a realizar la redistribución física de las máquinas de manera modular. Es decir, para cada parte de camisa existirá un módulo especializado.

### **¿POR QUÉ SE LO VA HACER?**

Debido a que en la ubicación actual no se tiene una distribución secuencial en relación al proceso.

### **¿DÓNDE SE LO VA A HACER?**

La redistribución física de las máquinas se llevará a cabo en la línea número 2, dentro del área de confección.

### **¿CUÁNDO SE LO VA A HACER?**

La propuesta de mejora tendrá una duración de aproximadamente 3 meses, que se detallan a continuación en el cuadro Gantt de la **Figura 30**.

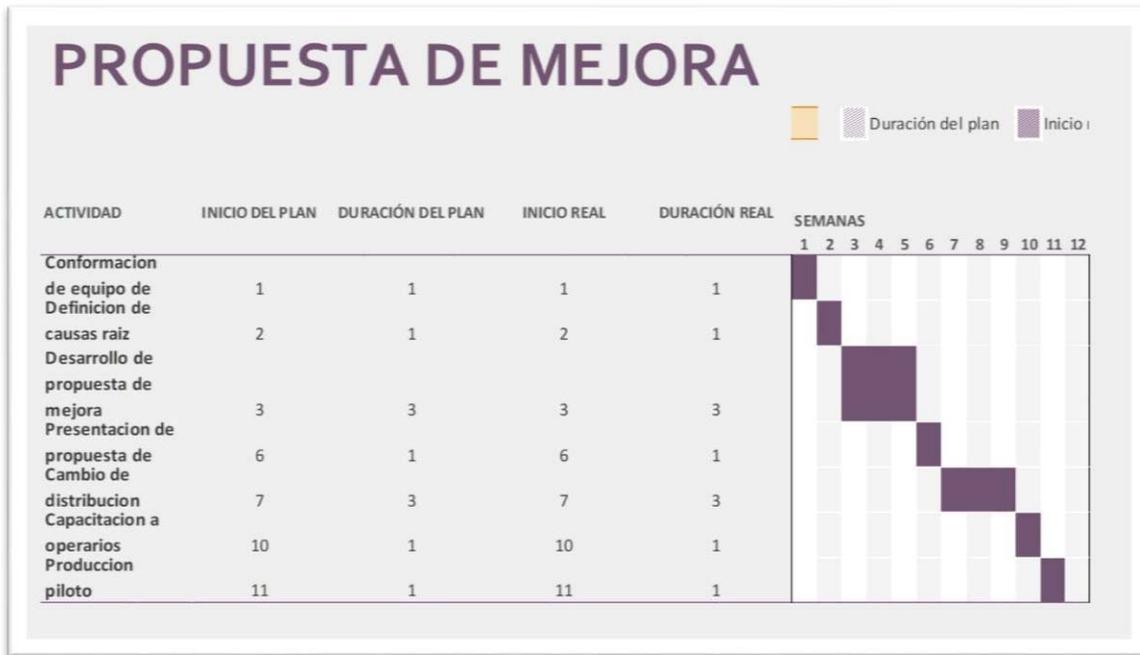


Figura 30. Gantt implementación de mejora

### ¿QUIÉN LO VA A HACER?

Un equipo conformado por el departamento de ingeniería de la empresa, personal de mantenimiento y operarios de la línea.

### ¿COMO SE LO VA HACER?

Se presentará una propuesta de mejora, que se la analizará con más detalle a continuación.

#### 4.1.3. Análisis del proceso

Teniendo como antecedente el levantamiento de procesos y tiempos obtenidos anteriormente, se realizó un análisis del proceso en relación a las máquinas y

personas, donde cabe recalcar que el análisis se enfocó a las camisas debido a que es el producto con mayor volumen de producción en la línea.

Es importante identificar cada una de las tareas, en las cuales interviene una máquina diferente especializada para dicha actividad. Como se detalla en el **Anexo 1**.

A esto es necesario agregar que debemos conocer cuántas máquinas de cada tipo se posee actualmente dentro de la línea, lo cual se muestra en la **Tabla 11**.

Tabla 11.

*Cantidad de máquinas*

CANTIDAD	MÁQUINA
3	Planchas
20	1 Aguja
1	Afinado Manual
1	Fusionadora
1	Manual
2	Cosedora, cortadora de 1 aguja
1	Viradora de cuellos
1	Overlock afinado
3	Overlock 5 hilos
1	Punzón
2	Ojaladora Recta
2	Botonera

Existen ciertas máquinas obsoletas, o que no se usan, dentro de la producción regular, las cuales no han sido tomadas en cuenta en la **Tabla 11**.

Como se mencionó en apartados anteriores la línea número dos, cuenta con 22 operarias las cuales son polifuncionales, es decir son capaces de manejar distintas máquinas y realizar distintas actividades dentro del proceso.

Por lo antes mencionado es necesario conocer las habilidades y destrezas de las personas que operan dentro de la línea, tanto de las máquinas con las que poseen mayor grado de familiaridad, como de las operaciones que regularmente realizan.

En base a esto, se realizó una tabla operario “*versus*” máquina y el detalle de las operaciones que normalmente realizan cada uno, la cual se puede observar en el **Anexo 6**.

## **4.2. DISTRIBUCION MODULAR**

Con el fin de atacar las causas raíces obtenidas anteriormente, la propuesta de una redistribución modular en la línea logrará:

- Reducir los movimientos innecesarios.
- Disminuir los tiempos de entrega para evitar pedidos atrasados.
- Mejorar los niveles de calidad.
- Motivar a los operarios a desempeñar de mejor manera su trabajo.

La idea de proponer una producción modular, parte de la necesidad de integrar varias máquinas, personas y actividades, con el fin de optimizar habilidades y esfuerzos de cada operario. Por lo que se va a crear células de trabajo para cada parte de la camisa, donde el flujo del proceso, en su mayor parte, será lineal y mucho más orgánico, finalizando sus operaciones en una línea común de armado de la prenda.

El espacio físico del que se dispone es uno de los limitantes para la propuesta del nuevo “*layout*”, como también la cantidad de enchufes para la maquinaria. Las cuales son variables para tomar en cuenta al momento del diseño.

### **4.2.1. Gráfico de relación de actividades**

Para la elaboración del gráfico de relación de actividades fue necesario segmentar a las actividades por cada parte de la camisa, para así poder expresarlas en el cuadro y medir su grado de relación. Esto nos permitió tener una idea de cómo

deben ubicarse las máquinas y personas para que el proceso sea mucho más fluido y ordenado.

Dentro de la **Figura 31**, se tomaron ciertos criterios para medir el grado de relación entre estas actividades. Siendo “A” absolutamente necesario, “E” Especialmente importante, “I” importante, “O” ordinario, “U” sin importancia y “X” rechazable.

CODIGO	RELACION
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Ordinario
U	Sin importancia
X	Rechazable

	PRODUCCION FINAL
1	Flujo de materiales
2	Mismas máquinas
3	Proceso

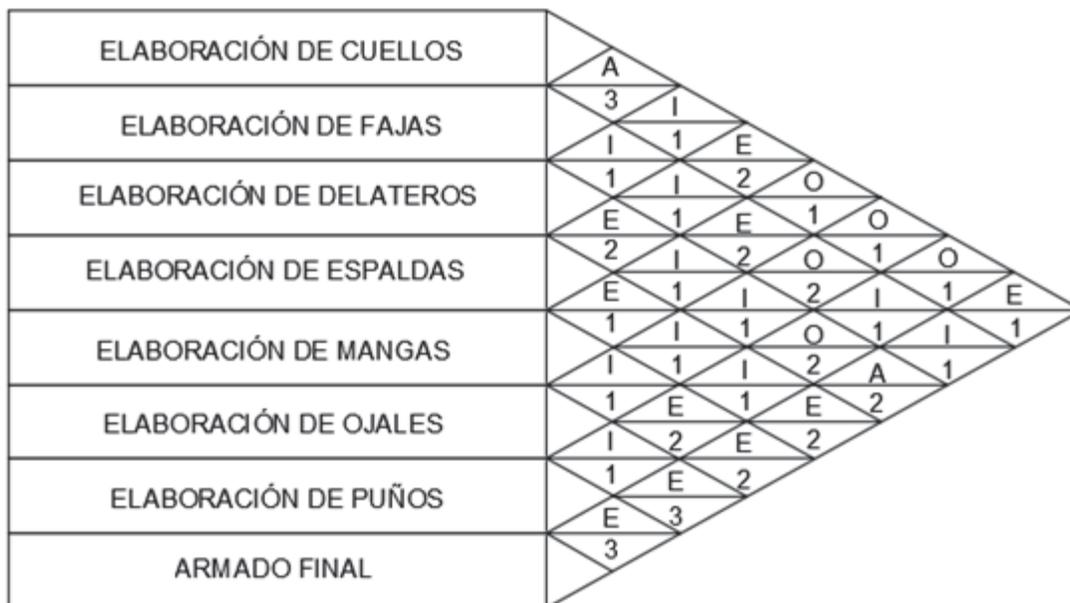


Figura 31. Relación de actividades

A partir del gráfico de relación de actividades, se pudo llegar a ciertas conclusiones, las actividades con criterio “A” y “E” en primer lugar, es imprescindible que se encuentren juntas, como son:

- Elaboración de cuellos y fajas
- Elaboración cuellos y espalda
- Elaboración de cuellos y armado final
- Elaboración de fajas y mangas
- Elaboración de delanteros y espalda
- Elaboración de delanteros y armado final
- Elaboración de espalda y mangas
- Elaboración de espalda y armado final
- Elaboración de mangas y puños
- Elaboración de mangas y armado final
- Elaboración de ojales y armado final
- Finalmente, elaboración de puños y armado final.

Cabe recalcar que el armado final es el conjunto de actividades en donde se unen todas las partes de la camisa y por ende debe ser transversal a todas las otras actividades.

#### **4.2.2. Diagrama de Cuerdas**

Dentro del análisis, de igual forma se utiliza la herramienta del diagrama de cuerdas, en donde cada uno de los círculos representa una máquina y las líneas el flujo.

El flujo se grafica realizando línea, las cuales al avanzar en el proceso van de un círculo a otro por encima de los mismo, mientras que cuando se tiene un retroceso el flujo se representa con líneas en la parte inferior de los círculos.

La representación del diagrama se realizará agrupando el proceso en cuatro partes: cuellos, delanteros y espaldas, puños y mangas.

