



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE CUENCA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA LA  
ELABORACIÓN DE INDUMENTARIA DE TRABAJO Y SU  
REPRESENTACIÓN POR SIMULACIÓN.

Trabajo de titulación previo a la obtención  
del título de Ingeniero Industrial

AUTORES: WILLIAM SANTIAGO ROMERO TACURI  
ERIK BARUC CABRERA ZHAÑAY

TUTOR: ING. ADRIÁN EUGENIO ÑAUTA ÑAUTA, MSc.

Cuenca - Ecuador

2023

## **CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Nosotros, William Santiago Romero Tacuri con documento de identificación N° 0105176069 y Erik Baruc Cabrera Zhañay con documento de identificación N° 0706379401; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 3 de julio del 2023

Atentamente,



William Santiago Romero Tacuri  
0105176069



Erik Baruc Cabrera Zhañay  
0706379401

## **CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, William Santiago Romero Tacuri con documento de identificación N° 0105176069 y Erik Baruc Cabrera Zhañay con documento de identificación N° 0706379401, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto técnico: “Propuesta de distribución de planta para la elaboración de indumentaria de trabajo y su representación por simulación.”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Industrial, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 3 de julio del 2023

Atentamente,



William Santiago Romero Tacuri  
0105176069



Erik Baruc Cabrera Zhañay  
0706379401

## **CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Adrián Eugenio Ñauta Ñauta con documento de identificación N° 0104234612, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA LA ELABORACIÓN DE INDUMENTARIA DE TRABAJO Y SU REPRESENTACIÓN POR SIMULACIÓN.**, realizado por William Santiago Romero Tacuri con documento de identificación N° 0105176069 y por Erik Baruc Cabrera Zhañay con documento de identificación N° 0706379401, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple contodos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 3 de julio del 2023

Atentamente,



Ing. Adrián Eugenio Ñauta Ñauta, MSc.

0104234612

# Dedicatoria

## *Santiago Romero*

El presente trabajo de titulación va dedicado a mis amados padres Sonia y Willan, los cuales han sido mi más grande apoyo a lo largo de mi vida, quienes con su sacrificio han hecho de mí el hombre que soy a día de hoy, sus palabras de aliento, paciencia y cariño me han permitido enfrentar cada reto propuesto. Por enseñarme a no rendirme y perseguir siempre mis sueños, a ustedes debo cada logro conseguido en mi vida, gracias por haberme otorgado la mejor herencia.

A mis abuelos Yolanda y José, quienes siempre me han cuidado y amado como a un hijo, su apoyo, cariño y amor nunca se vieron escasos en mi vida, gracias por las enseñanzas y valores transmitidos a lo largo de estos 25 años, este logro también se los debo a ustedes.

A mi hermano Ian, que con su alegría y cariño ha sido y será una pieza infaltable en mi vida. A mis tíos Pepe y Christian por brindarme su apoyo incondicional, por ser mis hermanos mayores con quienes viví una grata infancia, gracias por ese fraternal amor.

A mi querida Viviana, quien me ha acompañado durante toda mi carrera universitaria. Tu apoyo y afecto me ha otorgado la fortaleza necesaria para no caer en los momentos más difíciles, gracias por ese amor incondicional.

Por último a todos mis amigos cercanos: Byron, Mateo y Ronald por todas las enseñanzas y momentos que hemos compartido juntos.

Este logro se los dedico a ustedes.

Santiago.

## ***Baruc Cabrera***

Esta tesis está dedicada a:

Mis estimados padres Edgar, Margarita y querida Novia Melanny,

Mi querido padre, quien ha sabido guiarme desde que inicie mi propio camino, tu amor, sabiduría y consejos me han ayudado a llegar hasta este momento, tu presencia fue fundamental durante mi desarrollo académico y personal, supiste escuchar, hablarme y alentarme a seguir aun cuando yo no deseaba a hacerlo, tú has sido un modelo de superación constante y una de las personas a quienes más admiro, gracias a ti y todos los valores que has inculcado en mí han logrado permitirme llegar a este momento tan importante en mi vida, sin ti este logro no hubiese sido posible.

Mi querida madre, tu amor incondicional, sacrificios, paciencia y esfuerzos han permitido que este momento sea posible, me siento gozoso de haber podido contar contigo, por los consejos y valores impartidos, por tu apoyo emocional, tus palabras de aliento y tu capacidad para ver más allá de los obstáculos, todo esto me ha impulsado a alcanzar mis metas y no puedo expresar con palabras lo agradecido que estoy.

Mi querida novia, tu amor y apoyo incondicional han sido fundamentales durante este periodo académico, te agradezco por tu paciencia durante las largas noches donde el cansancio me consumía y a pesar de eso no dejabas de alentarme a no desistir de esto por lo que me había esforzado. Tu presencia constante, tus palabras de aliento y tu amor incondicional me han dado la fuerza necesaria para superar los obstáculos y perseverar hasta el final. Gracias por ser mi compañera y acompañarme durante este proceso.

Muchas Gracias.

# Agradecimientos

*Santiago Romero*

Gracias a Dios, por dotarme de fortaleza y perseverancia para no rendirme en los momentos difíciles, de igual manera a mi familia, quienes me han brindado su afecto y apoyo en toda circunstancia, a mis abuelos Digna y Segundo por su amor incondicional y ejemplo de trabajo duro y dedicación. A mis bisabuelos Esther y Luciano (+) el cual, aunque no se encuentre presente, sé que ha iluminado mi camino desde el cielo.

A los docentes de la carrera de Ingeniería Industrial, especialmente al Ing. Adrián Ñauta por el tiempo y la guía prestadas durante el desarrollo del presente proyecto.

A mis compañeros: Jonathan C, Jonathan A, Steven J, Baruc C, con quienes he compartido momentos de júbilo dentro y fuera de las aulas. A todas las personas que formaron parte de mi vida durante esta época universitaria.

Gracias a todos.

Santiago.

## ***Baruc Cabrera***

Padre, Madre, querida Novia y tutor de tesis Ing. Adrian Ñauta, me dirijo a ustedes con profundo agradecimiento y gratitud en este momento tan importante de mi vida. Hoy, al completar mi tesis de grado, no puedo dejar de reconocer el papel fundamental que cada uno de ustedes ha desempeñado en mi camino hacia el éxito.

Gracias a los cuatro, por creer en mí y por brindarme un entorno de amor y apoyo inquebrantable. Su confianza en mis habilidades y su aliento constante han sido el motor que me ha impulsado a alcanzar esta meta. Sin su amor, paciencia y respaldo, este logro no habría sido posible.

Hoy, con humildad y alegría, presento mi tesis de grado como un testimonio de todo el esfuerzo, dedicación y amor que ustedes han depositado en mí. Sé que este éxito es también suyo, y les agradezco de todo corazón por estar siempre a mi lado.

Con amor y gratitud,

Erik Baruc Cabrera Zhañay



## Resumen

La distribución de planta es un aspecto fundamental en la planificación y operación de cualquier tipo de instalación industrial o empresarial. Una distribución adecuada permite optimizar el flujo de materiales, equipos y personas, lo que a su vez puede conducir a mejoras significativas en la productividad, la calidad y la rentabilidad.

El objetivo de esta tesis es representar mediante simulación la propuesta de distribución de planta para una empresa de confección textil dedicada a la fabricación de indumentaria de trabajo. Para lograr esto, se realizó el análisis de los procesos existentes, que permitió recopilar datos sobre el flujo de materiales y se evaluaron las necesidades y restricciones específicas de cada caso de estudio. El presente trabajo de titulación propone la implementación de una nueva planta productiva para la confección de 2400 chaquetas térmicas, 2400 overoles y 2400 conjuntos impermeables en un periodo de 6 meses.

Para este estudio, se utilizó la metodología 6M para describir los recursos disponibles de la empresa textil, y con la aplicación de diagramas de flujo y el método Westinghouse se cuantificó la capacidad productiva actual, permitiendo así determinar los nuevos recursos y la nueva capacidad efectiva necesarios para cubrir la demanda de uniformes completos. Para diseñar la nueva planta productiva de la empresa se estableció el cálculo orientativo de la superficie mediante el método de Guerchet, obteniendo las dimensiones necesarias para la implementación de las áreas de trabajo, las cuales podemos clasificarlas como: proceso de corte, proceso de costura y proceso de almacenaje. Permitiendo así la representación del flujo de trabajo mediante software especializado de simulación.

En conclusión, es necesario una área de 135.74 m<sup>2</sup>, para la nueva planta productiva de confección textil de indumentaria de trabajo, que aplica una distribución en línea por lotes mediante una capacidad productiva de 130 chaquetas térmicas, 45 overoles y 34 impermeables, siendo el proceso de costura quien marca el throughput de la planta productiva. En este trabajo también se destaca la importancia de la distribución de planta y su representación por simulación para visualizar el correcto flujo de producción y ocupación de cada proceso, herramientas que conjugadas permiten una mejor toma de decisiones para incrementar la eficiencia operativa de la planta productiva.

**Palabras clave: Distribución de planta, productividad, demanda, metodologías, simulación.**

## Abstract

Plant distribution is a fundamental aspect in the planning and operation of any type of industrial or business facility. Proper distribution optimizes the flow of materials equipment and people which in turn can lead to significant improvements in productivity quality and profitability.

The objective of this thesis is to represent by simulation the proposal of plant distribution for a textile clothing company dedicated to the manufacture of workwear. To achieve this comprehensive analyses of existing processes were conducted data on material flow was collected and evaluated the specific needs and constraints of each case study. The present work of titling proposes the implementation of a new production plant which aims to make 2400 thermal jackets 2400 coveralls and 2400 waterproof sets in a period of 6 months.

For this study, the 6M methodology was used to establish the current available resources of the textile company and with the application of flowcharts and the Westinghouse method established the current capability of the company as a starting point to determine the effective capacity which allows to cover the demand for complete uniforms and their necessary resources.

To design the new production plant of the company, the indicative calculation of the surface was established using the Guerchet method obtaining the necessary dimensions for the implementation of the work areas, which can be classified as: cutting process, sewing process and storage process. Thus enabling workflow representation using specialized simulation software.

In conclusion, an area of 135.74 m<sup>2</sup> is necessary for the new production plant of textile manufacture of workwear that applies an online distribution by batches through a production capacity of 130 thermal jackets 45 coveralls and 34 waterproof being the sewing process who marks the trouput of the productive plant. In this work I also highlight the importance of plant distribution and its representation by simulation to visualize the correct flow of production and occupation of each process tools that combined allow better decision-making to increase the operational efficiency of the production plant.

**Keywords: Plant distribution, productivity, demand, methodologies, simulation.**

# Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Problema</b>	<b>1</b>
2.1. Descripción del problema . . . . .	1
2.2. Antecedentes . . . . .	2
2.3. Importancia y alcances . . . . .	3
2.4. Delimitación . . . . .	3
2.4.1. Espacial o geográfica . . . . .	4
2.4.2. Temporal . . . . .	4
2.4.3. Sectorial o institucional . . . . .	4
2.5. Problema General . . . . .	4
2.6. Problemas Específicos . . . . .	5
<b>3. Objetivos</b>	<b>5</b>
3.1. Objetivo General . . . . .	5
3.2. Objetivos Específicos . . . . .	5
<b>4. Hipótesis</b>	<b>5</b>
4.1. Hipótesis General . . . . .	5
4.2. Hipótesis Específicas . . . . .	6
<b>5. Marco Teórico</b>	<b>6</b>
5.1. Demanda . . . . .	6
5.2. Control de procesos. . . . .	6
5.3. Diagramas de flujo . . . . .	7
5.4. Métodos de las 5M. . . . .	8
5.5. Estudio de tiempos . . . . .	8
5.6. Tiempos estándar método Westinghouse. . . . .	8
5.7. Distribución de planta. . . . .	13
5.7.1. Tipos de distribución de planta. . . . .	13
5.8. Cálculo orientativo de la superficie. . . . .	15
5.8.1. Método Guerchet. . . . .	15
5.8.2. Systematic Layout Planning . . . . .	16
5.9. Simulación . . . . .	17

<b>6. Estado del arte</b>	<b>19</b>
<b>7. Marco metodológico</b>	<b>23</b>
7.1. Metodología de la Investigación . . . . .	23
7.2. Metodología del proceso . . . . .	23
7.3. Diagnóstico de los recursos y capacidad productiva de la empresa textil. . . . .	26
7.3.1. Clasificación de los recursos disponibles . . . . .	26
7.3.2. Cálculo de la capacidad productiva . . . . .	29
7.3.3. Cálculo de la capacidad productiva con base a la demanda. . . . .	38
7.4. Diseño de planta productiva para la elaboración de indumentaria de trabajo. . . . .	42
7.4.1. Cálculo orientativo de la superficie . . . . .	43
7.4.2. Distribución de planta. . . . .	45
7.4.3. Layout y disposición de las áreas productivas. . . . .	48
7.5. Representación del flujo de producción por simulación. . . . .	49
7.5.1. Simulación chaqueta térmica . . . . .	50
7.5.2. Simulación overol . . . . .	51
7.5.3. Simulación conjunto impermeable . . . . .	52
<b>8. Resultados</b>	<b>53</b>
8.1. Diagnóstico de recursos disponibles. . . . .	53
8.2. Relación de la demanda con base en la capacidad productiva actual. . . . .	53
8.3. Relación de la demanda con base en la capacidad productiva propuesta. . . . .	54
8.4. Cálculo orientativo de la superficie. . . . .	55
8.5. Distribución de planta. . . . .	55
8.6. Representación del flujo productivo por simulación. . . . .	55
<b>9. Conclusiones</b>	<b>59</b>
<b>10. Recomendaciones</b>	<b>62</b>
<b>Referencias</b>	<b>65</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>66</b>

## Lista de Tablas

1.	General Electric (número de ciclos). . . . .	9
2.	Tabla de calificación de habilidad. . . . .	10
3.	Tabla de calificación de esfuerzo. . . . .	11
4.	Tabla de calificación de condiciones. . . . .	12
5.	Tabla de calificación de consistencia. . . . .	12
6.	Coficiente Constante. . . . .	16
7.	Listado de máquinas. . . . .	26
8.	Distribución actual de trabajadores en casos de alta demanda. . . . .	27
9.	Materia prima actual . . . . .	28
10.	Costos actuales. . . . .	29
11.	Tiempo de corte estándar. . . . .	30
12.	Calificación del proceso de corte mediante el método de Westinghouse. . . . .	31
13.	Tiempo total de corte. . . . .	31
14.	Tiempo de costura estándar. . . . .	32
15.	Calificación del proceso de costura mediante el método de Westinghouse. . . . .	33
16.	Tiempo total de costura. . . . .	33
17.	Tiempo de almacenaje estándar. . . . .	34
18.	Calificación del proceso de almacenaje mediante el método de Westinghouse. . . . .	35
19.	Tiempo total de almacenaje. . . . .	35
20.	Capacidad productiva con base en 1 persona. . . . .	37
21.	Capacidad productiva en función de 1 persona. . . . .	38
22.	Capacidad productiva con base en 16 personas . . . . .	39
23.	Capacidad productiva con base en 20 personas . . . . .	40
24.	Capacidad productiva con base en 20 personas . . . . .	41
25.	Capacidad productiva en funcion de 16 a 20 personas. . . . .	42
26.	Superficie necesaria de corte requerida . . . . .	43
27.	Superficie de costura requerida . . . . .	44
28.	Superficie de almacenaje requerida . . . . .	44
29.	Superficie Requerida . . . . .	45
30.	Tabla de relación para el metodo SLP . . . . .	46
31.	Motivos para el metodo SLP . . . . .	46
32.	Código de colores . . . . .	48
33.	Capacidad productiva en función de 1 persona. . . . .	54

34.	Capacidad productiva en funcion de 16 a 20 personas. . . . .	54
35.	Matriz de consistencia . . . . .	67

## Lista de Figuras

3.	Localización de la empresa de confección textil . . . . .	4
4.	Simbología de diagramas de flujo. . . . .	7
5.	Flujograma de procesos. . . . .	24
6.	Systematic Layout Planing para distribución de planta . . . . .	47
7.	Diagrama relacional de las actividades y espacios propuestos. . . . .	47
8.	Layout planta productiva . . . . .	49
9.	Modelaje para simulación . . . . .	50
10.	Simulación chaqueta térmica . . . . .	51
11.	Simulación overol . . . . .	52
12.	Simulación conjunto impermeable . . . . .	53
13.	Máquina Costura Chaqueta térmica. . . . .	56
14.	Representación porcentual de trabajo por proceso Chaqueta Térmica. . . . .	56
15.	Máquina Costura Overol. . . . .	57
16.	Representación porcentual de trabajo por proceso Overol. . . . .	57
17.	Máquina Costura Conjuntos Impermeables. . . . .	58
18.	Representación porcentual de trabajo por proceso Conjuntos Impermeables .	59
19.	Flujograma proceso productivo Overol . . . . .	68
20.	Procedimiento proceso productivo Overol . . . . .	69
21.	Flujograma proceso productivo Chaqueta Térmica . . . . .	70
22.	Procedimiento proceso productivo Chaqueta Térmica . . . . .	71
23.	Flujograma proceso productivo Chaqueta y Pantalón Impermeable. . . . .	72
24.	Procedimiento proceso productivo Chaqueta y Pantalón Impermeable . . . . .	73

# **1. Introducción**

En la actualidad las empresas se enfocan en sobrevivir en el medio donde se desenvuelven del modo más eficaz y eficiente, por ello deben estar en un constante desarrollo y adaptación a los requerimientos demandados por el entorno en el que se encuentran, debido a esto la adecuada distribución de planta es un tema crucial para la eficiencia productiva en las empresas.

