



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**TEMA:**

**“DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA PARA LA LÍNEA DE  
PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA TEJIDOS MARKO’S”**

**AUTOR: OSCAR VLADIMIR CALDERÓN TORRES**

**DIRECTOR: ING. YAKCLEEM MONTERO SANTOS MSC.**

**IBARRA – ECUADOR**

**2018**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN**  
**A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>	
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	100382497-4
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	OSCAR VLADIMIR CALDERÓN TORRES
<b>DIRECCIÓN:</b>	OLMEDO Y MEJÍA – IBARRA
<b>EMAIL:</b>	<a href="mailto:ovcalderont@utn.edu.ec">ovcalderont@utn.edu.ec</a>
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	06 2952 554
<b>TELÉFONO MOVIL:</b>	099 234 5286

<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>TÍTULO</b>	“DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA TEJIDOS MARKO’S”
<b>AUTOR</b>	OSCAR VLADIMIR CALDERÓN TORRES
<b>FECHA</b>	ABRIL 2018
<b>PROGRAMA</b>	PREGRADO
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA</b>	INGENIERO INDUSTRIAL
<b>ASESOR/DIRECTOR</b>	ING. YAKCLEEM MONTERO SANTOS MSC.


## 2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Oscar Vladimir Calderón Torres, con cédula de identidad Nro. 100382497-4, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

## 3. CONSTANCIA

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

### EL AUTOR:



.....

Firma

Nombre: Oscar Vladimir Calderón Torres

Cedula: 100382497-4

Ibarra, abril del 2018



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO A FAVOR DE LA**  
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, Oscar Vladimir Calderón Torres, con cédula de identidad Nro. 100382497-4, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: “DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA TEJIDOS MARKO’S”, que ha sido desarrollado para optar por el título de: INGENIERO INDUSTRIAL en la Universidad Técnica del Norte, quedando la universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Firma

Nombre: Oscar Vladimir Calderón Torres

Cedula: 100382497-4

Ibarra, abril del 2018



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**DECLARACIÓN**

Yo, Oscar Vladimir Calderón Torres declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica del Norte puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Oscar Calderón Torres', is written over a horizontal dotted line.

.....

Firma

Nombre: Oscar Vladimir Calderón Torres

Cedula: 100382497-4

Ibarra, abril del 2018



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CERTIFICACIÓN**

Ing. Yackleem Montero Santos Director de Trabajo de Grado desarrollado por el señor estudiante Oscar Vladimir Calderón Torres.

**CERTIFICA**

Que, el Proyecto de Trabajo de grado titulado “Diseño de la distribución en planta para la línea de producción en la empresa Tejidos Marko’s”, ha sido elaborada en su totalidad por el señor estudiante Oscar Vladimir Calderón Torres bajo mi dirección, para la obtención del título de Ingeniero Industrial. Luego de ser revisada, considerando que se encuentra concluido y cumple con las exigencias y requisitos académicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Industrial, autoriza su presentación y defensa para que pueda ser juzgado por el tribunal correspondiente.

.....  
Ing. Yackleem Montero Santos MSc.

**DIRECTOR DE TESIS**

**DEDICATORIA**

*A mis amados padres Lyliana y Oscar, sin los cuales no habría podido lograr todo esto.*

*A mis queridos hermanos Fernanda y Alberto, por enseñarme que siempre podremos salir adelante si estamos unidos en familia.*

*Oscar Vladimir Calderón Torres*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco principalmente a mis padres quienes me han brindado su apoyo incondicional y han sido un sustento durante toda mi vida. A mi padre que me ha enseñado la importancia de la humildad y sencillez. A mi madre que siempre ha estado conmigo y me ha motivado a ser una mejor persona. A mis hermanos los cuales me han brindado su apoyo y me han dado sus consejos.

A la Universidad Técnica del Norte y a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas por haberme permitido formar en sus aulas, a los ingenieros por sus enseñanzas y experiencias en esta etapa de formación universitaria, en especial a mi tutor Yackleem por compartirme sus conocimientos y ayudarme en el desarrollo de la tesis. También a Tejidos Marko's por haberme permitido desarrollar el presente trabajo en su empresa. Y a todas las personas con las que he compartido momentos en el transcurso de la carrera.