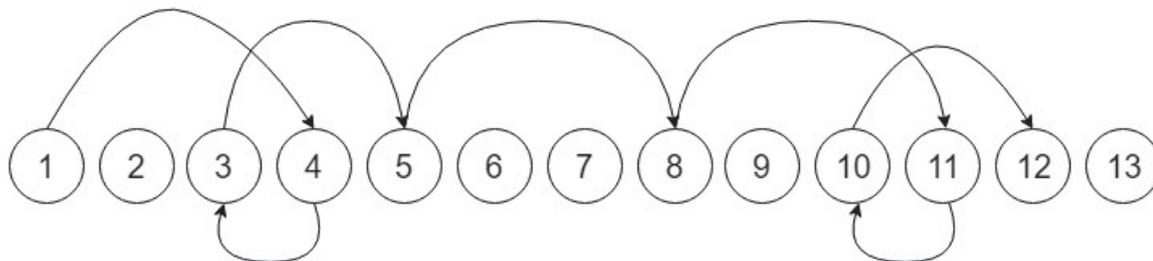


Figura 32. Diagrama de cuerdas cuellos

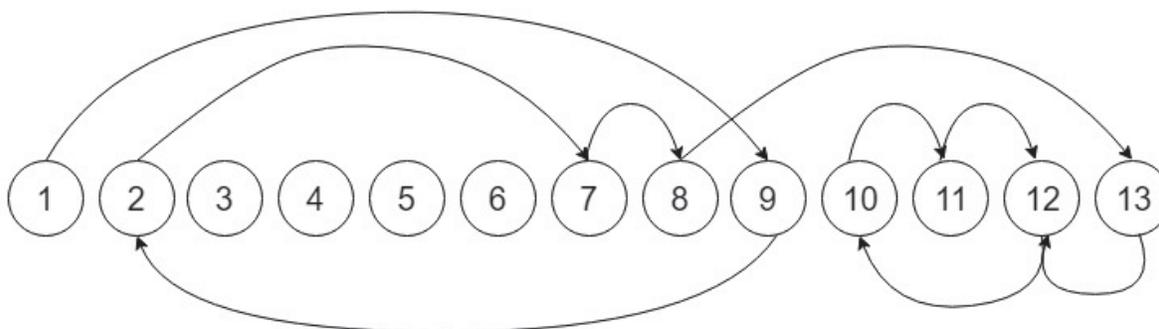


Figura 33. Diagrama de cuerdas delanteros y espalda

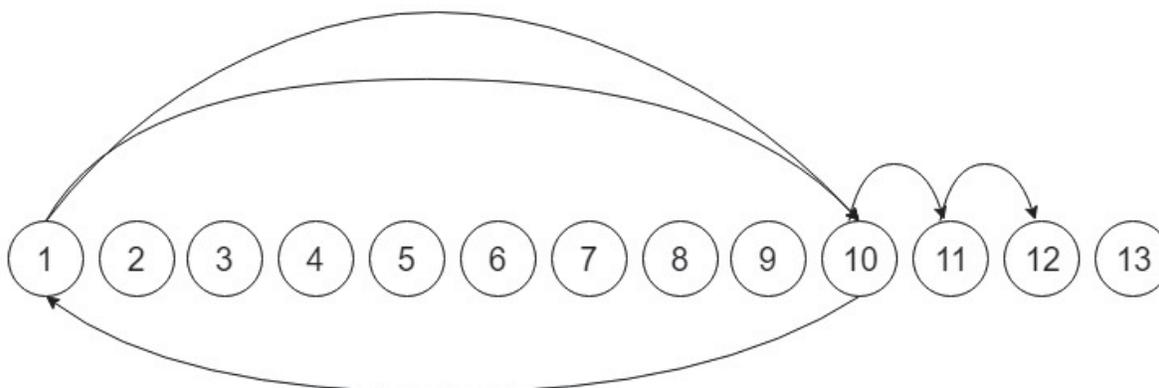
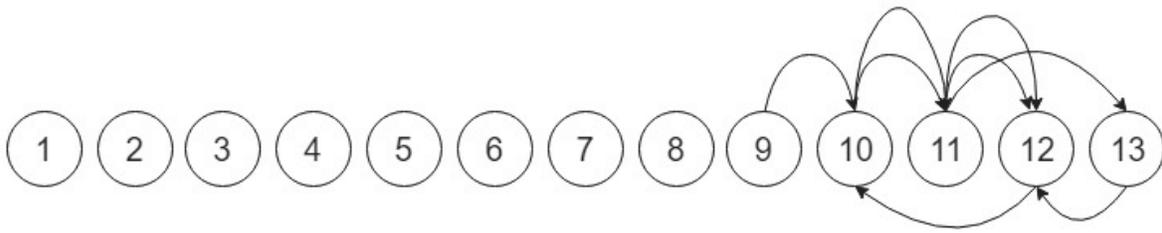


Figura 34. Diagrama de cuerdas puños



*Figura 35. Diagrama de cuerdas mangas*

En resumen, la cantidad de movimientos del estado actual del proceso se cuantifica de la siguiente manera:

Tabla 12.

*Resumen diagrama de cuerdas actual*

	REAL	IDEAL
<b>DELANTEROS Y ESPALDAS</b>	31	12
<b>CUELLOS</b>	15	12
<b>PUÑOS</b>	29	12
<b>MANGAS</b>	9	12
	<b>84</b>	<b>12</b>

En donde la eficiencia actual es de 14%, obtenida de dividir el número ideal de movimientos (12) para los movimientos reales (84).

De igual manera realizando una optimización juntando a las maquinas entre las cuales existe mayor relación se tiene una nueva distribución y se procede a realizar el diagrama de cuerdas del estado mejorado.

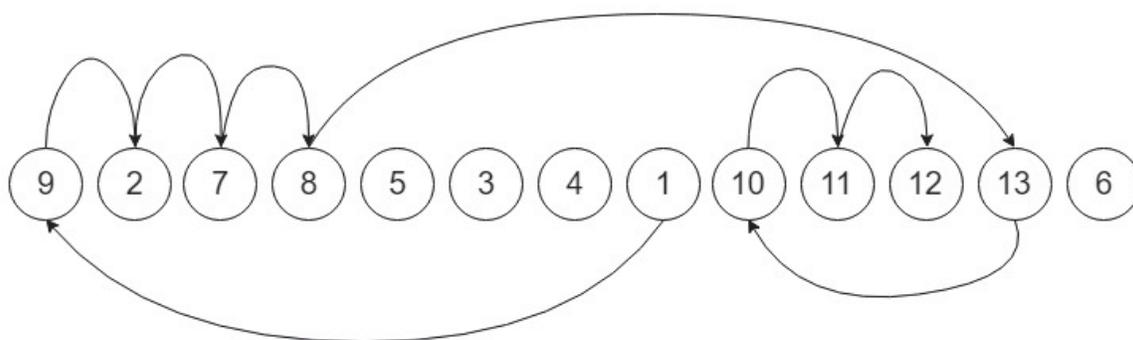


Figura 36. Diagrama de cuerdas Delanteros y espaldas

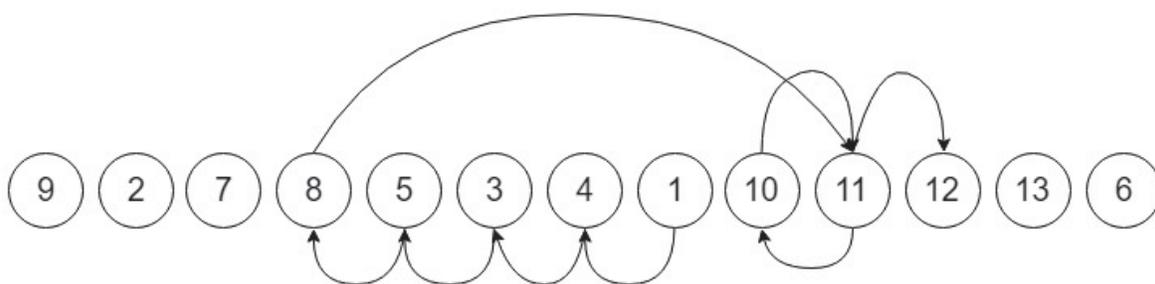


Figura 37. Diagrama de cuerdas cuellos

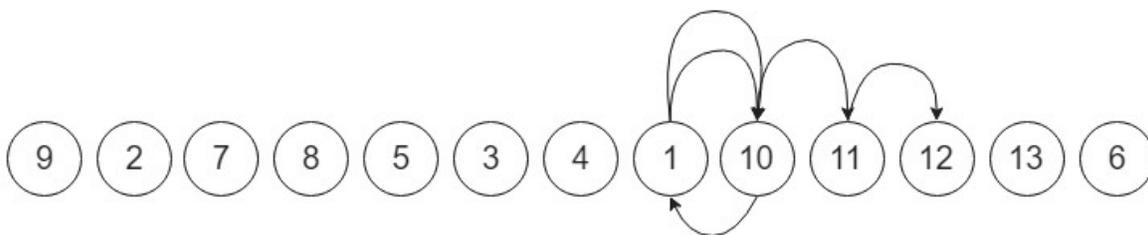


Figura 38. Diagrama de cuerdas puños

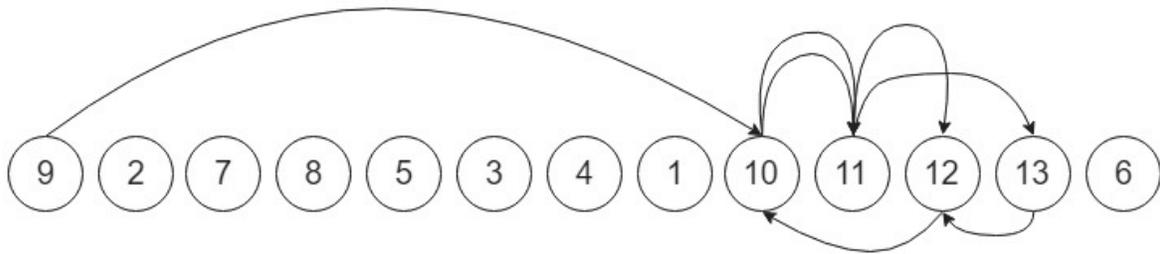


Figura 39. Diagrama de cuerdas mangas

Una vez especificado la nueva propuesta de distribución, es necesario obtener al igual que en el estado actual la cantidad de movimientos real e ideal, para así conseguir la eficiencia de la mejora.

Tabla 13.

*Resumen diagrama de cuerdas mejora*

	REAL	IDEAL
<b>DELANTEROS Y ESPALDAS</b>	23	12
<b>CUELLOS</b>	12	12
<b>PUÑOS</b>	5	12
<b>MANGAS</b>	16	12
	<b>56</b>	<b>12</b>

Debido a la reducción de movimientos a 56, es posible aumentar la eficiencia a 21% e ir teniendo una idea de cómo las máquinas deben ser agrupadas.