El diseñar una distribución de planta implica una óptima organización del espacio físico, de los recursos humanos y materiales, permitiendo de esta forma aumentar la calidad de los productos, rentabilidad de la empresa, reducción de costos, y un incremento en la satisfacción tanto de los trabajadores como de los clientes.

Es importante elaborar un layout o distribución de planta, ya que se trata de una tarea vital para la empresa, por lo cual es necesario tener un conocimiento preciso de los procesos productivos, así como también de la estructura organizacional de la empresa. En este trabajo se realizará un análisis exhaustivo de los factores que intervienen en la distribución de planta y se propondrá una nueva distribución que optimice procesos y recursos de manera efectiva.

En este caso, el objeto de estudio se basará en la elaboración de una nueva planta productiva, debido a que las instalaciones actuales en donde la empresa desarrolla sus actividades y procesos operacionales cuenta con un área reducida para los mismos, por lo que en el siguiente trabajo de titulación se plantea generar una propuesta de distribución de planta para las instalaciones de la empresa considerando que el diseño de la planta brinde un ambiente seguro y libre de riesgos para los operarios y demás personal operativo.

## **2. Problema**

### **2.1. Descripción del problema**

La empresa de confección se dedica a la producción de indumentaria industrial, se encarga de proveer insumos textiles a los diferentes trabajadores a los que brinda sus servicios.

En la actualidad la empresa realiza sus operaciones en el domicilio particular, por ello presenta limitaciones en su espacio de trabajo, ya que la maquinaria utilizada se encuentra aglomerada en un área pequeña, por la cual se dificulta el movimiento del personal, esto



afecta a la fabricación de sus productos los cuales deben pasar por los siguientes procesos: elaboración de molde, corte de piezas de tela, costura de las piezas, termo planchado, revisión de producto final y empaquetado.

La empresa carece de formalidad en cuanto a una distribución de planta, planificación de producción, organización de pedidos, recepción de la materia prima y almacenamiento de la misma.

Cuenta con un total de 3 áreas donde se llevan a cabo los procesos de fabricación textil, el primer cuarto siendo el área de corte presenta unas dimensiones de 4.56 m x 2.23 m, el segundo siendo el área de costura consta de 5.63 m x 4.85 m y por último el área de almacenaje con una extensión de 4.84 m x 2.93 m.

La maquinaria presente en la planta se constituye de 6 máquinas overlock (Juki MO-6714S), 5 máquinas de coser recta (Jack A4), 3 recubridoras (Juki MF-7523), 2 elasticadoras (Saga SG-4409P), 1 cortadora de tira (Jontex JT-601A), 1 cortadora de hilo (Unison US-520), 1 ojaladora (Jack T783D-Q), 1 tirilladora (Kingtex FT-7002) y 1 termo selladora (Zoyer ZY-HA01A). Todas estas están ubicadas en espacios no adecuados pertenecientes al área de costura, de igual manera en el área de corte se ubica una mesa utilizada para la bisección de las piezas de tela con unas dimensiones de 2.44 m x 1.22 m de longitud, obstaculizando las vías de circulación del personal e incluso obstruyendo las puertas o salidas de emergencia tanto del área de costura como la de corte.

Los principales requerimientos recibidos por parte de la empresa textil se pueden clasificar en: overoles, chaquetas térmicas y conjunto impermeable. Se busca proveer un mínimo de 2 uniformes por cada trabajador, así como también al personal administrativo, alcanzando así una demanda estimada de entre 1600 a 2400 uniformes completos para cada persona (overoles, chaquetas térmicas y conjunto impermeable), renovando la indumentaria en un periodo entre los 6 meses a un año de labores.

## **2.2. Antecedentes**

La empresa de confección se dedica a la fabricación y venta de indumentaria industrial, según datos históricos, los productos comercializados por la misma son: chalecos reflectivos, overoles, chaquetas impermeables, camisetas y pantalones de trabajo, entre otras, esta pro-

ducción se elabora cada 3 meses, según la necesidad de los trabajadores.

Una de las problemáticas principales presentes dentro de la empresa es el reducido espacio que presenta la misma, ya que las operaciones de confección se realizan en una vivienda, la cual se divide en 3 habitaciones principales, donde se lleva a cabo las actividades de:

1. Cuarto de corte: es una de las zonas principales en la cual se lleva a cabo la bisección de las telas a procesar.
2. Cuarto de costura: en este apartado se lleva a cabo la confección de las prendas (en este cuarto se presenta una de las mayores problemáticas, al existir una cantidad considerable de máquinas las cuales han llegado a aglomerarse, esto provoca complicaciones al momento de trabajar y desplazarse de forma cómoda dentro del área de trabajo).
3. Cuarto de almacenaje: Este es usado para la aglomeración de materia prima, así como también de máquinas en mantenimiento.

### **2.3. Importancia y alcances**

La propuesta de distribución beneficiará directamente al área de producción textil de la empresa, ayudando a la misma a:

- Minimizar los retrasos en la producción.
- Mejora en la ergonomía.
- Optimizar el espacio disponible.
- Mejora de la supervisión y el control.
- Al enfocarse en el área de producción se logrará una mejora en el incremento de la productividad, eliminando desperdicios para la empresa.

### **2.4. Delimitación**

El problema de estudio se delimitará en las siguientes dimensiones: Área de producción textil y almacenamiento de la empresa.

### 2.4.1. Espacial o geográfica

El estudio se llevará a cabo en una empresa de confección textil ubicado en Victoria del Portete de la provincia del Azuay, código postal 010221, como se observa en la figura 3.

### Figura 3

*Localización de la empresa de confección textil*



**Nota:** : Imagen satelital de la empresa obtenida de Google maps.

### 2.4.2. Temporal

El presente proyecto se llevará a cabo en la asignatura de Trabajo de Titulación comprendido en el periodo académico entre marzo y agosto del 2023.

### 2.4.3. Sectorial o institucional

El presente trabajo de titulación se realizará en la empresa de confección textil, focalizando el área de producción de la misma, en donde se involucran la elaboración de las diferentes familias de productos y todos los procesos de producción.

## 2.5. Problema General

- ¿Es posible representar por simulación la nueva propuesta de distribución de planta para la empresa de confección textil?

## **2.6. Problemas Específicos**

- ¿Es posible diagnosticar los factores productivos de la empresa de confección textil, que permita responder a la elaboración de indumentaria de trabajo?
- ¿Es factible proponer un diseño de planta a través de metodologías de distribución para la elaboración de indumentaria de trabajo?
- ¿Es posible representar mediante simulación por software especializado la propuesta de distribución de planta para la empresa de confección textil?

## **3. Objetivos**

### **3.1. Objetivo General**

- Representar mediante simulación la propuesta de distribución de planta para la empresa de confección textil dedicada a la fabricación de indumentaria de trabajo.

### **3.2. Objetivos Específicos**

- Diagnosticar los recursos disponibles y establecer la capacidad productiva de la planta con la finalidad de responder a la demanda de indumentaria de trabajo.
- Proponer un diseño de planta a través de metodologías de distribución para la fabricación de indumentaria de trabajo.
- Representar mediante simulación la propuesta de distribución de planta para la empresa de confección textil mediante software especializado.

## **4. Hipótesis**

### **4.1. Hipótesis General**

Se propondrá la distribución de planta mediante representación por simulación para la nueva planta productiva de la empresa de confección textil.

## **4.2. Hipótesis Específicas**

- Se realizará un levantamiento de recursos disponibles para establecer la capacidad productiva con el fin de responder a la demanda de indumentaria de trabajo.
- Se propondrá un diseño de planta a través de metodologías de distribución para la elaboración de indumentaria de trabajo.
- Se propondrá mediante simulación por software especializado la propuesta de distribución de planta para la empresa de confección textil.

## **5. Marco Teórico**

### **5.1. Demanda**

La proyección de demanda para la empresa de confección textil será de suma importancia para la proyección futura de la distribución de la planta, cuando se habla de una proyección de demanda se hace referencia a una herramienta la cual permite generar estimados cuantitativos de la probabilidad de pedidos futuros, por lo cual es necesario realizar una planificación de los recursos necesarios para la producción tanto materiales como humanos (Ruiz, 2019).

El análisis de la demanda se ha convertido en una situación crítica, para poder identificar las variables que integran el comportamiento del consumidor y el escenario económico y optimizar soluciones tales como minimizar costos corporativos, de esta forma el análisis de la demanda se ha convertido en una práctica estratégica de mercadeo en pro de la mejora de la rentabilidad, al llevar a cabo este tipo de estudios, se logra identificar si un determinado producto o servicio tiene el suficiente potencial como para atender la necesidad del público y ayudar a la organización a crecer en el mercado (Melina, 2021).

### **5.2. Control de procesos.**



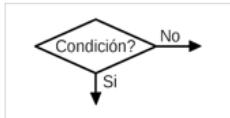




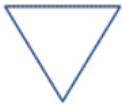


El control de procesos permite llevar un seguimiento de cumplimiento de las especificaciones de los elementos elaborados por la empresa o requisitos del servicio ofertado y trabajar en el área de mejora continua del proceso, el control de procesos es fundamental debido a que lo que no se mide no se puede mejorar ni controlar (Miñana, 2011).

### 5.3. Diagramas de flujo

Se hará uso de herramientas como los flujogramas, para la representación visual de procesos, esta herramienta es muy utilizada en los campos de la industria informática, economía e incluso la psicología, este método nos permite organizar de modo simple las decisiones involucradas en algún tipo de proceso, estos se construyen por convención, mediante un conjunto de símbolos determinados los cuales son acompañados de texto y unidos por flechas, logrando así una comprensión del diagrama en cuestión (Equipo editorial Etecé, 2023).

**Figura 4**

*Simbología de diagramas de flujo.*

Significado	Símbolo	Significado	Símbolo
<b>Terminal:</b> indica el inicio o la terminación del flujo del proceso.		<b>Actividad:</b> Representa la actividad llevada a cabo en el proceso.	
<b>Decisión:</b> señala un punto en el flujo donde se produce una bifurcación del tipo “sí”- “no”		<b>Documento:</b> Documento utilizado en el proceso.	
<b>Multidocumento:</b> refiere un conjunto de documentos. Por ejemplo, un expediente.		<b>Inspección/ firma:</b> Aplicado en aquellas acciones que requieren de supervisión.	
<b>Conector de un proceso:</b> conexión o enlace con otro proceso en el que continua el diagrama de flujo, por ejemplo, un subproceso		<b>Archivo:</b> se utiliza para reflejar la acción de archivo de un documento o expediente.	
<b>Base de datos:</b> Empleado para representar la grabación de datos.		<b>Línea de flujo:</b> Indica el sentido del flujo del proceso.	

**Nota:** Simbología utilizada en los flujogramas; Elaborado por: Los autores, 2023.

## **5.4. Métodos de las 5M.**

El método de las 5M consiste en un sistema de análisis de procesos, el cual fija 5 puntos fundamentales, los cuales buscan determinar posibles causas de un problema.

Según Valda (2011) estos son los elementos a analizar:

- **Máquina:** Consiste en un análisis de las entradas y salidas de cada maquinaria que interviene en el proceso, de igual manera su funcionamiento y sus formas de cuidado y control de las mismas.
- **Método:** Cuando se habla de métodos hacemos referencia a los procedimientos para la producción, allí se determinaran los protocolos establecidos por la empresa, es importante determinar la trazabilidad de los controles de manera eficiente.
- **Materia prima:** Cundo se habla de materia prima se hace referencia en los controles emitidos desde la recepción de la materia prima hasta su almacenamiento.
- **Mano de obra:** El ser humano es susceptible a cometer fallos, por lo cual es imprescindible dar parte de cualquier tipo de incidencia de inmediato.
- **Medio ambiente:** Para este punto deberán valorarse las condiciones ambientales en las que ha existido un fallo, debido a que las mismas pueden provocar complicaciones.

## **5.5. Estudio de tiempos**

Una de las técnicas a utilizar para realizar una medición del trabajo será un estudio de tiempos, las mediciones serán tomadas en condiciones determinadas para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo que será requerido para efectuar un proceso o tarea según una norma de ejecución preestablecida, se podrían tomar en cuenta las siguientes metodologías para realizar las tomas de tiempos; estudio de tiempos con cronómetro; métodos de observación instantáneos; normas predeterminadas de tiempos - movimientos; evaluación analítica. En este caso se llevará a cabo el estudio mediante la toma de tiempos con cronómetros (López, 2022).

## **5.6. Tiempos estándar método Westinghouse.**

Los tiempos estándar son la primera etapa para el procesamiento de datos de estudio de tiempo, para determinar estos tipos de tiempos se debe hacer uso de cálculos comunes y

corrientes que puedan realizarse sin mucho tiempo y mediante la ayuda o no de una hoja de cálculo. La herramienta más factible para identificar las tomas de muestras necesarias es el método Westinghouse, el cual nos habla sobre la evaluación del operador según su habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencias (Santillán, 2015).

Según Belloso (2023), presenta los aspectos relevantes a considerar y lograr dictaminar las muestras a tomar, la tabla 1 presentan los valores considerados.

**Tabla 1**

*General Electric números de ciclos.*

Tiempo en ciclo (minutos)	Números de ciclos recomendados
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
40.00- en adelante	3

**Nota:** Ciclos de muestras a tomar; Elaborado por: Belloso (2023).

#### 1. Habilidad

Esto se ve determinado por su experiencia, aptitud inherente como condicional natural y ritmo de trabajo, existen un total de 6 grados para dictaminar la habilidad del operador.



**Tabla 2**

*Tabla de calificación de habilidad.*

Habilidad		
0.15	A1	Extremo
0.13	A2	Extremo
0.11	B1	Excelente
0.08	B2	Excelente
0.06	C1	Buena
0.03	C2	Buena
0	D	Regular
-0.05	E1	Aceptable
-0.11	E2	Aceptable
-0.16	F1	Deficiente
-0.22	F2	Deficiente

**Nota:** Calificación de habilidad; Elaborado por: Beloso (2023).

**2. Esfuerzo**

Es la voluntad para trabajar con eficiencia. Se considera que este siempre bajo control del operario, el cual puede variar dependiendo de la oscilación hasta el exceso.

### Tabla 3

*Tabla de calificación de esfuerzo.*

Esfuerzo		
0.13	A1	Extremo
0.12	A2	Extrema
0.10	B1	Excelente
0.08	B2	Excelente
0.05	C1	Buena
0.02	C2	Buena
0	D	Regular
-0.04	E1	Aceptable
-0.08	E2	Aceptable
-0.12	F1	Deficiente
-0.17	F2	Deficiente

**Nota:** Calificación de esfuerzo; Elaborado por: Beloso (2023).

### 3. Condiciones

Hace referencia a las condiciones que pueden afectar al operador más no a la operación, para estas condiciones se pueden denominar, dependiendo de la condición se pueden establecer 6 tipos de parámetros.

**Tabla 4**

*Tabla de calificación de condiciones.*

Condiciones		
0.06	A	Ideales
0.04	B	Excelentes
0.02	C	Buena
0	D	Regular
-0.03	E	Aceptable
-0.07	F	Deficiente

**Nota:** Calificación de condiciones; Elaborado por: Belloso (2023).

## 4. Consistencia

Debe evaluarse mientras se realiza el estudio. Cuando los valores elementales del tiempo se repiten constantemente indican una consistencia en el sistema, para lo cual tenemos seis tipos de consistencias fundamentales.

**Tabla 5**

*Tabla de calificación de consistencia.*

Consistencia		
0.04	A	Ideales
0.03	B	Excelentes
0.01	C	Buena
0	D	Regular
-0.02	E	Aceptable
-0.04	F	Deficiente

**Nota:** Calificación de condiciones; Elaborado por: Belloso (2023)

## **5.7. Distribución de planta.**

Cuando se habla de una distribución de planta se da entender un ordenanza física o racional de los elementos productivos, esto garantiza un flujo óptimo a un bajo costo. Dicha ordenanza ya adaptada en el proyecto comprende los espacios necesarios para el almacenamiento, maquinaria, trabajadores, equipos de trabajo, entre otras actividades o servicios (Muñoz, 2004).

En términos más generales, una distribución de planta se enfoca en 2 intereses principales, el primero: un interés económico, el cual busca aumentar la producción y reducir los costos, el segundo: un interés social, el cual busca darle seguridad y satisfacción a los trabajadores de la planta (Muñoz, 2004).

Las ventajas de contar con una correcta distribución de planta son: disposición más ergonómica y económica de las áreas de trabajo, reducción de accidentes de trabajo, eliminando lugares que representan un riesgo, ya sea pasos peligrosos, materiales amontonados, etc.; Eliminar áreas incómodas que pueden llegar a hacer tedioso el trabajo para el personal, logrando mejorar la satisfacción del mismo; se logra un aumento de producción, mientras mejor sea la distribución, se disminuyen tiempos de procesos, además de agilizar la línea de producción; se genera menor número de retrasos, logrando eliminar tiempos de espera y equilibrar los tiempos de trabajo de cada área existente; se reduce el almacenamiento excesivo de material y aumenta la calidad del producto, también se obtiene una mejora de condiciones sanitarias, las cuales son de suma importancia para la calidad de los productos, de igual manera esto favorece a la salud de los trabajadores (Sotero, 2016).

### **5.7.1. Tipos de distribución de planta.**

**a)** Distribución de planta fija: Una distribución de planta fija se lleva a cabo cuando las características de un producto ya sean (forma, volumen, peso, elevado tamaño, etc.) llegasen a impedir su movilidad, esto lleva a localizar el producto en una ubicación fija de forma que los elementos o factores que se desplacen sean, herramientas, maquinaria, trabajadores y los materiales utilizados necesarios para la elaboración del producto (García, 2020).