## CONFORMACION DE MÓDULOS

Como se mencionó anteriormente, fue necesario que el análisis se enfoque en cada una de las partes de la camisa. Por lo cual, a continuación, se presenta el

estudio que se realizó de actividades por cada una de las partes de la camisa, como también de las máquinas necesarias para realizar dichas actividades.

Cada una de las partes de la camisa será un módulo especializado para dicha parte, en el cual, se deberá tener máquinas y personas especializadas para cada uno de estos módulos. Habrá ciertas máquinas que no pertenezcan a algún módulo en específico debido a que comparte operaciones en común con varios módulos. Estas máquinas se deberán ubicar en una ubicación neutral para no afectar al desempeño de ninguno de los módulos.

#### **4.2.3. Módulo de elaboración de cuellos**

La elaboración de cuellos se encuentra conformado por las actividades 15, 16, 17, 18, 19, en las cuales se utiliza una máquina fusionadora, operación manual, cosedora y cortadora de 1 aguja, viradora de cuellos, 1 aguja y *overlock* de afinado.

De acuerdo a la codificación mencionada en apartados anteriores, estas máquinas o puestos de trabajo corresponden a: 1B, 4B, 5B, 6B, 8B, 11B. Estas máquinas deberán ser ubicadas de tal manera que faciliten la movilidad y trabajo de por lo menos 3 personas.

Tabla 14.

*Módulo elaboración de cuellos*

<b>Módulo de Cuellos:</b>			
<b>Cant. Maquinas</b>	<b>Maquina</b>	<b>Nº Op</b>	<b>Operación</b>
1	Fusionadora	14	Fusionar cuello uniendo pelon con cuello
	Transporte		
1	Manual	15	Señalar cuello por donde pasará las costuras con ayuda de molde según la talla
	Transporte		
2	Cosedora, cortadora de 1 aguja	16	Unir piezas de cuello por señalado
	Transporte		
1	Viradora de cuellos	17	Cortar sobrante de tela para que se de la forma en las puntas y virar
	Transporte		
20	1 Aguja	18	Pespuntar contorno de cuello a 4 mm
	Transporte		
1	Overlock afinado	19	Afinar parte inferior de cuello y picar en el centro para alinear con faja
	Transporte		

**4.2.4. Módulo de elaboración de fajas**

El módulo destinado a la elaboración de fajas está conformado con las actividades: 20, 21, 22, en donde se requiere de una: fusionadora, 1 aguja y una overlock de afinado.

Por motivo de que no se dispone de más de una máquina fusionadora y overlock para afinado, es necesario que estas máquinas compartan actividades con el módulo de elaboración de cuello, y así mismo por ser actividades contiguas en el proceso.

Una vez elaborados los cuellos y las fajas, es necesario la unión de estas dos partes, por lo cual es necesario mencionar que dentro del mismo módulo se realizan adicionalmente 6 actividades para el armado de los cuellos, las cuales son: 23, 24, 25, 26, 27, 28.

Tabla 15.

*Módulo elaboración de fajas*

Módulo de Fajas:			
No Maquinas	Maquina	Nº Op	Operación
1	Fusionadora	20	Fusionar faja, pelon y pieza de faja alineados en los extremos
	Transporte		
20	1 Aguja	21	Dobladillar parte inferior de faja fusionada
	Transporte		
1	Overlock afinado	22	Afinar parte superior de faja y picar en el centro para alinear con el cuello
	Transporte		

**4.2.5. Módulo de elaboración de bolsillos**

La elaboración de bolsillos cuenta solamente con dos actividades y adicionalmente una que se realiza en un área externa a la línea. Estas actividades son: 6 y 7, en donde se requiere de la plancha y máquina de 1 aguja.

Dentro de la codificación, las máquinas anteriormente misionadas corresponden a: 2B y 9C. La plancha igualmente es una de las máquinas neutrales, la cual se encuentra en una posición central.

Tabla 16.

*Módulo elaboración de bolsillos*

Módulo de Bolsillos:			
No Maquinas	Maquina	Nº Op	Operación
20	1 Aguja	6	Dobladillar bolsillo
	Transporte		
	Bordadora de bolsillos		Bordar bolsillo
	Transporte		
3	Planchas	7	Planchar bolsillos de camisa dando la forma del molde (uno)
	Transporte		

#### 4.2.6. Módulo de fabricación de delanteros

La fabricación de delanteros cuenta de dos partes: delantero derecho y delantero izquierdo. En donde estos corresponden a las actividades: 1, 2, 3, 4, 5.

Para la fabricación de estas partes de la camisa se requiere de: plancha, 1 aguja y operación manual. Estas máquinas dentro de la codificación corresponden a: 1A, 7A, 8A, 9B, 2B.

Tabla 17.

##### *Módulo elaboración de delanteros*

Módulo de Delateros Der:			
No Maquinas	Maquina	Nº Op	Operación
3	Planchas	1	Fusionar vincha derecha con Pelon
	Transporte		
20	1 Aguja	2	Realizar pespunte en vincha derecha
	Transporte		
3	Planchas	4	Planchar delanteros para acentar costuras vinchas (par)
	Transporte		
1	Manual	5	Afinar delanteros igualando en bajos, hombros y cuello
	Transporte		

Módulo de Delateros Izq:			
No Maquinas	Maquina	Nº Op	Operación
20	1 Aguja	3	Dobladiillar vincha LR con folder de 25 mm
	Transporte		
3	Planchas	4	Planchar delanteros para acentar costuras vinchas (par)
	Transporte		
1	Manual	5	Afinar delanteros igualando en bajos, hombros y cuello
	Transporte		

#### 4.2.7. Módulo de elaboración de espaldas

Para la elaboración de espaldas es necesario desempeñar las siguientes actividades: 9, 10, 11. De igual forma, las máquinas que se requieren en este módulo son: 1 aguja, plancha y manual.

Al tener igualmente limitante de máquinas, este módulo comparte varias de sus máquinas con la elaboración de delanteros, y también con máquinas neutrales.

Tabla 18.

*Módulo elaboración de espaldas*

Módulo de Espaldas:			
No Maquinas	Maquina	Nº Op	Operación
20	1 Aguja	9	Enbolsar espalda con ayuda de folder
	Transporte		
3	Planchas	10	Planchar espalda para facilitar la operación de afinado
	Transporte		
1	Manual	11	Afinar espalda en cuello, bajo y sisa
	Transporte		

**4.2.8. Módulo de elaboración de mangas**

Para la elaboración de mangas es necesario realizar las actividades: 32, 33, 34. Donde también se usa: máquina de 1 aguja y overlock 5 hilos. Según la codificación estas máquinas corresponden a la: 9A, y 10A.

Tabla 19.

*Módulo elaboración de mangas*

Módulo de Mangas:			
No Maquinas	Maquina	Nº Op	Operación
20	1 Aguja	32	Pegar pieza tajalis
	Transporte		
20	1 Aguja	33	Figurar triangulo en extremo de tajalí
	Transporte		
1	Overlock 5 hilos	34	Igualar tjalí dejando igual pieza superior a inferior
	Transporte		

#### 4.2.9. Módulo de elaboración de puños

Para la elaboración de puños es necesario realizar las actividades: 39, 40, 41, 42. De igual manera usar las máquinas: fusionadora, 1 aguja y el punzón.

Según la codificación pre establecida las máquinas corresponden: 1B, 10B y VP. En donde al igual que en otros casos la máquina 1B es neutral ya que realiza actividades de diferentes módulos.

Tabla 20.

##### *Módulo elaboración de puños*

Módulo de Puños:			
No Maquinas	Maquina	Nº Op	Operación
1	Fusionadora	39	Fusionar puños (2)
	Transporte		
20	1 Aguja	40	Dobladillar puños(2)
20	1 Aguja	41	Cerrar puños uniendo piezas combinadas
	Transporte		
1	Punzon	42	Virar puños formando las puntas del mismo
	Transporte		

#### 4.2.10. Módulo de armado final

Este módulo es el encargado de realizar las operaciones finales de armado de la camisa, en donde convergen las distintas partes. Este módulo posee una forma de “línea” debido a que las operaciones son secuenciales y se lo puede ubicar de forma transversal a la mayoría de módulos.

Este módulo consta de las actividades: 8, 12, 13, 29, 30, 35, 36, 37, 43, 44, en donde se requiere de: 5 máquinas de 1 aguja y una overlock 5 hilos.

De acuerdo a la codificación estas máquinas corresponden a: 11A, 11B, 12B, 13B, 11C, 12C.

Tabla 21.

*Módulo de armado final*

Módulo de Línea:			
No Maquinas	Maquina	Nº Op	Operación
20	1 Aguja	8	Pegar bolsillo en delantero izquierdo
	Transporte		
20	1 Aguja	12	Embolsar delantero y espalda
20	1 Aguja	13	Pespuntar union de hombros
	Transporte		
3	Overlock 5 hilos	35	Pegar mangas largas a cuerpo
	Transporte		
20	1 Aguja	36	Pespuntar sisas en la union de la manga con cuerpo
	Transporte		
3	Overlock 5 hilos	37	Cerrar costados
	Transporte		
20	1 Aguja	29	Pegar cuello primera costura a cuerpo
	Transporte		
20	1 Aguja	30	Acentar parte inferior de cuello y pespuntar todo el contorno
	Transporte		
20	1 Aguja	43	Pegar puños a manga (2), realizando pliegues en la manga
	Transporte		
20	1 Aguja	44	Acentar y pespuntar contorno de los puños
	Transporte		
20	1 Aguja	38	Dobladillar bajos con ayuda de folder

**4.3. Requerimientos para nuevo *layout***

Para la propuesta de redistribución de la línea, existen ciertas restricciones, que es necesario evaluar y tener en cuenta, para evitar futuros problemas al momento de la implementación.

El espacio es una de esas restricciones ya que es limitado y solamente se puede usar el espacio que actualmente ocupa la línea. Este espacio es de 7 metros de ancho y aproximadamente 21 metros de largo, en el cual se deben ubicar todas las máquinas, tomando en cuenta cierto espacio, para que los operarios se puedan desplazar y para el inventario en proceso.

De igual forma, las tomas de corriente trifásicos son limitados y en posiciones pre definidas. Se encuentran ubicados en las posiciones que actualmente se encuentra la línea, en tres hileras, una máquina delante de otra.

La iluminación en cada uno de los puestos de trabajo también es una restricción para la redistribución, donde es muy importante por la minuciosidad del trabajo. Así mismo la iluminación está ubicada en tres hileras de tal forma que no se tenga ningún puesto con poca iluminación.

#### 4.4. Simulación de propuesta de mejora

Para realizar la simulación de la mejora, se ha visto necesario segmentarla por partes, en la cual se realiza la simulación de cada módulo, como se muestra a continuación en las siguientes gráficas:



TIEMPO DE SIMULACION	144000	segundos
PRODUCCION FINAL	578	cuellos

	B1	B4	VC	B5	B8	C11	C10	B11	C12
INVENTARIO EN PROCESO	2		4				7	6	8

Figura 40. Simulación de Cuellos

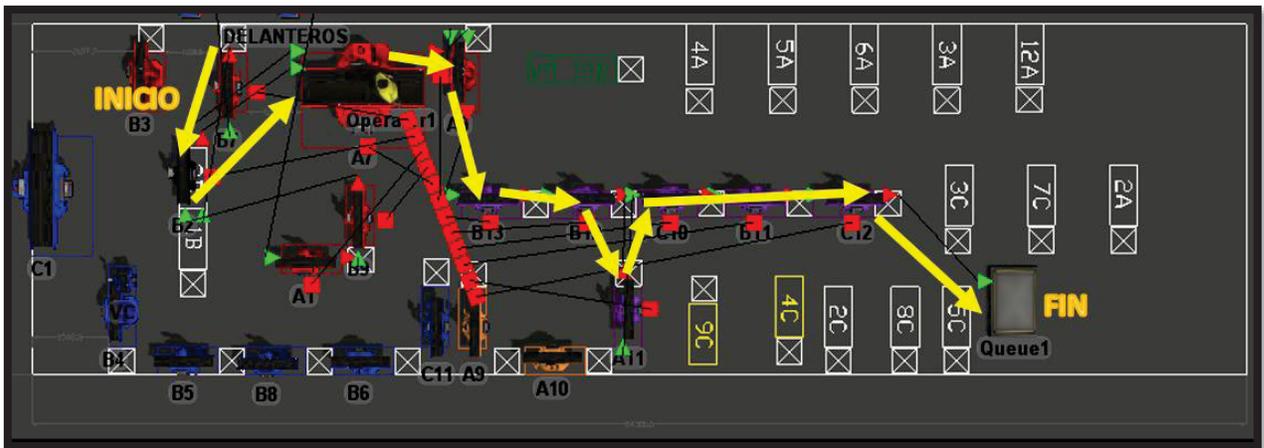
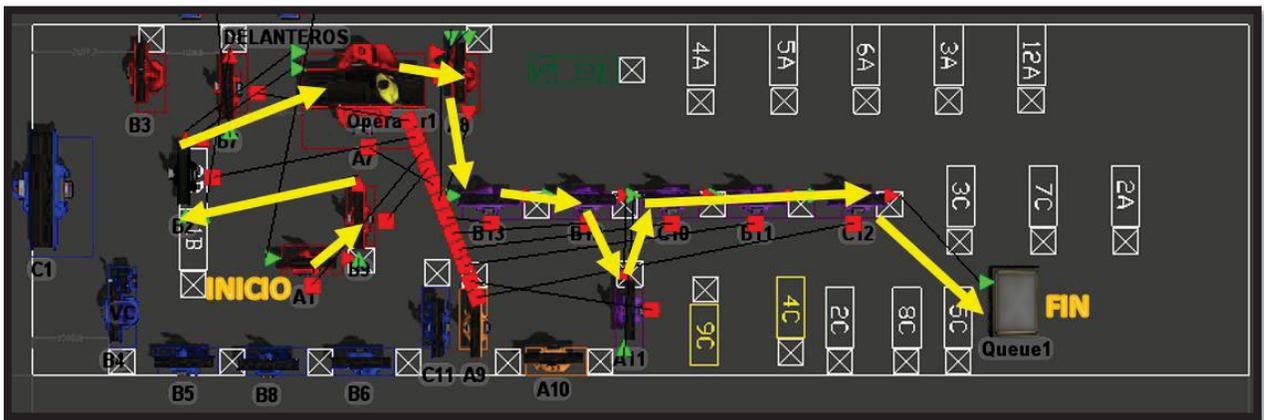


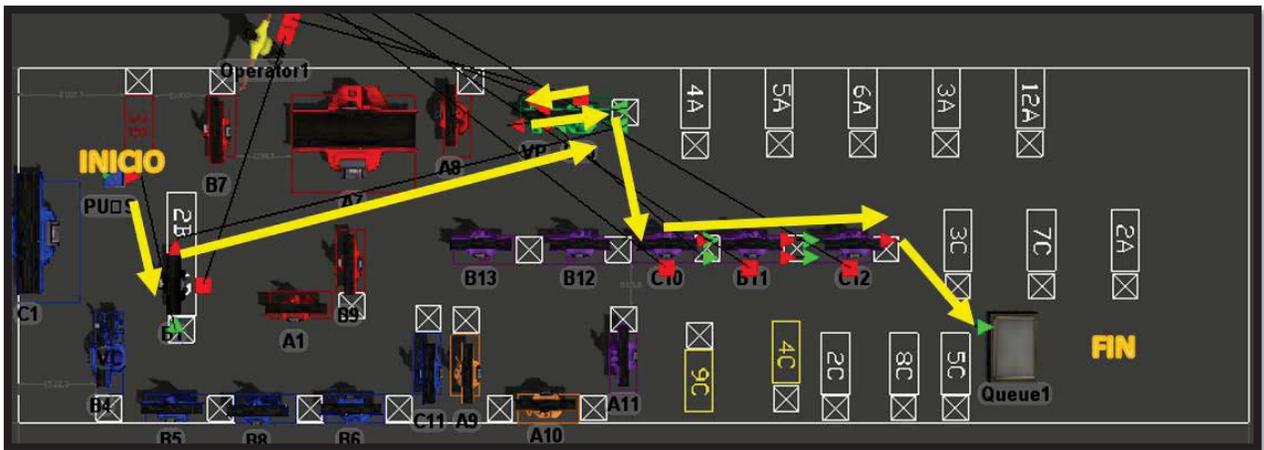
Figura 41. Simulación de Espalda



TIEMPO DE SIMULACION	144000	segundos
PRODUCCION FINAL	575	delanteros y espaldas

	A1	B9	B2	A7	A8	B13	B12	C10	B11	C12
INVENTARIO EN PROCESO		6	3	4	5	9	7		6	

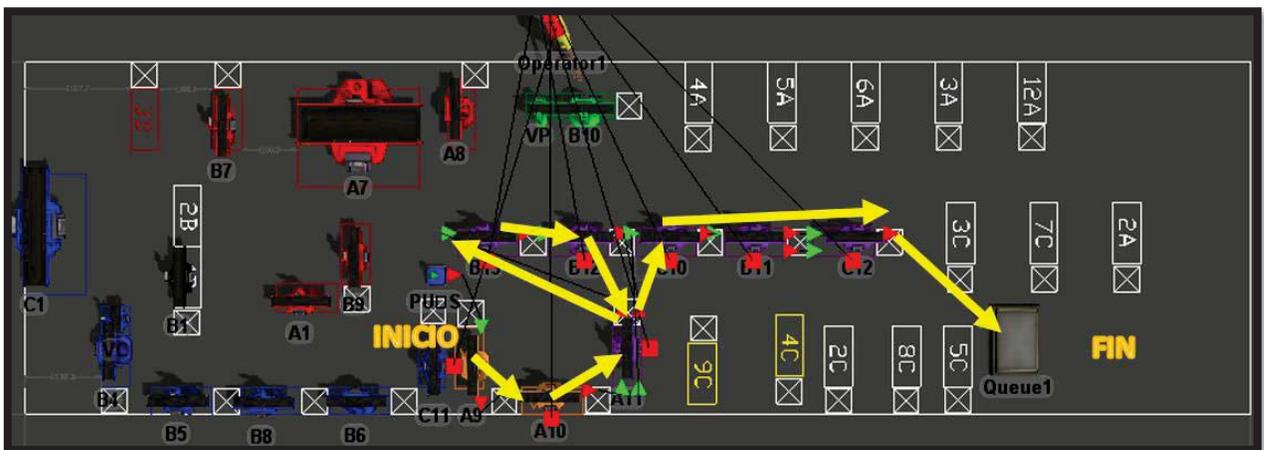
Figura 42. Simulación de Delanteros y Espaldas



TIEMPO DE SIMULACION	144000	segundos
PRODUCCION FINAL	595	puños

	B1	B10	VP	B10	B11	C12
INVENTARIO EN PROCESO	5				4	2

Figura 43. Simulación de puños



TIEMPO DE SIMULACION	144000	segundos
PRODUCCION FINAL	580	mangas

	A9	A10	A11	B13	B12	C10	B11	C12
INVENTARIO EN PROCESO		5			3	1	4	5

*Figura 44.* Simulación de mangas

La simulación nos brinda la posibilidad de obtener datos del desplazamiento requerido en cada uno de los módulos, mediante los cuales se realizará una comparación del estado actual de la línea con la propuesta de mejora.

Como se ha mencionado anteriormente, en el estado actual se tiene una distancia de recorrido de 262 metros y aproximadamente 540 segundos, a una velocidad promedio de 0,5 m/s. Por otra parte, se tiene la propuesta de mejora, en donde se observa una reducción en la distancia de transporte a 125 metros y 250 segundos.

## **5. VALORACIÓN DE PROPUESTA DE MEJORA**

Una vez comprendido el estado actual y la propuesta de mejora dentro de la línea de producción, es necesario realizar la valoración monetaria de las mejoras.

Así mismo, es necesario conocer el beneficio económico que representa la disminución del recorrido y la pérdida de pedidos o días de atraso de los mismo.

Para empezar el análisis de la comparación de la mejora y el estado actual hay que definir los problemas principales que se han reducido en propuesta.

### **5.1. Estado Actual**

#### **5.1.1. Excesivo transporte de materiales**

Actualmente en la línea número dos, se puede constatar que existe una excesiva distancia de transporte de 262 metros por camisa a lo largo de las distintas actividades.

Este excesivo transporte a lo largo de la línea, se lo puede representar en forma de tiempo de desperdicio, para posteriormente conocer el costo. Para esto es necesario definir una velocidad constante de 0.5 m/s.