Al haber realizado una distribución de planta de forma eficiente con este método se pueden lograr obtener ventajas, como la reducción de usos de piezas de gran tamaño, además de que existirá una flexibilidad alta debido a que se pueden realizar cambios en el diseño y además rea-

lizar cambios de secuencia en los productos al existir demandas intermitentes (Caballero, 2016).

Aunque existan ventajas al momento de realizar este tipo de distribución, también existen algunos inconvenientes al momento de realizar una distribución fija, este método al ser utilizado para elementos grandes no permite tener flexibilidad en tiempos de fabricación, esto se debe a que un flujo de trabajo no puede ser más rápido que la actividad más lenta del mismo, además de la limitada flexibilidad existe una monotonía en las áreas de trabajo, esto podría verse reflejado en la motivación de los trabajadores, siendo evidente en la productividad de los mismos (Caballero, 2016).

**b) Distribución por procesos:** Llamada también como distribución de taller de trabajo o distribución por función. La técnica más común para obtener una distribución por proceso, es acomodar las estaciones que realizan procesos similares de manera que se optimice su ubicación relativa. En muchas instalaciones, la ubicación óptima implica colocar de manera adyacente las estaciones entre las cuales hay gran cantidad de tráfico (Salas, 1998).

Al haber realizado una distribución de planta de forma eficiente con este método se pueden obtener ventajas, como, adaptación a gran variedad de productos y cambios dentro de la secuencia de operaciones; incremento de habilidades de los diferentes operarios; adaptación de forma fácil frente a la existencia de una demanda intermitente; además de tener una facilidad de mantener la continuidad de línea de producción (Orellana, 2023).

Además de existir ventajas, de igual manera están presentes algunos inconvenientes que radican en una distribución funcional o por procesos, los cuales son, la manipulación de materiales llega a ser costosa, existiendo una complejidad mayor al momento de realizar los flujos de procesos; las máquinas requieren un stock por lo que podría existir un exceso de trabajo esperando a ser procesado; además de existir una necesidad de especialización de manejo de la maquinaria, limitando el movimiento de los trabajadores a otras estaciones de trabajo (Orellana, 2023).

**c) Distribución por producto:** Cuando se habla de una distribución por producto, se hace referencia a un esquema de producción el cual se enfoca en organizar los procesos presentes dentro de la fabricación en una única área de trabajo o departamento, logrando así que las operaciones necesarias para la elaboración del producto se lleven a cabo dentro de una misma línea (Nanot, 2022).

Al haber realizado una distribución de planta de forma eficiente con este método se pueden lograr obtener ventajas, como, mejorar y optimizar los procesos, debido a que al existir una cercanía de la posición de las máquinas se obtendrá una mejor coordinación del proceso dentro de un solo espacio; las actividades como planificación, evaluación y control llegan a simplificarse; los trabajadores al no necesitar conocimientos específicos para alguna área pueden desarrollar otro tipo de actividades, además de invertir un poco menos en capacitaciones (Flores, 2023).

Además de existir ventajas, de igual manera están presentes inconvenientes que radican en una distribución por producto, como; al ser una línea continua, los procesos siempre dependerán del anterior, esto significa que el tiempo se definirá por la máquina más lenta; de existir daño en una máquina se verá directamente afectada la continuidad de la línea; al ser tareas repetitivas los trabajadores podrían llegar a sentir fatiga y desmotivación viéndose directamente afectada la productividad de los mismos (Flores, 2023).

## **5.8. Cálculo orientativo de la superficie.**

### **5.8.1. Método Guerchet.**

Mediante el método Guerchet, se procede a realizar el cálculo orientativo de la superficie, el cual consiste en el cálculo para cada elemento a distribuir, supone que su superficie total necesaria se calcula como la suma de 3 superficies parciales, las cuales contemplan a la superficie estática, la superficie de gravitación y superficie de evolución o movimientos (Salazar, 2023).

Según Salazar (2023) estos son los pasos a seguir para el cálculo de las superficies:

1. Superficie estática( $S_s$ ): Hace referencia a la superficie correspondiente a los muebles, máquinas e instalaciones.
2. Superficie de gravitación ( $S_g$ ): Es la superficie utilizada alrededor de los puestos de trabajo por el obrero y material acopiado para las operaciones en curso, dicha superficie se obtiene para cada elemento multiplicando la superficie estática por el número de lados a partir de los cuales el mueble o máquina deben ser utilizados.

$$S_g = S_s * N \tag{1}$$

Nota: Fórmula cálculo de superficie gravitacional

3. Superficie de evolución (Se): Es la superficie que hay que reservar entre los puestos de trabajo para que exista desplazamientos del personal y para la manutención de máquinas e instalaciones.

$$Se = (Ss + Sg)(K) \quad (2)$$

Nota: Fórmula cálculo de superficie de evolución.

4. Superficie total: Sumatoria de todas las superficies.
5. (Coeficiente constante): Dichos coeficientes pueden variar desde 0.05 a 3 dependiendo de la razón de la empresa, como se detalla a continuación:

**Tabla 6**

*Coeficiente Constante.*

Razón de la empresa	Coeficiente K
Gran industria alimenticia	0,05 - 0,15
Textil-Hilado	0,10 - 0,25
Textil-Tejido	0,5 - 1,00
Relojería, Joyería	0,75 - 1,00
Industria mecánica pequeña	1,50 - 2,00
Industria mecánica	2,00 - 3,00

**Nota:** Valores de coeficiente constante; Elaborado por: Salazar (2023).

### 5.8.2. Systematic Layout Planning

Systematic Layout Planning es una metodología conocida como Planeación sistemática de la distribución de planta, este tipo de metodología ha sido utilizada para la elaboración de distribuciones de plantas a partir de criterios cualitativos, el método SLP cuenta de algunas etapas que según Casteñada (2018) son:

- Análisis del recorrido de los productos: Dentro de esta fase se logra determinar la secuencia, cantidad y coste de los movimientos de los elementos por las diferentes actividades durante su procesado.
- Análisis de relaciones entre actividades: Una vez conocido el recorrido de los elementos, debe plantearse el tipo e intensidad de las interacciones que existen en las diferentes actividades productivas, medios auxiliares, sistemas de manutención y diferentes servicios de planta.
- Diagrama relacional de recorridos: Para determinar las relaciones entre actividades se hace uso de un grafo en el que las actividades suelen ser representadas por nodos, los cuales son unidos por líneas, esto quedara reflejado mediante números junto a las mismas.
- Diagrama relacional de espacios: Para el proceso de diseñado se necesitará el área requerida por cada actividad, de esta forma se deberá realizar la distribución tomando en cuenta la cantidad de superficie y la forma del área destinada a cada proceso.

## 5.9. Simulación

Para la representación final de la propuesta de distribución se ha optado por representar mediante simulación en aplicaciones especializadas para estas actividades, con la finalidad de representar de una forma más clara las instalaciones de la empresa, la logística física de materiales, esto permite tener un mayor control y mejorar la toma de decisiones al implementar las acciones de la planeación establecida a través del SLP (Orozco, 2019).

Según Moraleda (2016) explica la manera en que se ejecuta la simulación con los siguientes pasos:

1. Definición del problema: En este apartado se define porque se estudia el sistema, qué objetivos se persiguen con ellos y las preguntas a contestar.
2. Planificación del proyecto: Se estiman que recursos son necesarios para llevar a cabo el estudio, ya sean: dinero, personal, hardware, software, etc.
3. Definición del sistema: Se definen que aspectos de la realidad constituyen el sistema bajo estudio.



4. Formulario conceptual del modelo: Se desarrolla un modelo preliminar en el que se definen componentes, sus variables descriptivas e interacciones entre los mismos.
5. Diseño experimental preliminar: Se define la acción que se ejercerá sobre el modelo y como se va a medir su comportamiento.
6. Preparación datos entrada: Se establece como asignar valores a las variables de entrada durante la simulación.
7. Planteamiento del modelo y codificación: Se plantea el modelo, se describirá empleando un lenguaje o en torno de simulación, o bien programando directamente su algoritmo de simulación usando un lenguaje de programación, esta descripción puede ser simulada en el ordenador.
8. Verificación y validación: Analizar si el modelo opera como debería y si la salida del modelo es representativa del comportamiento del sistema.
9. Diseño experimental final, experimentación y análisis: Diseña un experimento que proporcione la información necesaria para lograr contestar las preguntas planteadas en el estudio.
10. Documentación y actuación: Se documenta el modelo, las conclusiones y realizar acciones.

Al hablar de un planteamiento sistemático de distribución hacen referencia una forma organizada y racional de realizar una distribución, a su vez la planeación de una distribución está constituida por 4 fases que constan con una serie de pasos para lograr identificar, evaluar y visualizar los elementos en las áreas involucradas para la planeación (Muñoz, 2004).

Según Muñoz (2004) las fases para el desarrollo de una distribución de planta son:

Localización (Fase 1): En esta fase se delimita el área donde se llevará a cabo la organización de la planta de la entidad o empresa.

Distribución general de conjunto (Fase 2): En esta fase se define un patrón de flujo de forma general para el área que estará destinada la organización, además se indica la interrelación y tamaño de las áreas.

Plan detallado de distribución (Fase 3): En esta fase el plan ya llega a ser más cuidadoso con las características de la distribución, localizando, puestos de trabajo, piezas de maquinarias, equipos, etc.

Instalación de la distribución (Fase 4): En esta fase se lleva a cabo y se plasma dentro de la empresa lo anteriormente elaborado en los planes detallados, distribuyendo correctamente equipos, maquinarias, puestos de trabajos, etc... , logrando así una distribución que permita a la empresa acorte o eliminando sus tiempos muertos así como sus cuellos de botella, llegando a ser más eficientes y eficaces.

## **6. Estado del arte**

Según Basantes (2019) su tesis, se planteó como objetivo realizar una propuesta de layout del área de producción en la planta de MAO Corporación Impactex Cia. Ltda. la cual se especializa en el área textil, donde se optó por utilizar una distribución por procesos, se optimizó el proceso de confección y mejoro la distribución de las diferentes áreas presentes dentro de la empresa, conjunto con la aplicación del esquema dentado y la herramienta lean manufacturing se pudo establecer beneficios para producción, operarios y especialmente para la empresa.

Heredia y Rafael (2020) en el informe de investigación se determinó como objetivo la aplicación de la distribución de planta para incrementar la productividad de la empresa Constructora Carped S.A.C. Este informe de investigación es de tipo aplicada, ya que utilizan métodos y datos reales, con un nivel de investigación explicativo, además se tiene un enfoque cuantitativo, y con diseño experimental. La técnica aplicada para la recolección de datos fue la observación e instrumentos como fichas de registros con el fin de obtener los datos para las variables. Para el análisis de los datos registrados, realizar el pre test y el post test se utilizó; Microsoft Excel y analizados en el programa de SPSS. Para concluir la distribución de planta obtuvo como resultado un incremento en la eficiencia de 7%, eficacia de 16% y en la productividad de 16% mediante la implementación de una distribución por procesos, dando una conclusión factible de realización para el proyecto.

Sauñe y Romero (2020) su proyecto de grado el objetivo principal es hacer uso de la herramienta de distribución de planta para mejorar la productividad de la empresa textil Arsein Peru SAC, debido a que se identificó actividades de la empresa que presentan problemas en la planta, lo cual no aporta a que la producción sea estandarizada, es decir, existe pérdidas de tiempos, cuellos de botella o traslados innecesarios de materias primas, por lo cual haciendo uso de la distribución por productos y mediante el método Guerchet y el diagrama relacional de actividades se ayudó a establecer vínculos y coordinación en todo el proceso de fabricación, obteniendo mejoras de un 14% en su productividad, de un 13% en la velocidad de elaboración de un producto y un aumento de 8% de la eficacia de la empresa Arsein Perú S.A.C.

De La Oliva (2020) en su investigación propuso como objetivo general determinar la redistribución de planta en el área de producción de la empresa Refrigeración del Norte S.R.L. con el fin de mejorar la productividad de dicha empresa, la cual desarrolla sus actividades en el campo de los electrodomésticos para el hogar. La metodología utilizada fue de tipo descriptiva y aplicada, con diseño no experimental de enfoque cuantitativo, también se utilizaron diagramas de flujo, el método de Guerchet, la metodología Systematic Layout Planning, los cuales coadyuvaron al establecimiento de las relaciones inter áreas de la empresa, a fin de minimizar los desplazamientos. El resultado obtenido evidenció que la redistribución de planta permitió reducir los tiempos de producción de las dos líneas de productos, gracias a una implementación de distribución por procesos, lo que ayudó a la empresa a aumentar su producción.

Según Aviles (2019) en su ensayo, se planteó como objetivo el hallar una correcta distribución de las áreas y puestos de trabajo dentro de la planta industrial REENCAVI dedicada a la producción de neumáticos automotrices, con la finalidad de disminuir tiempos de traslado, costos y principalmente generar estabilidad en sus líneas de producción, la distribución por procesos fue la seleccionada para la empresa Reencavi, para llevar a cabo la distribución se hizo uso de la metodología (SLP), además de hacer usos de software que permiten la intervención y análisis de distribuciones en planta antes de su ejecución, con esto se reducen fallos y optimizan recursos contribuyendo así a un estudio óptimo y eficiente, las áreas de trabajo analizadas lograron la reducción del 30% de recorridos innecesarios, tanto de materia prima como de almacenamiento.

Bello (2019) plantea en su proyecto de titulación tuvo como objetivo principal el diseñar una nueva distribución de planta para mejorar la productividad de la empresa constructora Galilea SAC. Para cumplir con lo propuesto se desarrollaron los métodos SLP de distribución de planta, con el cual se comparó lo actual y lo propuesto. Se determinó que la empresa desarrollaba sus procesos con distancias muy largas, lo que provocaba demoras en la producción. Con respecto a la nueva propuesta se obtuvo la reducción de tiempos en recorrido aplicando una distribución por proceso, el primer proceso se realiza 15.64 horas menos que el actual y con una mejora de productividad de 14%, el segundo proceso realiza 11.23 horas menos que el actual y con una mejora de productividad de 26% y el tercer proceso 3.82 horas menos que el actual y con una mejora del 11% de la productividad.

Torres y Flórez (2020) en su investigación propuso el análisis de la empresa Guadua Viga inmersa en la industria maderera con el objetivo de diseñar la distribución en planta mediante la metodología SLP, donde se caracterizaron y se analizaron los procesos de la empresa, se definieron los requerimientos iniciales y se realizó el diseño de la distribución en planta. Se plantearon tres propuestas de distribución en planta de acuerdo con las necesidades de la empresa y del proceso de producción de tableros de guadua laminada, se realizó el cálculo orientativo de la superficie y posterior se aplicó una distribución de planta por proceso. Se dio como conclusión a este proyecto de investigación que la alternativa que fue propuesta requiere de 4.148 m<sup>2</sup>, cuenta con una eficiencia de 89% respecto al flujo de materiales y un 62% de eficiencia respecto al flujo de materiales y adyacencia.

Según Daválos y Álamo (2021) en su exposición, se estableció como objetivo realizar una redistribución de planta para incrementar la productividad de la empresa TADORO S.A.C. la cual se enfoca en el sector alimenticio, se utilizó una distribución por procesos, además de hacer uso de técnicas e instrumentos de recolección de datos, se describió el proceso productivo, maquinaria y equipos, se desarrolló un estudio de tiempos, Diagrama de Operaciones de Procesos y representación de planos mediante plataformas utilizadas para estas actividades como autocat, gracias al uso de herramientas de distribución de planta se logró plantear e implementar una redistribución de planta obteniendo una mejora de un 9.08% en el área de producción de la empresa.

Prado y Anthony (2022) en su argumento, propusieron como objetivo la implementación de la metodología Systematic Layout Planning para mejorar la productividad en el área de producción en la empresa Confecciones textiles Adrianito SAC ubicada en el Callao, Perú,

para la realización de la distribución, el método por procesos además de herramientas como el método Guerchet, diagrama de Ishikawa, el diagrama de actividades del proceso (DAP), diagrama de flujos de los procesos de producción, recorrido de los procesos de la cadena productiva y diagrama relacional de actividades. De igual manera, se utilizó el software de AutoCAD para plasmar el diseño de distribución de planta y Bizagui para modelar los procesos, como resultados se obtuvieron la reducción de espacios en 19.51%, los tiempos de producción disminuyeron considerablemente en un 9.39% y las distancias recorridas en un 13.6%, dando por terminado su tesis.

Veloz, Vásquez, y Arrascue (2020) en su tesis tuvo como objetivo elaborar una propuesta de redistribución de planta y determinar si su implementación incrementa la productividad de dicha empresa automotriz. Para lograr esto se tuvo en cuenta información de las áreas del proceso de producción, junto con la aplicación del análisis de Pareto se determinaron los servicios principales que ofrece la empresa a su clientela. Se utilizaron diversas herramientas como el diagrama de Ishikawa para el análisis de las principales causas de la baja productividad, también se consideraron diagramas de operaciones de proceso y diagramas de análisis de procesos. Se aplicó el método de Guerchet para evaluar las áreas adecuadas, así como el método SLP y sus herramientas como el diagrama relacional, lo que permitió realizar un cálculo orientativo de la superficie y proponer una distribución de posición fija de la planta. Se llegó a la conclusión que con la aplicación de la propuesta se aumentaría la productividad de 0.15 servicios / h-h a 0.16 servicios / h-h, obteniéndose así un beneficio de 0.6 céntimos por cada sol invertido.