Al aplicar la fórmula de velocidad ( $v=d/t$ ) se obtiene un tiempo de 540 segundos, equivalentes a 9 minutos por camisa. Sabiendo que el costo operario por minuto es de 0.05 centavos/minuto, se puede obtener el costo de la operación y el costo del desperdicio.

$$\textit{Distancia} = 262 \textit{ m}$$

$$\textit{Velocidad} = \frac{0.5\textit{m}}{\textit{s}}$$

$$\textit{Costo operario} = 0.05 \textit{ ctvs/min}$$

$$\textit{Operarios} = 22$$

$$\textit{Camisas promedio mes} = 1856 \textit{ camisas}$$

$$\textit{Tiempo} = \frac{\textit{Distancia}}{\textit{Velocidad}}$$

$$\textit{Tiempo} = \frac{262}{0.5}$$

$$\textit{Tiempo} = 540 \textit{ s} = 9 \textit{ min}$$

$$\textit{Costo transporte x camisa} = \textit{Tiempo (minutos)} * \textit{Costo operario}$$

$$\textit{Costo transporte x camisa} = 9 \textit{ min} * 0.05 \textit{ centavos/min}$$

$$\textit{Costo transporte x camisa} = 0.45 \textit{ centavos}$$

*Costo de transporte x mes = 0.45 ctv \* 22 operarios \* 1856 camisas*

$$\boxed{\text{Costo de transporte mensual} = \$18.374,4}$$

### **5.1.2. Pedidos Atrasados**

De igual manera en existen pedidos atrasados, en donde el 63% de estos, en el periodo enero a septiembre, tuvieron un retraso de por lo menos un día con respecto a la fecha de entrega y el 3% de estos fueron pérdida en ventas en más 248 camisas y \$8.680, debido a que superaron los 15 días de retraso.

## **5.2. Mejora**

### **5.2.1. Transporte de materiales**

Al realizar una producción modular, la distancia de recorrido de los operarios durante la confección de las prendas varía, con respecto a la manera como se fabrica actualmente una camisa. De igual forma, este recorrido se ve representado por un tiempo el cual también se ve afectado.

La representación de esta variación en la distancia y el tiempo se pudo visualizar en la simulación de la mejora, en donde se obtuvo los siguientes resultados:

### **5.2.2. Pedidos Atrasados**

El volumen de producción al elevarse aproximadamente en un 30%, permite a la compañía cumplir con la fecha de entrega de pedido y no tener perdida en sus ventas.

Con los datos anteriormente expuestos, se lleva a cabo una comparativa del estado actual y la mejora, en donde se nota un aumento significativo en el volumen de producción como también en el cumplimiento de pedidos atrasados.

Tabla 22.

*Comparativa estado actual y mejora*

	ACTUAL	PROPUESTA MEJORA	UNIDADES
TIEMPO X CAMISA	540	250	segundos
TIEMPO DISPONIBLE X DIA	28800	28800	segundos
PRODUCCION X DIA	53	115	camisas/día
PRODUCCION X MES	1856	2419	camisas/mes
COSTO DESPERDICIO X MES	\$18.374,40	\$11.088,00	dólares/mes
PEDIOS ATRASADOS	27,6	0	Camisas/mes

	SIGNO	VARIACION	UNIDADES
AUMENTO DE PRODUCCION X MES	+	563,2	camisas/mes
AUMENTO DE PRODUCCION X MES	+	30%	camisas/mes
REDUCCION DE DESPERDICIO	-	\$7.286,40	dólares/mes
REDUCCION DE DESPERDICIO	-	40%	dólares/mes
PEDIDOS ATRASADOS	-	\$964	dólares/mes

Adicionalmente al ahorro por el transporte de materiales y pedidos atrasados, se tiene un incremento en las ventas debido al mayor volumen de producción que se logra con la propuesta de mejora, cual se obtuvo de la siguiente forma:

*Aumento de producción = 563 camisas/mes*

*Pedidos atrasados = 27,5 camisas/mes*

*Costo venta camisa = 34 dólares/camisa*

*Aumento de ventas = (aumento de prod. – p. atrasados) \* costo venta camisa*

*Aumento de ventas = \$18,205.11 dólares/mes*

Finalmente se puede observar que la propuesta de mejora representa un ahorro de \$19,169.11 dólares mensuales a la compañía.

Tabla 23.

*Resumen de ahorro propuesta de mejora*

	SIGNO	VARIACION	UNIDADES
AHORRO TRANSPORTE DE MATERIALES	-	\$7.286,40	dólares/mes
AHORRO PEDIDOS ATRASADOS	-	\$ 964.00	dólares/mes
*AUMENTO EN VENTAS	+	\$ 18,205.11	dólares/mes
	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 19,169.11</b>	<b>dólares/mes</b>

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones

Dentro del área de confección, existe la línea número dos, en donde se confecciona camisas, blusas, enterizos, etc. Esta cuenta con 36 máquinas distribuidas en 3 hileras, 22 operarias, un área de botones y bordados externa a la línea donde se realizan operaciones finales. En donde al analizar el estado actual de la misma, se pudo observar que los procesos no se encuentran totalmente

levantados ni poseen un estudio de tiempos y movimientos, por lo que se procede al levantamiento de esta información

En la definición del problema, se pudo identificar que el recorrido de materiales es un problema para la confección de prendas de vestir, debido a que existen actividades como son los movimientos improductivos o que no generan valor, que aumentando el lead time e incrementando el costo unitario de las prendas. Este recorrido representa 262 metros por camisa a lo largo de la línea, el cual implica un desperdicio de aproximadamente \$18.374,4 mensuales.

El 63% de los pedidos realizados en el año 2016 (Enero / Septiembre) tuvo un retraso de por lo menos 1 día con respecto a la política “*backorder*”, y el 3% de estos pedidos fueron una pérdida en ventas en más de 248 camisas y \$8.680, por superar los 15 días de retraso.

En el análisis de causas realizado se obtiene dos principales: área de transporte está bloqueada por cajas, racks, material en proceso, telas, etc. y la distribución no secuencial de la maquinaria, en relación al proceso.

La propuesta de mejora se basa en la producción modular, con el fin de optimizar habilidades y esfuerzos de cada operario. Por lo que se va a crear células de trabajo para cada parte de la camisa, donde el flujo del proceso, en su mayor parte, será lineal y mucho más orgánico, finalizando sus operaciones en una línea común de armado de la prenda.

Finalmente se puede observar que la propuesta de mejora representa un ahorro de \$19,169.11 dólares mensuales a la compañía.

## **6.2.Recomendaciones**

Implementar la propuesta de mejora en donde se realice una prueba piloto para evaluar resultados y aplicar producción celular a las distintas líneas del área de confección.

Realizar un balance de la línea, basándose en el antecedente de una producción modular.

Aplicar la metodología 5´s en la implementación de la línea en la cual se delimite las áreas de correspondientes a cada máquina y módulo

Capacitar al personal respecto a producción modular y al trabajo en equipo.

## REFERENCIAS

- AITE. (2012). *Industria Textil*. Recuperado el 22 de noviembre del 2017, de:  
<http://www.aite.com.ec/industria.html>
- Causa y Efecto. (2006). *¿CUÁLES HERRAMIENTAS UTILIZO: KAIZEN, 5S, 6 SIGMA, TPM, JIT?* Recuperado el 25 de noviembre del 2017 de:  
<https://cyecompetitividad.wordpress.com/2016/12/13/cuales-herramientas-utilizo-kaizen-5s-6-sigma-tpm-jit/>
- Cianfrani, C., West, J. (2017). *Cracking the Case of ISO 9001:2008 for Service, Second Edition: A Simple Guide to Implementing Quality Management in Service Organizations*. Milwaukee: ASQ.
- de la Fuente, D., Fernández I. (2005)., *Distribución en planta*. Recuperado el 6 de diciembre del 2017 de:  
[https://books.google.com.ec/books?id=7aRzy0JjqTMC&printsec=frontcover&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=7aRzy0JjqTMC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- Diehel, M., Strpebe, W. (1987). *Productivity Loss In Brainstorming Groups: Toward the Solution of a Riddle*. Tubingen, Alemania: APA.
- Hart, G. (2002). *The five w's of online help systems*. Recuperado el 30 de noviembre del 2017 de <http://www.geoff-hart.com/articles/2002/fivew.htm>
- Jiménez, I. (2015). *Diseño e Implementación de Proyectos de mejora*. Recuperado el 3 Diciembre del 2017 de:  
[https://issuu.com/isabeljover/docs/metodolog\\_\\_a\\_jover.\\_dise\\_\\_o\\_e\\_imp\\_le](https://issuu.com/isabeljover/docs/metodolog__a_jover._dise__o_e_imp_le).
- Meyers, F.(2000). *Estudio de Tiempos y Movimientos Para La Manufactura Ágil*. México D.F, México: Pearson.

- Palacios, L. (2016). *Ingeniería de metodos, movimientos y tiempos*. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.
- Pérez, J. (2012). *Gestión por Procesos*. Madrid, España: Esic
- Rose, K. (2005). *Project Quality Management: Why, What and how*. Boca Raton, USA: PMBOK
- Serrat, O. (2009). *The Five Whys Technique*. Recuperado el 4 de diciembre del 2017 de : <https://www.adb.org/publications/five-whys-technique>
- William, B., Nordgren. (1995). *Taylor II manufacturing simulatio software*. Washington D.C., USA: F&H Simulations
- Wilson, B. (2005). *Five-by-Five Whys*. Recuperado el 4 de diciembre del 2017 de: <https://www.bill-wilson.net/b73>

## **ANEXOS**

## Anexo 1. Pedidos 2016 (Enero / Septiembre)

PROVEEDOR	LOTE	T. ENTREGA EN DIAS	UNIDADES PEDIDO	DIAS DE RETRASO	FECHA	COSTO X CAMISA
ROYALTEX S.A.	24660	51,99	925	21,99	16/02/2016	32375
ROYALTEX S.A.	24974	51,99	880	21,99	06/06/2016	30800
ROYALTEX S.A.	25158	51,34	1025	21,34	18/07/2016	35875
SGS	24955	50	164	20	18/05/2016	5740
ROYALTEX S.A.	25125	48,77	1200	18,77	30/06/2016	42000
ROYALTEX S.A.	24669	48,77	840	18,77	16/02/2016	29400
UNACEM	25374	48,15	15	18,15	19/09/2016	525
ROYALTEX S.A.	24661	46,83	525	16,83	16/02/2016	18375
ROYALTEX S.A.	25172	46,76	1250	16,76	25/07/2016	43750
ROYALTEX S.A.	25173	46,76	775	16,76	26/07/2016	27125
HILSEA	25138	46,26	69	16,26	07/07/2016	2415
ROYALTEX S.A.	25250	42,74	182	12,74	04/08/2016	6370
ROYALTEX S.A.	25174	42,58	415	12,58	27/07/2016	14525
ROYALTEX S.A.	24662	42,01	475	12,01	05/04/2016	16625
CONSTRUCCIONES Y PRESTACIONES PETROLERAS	24773	41,64	100	11,64	23/03/2016	3500
AVITALSA	24950	41,64	72	11,64	12/05/2016	2520
SISTEMAS Y EQUIPOS INDUSTRIALES	25418	41,64	31	11,64	28/09/2016	1085
THERMO ESMERALDAS	24753	41,5	2100	11,5	15/03/2016	73500
ANDES PETROLEUM	25168	41,5	991	11,5	22/07/2016	34685
PETROELF	24794	41,5	12	11,5	07/04/2016	420
INATRA	24972	41,27	19	11,27	02/06/2016	665
ROYALTEX S.A.	25219	41,11	300	11,11	03/08/2016	10500
ROYALTEX S.A.	24665	39,89	700	9,89	16/02/2016	24500
ROYALTEX S.A.	24975	39,89	660	9,89	06/06/2016	23100
UNACEM	25376	39,72	30	9,72	19/09/2016	1050
SGS	24954	39,13	124	9,13	18/05/2016	4340
ROYALTEX S.A.	24726	38,97	300	8,97	04/03/2016	10500
ROYALTEX S.A.	24664	38,77	375	8,77	16/02/2016	13125
ROYALTEX S.A.	25126	38,53	825	8,53	04/07/2016	28875
ROYALTEX S.A.	25275	37,8	240	7,8	09/08/2016	8400
ROYALTEX S.A.	25276	37,8	160	7,8	09/08/2016	5600
ROYALTEX S.A.	24667	37,25	250	7,25	15/06/2016	8750
HILSEA	25137	37,21	69	7,21	07/07/2016	2415
ROYALTEX S.A.	24671	37,1	840	7,1	16/02/2016	29400
ROYALTEX S.A.	25135	36,92	940	6,92	05/07/2016	32900
ROYALTEX S.A.	25139	35,44	1560	5,44	11/07/2016	54600
ROYALTEX S.A.	24672	35,1	1050	5,1	11/05/2016	36750
ROYALTEX S.A.	24673	33,82	525	3,82	06/04/2016	18375
ARCA ECUADOR	24710	33,63	160	3,63	22/02/2016	5600
ARCA ECUADOR	24711	33,63	160	3,63	22/02/2016	5600
ARCA ECUADOR	24712	33,63	160	3,63	22/02/2016	5600
ARCA ECUADOR	24713	33,63	160	3,63	22/02/2016	5600
ETA FASHION	24803	33,02	184	3,02	12/04/2016	6440
ETA FASHION	25408	32,8	185	2,8	28/09/2016	6475
ROYALTEX S.A.	25159	32,68	1350	2,68	18/07/2016	47250
ROYALTEX S.A.	25280	32,68	580	2,68	11/08/2016	20300
THERMO ESMERALDAS	24754	32,49	400	2,49	15/03/2016	14000
ETA FASHION	25392	32,36	244	2,36	21/09/2016	8540
ORIENTOIL	25209	32,34	131	2,34	01/08/2016	4585
ORIENTOIL	25210	32,34	97	2,34	01/08/2016	3395
PRONACA	24895	32,34	30	2,34	18/05/2016	1050
ROYALTEX S.A.	25319	32,25	2850	2,25	23/08/2016	99750
ROYALTEX S.A.	25082	32,25	1250	2,25	28/06/2016	43750
ROYALTEX S.A.	24670	32,25	840	2,25	16/02/2016	29400
ARCA ECUADOR	24522	31,69	2655	1,69	08/01/2016	92925
ADELCA	25130	31,69	725	1,69	05/07/2016	25375
TEXAL	24966	31,69	601	1,69	24/05/2016	21035
ORIENTOIL	24708	31,69	548	1,69	22/02/2016	19180
PETROSUD	25323	31,69	402	1,69	08/08/2016	14070
PINTURAS CONDOR	24849	31,69	400	1,69	21/04/2016	14000
ORIENTOIL	25187	31,69	351	1,69	04/07/2016	12285
ORIENTOIL	25438	31,69	267	1,69	04/10/2016	9345
OLEODUCTOS PESADOS	24812	31,69	223	1,69	15/04/2016	7805
AURELIAN	25405	31,69	220	1,69	27/09/2016	7700
TEXAL	24617	31,69	185	1,69	27/01/2016	6475
HILSEA	25136	31,69	162	1,69	07/07/2016	5670
ADELCA	25346	31,69	155	1,69	24/08/2016	5425
ORIENTOIL	24796	31,69	150	1,69	07/04/2016	5250
PRONACA	24894	31,69	126	1,69	03/05/2016	4410

AURELIAN	25278	31,69	120	1,69	09/08/2016	4200
ALLIED ECUATORIANA	24766	31,69	112	1,69	17/03/2016	3920
ENAP SIPEC	24798	31,69	100	1,69	07/04/2016	3500
NOLIMIT	25299	31,69	99	1,69	11/08/2016	3465
NOLIMIT	25300	31,69	98	1,69	11/08/2016	3430
EDIMCA	24932	31,69	97	1,69	09/05/2016	3395
LA MODERNA	25057	31,69	90	1,69	22/06/2016	3150
OLEODUCTOS PESADOS	24810	31,69	87	1,69	14/04/2016	3045
ASOC DE INGENIERIA MECATRONICA	24940	31,69	73	1,69	10/05/2016	2555
CONSORCIO PEGASSO	25059	31,69	56	1,69	22/06/2016	1960
ECUAQUIMICA	25308	31,69	54	1,69	17/08/2016	1890
HR DISTRIBUCIONES	24785	31,69	54	1,69	04/04/2016	1890
PRONACA	25193	31,69	42	1,69	25/07/2016	1470
UNIFER	25163	31,69	38	1,69	18/07/2016	1330
UNIFER	25164	31,69	38	1,69	18/07/2016	1330
PINTURAS CONDOR	25191	31,69	30	1,69	25/07/2016	1050
EDIMCA	25381	31,69	26	1,69	21/09/2016	910
PETROSUD	25324	31,69	18	1,69	22/08/2016	630
ALLIED ECUATORIANA	24765	31,69	10	1,69	17/03/2016	350
OLEODUCTOS PESADOS	24811	31,69	4	1,69	14/04/2016	140
PINTURAS CONDOR	24628	31,69	4	1,69	02/02/2016	140
TEXAL	24613	31,02	115	1,02	27/01/2016	4025
OLEODUCTOS PESADOS	24806	31,02	33	1,02	14/04/2016	1155
OLEODUCTOS PESADOS	25349	31,02	20	1,02	05/09/2016	700
ARCA ECUADOR	24525	21,35	1035	0	08/01/2016	36225
ROYALTEX S.A.	24678	24,08	920	0	17/02/2016	32200
ROYALTEX S.A.	25090	24,08	900	0	30/06/2016	31500
ROYALTEX S.A.	25134	25,76	765	0	05/07/2016	26775
ROYALTEX S.A.	25169	24,18	630	0	22/07/2016	22050
ROYALTEX S.A.	25171	24,64	630	0	25/07/2016	22050
ROYALTEX S.A.	24668	25,76	550	0	16/02/2016	19250
ROYALTEX S.A.	24968	2,3	500	0	02/06/2016	17500
ROYALTEX S.A.	24969	2,03	500	0	02/06/2016	17500
ROYALTEX S.A.	25245	25,03	500	0	04/08/2016	17500
AJECUADOR	24983	21,35	478	0	09/06/2016	16730
ROYALTEX S.A.	25221	15,33	360	0	03/08/2016	12600
ROYALTEX S.A.	25220	7,58	300	0	03/08/2016	10500
ETA FASHION	25368	21,13	244	0	20/09/2016	8540
ETA FASHION	25391	21,21	244	0	21/09/2016	8540
ETA FASHION	25402	28,73	244	0	26/09/2016	8540
ETA FASHION	25403	17,8	244	0	26/09/2016	8540
ETA FASHION	25404	11,91	244	0	26/09/2016	8540
CORP. LA FAVORITA	24912	15,46	208	0	06/05/2016	7280
CORP. LA FAVORITA	24925	28,05	208	0	06/05/2016	7280
ETA FASHION	25409	16,28	204	0	28/09/2016	7140
AJECUADOR	24984	21,34	132	0	09/06/2016	4620
CORP. LA FAVORITA	24909	13,58	104	0	06/05/2016	3640
CORP. LA FAVORITA	24911	24,82	104	0	06/05/2016	3640
CORP. LA FAVORITA	24917	25,92	104	0	06/05/2016	3640
CORP. LA FAVORITA	24923	14,64	104	0	06/05/2016	3640
CORP. LA FAVORITA	25401	24,93	104	0	27/09/2016	3640
ORIENTOIL	25188	28,2	100	0	04/07/2016	3500
UNIFER	25165	28,09	64	0	18/07/2016	2240
UNIFER	25166	28,09	64	0	18/07/2016	2240
EDIMCA	24934	28,09	62	0	09/05/2016	2170
NOLIMIT	25302	28,2	62	0	11/08/2016	2170
EDIMCA	24935	24	50	0	09/05/2016	1750
TEXAL	24967	28,2	45	0	31/05/2016	1575
EDIMCA	24933	21,35	41	0	09/05/2016	1435
ARCA ECUADOR	24524	21,35	39	0	08/01/2016	1365
NOLIMIT	25301	28,2	30	0	11/08/2016	1050
EDIMCA	25383	28,09	19	0	21/09/2016	665
ECUAQUIMICA	25309	28,09	16	0	17/08/2016	560
EDIMCA	25384	24	16	0	21/09/2016	560
ASOC DE INGENIERIA MECATRONICA	24941	28,2	14	0	10/05/2016	490
EDIMCA	25382	21,35	14	0	21/09/2016	490
AURELIAN	25279	21,35	12	0	09/08/2016	420
KELLOGG	25253	23,25	12	0	04/08/2016	420
LA MODERNA	25058	28,09	9	0	22/06/2016	315
PETROSUD	25325	28,2	8	0	22/08/2016	280
OLEODUCTOS PESADOS	24815	28,2	7	0	15/04/2016	245
PINTURAS CONDOR	24629	28,09	4	0	02/02/2016	140
OLEODUCTOS PESADOS	24814	28,2	3	0	15/04/2016	105
ROYALTEX S.A.	24659		0	0	16/02/2016	0