Con base a lo investigado en los diferentes proyectos referentes a distribución de planta, logramos concluir que al momento de tratarse de empresas textiles, la mayoría de ellas procedió a usar una distribución por procesos debido a que las actividades de producción textil son secuenciales, de igual manera se tomó en cuenta la industria constructora, la cual arrojó un resultado casi similar, ya que también se hace uso de la misma metodología de distribución. Por otro lado, al analizar el sector automotriz, se visualizó el uso de otro tipo de metodología, siendo esta una distribución por posición fija debido a que las herramientas o máquinas son de unas dimensiones considerables, por ello se dificulta su movimiento. Gracias al estudio de los diferentes proyectos analizados se concluye que las metodologías más afines al área textil son aquellas que se basan en la distribución por procesos debido a la extensión de la planta productiva, el personal existente y la facilidad de adaptación de la maquinaria para la producción de diversos artículos.

## **7. Marco metodológico**

### **7.1. Metodología de la Investigación**

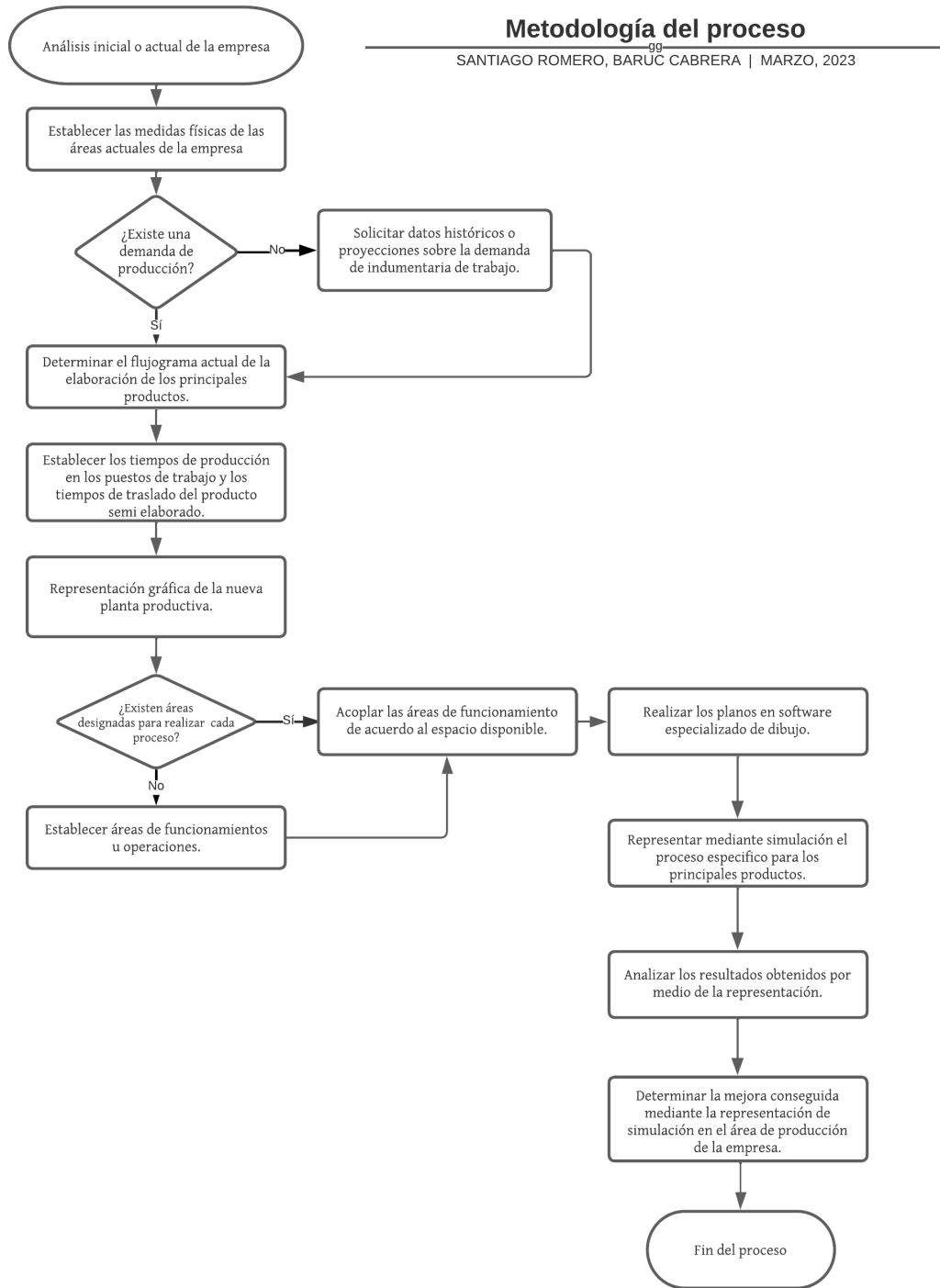
La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo, debido a que tiene referencia a datos numéricos de la producción de ropa minera, tiempos y costos de cada uno de los elementos. Además, es de tipo aplicado, ya que se encuentra enfocado a una realidad industrial dentro de la manufactura textil. Y finalmente tiene un alcance descriptivo, puesto que se aplicará conceptos y teorías ya demostradas para solventar problemas de una realidad industrial.

### **7.2. Metodología del proceso**

En la figura 5 se detalla mediante un diagrama de flujo el análisis actual de la empresa, tomando en cuenta los tres procesos principales de la misma (corte, costura, almacenaje).

**Figura 5**

*Flujograma de procesos.*



**Nota:** Diagrama de flujo para la metodología del proceso; Elaborado por: Los autores, 2023

1. Análisis inicial o actual de la empresa: En la etapa presente se hará uso de los factores productivos que forman parte de la empresa, como, demandas, recursos de la empresa (maquinaria y mano de obra), procesos para la elaboración de productos; para la demanda se hará uso de datos existentes o proyecciones dadas por parte de la empresa minera, mediante la observación y cuantificación de datos se puede definir las dimensiones y cantidad de maquinaria presente en la empresa permitiendo saber si la mano de obra existente hará uso de la maquinaria disponible, para el levantamiento de procesos se elaborarán diagramas de flujo y toma de tiempos mediante el método Westinghouse, haciendo uso de estas herramientas se generará un levantamiento sólido del estado actual de la empresa textil.
  
2. Representación gráfica de la nueva planta productiva: para representar la nueva línea de producción se hará uso de metodologías como: el cálculo orientativo de superficie, el cual nos permite establecer un área de trabajo basándonos en la maquinaria existente y el espacio disponible distribuyendo las máquinas de forma inteligente y evitando generar aglomeraciones de las mismas frenando el flujo humano y procesos, de igual manera se trabajará conjuntamente con la matriz de producto procesos con la finalidad de crear una línea de producción basada en las frecuencias de elaboración de productos, en caso de que el producto con más demanda cambie la línea de producción propuesta deberá satisfacer de igual manera los requerimientos de este, sin realizar cambios significativos al momento de llevar a cabo su elaboración, obteniendo una línea de producción adaptativa con una facilidad de flexibilidad de procesos. Se establecerá la metodología adecuada para la distribución teniendo como opciones, métodos de gamas ficticias, eslabones, planificación de distribución sistemática, etc. eligiendo la que mejor se adapte a las necesidades de la empresa.
  
3. Representación por simulación de la nueva planta productiva: para esta etapa estará definido el método de distribución que más se adapte a las necesidades de la empresa textil, se procederá a elaborar una representación por simulación mediante software especializado de la nueva línea productiva, para el correcto funcionamiento de la simulación se establece, la definición del problema y planificación del proyecto, se define el sistema y elaboración del modelo, se procederá a generar los datos de entrada, se verificara y validara el modelo presentado, por último se llevara a cabo la experimentación y análisis de los resultados.



### 7.3. Diagnóstico de los recursos y capacidad productiva de la empresa textil.

#### 7.3.1. Clasificación de los recursos disponibles

Para realizar el diagnóstico se procedió a describir mediante la metodología de las 6M (Máquina, método, mano de obra, materia prima, medio ambiente, costos):

##### 1. Máquina

Mediante análisis por metodología descriptiva presencial se determinó por medio de observación la cantidad de máquinas presentes en la empresa textil, dando un total de 21, las cuales se constituyen de:

**Tabla 7**

*Listado de máquinas.*

Maquinaria Actual			
Máquinas	Cantidad	Costo	Total
Overlock (Juki MO-6714S)	6	1485	8910
Máquina de coser recta (Jack A4)	5	620	3100
Recubridora (Juki MF-7523)	3	1700	5100
Cortadora de tira (Jontex JT-601A)	1	400	400
Elasticadora (Saga SG-4409P)	2	680	1360
Cortadora de hilo (Unison US-520)	1	330	330
Ojaladora (Jack T783D-Q)	1	750	750
Tirilladora (Kingtex FT-7002)	1	1590	1590
Termo selladora (Zoyer ZY-HA01A)	1	2600	2600
Máquinas totales	21	Costo Total (\$)	24140

**Nota:** Listado de máquinas en pertenencia; Elaborado por: Los autores, 2023.

##### 2. Método

Existen diferentes metodologías aplicadas en la empresa actualmente, la producción en

línea es normalmente usada, en donde el producto circula en la línea de producción de un trabajador a otro.

En las figuras 19, 21, 23 se describe mediante diagramas de flujo el proceso de elaboración de los productos principales (overol, chaqueta térmica, conjunto impermeable), siendo esta una herramienta efectiva de representación.

Las mediciones realizadas por la empresa textil están basadas en el SI (Sistema internacional de unidades).

### 3. Mano de obra

La empresa en la actualidad cuenta con 1 operador fijo en la planta debido a la baja demanda, este se encarga de realizar todas las operaciones en el proceso de corte, costura y almacenaje.

En casos de alta demanda, la empresa incorpora hasta 10 trabajadores, los cuales son distribuidos en:

**Tabla 8**

*Distribución actual de trabajadores en casos de alta demanda.*

Distribución trabajadores	
Proceso	N.º trabajadores
Corte	2
Costura	7
Almacenamiento	1
Total	10

**Nota:** Distribución de operarios; Elaborado por: Los autores, 2023.

### 4. Materia prima

La materia prima es obtenida de proveedores del sector, actualmente la empresa cuenta con:

**Tabla 9***Materia prima actual*

Materia Prima Actual			
Artículo	Cantidad	Costo	Total
Rollo tela chaqueta polar	2	200	400
Rollo tela conjunto impermeable	3	360	1080
Rollo tela overol	3	300	900
Rollo cinta selladora	4	50	200
Paquete de Agujas de costura	3	18	54
Rollo de velcro	4	6	24
Tijeras de costura	6	30	180
Corta hilos	8	9	72
Cintas métricas	15	1	15
Tizas de sastre	15	6	90
Carretes de hilo	60	4	240
Total artículos	123	Costo Total (\$)	3255

**Nota:** Listado de materia prima; Elaborado por: Los autores, 2023.

#### 5. Medio ambiente

La empresa textil se ubica en una zona rural perteneciente a la provincia del Azuay (véase fig.4), por ello la misma procura producir la menor contaminación al medio ambiente posible, existen desperdicios propios de los diferentes procesos para la elaboración de un producto como lo son: retazos de tela, recortes de velcro, sobrantes de cinta selladora, rollos vacíos, agujas de costura rotas, recortes de hilo, sobrantes de tiza, carretes de hilo vacíos, manejando correctamente los desechos emitidos en cada proceso productivo.

#### 6. Costos

Se pueden clasificar los principales costos de la empresa en:

**Tabla 10***Costos actuales.*

Artículo	Costos	
	Cantidad	Valor (Dólares)
Maquinaria	21	24140
Materia prima	123	3255
Mano de obra	1	450
Servicios básicos	1	120
Total		27965

**Nota:** Costos actuales; Elaborado por: Los autores, 2023.

### 7.3.2. Cálculo de la capacidad productiva

Para establecer la capacidad productiva es necesario establecer los tiempos de producción de cada proceso para la fabricación de chaquetas térmicas, overol y conjunto impermeable.

#### Cálculo de tiempos de producción.

Para determinar la capacidad productiva se procedió a realizar flujogramas de los productos más solicitados a la empresa, siendo estos overoles, chaquetas térmicas y conjunto impermeable (véase fig. 19, 21, 23).

Una vez realizado el flujograma se procedió a la toma de tiempos mediante la utilización del método Westinghouse, el cual consiste en la evaluación del actuar del trabajador, en donde se califica cuatro factores claves siendo: habilidad, esfuerzo, consistencia y condición.

Para determinar los tiempos estándar se utilizó el método ya mencionado, las muestras serán establecidas según el tiempo utilizado para concluir un proceso (véase tabla 1), posteriormente se realizará una evaluación con base en (véase tabla 2, 3, 4, 5) estos tiempos deberán sumarse a los promedios totales de los tiempos muestreados, permitiéndonos obtener los tiempos estándar.

**Promedios de tiempo para el proceso de corte según el número de muestra y calificación por el método Westinghouse.**

**Tabla 11**

*Tiempo de corte estándar.*

Número de muestra	Corte			
	Overol	Chaqueta térmica	Chaqueta impermeable	Pantalón impermeable
1	0:33:21	0:15:44	0:30:21	0:10:15
2	0:34:04	0:15:00	0:30:52	0:10:48
3	0:33:48	0:14:51	0:30:48	0:10:25
4	0:34:22	0:16:00	0:30:25	0:10:25
5	0:33:57	0:16:29	0:30:45	0:10:43
6		0:16:31		0:10:58
7		0:15:00		0:10:35
8		0:15:49		0:10:15
Promedios	0:33:54	0:15:41	0:30:38	0:10:33

**Nota:** Datos de corte obtenidos de la empresa textil; Elaborado por: Los autores, 2023.

**Tabla 12***Calificación del proceso de corte mediante el método de Westinghouse.*

Calificaciones	Corte			
	Overol	Chaqueta térmica	Chaqueta impermeable	Pantalón impermeable
Calificación de habilidad	0:00:08	0:00:08	0:00:11	0:00:11
Calificación de esfuerzo	0:00:08	0:00:05	0:00:08	0:00:08
Calificación de condición	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00
Calificación de consistencia	0:00:01	0:00:01	0:00:01	0:00:01
Promedio	0:00:17	0:00:14	0:00:20	0:00:20

**Nota:** Datos de corte obtenidos de la empresa textil; Elaborado por: Los autores, 2023.**Tiempo estándar del proceso de corte.****Tabla 13***Tiempo total de corte.*

	Corte			
	Overol	Chaqueta térmica	Chaqueta impermeable	Pantalón impermeable
Promedio tiempo por proceso	0:33:54	0:15:41	0:30:38	0:10:33
Promedio de tiempos calificados	0:00:17	0:00:14	0:00:20	0:00:20
Total	0:34:11	0:15:55	0:30:58	0:10:53

**Nota:** Datos de corte obtenidos de la empresa textil; Elaborado por: Los autores, 2023.

**Promedios de tiempo para el proceso de costura según el número de muestra y calificación por el método Westinghouse.**

**Tabla 14**

*Tiempo de costura estándar.*

Número de muestra	Costura			
	Overol	Chaqueta térmica	Chaqueta impermeable	Pantalón impermeable
1	2:28:12	0:31:42	2:29:17	0:36:12
2	2:05:25	0:31:06	2:15:12	0:34:30
3	2:12:47	0:30:38	2:30:18	0:35:55
4		0:33:49		0:37:28
5		0:30:12		0:36:54
Promedios	2:15:28	0:31:29	2:24:56	0:35:53

**Nota:** Datos de costura obtenidos de la empresa textil; Elaborado por: Los autores, 2023.

**Tabla 15***Calificación del proceso de costura mediante el método de Westinghouse.*

Calificaciones	Costura			
	Overol	Chaqueta térmica	Chaqueta impermeable	Pantalón impermeable
Calificación de habilidad	0:00:11	0:00:11	0:00:11	0:00:11
Calificación de esfuerzo	0:00:08	0:00:05	0:00:08	0:00:08
Calificación de condición	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00
Calificación de consistencia	0:00:01	0:00:01	0:00:01	0:00:01
Promedio	0:00:20	0:00:17	0:00:20	0:00:20

**Nota:** Datos de costura obtenidos de la empresa textil; Elaborado por: Los autores, 2023.**Tiempo estándar del proceso de costura.****Tabla 16***Tiempo total de costura.*

	Costura			
	Overol	Chaqueta térmica	Chaqueta impermeable	Pantalón impermeable
Promedio tiempo por proceso	2:15:28	0:31:29	2:24:56	0:35:53
Promedio de tiempos calificados	0:00:20	0:00:17	0:00:20	0:00:20
Total	2:15:48	0:31:46	2:25:16	0:36:13

**Nota:** Datos de costura obtenidos de la empresa textil; Elaborado por: Los autores, 2023.



**Promedios de tiempo para el proceso de almacenaje según el número de muestra y calificación por el método Westinghouse.**

**Tabla 17**

*Tiempo de almacenaje estándar.*

Número de muestra	Almacenaje			
	Overol	Chaqueta térmica	Chaqueta impermeable	Pantalón impermeable
1	0:04:15	0:03:00	0:04:24	0:04:24
2	0:04:12	0:03:06	0:04:50	0:04:50
3	0:04:22	0:03:07	0:04:30	0:04:30
4	0:05:04	0:03:05	0:04:25	0:04:25
5	0:04:54	0:03:06	0:04:57	0:04:56
6	0:04:47	0:03:06	0:04:18	0:04:38
7	0:05:12	0:03:20	0:04:35	0:04:35
8	0:04:46	0:03:00	0:04:48	0:04:48
9	0:04:37	0:03:07	0:05:18	0:05:07
10	0:04:29	0:03:09	0:04:48	0:04:48
11	0:04:42	0:03:00	0:05:15	0:05:12
12	0:05:09	0:03:08	0:04:45	0:04:45
13	0:04:40	0:03:02	0:05:12	0:05:03
14	0:04:35	0:03:05	0:04:30	0:04:30
15	0:04:56	0:03:12	0:04:12	0:04:22
Promedios	0:04:43	0:03:06	0:04:43	0:04:44

**Nota:** Datos de almacenaje obtenidos de la empresa textil; Elaborado por: Los autores, 2023.

**Tabla 18***Calificación del proceso de almacenaje mediante el método de Westinghouse.*

Calificaciones	Almacenaje			
	Overol	Chaqueta térmica	Chaqueta impermeable	Pantalón impermeable
Calificación de habilidad	0:00:03	0:00:03	0:00:03	0:00:03
Calificación de esfuerzo	0:00:02	0:00:02	0:00:02	0:00:02
Calificación de condición	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00
Calificación de consistencia	0:00:03	0:00:03	0:00:03	0:00:03
Promedio	0:00:02	0:00:02	0:00:02	0:00:02

**Nota:** Datos de almacenaje obtenidos de la empresa textil; Elaborado por: Los autores, 2023.**Tiempo estándar del proceso de almacenaje.****Tabla 19***Tiempo total de almacenaje.*

	Almacenaje			
	Overol	Chaqueta térmica	Chaqueta impermeable	Pantalón impermeable
Promedio tiempo por proceso	0:04:43	0:03:06	0:04:43	0:04:44
Promedio de tiempos calificados	0:00:02	0:00:02	0:00:02	0:00:02
Total	0:04:45	0:03:08	0:04:45	0:04:46

**Nota:** Datos de almacenaje obtenidos de la empresa textil; Elaborado por: Los autores, 2023.

### **Cálculo de capacidad productiva.**

Los resultados obtenidos referentes al primer objetivo nos permiten observar las capacidades productivas de cada proceso (corte, costura, almacenaje).

Una vez establecido el tiempo estándar (véase tabla 11, 12, 13), procedemos a cuantificar las capacidades de cada uno de los procesos, las cuales son calificadas con base en un trabajador, el cual labora un total de 8 horas por día durante 5 días a la semana, con una eficiencia por política de la empresa de un 85%.

Para el cálculo de la capacidad diseñada se realiza una división entre el tiempo de trabajo al día y el tiempo total de las operaciones (véase tabla 11, 14, 17). Para el cálculo de capacidad efectiva se obtiene de multiplicación de capacidad diseñada por la eficiencia y capacidad diseñada, que permite establecer el número de unidades (overoles, chaquetas térmicas, conjuntos impermeables), que la empresa puede llegar a producir según los recursos disponibles.

Debemos considerar que para la producción de conjuntos impermeables se realizó la sumatoria de los tiempos de chaqueta impermeable y pantalón impermeable, debido a que se realizan en el mismo proceso, por lo cual es necesario tener un tiempo total.

### **Cálculo de la capacidad productiva con base en una persona.**

**Tabla 20***Capacidad productiva con base en 1 persona.*

Corte			
	Overol	Térmico	Conjunto impermeable
Personal	1	1	1
Tiempo de proceso	0:34:11	0:15:55	0:41:51
Eficiencia	85%	85%	85%
Tiempo de trabajo	480	480	480
Capacidad diseñada (T. Trabajo/T. Proceso)	14,07	30,87	11,56
Capacidad efectiva (Personal x Eficiencia x C. Diseñada)	12	26	10
Costura			
	Overol	Térmico	Conjunto impermeable
Personal	1	1	1
Tiempo de proceso	2:15:48	0:31:46	3:01:28
Eficiencia	85%	85%	85%
Tiempo de trabajo	480	480	480
Capacidad diseñada (T. Trabajo/T. Proceso)	3,54	15,26	2,65
Capacidad efectiva (Personal x Eficiencia x C. Diseñada)	3	13	2
Almacenaje			
	Overol	Térmico	Conjunto impermeable
Personal	1	1	1
Tiempo de proceso	0:04:45	0:03:08	0:09:31
Eficiencia	85%	85%	85%
Tiempo de trabajo	480	480	480
Capacidad diseñada (T. Trabajo/T. Proceso)	107,87	155,84	51,56
Capacidad efectiva (Personal x Eficiencia x C. Diseñada)	92	132	44

**Nota:** Datos obtenidos de capacidades productivas de la empresa textil; Elaborado por: Los autores, 2023.

La demanda proyectada para la empresa textil es de 2400 uniformes los cuales están conformados por (overoles, chaqueta térmicas y conjunto impermeable), para llevar a cabo el cálculo de la producción a realizar durante los siguientes 6 meses se tomará en cuenta las capacidades a producir por un operario en relación con los días de trabajo durante el periodo establecido, tomando en cuenta que por mes se llega a trabajar un aproximado de 24 días, estos a ser multiplicados por el periodo ya mencionado nos dará un total de 144 días laborales donde los operadores deberán llevar a cabalidad sus operaciones para lograr cumplir con la demanda:

**Tabla 21**

*Capacidad productiva en funcion de una persona.*

Capacidades a raíz de una persona	Costura	Días laborables durante 6 meses	Total
Capacidad efectiva Overol	3	144	434
Capacidad efectiva Chaqueta Térmica	13	144	1868
Capacidad efectiva Conjunto Impermeable	2	144	324

**Nota:** Unidades producidas por un operador en un tiempo de 6 meses; Elaborado por: Los autores, 2023.

### **7.3.3. Cálculo de la capacidad productiva con base a la demanda.**

Para establecer la capacidad productiva en razón a la confección de 2400 overoles, 2400 chaquetas térmicas y 2400 conjuntos impermeables, los cuales se deberán entregar de forma completa y no forma gradual en un periodo de 6 meses.

Para esta cuantificación nos fundamentamos en el recurso limitado (cuello de botella), siendo esta la operación de costura, logrando concluir que un solo operario no logrará abastecer la demanda de uniformes completos para la empresa textil, por lo cual se ha optado por proponer un sistema productivo de 16 a 20 personas y su producción por ciclos (lapso de días para terminar un producto) siendo este el método más efectivo.

A fin de satisfacer la demanda de chaquetas térmicas se hará uso de 16 trabajadores, para ello se empleará 5 de ellos al área de corte, 10 al área de costura y 1 al área de almacenaje, en este proceso se utilizará un total de 19 días laborables para cumplir con la fabricación total de chaquetas térmicas.

**Tabla 22**

*Capacidad productiva con base en 16 personas*

Chaqueta térmica			
	Corte	Costura	Almacenaje
Personal	5	10	1
Tiempo de proceso	0:15:55	0:31:46	0:03:08
Eficiencia	85%	85%	85%
Tiempo de trabajo (mn)	480	480	480
Capacidad diseñada (T. Trabajo/T. Proceso)	30,87	15,26	155,84
Capacidad efectiva (Personal x Eficiencia x C. Diseñada)	131	130	132

**Nota:** Capacidades productivas para la elaboración de chaquetas térmicas; Elaborado por: Los autores, 2023.

Dentro del proceso de producción de overoles se necesitará un total de 20 trabajadores, 4 operadores estarán destinados al área de corte, 15 operarios al área de costura y 1 al área de almacenaje, para este proceso se utilizará un total de 54 días laborables para cubrir la fabricación de overoles.

**Tabla 23**

*Capacidad productiva con base en 20 personas*

	Overol		
	Corte	Costura	Almacenaje
Personal	4	15	1
Tiempo de proceso	0:34:11	2:15:48	0:04:45
Eficiencia	85%	85%	85%
Tiempo de trabajo (mn)	480	480	480
Capacidad diseñada (T. Trabajo/T. Proceso)	14,07	3,54	107,87
Capacidad efectiva (Personal x Eficiencia x C. Diseñada)	48	45	92

**Nota:** Capacidades productivas para la elaboración de overoles; Elaborado por: Los autores, 2023.

La producción de conjunto impermeable, necesita un total de 20 trabajadores, 4 de ellos estarán destinados al área de corte, 15 obreros en el área de costura y un encargado del área de almacenaje, para el proceso especificado se utilizarán un total de 71 días laborables, obteniendo los siguientes datos:

**Tabla 24***Capacidad productiva con base en 20 personas*

Conjunto Impermeable			
	Corte	Costura	Almacenaje
Personal	4	15	1
Tiempo de proceso	0:41:51	3:01:28	0:09:31
Eficiencia	85%	85%	85%
Tiempo de trabajo (mn)	480	480	480
Capacidad diseñada (T. Trabajo/T. Proceso)	11,56	2,65	51,56
Capacidad efectiva (Personal x Eficiencia x C. Diseñada)	39	34	44

**Nota:** Capacidades productivas para la elaboración de conjunto impermeable; Elaborado por: Los autores, 2023.

Una vez realizado los cálculos pertinentes, se ha obtenido como resultado que el implementar un total de 10 a 15 trabajadores para el área de costura nos permitirá solventar la demanda de la empresa textil dentro del tiempo establecido:



**Tabla 25***Capacidad productiva en función de 16 a 20 personas*

Capacidades a raíz de 16 a 20 personas	Costura	Días laborables durante los 6 meses	Total
Capacidad Efectiva Chaqueta Térmica	130	19	2464
Capacidad Efectiva General	45	54	2439
Capacidad Efectiva Conjunto Impermeable	34	71	2414

**Nota:** Unidades producidas por 10 a 15 operadores en un tiempo de 6 meses; Elaborado por: Los autores, 2023.

#### **7.4. Diseño de planta productiva para la elaboración de indumentaria de trabajo.**

Para establecer un adecuado diseño de planta es importante definir como se cubrirá la demanda de la empresa contratante, para esto se desarrolló un sistema de producción para la elaboración de 2400 chaquetas terminas, 2400 overoles y 2400 conjuntos impermeables, la misma debe ser entregada en un solo lote en un lapso de 6 meses, por esta razón, en concordancias a la matriz producto proceso y las características de volumen-variabilidad la mejor distribución de planta se enfoca a una producción en línea y por lotes con un enfoque repetitivo, permitiendo optimizar el uso de máquinas, mano de obra y elaborar productos de calidad con un proceso óptimo. Además, posibilita la asignación de personal competente a cada proceso o área, minimizando la poli funcionalidad y los errores por defectos de calidad, permite una adecuada gestión del mantenimiento de maquinaria, una mejor gestión de inventarios y controles de producción que permitan mantener o superar la eficiencia del 85% establecido por el sistema productivo.

Como punto de partida para un diseño de planta a través de metodologías de distribución, es importante establecer el área requerida para instaurar la planta de producción, por ello se procedió a realizar el cálculo orientativo de la superficie.

### 7.4.1. Cálculo orientativo de la superficie

Mediante el método de Guerchet se realizó el cálculo orientativo de la superficie, este fue necesario para establecer las áreas requeridas en función del puesto de trabajo, mediante la metodología descriptiva presencial por observación se determinó el número total de máquinas, y mediante las fichas técnicas, las dimensiones de los equipos.

Para realizar el cálculo orientativo de la superficie se procedió a dividir las áreas en tres procesos: Corte, Costura y Almacenaje.

**Tabla 26**

*Superficie de corte requerida*

Artículo	Cantidad	Dimensiones ancho (m)	Dimensiones largo (m)	Superficie Corte		Superficie estática	Superficie de gravitación	Superficie de evolución	Superficie Total (m <sup>2</sup> )
				Nº de lados	K				
Mesa de corte	2	1,22	2,44	2	1	2,98	5,95	8,93	35,72
Tira de moldes	1	0,20	1,00	1	1	0,20	0,20	0,40	0,80
Gaveta (st)	2	0,4	0,6	4	1	0,24	0,96	1,20	2,88
Artículos Totales	5						Superficie total de corte (m <sup>2</sup> )		39.40

**Nota:** Datos de cálculo de superficie de corte; Elaborado por: Los autores, 2023

**Tabla 27***Superficie de costura requerida*

Superficie Costura									
Máquina	Cantidad	Dimensiones ancho (m)	Dimensiones largo (m)	Nº de lados	K	Superficie estática	Superficie de gravitación	Superficie de evolución	Superficie Total (m <sup>2</sup> )
Overlock (Juki MO-6714S)	7	1,20	0,56	1	1	0,67	0,67	1,34	18,82
Máquina de coser recta (Jack A4)	8	1,20	0,55	1	1	0,66	0,66	1,32	21,12
Recubridora (Juki MF-7523)	3	1,20	0,55	1	1	0,66	0,66	1,32	7,92
Elastadora (Saga SG-4409)	2	1,20	0,55	1	1	0,66	0,66	1,32	5,28
Cortadora de tira (Jontex JT-601A)	1	1,20	0,55	1	1	0,66	0,66	1,32	2,64
Cortadora de hilo (Unison US-520)	1	0,30	0,30	1	1	0,09	0,09	0,18	0,36
Ojaladora (Jack T783D-Q)	1	1,20	0,55	1	1	0,66	0,66	1,32	2,64
Tirilladora (Kingtex FT-7002)	1	1,20	0,56	1	1	0,67	0,67	1,34	2,69
Termo selladora (Zoyer ZY-HA01A)	1	1,20	0,54	1	1	0,65	0,65	1,30	2,59
Gaveta (st)	2	0,4	0,6	4	1	0,24	0,96	1,20	2,88
Total Máquinas	27						Superficie total de costura (m <sup>2</sup> )		66,94

**Nota:** Datos de cálculo de superficie de costura; Elaborado por: Los autores, 2023

**Tabla 28***Superficie de almacenaje requerida*

Superficie Almacenaje									
Artículo	Cantidad	Dimensiones ancho (m)	Dimensiones largo (m)	Nº de lados	K	Superficie estática	Superficie de gravitación	Superficie de evolución	Superficie Total (m <sup>2</sup> )
Percha de almacenamiento	3	0,40	1,55	1	1	0,62	0,62	1,24	7,44
Vinaza de rollos de tela	2	1,5	1,83	1	1	2,75	2,75	5,49	21,96
Artículos Totales	5						Superficie total de almacenaje (m <sup>2</sup> )		29,40

**Nota:** Datos de cálculo de superficie de almacenaje; Elaborado por: Los autores, 2023

Mediante el método de Guerchet se estableció las superficies requeridas para cada área de proceso (corte, costura, almacenaje), dándonos como resultados los siguientes:

**Tabla 29**

*Superficie Requerida*

Superficie Requerida	
Áreas	Superficie Total (m <sup>2</sup> )
Superficie Corte Total	39,40
Superficie Costura Total	66,94
Superficie Almacenaje Total	29,40
Superficie Total Requerida (m <sup>2</sup> )	135,74

**Nota:** Superficie total requerida para la nueva planta productiva; Elaborado por: Los autores, 2023.

**7.4.2. Distribución de planta.**

Para la distribución de planta se utilizó la metodología SLP (Systematic Layout Planning) la cual nos permitió el uso eficiente de los recursos de la empresa, organización de las áreas de trabajo y maquinaria, optimización de los procesos mediante un enfoque repetitivo en la creación de los productos, estableciendo una distribución del tipo por producto o en línea debido al flujo medio-alto de artículos, consiguiendo así un mayor nivel de competitividad y de mejora continua.

A continuación se observa la metodología SLP para distribución de planta:

**Tabla 30***Tabla de relación para el metodo SLP*

Relación	Calificación de cercanía	Color
Absolutamente necesaria	A	Rojo
Especialmente importante	E	Amarillo
Importante	I	Verde
Ordinario	O	Azul
No importante	U	
No deseable	X	Café

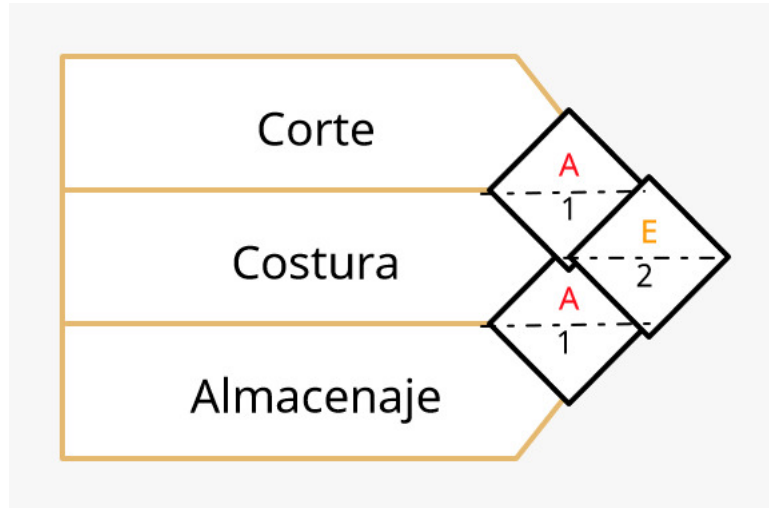
**Nota:** Relación de importancia para el metodo SLP; Elaborado por: Los autores, 2023.**Tabla 31***Motivos para el metodo SLP*

#	Motivos a considerar
1	Mano de obra
2	Recursos

**Nota:** Motivos para la relación del metodo SLP; Elaborado por: Los autores, 2023.

**Figura 6**

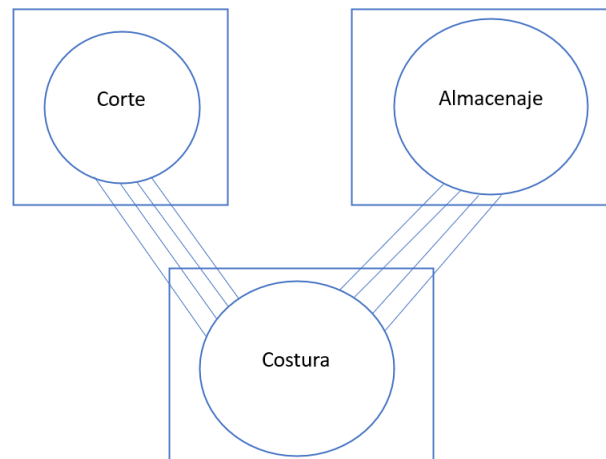
*Systematic Layout Planing para distribución de planta*



**Nota:** SLP para la distribución de la planta productiva; Elaborado por: Los autores, 2023.

**Figura 7**

*Diagrama relacional de las actividades y espacios propuestos.*



**Nota:** Relación de las actividades conjunto a los espacios propuestos; Elaborado por: Los autores, 2023.

### 7.4.3. Layout y disposición de las áreas productivas.

Para representar el layout y disponer las áreas productivas de la nueva planta textil se utilizó software especializado y mediante el uso de código de colores se identifica cada área productiva como se muestra en la figura 8.