## Anexo 2. Operaciones Blusas

Area	#	Codigo	Operacion	Maquina	Predecesor
CF01	1	152	FUSIONAR PIEZA VIVO CON PELÓN (PAR)	FUSIONADO	0
CF01	2	3472	SEÑALAR VIVO CON AYUDA DE MOLDE	MANUAL	1
CF01	3	85	ARMAR VIVO EN MÁQUINA RECTA	1 AGUJA	2
CF01	4	215	PICAR EN EL CENTRO DE VIVO Y EN LOS EXTREMOS EN V	MANUAL	3
CF01	5	49	FIGURAR VIVO BOLSILLO	1 AGUJA	4
CF01	6	945	FILETEAR BOLSILLOS, TODO EL CONTORNO (PAR)	OVERLOCK 3	0
CF01	7	51	FIGURAR VIVO SUPERIOR CON FALSO	1 AGUJA	5,6
CF01	8	2395	ATRACAR COSTURA DE OVERLOCK DE BOLSILLO	ATRACADOR	7
CF01	9	477	FUSIONAR VINCHAS CON PELÓN (PAR)	FUSIONADO	0
CF01	10	3356	PLANCHAR VINCHA CON MOLDE SEGÚN FORMA DE LA MISMA	PLANCHA	9
CF01	11	1996	PEGAR VINCHA EN DELANTEROS	1 AGUJA	10
CF01	12	1998	ACENTAR PARTE INTERNA DE VINCHA Y PESPUNTAR EN EL FILO	1 AGUJA	11
CF01	13	262	PLANCHAR DELANTEROS PARA ACENTAR COSTURAS (PAR)	PLANCHA	8,12
CF01	14	193	AFINAR DELANTEROS IGUALANDO EN BAJOS, HOMBROS Y CUELLOS	MANUAL	13
CF01	15	261	HACER PRESILLA CON FOLDER Y CORTAR TIRAS A LA MEDIDA	1 AGUJA	0
CF01	16	389	EMBOLSAR ESPALDA CON HOMBREERAS, TABLON EN EL CENTRO (OVERLOCK)	1 AGUJA	15
CF01	17	3604	PESPUNTAR ESPALDA EN LA UNIÓN DE HOMBREERA CON ESPALDA (1/8)	2 AGUJAS	16
CF01	18	426	PLANCHAR ESPALDA PARA FACILITAR LA OPERACIÓN DE AFINADO	PLANCHA	17
CF01	19	196	AFINAR ESPALDA EN CUELLO, BAJO Y SISA	MANUAL	18
CF01	20	248	EMBOLSAR DELANTERO EN HOMBREERAS (OVERLOCK)	1 AGUJA	14,19
CF01	21	292	PESPUNTAR HOMBREERA(1/8)	2 AGUJAS	20
CF01	22	208	fusionar CUELLO uniendo pelón con cuello	FUSIONADO	0
CF01	23	211	señalar cuello con ayuda de un molde	MANUAL	22
CF01	24	191	armar CUELLO unir piezas de cuello 1 de ellas fusionadas	COSE CORTA	23
CF01	25	4031	Picar y virar cuello (máquina)	VIRADORA D	24
CF01	26	197	pespunte contorno de cuello	1 AGUJA	25
CF01	27	417	fusionar FAJA de cuello 1 pieza	FUSIONADO	0
CF01	28	192	dobladillar faja	1 AGUJA	27
CF01	29	206	afinar faja de cuello y picar en el centro	OVERLOCK A	28
CF01	30	213	pegar faja a cuello	1 AGUJA	26,29
CF01	31	242	figurar puntas la faja dando la forma con ayuda de un molde	1 AGUJA	30
CF01	32	200	afinar cuello en la parte de la faja	MANUAL	31
CF01	33	214	virar faja formando las puntas de la misma	MANUAL	32
CF01	34	203	planchar cuello con faja	MANUAL	33
CF01	35	420	afinar cuello en parte de faja y picar para su posterior pegado	OVERLOCK A	34
CF01	36	212	PEGAR CUELLO VA CENTRADO EN CUERPO 1ERA COSTURA	1 AGUJA	21,35
CF01	37	145	ACENTAR CUELLO A CUERPO	1 AGUJA	36
CF01	38	3614	SEÑALAR PIEZA DE VICHUNGA CON AYUDA DE MOLDE	MANUAL	0
CF01	39	952	ARMAR VICHUNGA GUIANDOSE POR SEÑALADO	1 AGUJA	38
CF01	40	1252	PEGAR TIRA EN EL CENTRO DEL PUÑO	1 AGUJA	39
CF01	41	252	DOBLADILLAR PUÑOS (2)	1 AGUJA	40
CF01	42	115	CERRAR PIEZAS PUÑOS DANDO LA FORMA DEL MISMO(PAR)	1 AGUJA	41
CF01	43	254	VIRAR PUÑOS, FORMANDO LAS PUNTAS DEL MISMO	PUNZON	42
CF01	44	251	PEGAR PIEZA INFERIOR TAJALI	1 AGUJA	0
CF01	45	204	PEGAR PIEZA SUPERIOR TAJALÍ	1 AGUJA	44
CF01	46	207	FIGURAR TAJALÍ DE MANGA (2)	1 AGUJA	45
CF01	47	442	IGUALAR TAJALÍ, DEJANDO IGUAL PIEZA SUPERIOR E INFERIOR	MANUAL	46
CF01	48	202	PEGAR MANGAS A CUERPO	OVERLOCK 5	26,47
CF01	49	281	PESPUNTAR SISA EN LA UNIÓN DE LAS MANGAS CON EL CUERPO (1/8)	2 AGUJAS	48
CF01	50	205	DOBLADILLAR BAJOS CON AYUDA DE FOLDER, PIEZA POR PIEZA	1 AGUJA	49
CF01	51	435	CERRAR COSTADOS IGUALANDO EN PUÑO, SISA Y BAJO	OVERLOCK 5	50
CF01	52	548	REMATAR COSTURA DE OVERLOCK EN BAJOS	1 AGUJA	51
CF01	53	255	PEGAR PUÑOS A MANGA (2)	1 AGUJA	43,51
CF01	54	256	ASENTAR Y PESPUNTAR TODO EL REDEDOR DEL PUÑO	1 AGUJA	53
CF01	55	1941	HACER LOS OJALES SEGÚN INDICA LA MUESTRA	OJALADORA	37,54
CF01	56	432	SEÑALAR PARA PEGAR BOTONES	MANUAL	55
CF01	57	239	PEGAR BOTONES EN LUGARES SEÑALADOS	BOTONERA	56
CF01	58	623	PLANCHAR PIEZAS DE ABERTURA DE COSTADOS	PLANCHA	0
CF01	59	4050	PEGAR PIEZA EN LA ABERTURA DE LOS BAJOS	1 AGUJA ELE	52,58
CF01	62	954	VIRAR VICHUNGAS PARA SU POSTERIOR PESPUNTE(PAR)	PUNZON	0
AC01	60	1020	CORTAR HILOS SOBREPANTES TANTO INTERNOS COMO EXTERNOS	MANUAL	0
AC01	61	1108	PLANCHAR BLUSA DEFINIENDO LA FORMA DE LA MISMA	PLANCHA VA	0