**Tabla 32**

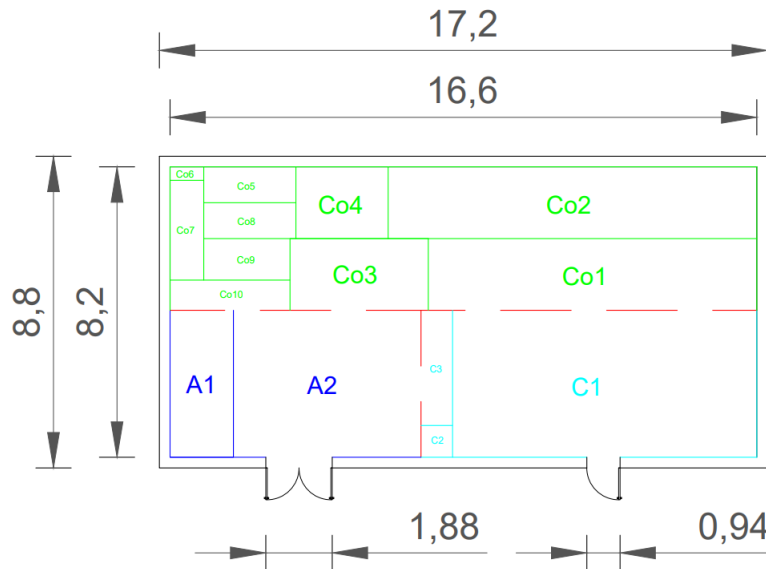
*Código de colores*

Color	Área	Designación	Divisiones por área
Celeste	Corte	C	3
Verde	Costura	Co	10
Azul	Almacenaje	A	2
Rojo		División de áreas	

**Nota:** Código de colores para division de áreas internas en la planta productiva; Elaborado por: Los autores, 2023.

**Figura 8**

*Layout y distribución de planta*



**Nota:** Layout planta productiva; Elaborado por: Los autores, 2023.

### 7.5. Representación del flujo de producción por simulación.

Para representar mediante simulación la propuesta de distribución de planta para la empresa de confección textil se empleó un software especializado de simulación (Flexsim), en el cual importamos el layout que representa las áreas productivas y el flujo de la planta (véase figura 8).

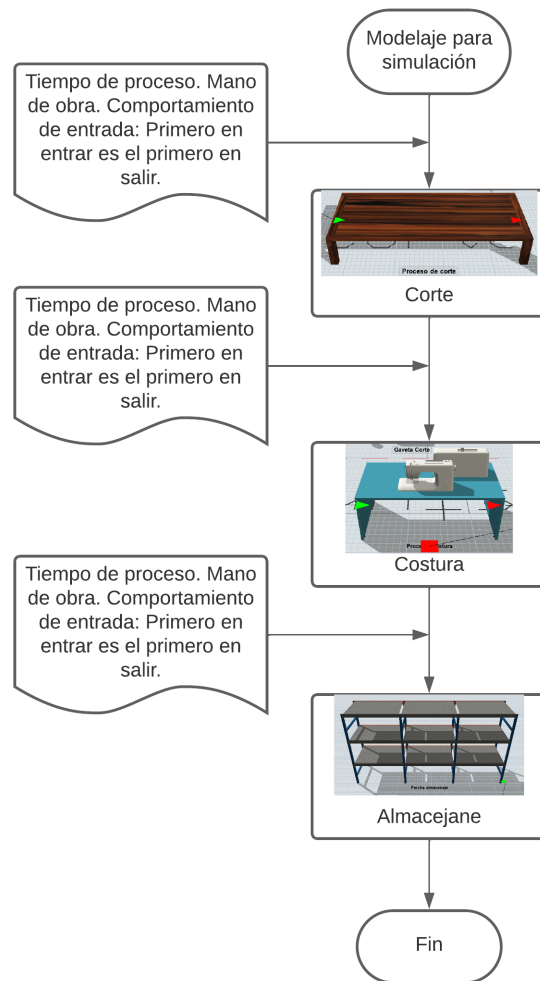
El modelado de la simulación implica la representación de este proceso o sistema de una manera más simple. Se busca mostrar la realidad de dicho sistema imitando eventos que pueden ocurrir a lo largo del tiempo.

En este caso se representa un sistema de producción en línea, que busca satisfacer una demanda de producción media - alta con una distribución de tipo uniforme (véase figura 9)



**Figura 9**

*Modelaje de simulación*



**Nota:** Modelaje para la distribución de simulación; Elaborado por: Los autores, 2023.

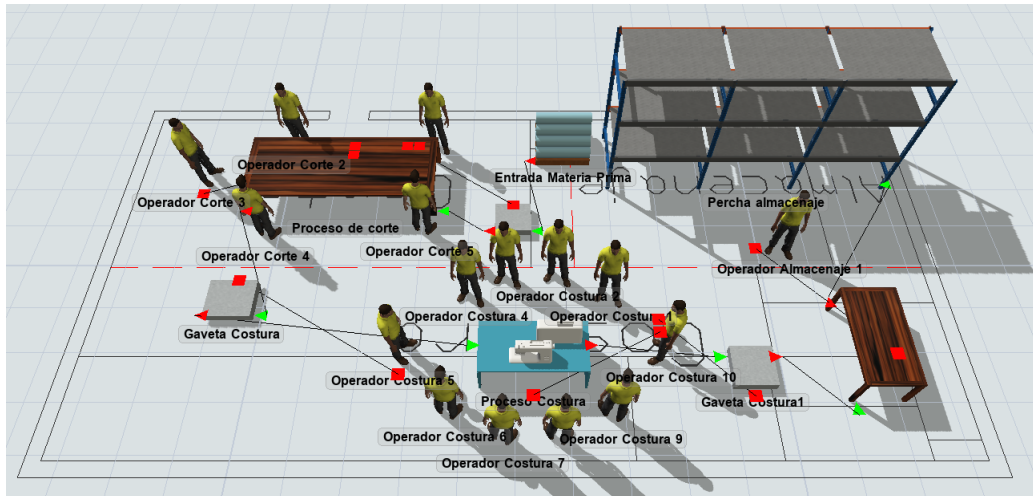
### 7.5.1. Simulación chaqueta térmica

Con base en el cálculo de la capacidad actual (véase tabla 20), se determinó el tiempo total de cada proceso, así como también el personal requerido en cada área de producción, obteniendo la capacidad efectiva para la fabricación de chaquetas térmicas (véase tabla 22).

En la figura 10 se representa el flujo de elaboración de chaquetas térmicas.

**Figura 10**

*Simulación chaqueta térmica*



**Nota:** Simulación del flujo de producción de chaquetas térmicas; Elaborado por: Los autores, 2023.

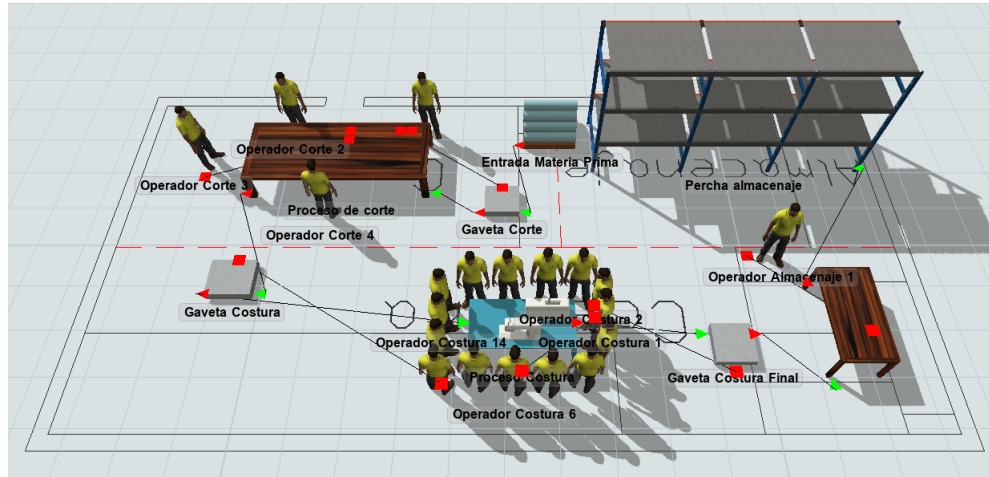
### 7.5.2. Simulación overol

Mediante el cálculo de la capacidad actual (véase tabla 20), se determinó el tiempo requerido de cada proceso productivo, también el personal necesario en cada área, obteniendo así la capacidad efectiva para la fabricación de overoles (véase tabla 23).

En la figura 11 se representa el flujo de elaboración de overoles.

**Figura 11**

*Simulación overol*



**Nota:** Simulación del flujo de producción de overoles; Elaborado por: Los autores, 2023.

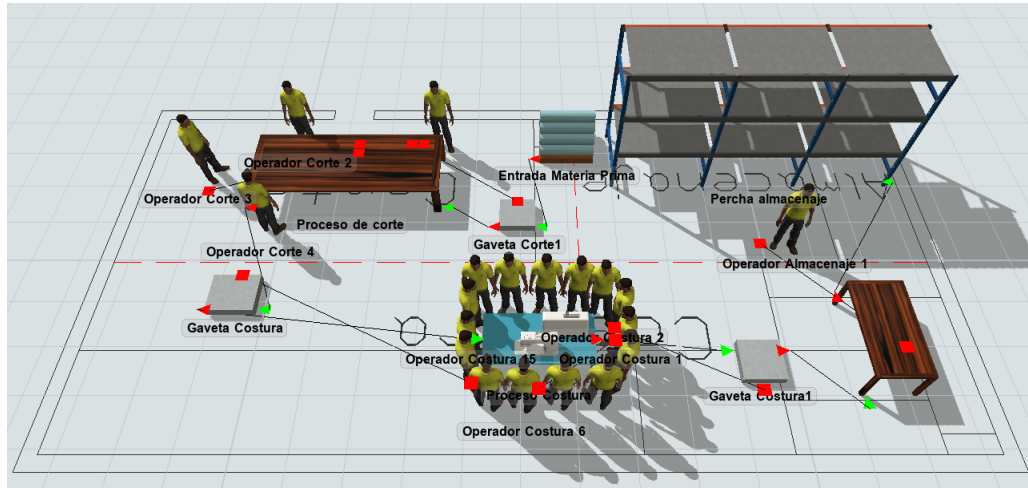
### 7.5.3. Simulación conjunto impermeable

De acuerdo con el cálculo de la capacidad actual (véase tabla 20), se estableció el tiempo requerido de cada proceso, asimismo el personal necesario en cada área de la empresa textil, obteniendo la capacidad efectiva para la elaboración de conjuntos impermeables (véase tabla 24).

En la figura 12 se representa el flujo de elaboración de conjuntos impermeables.

**Figura 12**

*Simulación conjunto impermeable*



**Nota:** Simulación del flujo de producción de conjuntos impermeables; Elaborado por: Los autores, 2023.

## 8. Resultados

### 8.1. Diagnóstico de recursos disponibles.

Para establecer los recursos disponibles de la empresa se utilizó el método de las 6M en donde se determinó que la empresa cuenta con: 21 máquinas operativas (véase tabla 7), se aplican métodos de producción lineal y diagramas de flujo (véase figura 19, 21, 23). La empresa cuenta con un 1 operador fijo en la planta en casos de baja demanda y de hasta 10 trabajadores cuando la demanda se ve incrementada, estos son distribuidos en diferentes áreas productivas de la planta (véase tabla 8). La materia prima actual de la empresa consta de 123 artículos, sumando un costo de 3 255 dólares (véase tabla 9). El costo actual generado por la empresa es de un total de 27 965 dólares (véase tabla 10).

### 8.2. Relación de la demanda con base en la capacidad productiva actual.

Mediante los cálculos realizados en (tabla 20) se representa la producción promedio basada en la capacidad, evidenciando en el cuello de botella en el área de costura, para llevar a cabo

la elaboración de los uniformes se utilizaron los recursos actuales de la empresa textil.

**Tabla 33**

*Capacidad productiva en funcion de una persona.*

Mano de obra	1
Tiempo de trabajo (días)	144
Demanda (uniforme)	2400
Uniformes producidos (overoles, Chaqueta térmica, Conjunto impermeable )	875

**Nota:** Unidades producidas por un operador en un tiempo de 6 meses; Elaborado por: Los autores, 2023.

### **8.3. Relación de la demanda con base en la capacidad productiva propuesta.**

Mediante la tabla 22, 23, 24 se representa la producción promedio basada en la capacidad, mano de obra y tiempo dado para cumplir la demanda

**Tabla 34**

*Capacidad productiva en funcion de 16 a 20 personas*

Mano de obra	16-20
Tiempo de trabajo (días)	144
Demanda (uniforme)	2400
Uniformes producidos (overoles, Chaqueta térmica, Conjunto impermeable )	2439

**Nota:** Unidades producidas por 16 a 20 operadores en un tiempo de 6 meses; Elaborado por: Los autores, 2023.

#### **8.4. Cálculo orientativo de la superficie.**

Mediante el cálculo orientativo de la superficie se determinó el área necesaria para cumplir con la demanda estipulada.

Al observar la tabla 29 podemos concluir que las dimensiones necesarias para la distribución de la nueva planta productiva deberán cumplir con un mínimo de: 39.40 m<sup>2</sup> en el área de corte, 66.94 m<sup>2</sup> para el área de costura y 29.40 m<sup>2</sup> para el área de almacenaje, dando un total de 135.74 m<sup>2</sup> requeridos.

Actualmente, la vivienda no presta las condiciones de trabajo necesarias, según el decreto ejecutivo 2393, artículos: 24, 73, 74. Por lo cual, se recomienda que este domicilio sea adecuado y utilizado como oficinas administrativas.

#### **8.5. Distribución de planta.**

Para cumplir con la demanda de la empresa contratante se desarrolló un sistema de producción para la elaboración de 2400 chaquetas terminas, 2400 overoles y 2400 conjuntos impermeables, la misma debe ser entregada en un solo lote en un lapso de 6 meses, por esta razón, en concordancias a la matriz producto proceso y las características de volumen-variabilidad la mejor distribución de planta se enfoca a una producción en línea y por lotes de los elementos mencionados con un enfoque repetitivo, permitiendo optimizar el uso de máquinas, mano de obra y elaborando productos de calidad con un proceso óptimo. Esto permitirá que el personal asignado para cada área realice sus tareas de forma competente, evitando la poli funcionalidad y errores de calidad, posibilitando un adecuado mantenimiento de la maquinaria, una correcta gestión de inventarios y controles de producción que permitan mantener o superar la eficiencia del 85% establecido por el sistema productivo.

#### **8.6. Representación del flujo productivo por simulación.**

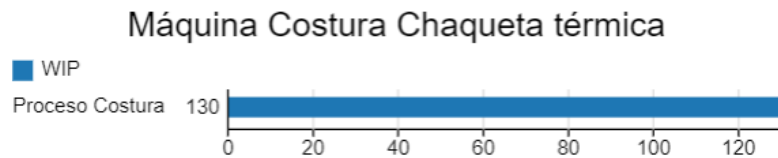
##### **Simulación chaqueta térmica.**

Con base en el cuello de botella (proceso de costura) se ha representado la simulación de la propuesta para la nueva planta productiva, mediante gráficos porcentuales y de barras se demuestra la capacidad del proceso de costura y la eficiencia de cada área dentro de la empresa. Para esto se utilizaron los tiempos y capacidades calculadas (véase tabla 22), así

como también la simulación obtenida (véase figura 10). Se establece que la propuesta para la elaboración de chaquetas térmicas es factible.

**Figura 13**

*Máquina Costura Chaqueta térmica.*

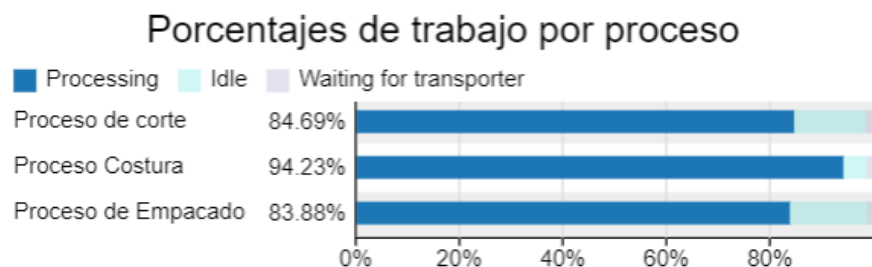


**Nota:** Capacidad de la máquina de costura referente a la producción de chaquetas térmicas; Elaborado por: Los autores, 2023.

La empresa textil labora un total de 8 horas diarias en un periodo de 5 días a la semana, obteniendo una representación gráfica y porcentual por día de trabajo de los diferentes procesos: corte, costura y almacenaje.

**Figura 14**

*Representación porcentual de trabajo por proceso chaqueta térmica.*



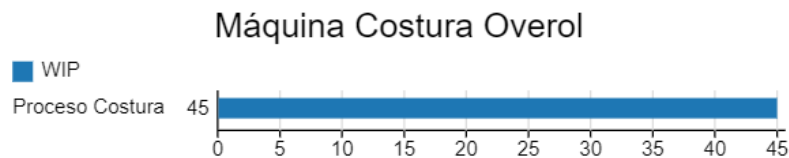
**Nota:** Diagrama de barras porcentual de trabajo por proceso referente a la elaboración de chaquetas térmicas; Elaborado por: Los autores, 2023.

### Simulación Overol.

Mediante los tiempos y capacidades calculadas (véase tabla 23), en conjunto con la simulación obtenida (véase figura 11), se establece que la propuesta para la elaboración de overoles es factible.

**Figura 15**

*Máquina Costura Overol.*

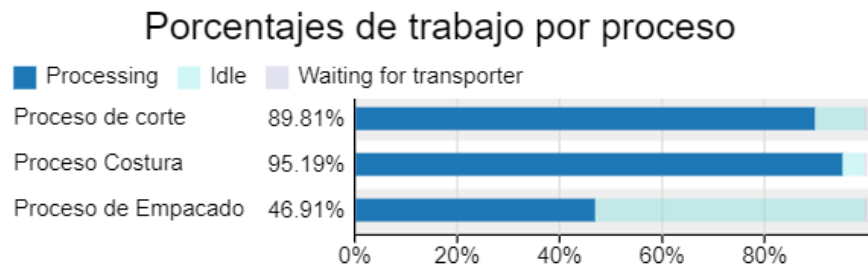


**Nota:** Capacidad de la máquina de costura referente a la producción de Overoles; Elaborado por: Los autores, 2023.

La empresa textil opera un total de 8 horas diarias en un periodo de 5 días a la semana, obteniendo una representación gráfica y porcentual por día de trabajo de los diferentes procesos: corte, costura y almacenaje para la elaboración de overoles.

**Figura 16**

*Representación porcentual de trabajo por proceso Overol.*



**Nota:** Diagrama de barras porcentual de trabajo por proceso referente a la elaboración de Overoles; Elaborado por: Los autores, 2023.

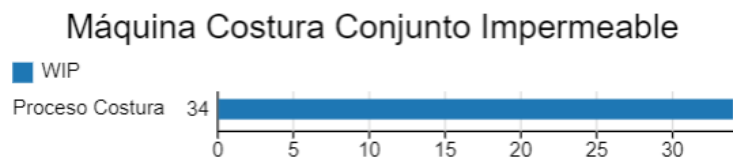


### Simulación Conjunto Impermeable.

Mediante la simulación (véase figura 12) y con base en las capacidades calculadas (véase tabla 22) se puede establecer que la propuesta de elaboración de conjuntos impermeables es factible, en la siguiente figura se puede observar el total de productos producidos en un día laborable:

**Figura 17**

*Máquina Costura Conjuntos Impermeables.*

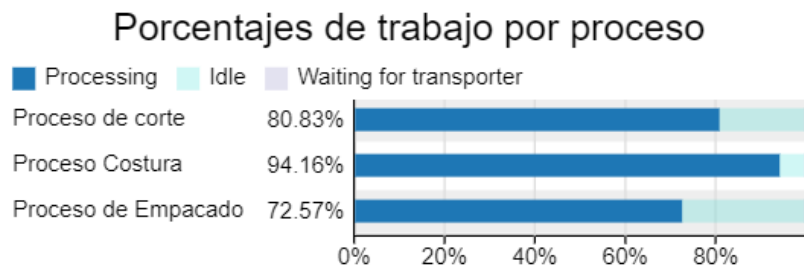


**Nota:** Capacidad de la máquina de costura referente a la producción de Conjuntos Impermeables; Elaborado por: Los autores, 2023.

En la siguiente figura se detalla el porcentaje por día de trabajo de cada proceso de la fábrica textil (corte, costura, almacenaje), laborando un total de 8 horas diarias durante 5 días a la semana.

**Figura 18**

*Representación porcentual de trabajo por proceso Conjuntos Impermeables*



**Nota:** Diagrama de barras porcentual de trabajo por proceso referente a la elaboración de Conjuntos Impermeables; Elaborado por: Los autores, 2023.

## 9. Conclusiones

A través de la resolución de los diferentes objetivos planteados en este trabajo de titulación enfocado en la distribución de planta para la elaboración de indumentaria de trabajo y su representación por simulación, se ha concluido que:

Un factor importante es diagnosticar los recursos disponibles con el fin de establecer la capacidad productiva de la planta, por ello se utilizó el método de las 6M obteniendo datos actuales sobre maquinaria, métodos de producción, mano de obra, materia prima, medio ambiente y costos, que establece un total de 27 965 dólares, permitiendo así conocer el estado actual de la empresa (véase tabla 10).

Para establecer la capacidad productiva de la planta se aplicó el método Westinghouse, este se basó en el levantamiento de tiempos para los principales procesos productivos de la empresa (corte, costura, almacenaje) en la elaboración de uniformes completos (chaqueta térmica, overol, conjunto impermeable). Después de haber obtenido dichos resultados junto con la calificación respectiva (véase tabla 13, 16, 19) se estableció la relación de la demanda con base en la capacidad productiva.

La planta productiva efectúa sus operaciones 5 días a la semana, en jornadas de 8 horas

diarias, a una eficiencia del 85%, actualmente cuenta con 1 operador fijo debido a la baja demanda de productos que recibe la empresa, lo cual establece una capacidad productiva de 3 overoles o 13 chaquetas térmicas o 2 conjuntos impermeables por día, fundamentado en el proceso de costura siendo este su cuello de botella, el cual marca el ritmo de producción (véase tabla 20), imposibilitando el cumplimiento de la demanda de 2400 overoles, 2400 chaquetas térmicas y 2400 conjuntos impermeables en un periodo de 6 meses de acuerdo a la distribución actual de la planta.

Para cumplir con la demanda se propuso el incremento de mano de obra en las distintas áreas productivas de la empresa: de 1 a 16 trabajadores para la confección de chaquetas térmicas y 20 para la elaboración de overoles y conjuntos impermeables (véase tabla 22, 23, 24), esto con el fin de producir 130 chaquetas térmicas o 45 overoles o 34 conjuntos impermeables por día, alcanzando así la demanda en el periodo establecido.

Para proponer un diseño de planta se requiere de metodologías de distribución como el cálculo orientativo de la superficie (véase tabla 26, 27, 28), mediante este se determinó el área necesaria para cumplir con la demanda estipulada, requiriendo de un mínimo de 39.40 m<sup>2</sup> en el área de corte, 66.94 m<sup>2</sup> para el área de costura y 29.40 m<sup>2</sup> para el área de almacenaje, dando de un total de 135.74 m<sup>2</sup> necesarios para la implementación de la nueva planta productiva (véase tabla 29).

Para ejecutar la demanda se estableció un orden en el sistema de producción, el cual permite la elaboración de 2400 chaquetas térmicas, posterior a esto 2400 overoles y finalmente 2400 conjuntos impermeables, los cuales deben ser entregados en un solo lote en un lapso de 6 meses, esto en concordancia a la matriz producto proceso y las características de volumen-variabilidad. La distribución de planta se enfocará a una producción en línea y por lotes, optimizando el uso de la maquinaria, mano de obra y tiempo.

Con base en el cuello de botella (proceso de costura) y en el cálculo de la capacidad productiva para cada elemento (véase figura 22, 23, 24), se representó la simulación de la propuesta de distribución de planta para la elaboración de uniformes completos, los cuales constan de: chaquetas térmicas, overoles, conjuntos impermeables (véase figura 10, 11, 12).

Mediante la simulación se representó el proceso productivo de cada elemento y así visualizar la capacidad de producción marcada por el proceso de costura (cuello de botella); además,

mediante un gráfico de barras se visualiza la producción diaria de cada producto (véase figura 13,15,17), en un lapso de 8 horas laborables.

En la representación gráfica de barras se determinó el porcentaje de ocupación de cada proceso en la fabricación de cada producto (véase figura 14, 16, 18), ratificando que el cuello de botella se mantiene en el proceso de costura, reduciendo el mismo y permitiendo cumplir con la demanda estipulada en el tiempo establecido.

De acuerdo a lo descrito, podemos concluir que mediante la implementación de la propuesta de distribución de planta, existirá un adecuado flujo de procesos y optimización de los recursos, fabricando productos de calidad a una velocidad óptima para cumplir con la demanda emitida por la compañía solicitante.

## 10. Recomendaciones

Según el análisis realizado en la empresa textil se recomienda:

- Realizar una clasificación de los moldes utilizados para el proceso de corte, con la finalidad de reducir tiempos de espera al iniciar las operaciones.
- Realizar un control de inventario periódico en un lapso de 6 meses para identificar los recursos disponibles en la empresa, cubriendo así las necesidades de cada proceso productivo.
- Implementar un control de calidad en la recepción de materia prima, así como en sus procesos, principalmente el cuello de botella.
- Designar un área para el almacenaje de desperdicios (retazos de tela), con la finalidad de cuidar el ambiente y fomentar el reciclaje.
- Designar un área para el almacenamiento del material utilizado para el proceso de costura, los cuales incluyen: carretes de hilos, agujas, tijeras, cintas térmicas, cintas métricas, etc. Con la finalidad de evitar aglomeraciones de dichos elementos en otras áreas dentro del proceso.
- Se recomienda realizar un estudio referente al proceso de costura con la finalidad de aumentar la capacidad del mismo y por ende el throughput de la organización sin modificar el sistema productivo propuesto.
- Se recomienda que el domicilio actual en donde se llevan a cabo las operaciones de la empresa sea adecuado y utilizado como oficinas administrativas.
- Se recomienda utilizar un área o terreno que cumpla con las necesidades de la nueva planta productiva, esto para la correcta disposición y distribución de los espacios presentes en la empresa.

## Referencias

- Aviles, E. (2019). *Diseño y distribución en planta para la empresa reencavi compañia anónima* (thesis).
- Basantes, A. (2019). *Layout del Área de producción para la optimización de la secuencia de trabajo en mao corporación impactex cia. ltda* (thesis).
- Bello, K. K. (2019). *Propuesta de redistribución de planta para mejorar la productividad de la constructora galilea sac* [thesis].
- Belloso, R. (2023). *cálculo de la capacidad de producción para la empresa saema"* (thesis).
- Caballero, P. (2016). *Distribución por posición fija*. [Recuperado de: [https://prezi.com/t4ta0qf1li\\_m/distribucion\\_por\\_posicion\\_fija/](https://prezi.com/t4ta0qf1li_m/distribucion_por_posicion_fija/); Accedido el : 08 de marzo del 2023].
- Casteñada, F. (2018). *Systematic layout planning (slp) de muther*. [Recuperado de: <https://floracastanedaegoavil.wordpress.com/2018/10/30/systematic-layout-planning-slp-de-muther/>; Accedido el: 20 de junio del 2023].
- Daválos, P., y Álamo, B. D. (2021). *Redistribución de planta para incrementar la productividad en el Área de producción de la empresa tamales doña rosa s.a.c cusco - 2019* (thesis).
- De La Oliva, R. A. (2020). *Redistribución de planta para mejorar la productividad en la empresa refrigeración del norte s.r.l.* [thesis].
- Equipo editorial Etecé. (2023). *Flujograma*. [Recuperado de: <https://concepto.de/flujograma/>; Accedido el: 30 de abril del 2023].
- Flores, M. (2023). *Distribución orientada al proceso: ejemplo, ventajas y desventajas*. [Recuperado de: <https://www.beetrack.com/es/blog/distribucion-orientada-al-proceso/>; Accedido el: 08 de marzo del 2023].
- García, J. (2020). *Distribución en planta*. [Recuperado de: <https://riunet.upv.es/handle/10251/152734>; Accedido el: 23 de febrero del 2023].
- Heredia, M. D., y Rafael, C. A. (2020). *Distribución de planta para incrementar la productividad de la empresa constructora carped s.a.c., los olivos, 2020* [thesis].
- López, B. (2022). *Estudio de tiempos*. [Recuperado de: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/que-es-el-estudio-de-tiempos/>; Accedido el: 13 de marzo del 2023].
- Melina, P. (2021). *¿qué es el análisis de la demanda y cómo hacer?* [Recuperado de: <https://rockcontent.com/es/blog/analisis-de-la-demanda/>; Accedido el: 20 de junio del 2023].
- Miñana, (2011). *Control de los procesos*. [Recuperado

- de:<https://www.eoi.es/blogs/20calidad/2012/01/26/control-de-los-procesos-2/>;  
Accedido el: 13 de marzo del 2023].
- Moraleda, M., Alfonso Cala. (2016). *Métodos de simulación y modelado* (Tesis de Master no publicada).
- Muñoz, M. (2004). *Diseño de distribución en planta de una empresa textil*. [Recuperado de: <https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/ingenie/munozcm/munoz.pdf>].
- Nanot, R. (2022). *Distribución por producto, claves y desventajas*. [Recuperado <https://www.internacionalmente.com/distribucion-por-producto/>; Accedido el: 23 de febrero del 2023].
- Orellana, D. (2023). *Distribución orientada al proceso: ¿qué es? características y ventajas*. [Recuperado de: <https://www.transeop.com/blog/distribucion-orientada-al-proceso-que-es-caracteristicas-ventajas/1478/>; Accedido el: 08 de marzo del 2023].
- Orozco, E. (2019). *Diseño y distribución de instalaciones industriales apoyado en el uso de la simulación de procesos*. [Recuperado de: <https://revistas.unisimon.edu.co/index.php/innovacioning/article/view/2066/1958> ; Accedido el: 13 de marzo del 2023].
- Prado, O., y Anthony, D. (2022). *Systematic layout planning para mejorar la productividad en el área de producción de una empresa textil* (thesis).
- Ruiz, A. (2019). *Qué es el pronóstico de la demanda*. [Recuperado de: <https://www.foreplanner.com/que-es-el-pronostico-de-la-demanda/>; Accedido el: 13 de marzo del 2023].
- Salas, J. (1998). *Distribución funcional o por proceso*. [Recuperado de: <https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/indata/v01n2/tipos.htm>; Accedido el : 23 de febrero del 2023].
- Salazar, B. (2023). *Métodos de distribución y redistribución en planta*. [Recuperado de: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/disenio-y-distribucion-en-planta/metodos-de-distribucion-y-redistribucion-en-planta/>; Accedido el: 30 de abril del 2023].
- Santillán, B. (2015). *Sistema westinghouse*. [Recuperado de: <http://ingeniero-brenda-santillan.blogspot.com/2015/09/sistema-westinghouse.html>; Accedido el: 20 de junio del 2023].
- Sauñe, C., y Romero, L. (2020). *Distribución de planta para mejorar la productividad en la empresa textil arsein Perú s.a.c., san martin de porres-lima* (thesis).
- Sotero, P. (2016). "beneficios y objetivos de una correcta distribución en planta". <https://persocerramiento.wordpress.com/2016/01/11/beneficios-y-objetivos-de-una->

correcta-distribucion-en-planta/.

Torres, K. J., y Flórez, L. S. (2020). *Metodología slp para la distribución en planta de empresas productoras de guadua laminada encolada (glg)* (Vol. 25). Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Valda, J. (2011). *Las 5“m” como método para localizar la causa raíz de un problema*. Recuperado de:<https://www.grandespymes.com.ar/2011/04/08/las-5-m-como-metodo-para-localizar-la-causa-raiz-de-un-problema/>; Accedido el: 29 de mayo del 2023.

Veloz, J. A., Vásquez, M. H., y Arrascue, M. A. (2020). *Mejora de distribución de planta, para incrementar la productividad, en la empresa timones hidráulicos veloz de la ciudad de trujillo* (Vol. 7). Rev. Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación.



# **ANEXOS**

# Anexo A: Matriz de Consistencia Lógica

Tabla 35

Matriz de consistencia.