### Anexo 3. Operaciones Enterizos

Area	#	Codigo	Operacion	Maquina	Predecesor
CF01	1	208	fusionar CUELLO uniendo pelón con cuello	FUSIONADORA	0
CF01	2	211	señalar cuello con ayuda de un molde	MANUAL	1
CF01	3	191	armar CUELLO unir piezas de cuello 1 de ellas fusionadas	COSE CORTA 1 AGUJA	2
CF01	4	4031	Picar y virar cuello (máquina)	VIRADORA DE CUELLOS	3
CF01	5	197	pespunte contorno de cuello	1 AGUJA	4
CF01	6	417	fusionar FAJA de cuello 1 pieza	FUSIONADORA	0
CF01	7	192	dobladillar faja	1 AGUJA	6
CF01	8	206	afinar faja de cuello y picar en el centro	OVERLOCK AFINADO	7
CF01	9	213	pegar faja a cuello	1 AGUJA	8
CF01	10	242	figurar puntas de la faja dando la forma con ayuda de un molde	1 AGUJA	9
CF01	11	200	afinar cuello en la parte de la faja	MANUAL	10
CF01	12	214	virar faja formando las puntas de la misma	MANUAL	11
CF01	13	203	planchar cuello con faja	MANUAL	12
CF01	14	420	afinar cuello en parte de faja y picar para su posterior pegado	OVERLOCK AFINADO	13
CF01	15	259	DOBLADILLAR VINCHA LR CON FOLDER DE 25MM	1 AGUJA	0
CF01	16	421	HACER PINZA EN SISA (PAR)	1 AGUJA	0
CF01	17	262	Planchar delanteros para facilitar el afinado	PLANCHA	15,16
CF01	18	193	AFINAR DELANTEROS IGUALANDO EN BAJOS, HOMBROS Y CUELLOS	MANUAL	17
CF01	19	428	HACER PINZAS ESPALDA(2)	1 AGUJA	0
CF01	20	426	PLANCHAR ESPALDA PARA FACILITAR LA OPERACIÓN DE AFINADO	PLANCHA	19
CF01	21	196	AFINAR ESPALDA EN CUELLO, BAJO Y SISA	MANUAL	20
CF01	22	3505	Unir espalda y delantero en hombros	OVERLOCK 5 HILOS	18,21
CF01	23	1370	PESPUNTAR EN LA UNIÓN DE HOMBRERA CON ESPALDA	2 AGUJAS	22
CF01	24	3009	Planchar vichungas para facilitar el armado	PLANCHA	0
CF01	25	1196	Dobladillar pieza de vichunga realizando pespunte en el contorno del mismo	1 AGUJA	24
CF01	26	4028	SEÑALAR MANGA PARA PEGAR VICHUNGA	MANUAL	0
CF01	27	2846	Pegar vichungas a la altura de codo	1 AGUJA	25,26
CF01	28	488	Unir tiras de tajalí para facilitar el paso por el folder	1 AGUJA	0
CF01	29	989	HACER TAJALÍ EN MANGA, CON AYUDA DE FOLDER	1 AGUJA	28
CF01	30	1116	ARMAR TAJALÍ REALIZANDO UNA COSTURA DE REMATE EN LA CURVA DEL MISMO	1 AGUJA	29
CF01	31	442	IGUALAR TAJALÍ, DEJANDO IGUAL PIEZA SUPERIOR E INFERIOR	MANUAL	30
CF01	32	209	FUSIONAR PUÑOS (2)	FUSIONADORA	0
CF01	33	253	CERRAR PUÑOS UNIENDO EN SUS COSTADOS (2)	1 AGUJA	32
CF01	34	254	VIRAR PUÑOS, FORMANDO LAS PUNTAS DEL MISMO	PUNZON	33
CF01	35	434	Pegar manga previamente preparada a cada lado del cuerpo	OVERLOCK 5 HILOS	23,27,31
CF01	36	281	PESPUNTAR SISA EN LA UNIÓN DE LAS MANGAS CON EL CUERPO	2 AGUJAS	35
CF01	37	435	Cerrar costados igualando en puños sisa y bajo	OVERLOCK 5 HILOS	36
CF01	38	255	PEGAR PUÑOS A MANGA	1 AGUJA	34,37
CF01	39	256	ASENTAR Y PESPUNTAR TODO EL REDEDOR DEL PUÑO	1 AGUJA	38
CF01	40	2041	SEÑALAR VINCHA PARA REALIZAR OJALES	MANUAL	37
CF01	41	241	Hacer ojales en lugares señalados y en vichungas	OJALADORA RECTA	40
CF01	42	1851	Estabilizar vincha sujetando para que no se mueva al pretinar	1 AGUJA	41
CF01	43	212	PEGAR CUELLO VA CENTRADO EN CUERPO 1ERA COSTURA	1 AGUJA	14,23
CF01	44	145	Asentar parte interna de cuello a cuerpo	1 AGUJA	43
CF01	45	891	Hacer un tablon en cada delantero	1 AGUJA	0
CF01	46	781	PEGAR VISTA A FORRO DE BOLSILLO	RECUBRIDORA 3H	0
CF01	47	781	Pegar falso a forro	RECUBRIDORA 3H	0
CF01	48	150	Pegar falso a boca de bolsillo según forma de la misma	1 AGUJA	47
CF01	49	166	VIRAR Y PESPUNTAR BOCA DE BOLSILLO CON FALSO	2 AGUJAS	48
CF01	50	6	Estabilizar delantero y vista en boca de bolsillo	ATRACADORA	45,46,49
CF01	51	792	CERRAR TIRO DELANTERO Y POSTERIOR	OVERLOCK 3 HILOS	50
CF01	52	70	PESPUNTAR TIRO DELANTERO Y POSTERIOR	1 AGUJA	51
CF01	53	1342	CERRAR ENTREPIERNA IGUALANDO EN BAJOS Y TIROS	OVERLOCK 5 HILOS	52
CF01	54	348	Unir parte superior e inferior de prenda en la cintura	OVERLOCK 5 HILOS	42,53
CF01	55	29	Unir en los extremos para facilitar el paso por el folder	OVERLOCK 3 HILOS	0
CF01	56	694	Pegar pretina cubriendo la unión de piezas y dando la forma según corte	PRETINADORA 2A	54,55
CF01	57	26	Cerrar short igualando en cintura y bajo	OVERLOCK 5 HILOS	56
CF01	58	2091	Dobladillar a 2cm	1 AGUJA	57
CF01	59	827	ATRACAR EN ENTREPIERNA EN LA UNIÓN DE TIROS (ATRAQUE EXTERNO)	ATRACADORA	53
CF01	60	388	Hacer 2 pasadores	PASADORES	0
CF01	61	36	Pegar un pasador a cada costado	ATRACADORA	57,60
CF01	62	691	Asegurar en el cuello para evitar variación de tonos	1 AGUJA	61
CF01	63	432	Señalar vincha a la altura de ojales	MANUAL	0
CF01	64	239	Pegar botones en lugares señalados	BOTONERA	63
AC01	65	773	Cortar hilos sobrantes tanto internos como externos	MANUAL	0
AC01	66	1107	Planchar enterizo dando la forma del mismo	PLANCHA VAPOR	0

## Anexo 4. Operaciones Vestidos

Area	#	Codigo	Operacion	Maquina	Predecesor
CF01	1	26	cerrar COSTADOS dejando espacio de los bolsillos	OVERLOCK 5 HILOS	5
CF01	2	1156	dobladillar BAJO a 3.5cm	1 AGUJA	6
CF01	3	715	unir piezas de pecho	OVERLOCK 5 HILOS	0
CF01	4	3590	pespuntar unión de piezas costura vence a los extremos	1 AGUJA ELECTRONICA	8
CF01	5	26	cerrar COSTADOS de top	OVERLOCK 5 HILOS	9
CF01	6	2676	señalar elástico a medida y señalado de 4 veces para repartir en cuerpo	MANUAL	0
CF01	7	967	cortar ELASTICO a medida	MANUAL	11
CF01	8	2676	señalar cuerpo en la parte superior(2 veces) y en el inferior(4 veces)	MANUAL	10
CF01	9	978	pegar elástico a la altura de la cintura uniendo piezas y en la parte superior del top	OVERLOCK 3 HILOS	12,13
CF01	10	3669	Asentar elásticos al ancho en cintura y parte superior	RECUBRIDORA 2H	14
CF01	13	4018	PREPARAR TIRA(COSER TIRA, Y CORTAR)	CORTADORA SEGGOS	0
CF01	14	138	Pegar sesgo en collarete y sisas	1 AGUJA	0
CF01	15	1925	Cortar tira dejando las 2 a la medida	MANUAL	0
CF01	16	3394	Estabilizar tiras en espalda	1 AGUJA ELECTRONICA	0
AC01	11	1015	PULIR cortar hilos sobrantes tanto internos como externos	MANUAL	0
AC01	12	806	PLANCHAR vestido definiendo la forma del mismo	PLANCHA VAPOR	0

## Anexo 5. Máquinas por actividad

Máquina	Nº Op	Operación
Planchas	1	Fusionar vincha derecha con Pelon
1 Aguja	2	Realizar pespunte en vincha derecha
1 Aguja	3	Dobladillar vincha LR con folder de 25 mm
Planchas	4	Planchar delanteros para acentar costuras vinchas (par)
Afinado Manual	5	Afinar delanteros igualando en bajos, hombros y cuello
1 Aguja	6	Dobladillar bolsillo
Planchas	7	Planchar bolsillos de camisa dando la forma del molde (uno)
1 Aguja	8	Pegar bolsillo en delantero izquierdo
1 Aguja	9	Embolsar espalda con ayuda de folder
Planchas	10	Planchar espalda para facilitar la operación de afinado
Afinado Manual	11	Afinar esplada en cuello, bajo y sisa
1 Aguja	12	Embolsar delantero y espalda
1 Aguja	13	Pespuntar union de hombros
Fusionadora	14	Fusionar cuello uniendo pelon con cuello
Manual	15	Señalar cuello por donde pasará las costuras con ayuda de molde según la talla
Cosedora, cortadora de 1 aguja	16	Unir piezas de cuello por señalado
Viradora de cuellos	17	Cortar sobrante de tela para que se de la forma en las puntas y virar
1 Aguja	18	Pespuntar contorno de cuello a 4 mm
Overlock afinado	19	Afinar parte inferior de cuello y picar en el centro para alinear con faja
Fusionadora	20	Fusionar faja, pelon y pieza de faja alineados en los extremos
1 Aguja	21	Dobladillar parte inferior de faja fusionada
Overlock afinado	22	Afinar parte superior de faja y picar en el centro para alinear con el cuello
1 Aguja	23	Armar cuello, cuello va en medio de piezas de faja
1 Aguja	24	Redondear faja en las puntas con ayuda de molde
Manual	25	Afinar cuello en faja, cortar sobrante de tela para definir la forma del mismo
Manual	26	Virar puntas de faja dando la forma del mismo
Planchas	27	Planchar cuello definiendo la forma del mismo para facilitar el afinado
Overlock afinado	28	Afinar cuello y faja y picar en el centro para alinear con cuerpo
1 Aguja	29	Pegar cuello primera costura a cuerpo
1 Aguja	30	Acentar parte inferior de cuello y pespuntar todo el contorno
1 Aguja	32	Pegar pieza tajalis
1 Aguja	33	Figurar triangulo en extremo de tajalí
Manual	34	Igualar tajalí dejando igual pieza superior a inferior
Overlock 5 hilos	35	Pegar mangas largas a cuerpo
1 Aguja	36	Pespuntar sisas en la union de la manga con cuerpo
Overlock 5 hilos	37	Cerrar costados
1 Aguja	38	Dobladillar bajos con ayuda de folder
Fusionadora	39	Fusionar puños (2)
1 Aguja	40	Dobladillar puños(2)
1 Aguja	41	Cerrar puños uniendo piezas combinadas
Punzon	42	Virar puños formando las puntas del mismo
1 Aguja	43	Pegar puños a manga (2), realizando pliegues en la manga
1 Aguja	44	Acentar y pespuntar contorno de los puños
Ojaladora Recta	45	Hacer ojales grander (9) en total
Ojaladora Recta	46	Hacer ojales pequeños en las puntas del cuello (2 ojales, una en cada punta y uno
Manual	47	Señalar vincha para pegar botones
Botonera	48	Pegar botones

## Anexo 6. Habilidades por operario

Nombre Operador	Manual	1 Aguja	2 Agujas	Overlock	Punzón	Plancha	Recubridora	Botonera	Cerradora	Cose y Corta	Afinadora	Atracadora	Ojaladora	Operaciones Realizadas con frecuencia	Operaciones realizadas con poca frecuencia
Angelica Uyara	X													14,20,39,15	
Patricia Malan	X													19,22,31,P	
Nilida Sarango						X								P	2
Miriam Almachi		X	X											18,21,23,29	
Elvia Cayaguazo		X	X	X(Raro)										3	
Yolanda Gualasi		X	X	X			X	X						9	29
María Mérida Toapanta		X	X											23,19,21,22,28	8,36,29
Emma Cabay		X	X	X			X							8	3
María Alvarez		X		X					X			X		12,13,37,35	2
Diviana Ases		X	X	X	X	X		X		X	X		X	P,11,19,22,25,28	47,15
Alexandra Tupiza	X	X	X											5,11	10,3,6
Josefina Tacungo		X(Raro)		X			X					X		35	
Alexandra Hernandez		X	X	X				X					X	33	
Amanda Guanopatin		X	X	X										34,35,37	6,39,43
Liliana Aidana		X		X										35,40,41	29
Maritza Simbaña		X	X	X			X	X					X	44	40,43,29,33
María Angelica Cañadas		X	X											29	35,40,43
Paulina Tonato		X	X	X						X				40,41,29	3
Angelica Note		X	X											30,29	13
Monica Viracochta		X					X			X				40,41,43	1,13,
Janeth Muso													X	45,46	48
Sara Tipaluisa		X						X				X	X	48	