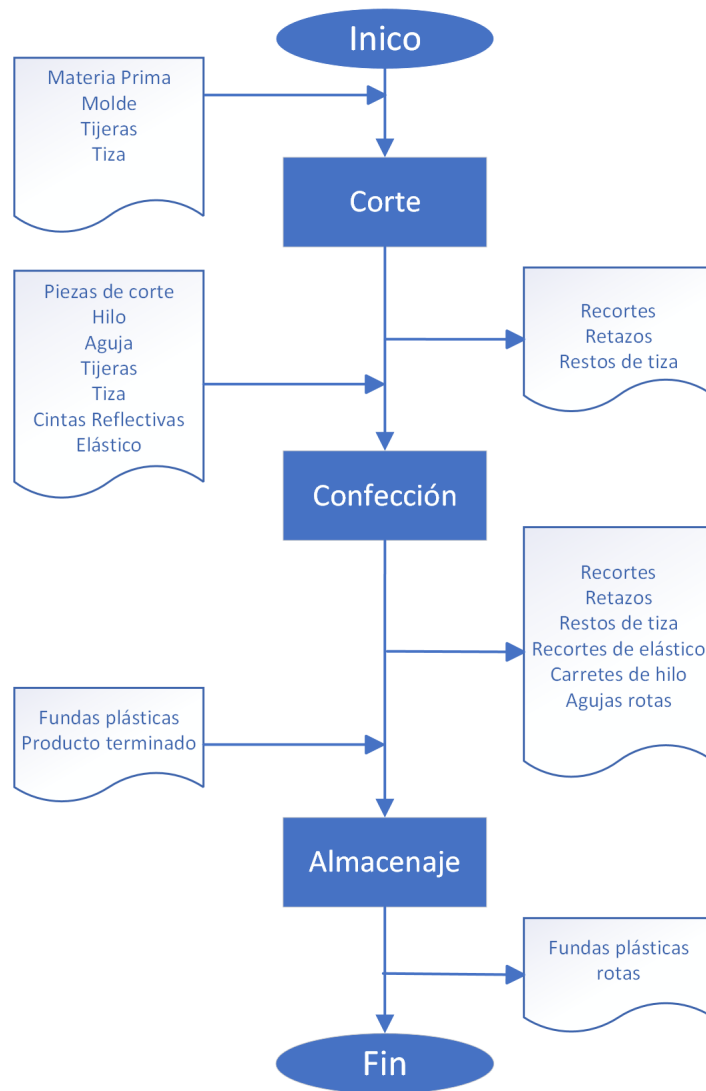
Matriz de consistencia lógica					
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General			
¿Es posible representar por simulación la nueva propuesta de distribución de planta para la empresa de confección textil?	Representar mediante simulación la propuesta de distribución de planta para la empresa de confección textil dedicada a la fabricación de indumentaria de trabajo.	Se propondrá la distribución de planta mediante representación por simulación para la nueva planta productiva de la empresa de confección textil.			
Problemas específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis específicas	Variables	Marco teórico	Actividades
¿Es posible diagnosticar los factores productivos de la empresa de confección textil, que permita responder a la elaboración de indumentaria de trabajo?	Diagnosticar los recursos disponibles y establecer la capacidad productiva de la planta con la finalidad de responder a la demanda de indumentaria de trabajo.	Se realizará un levantamiento de recursos disponibles para establecer la capacidad productiva con el fin de responder a la demanda de indumentaria de trabajo.	V.I: Factores de producción. V.D: Capacidad productiva.	Textil	1. Establecer las medidas físicas de las áreas actuales de la planta. 2. Establecer la demanda de producción para la empresa. 3. Determinar el flujograma actual de la elaboración de los principales productos. 4. Establecer los tiempos de producción en los puestos de trabajo y los tiempos de traslado del producto semi elaborado.
¿Es factible proponer un diseño de planta a través de metodologías de distribución para la elaboración de indumentaria de trabajo?	Proponer un diseño de planta a través de metodologías de distribución para la fabricación de indumentaria de trabajo.	Se propondrá un diseño de planta a través de metodologías de distribución para la elaboración de indumentaria de trabajo.	V.I: Especificaciones técnicas de área, métodos de fabricación. V.D: Distribución de planta.	Distribución de planta	1. Revisar la normativa nacional en seguridad industrial. 2. Establecer las áreas de funcionamiento u operaciones de la empresa. 3. Acoplar las áreas de funcionamiento de acuerdo al espacio disponible. 4. Realizar los planos en software especializado de dibujo.
¿Es posible representar mediante simulación por software especializado la propuesta de distribución de planta para la empresa de confección textil?	Representar mediante simulación la propuesta de distribución de planta para la empresa de confección textil mediante software especializado.	Se propondrá mediante simulación por software especializado la propuesta de distribución de planta para la empresa de confección textil.	V.I: Métodos y tipos de distribución, máquinas, comportamiento de los procesos, distancia entre máquinas, tiempos y capacidades. V.D: Representación por simulación.	Modelado y simulación	3. Representar mediante simulación. 4. Definición del problema y planificación del proyecto 5. Definición del sistema y elaboración del modelo. 6. Diseño. 7. Datos de entrada. 8. Traducción del modelo. 9. Verificación y validación del modelo. 10. Experimentación y análisis de los resultados. 11. Determinar la mejora conseguida mediante la representación de simulación en el área de producción de la empresa.

**Nota:** Matriz de consistencia; Elaborada por: Los Autores, 2023.

## Anexo B: Flujogramas de proceso

Figura 19

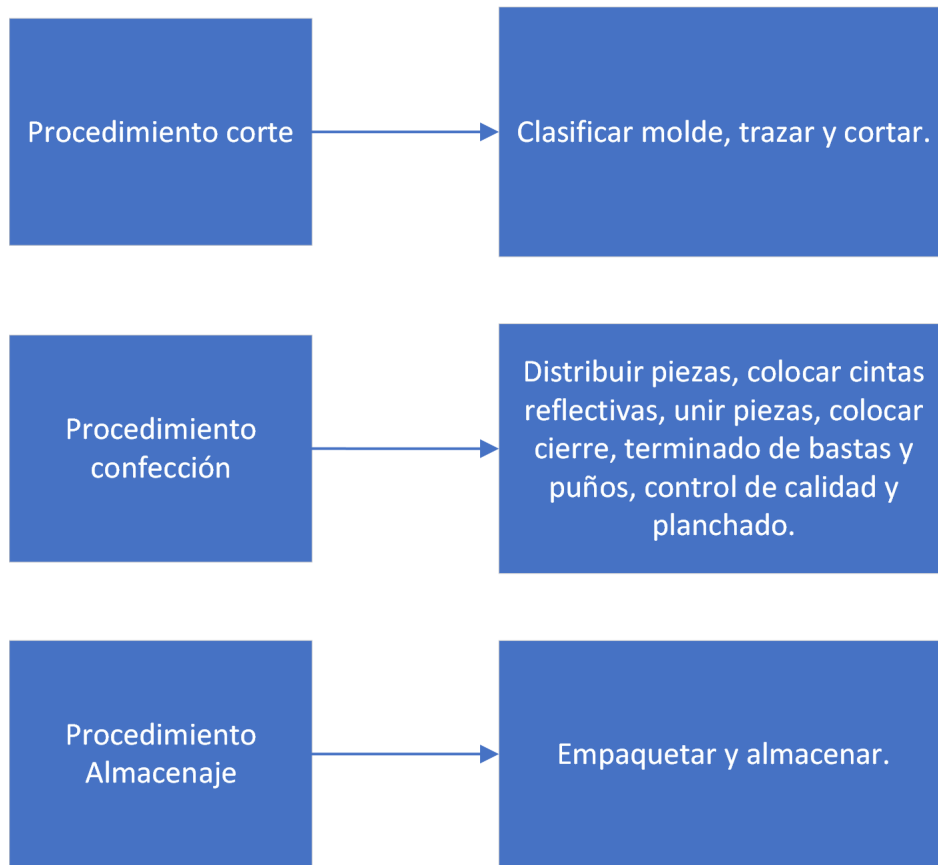
*Flujograma proceso productivo Overol*



**Nota:** Diagrama de flujo; Elaborado por: Los Autores, 2023.

**Figura 20**

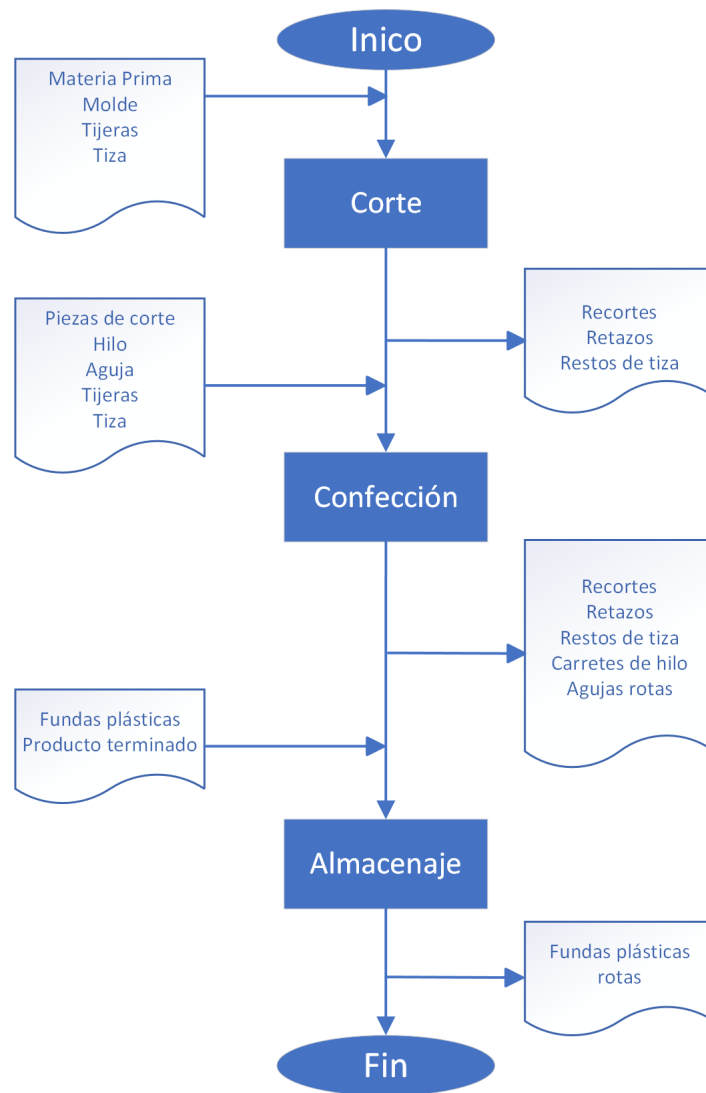
*Procedimiento proceso productivo Overol*



**Nota:** Procedimiento; Elaborado por: Los Autores, 2023.

**Figura 21**

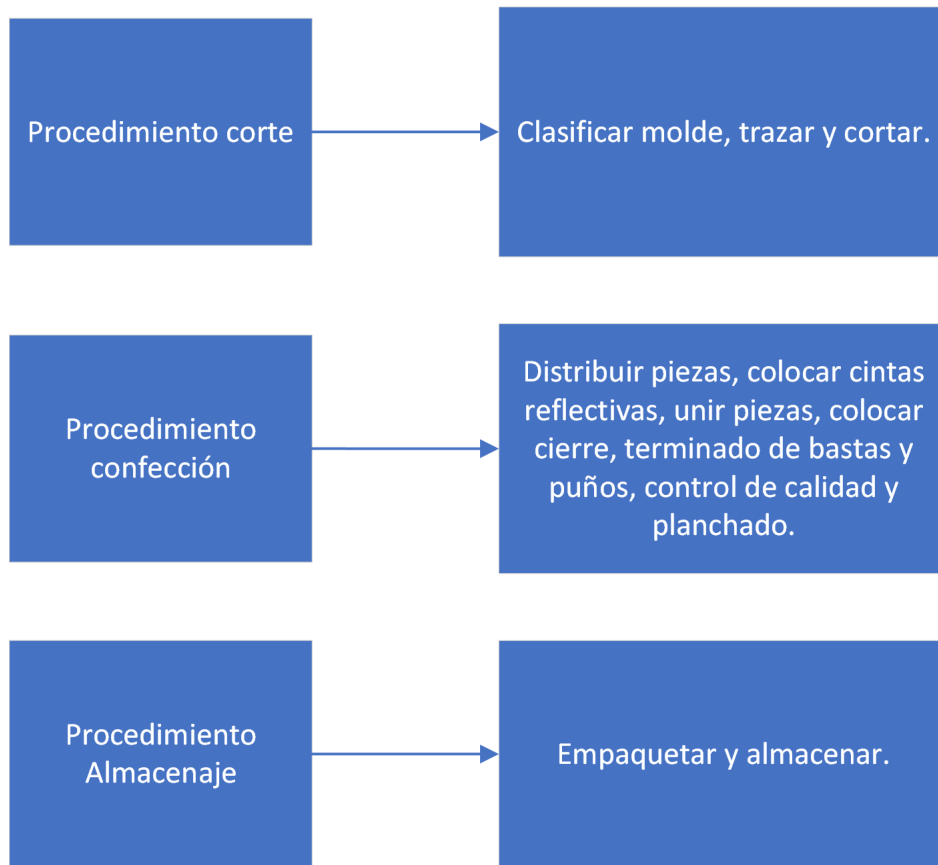
*Flujograma proceso productivo Chaqueta Térmica*



**Nota:** Diagrama de flujo; Elaborado por: Los Autores, 2023.

**Figura 22**

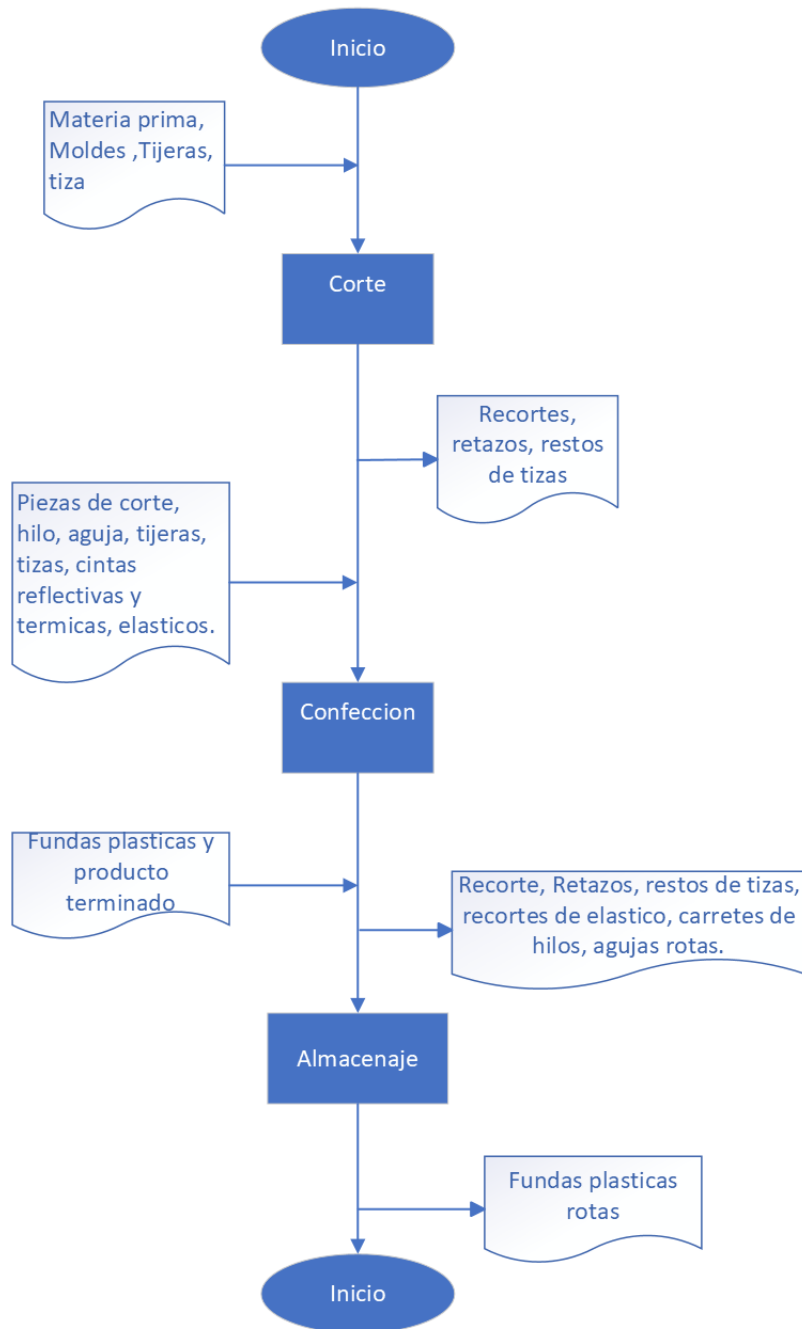
*Procedimiento proceso productivo Chaqueta Térmica*



**Nota:** Procedimiento; Elaborado por: Los Autores, 2023.

**Figura 23**

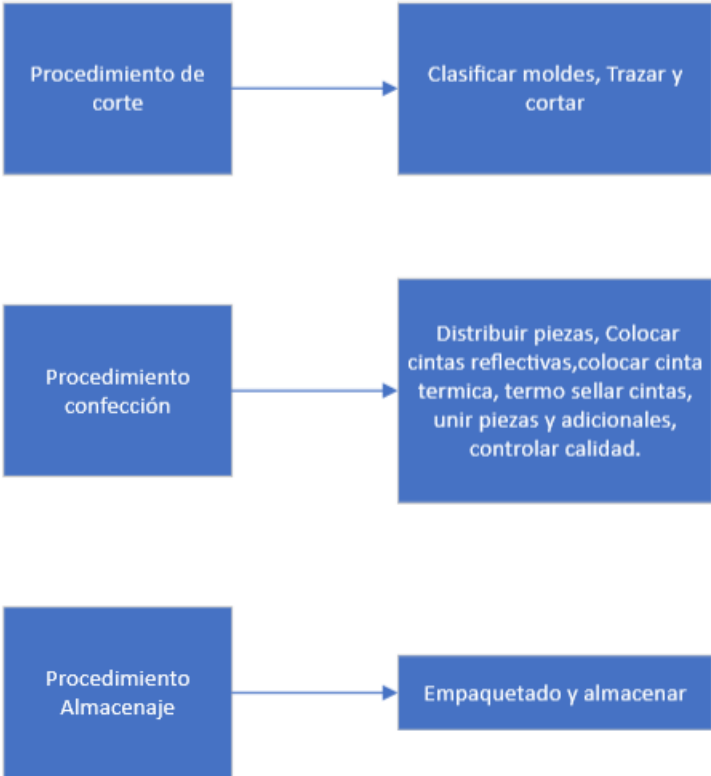
*Flujograma proceso productivo Chaqueta y Pantalón Impermeable.*



**Nota:** Se puede observar el diagrama de flujo productivo Casaca y pantalón impermeable.

**Figura 24**

*Procedimiento proceso productivo Chaqueta y Pantalón Impermeable.*



**Nota:** Procedimiento; Elaborado por: Los Autores, 2023.