*Oscar Vladimir Calderón Torres*



## RESUMEN

El presente trabajo de titulación fue realizado en la empresa Tejidos Marko's, su principal objetivo fue el de diseñar la distribución en planta para un área específica de la línea de producción, aplicando métodos de distribución en planta. El proyecto inició con la descripción de los fundamentos teóricos que se utilizaron para poder sustentar la investigación, a continuación, se procedió a realizar el diagnóstico del sistema productivo donde se examinó el flujo de materiales y se visualizó la distribución en planta existente. Se crearon alternativas de solución y se planteó una solución de distribución en planta factible mediante la aplicación de la Planeación Sistemática de Distribución en Planta; con la finalidad de contrastar la solución antes obtenida, se aplicaron los métodos cuantitativos: Computer Relative Allocation of Facilities Technique y CORELAP. Además, se propuso una solución final de distribución en planta donde se concibe la organización de los departamentos de trabajo, con un flujo de producción de tipo U.

## **ABSTRACT**

This research took place at the “Tejidos Marko's” company, its primary object was to design a layout for a specific area of production line, applying methods of layout. The project began with the description of basic theories which were used to enable maintaining the research, continuing realizing diagnosing the production system where the flow of materials was examined and the current layout was observed. Alternative solutions were created and a practicable solution for the layout was established by using Systematic Layout Planning; in order to test the solution mentioned above, the quantitative methods called Computer Relative Allocation of Facilities Technique and CORELAP were applied. Furthermore, a final solution for the layout was proposed in which the organization of two working departments was designed with a production flow of the U-type.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN .....	I
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE .....	III
DECLARACIÓN .....	IV
CERTIFICACIÓN .....	V
DEDICATORIA .....	VI
AGRADECIMIENTO .....	VII
RESUMEN .....	VIII
ABSTRACT.....	IX
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	X
ÍNDICE DE TABLAS .....	XII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
1. GENERALIDADES .....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
1.2. OBJETIVOS.....	2
1.2.1. OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	2
1.3. ALCANCE .....	2
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	3
2. MARCO TEÓRICO .....	5
2.1. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA .....	5
2.1.1. PRINCIPIOS DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.....	6
2.1.2. FACTORES QUE AFECTAN LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.....	9
2.2. TIPOS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA .....	11
2.2.1. Distribución en posición fija.....	13
2.2.2. Distribución por procesos .....	12
2.2.3. Distribución por producto para la fabricación continua .....	12
2.3. MÉTODOS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.....	13
2.3.1. PLANEACIÓN SISTEMÁTICA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA (SLP) .	13

2.3.2.	CRAFT.....	20
2.3.3.	ALDEP.....	22
2.3.4.	CORELAP .....	23
2.4.	SEGURIDAD ESTRUCTURAL .....	23
3.	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA “TEJIDOS MARKO’S” .....	25
3.1.	CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA .....	25
3.1.1.	MISIÓN .....	25
3.1.2.	VISIÓN .....	25
3.1.3.	ESTRUCTURA ORGANIZATIVA.....	26
3.1.4.	MAQUINARIA .....	27
3.1.5.	ANÁLISIS FODA .....	28
3.1.6.	DIAGRAMA SIPOC .....	31
3.1.7.	DISTRIBUCIÓN EN PLANTA ACTUAL .....	33
4.	DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN .....	36
4.1.	PLANEACIÓN SISTEMÁTICA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA (SLP).....	36
4.1.1.	FASE DE DEFINICIÓN / CUANTIFICACIÓN .....	36
4.1.2.	FASE DE ANÁLISIS .....	37
4.1.3.	FASE DE SÍNTESIS .....	45
4.1.4.	FASE DE EVALUACIÓN Y SELECCIÓN .....	49
4.2.	SOLUCIÓN CRAFT .....	50
4.3.	SOLUCIÓN CORELAP .....	51
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	56
5.1.	CONCLUSIONES .....	56
5.2.	RECOMENDACIONES .....	57
	BIBLIOGRAFÍA .....	58
	ANEXOS .....	60

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 2.1: Códigos y tipos de relaciones .....	17
Tabla 2.2: Códigos y motivos de las relaciones.....	18
Tabla 2.3: Pautas para la representación de proximidad.....	18
Tabla 3.1: Maquinaria.....	28
Tabla 3.2: Análisis FODA .....	28
Tabla 3.3: Posición estratégica .....	29
Tabla 3.4: Análisis de posición DAFO .....	30
Tabla 3.5: Matriz de estrategias .....	31
Tabla 4.1: Cálculo de espacios.....	41
Tabla 4.2: Dimensiones departamentos .....	42
Tabla 4.3: Códigos y motivos de las relaciones.....	43
Tabla 4.4: Análisis de las distintas alternativas de distribución en planta.....	49
Tabla 4.5: Datos de Matriz From–To .....	50

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Necesidades de distribución .....	6
Figura 2.2: Flujo de materiales .....	8
Figura 2.3: Esquema SLP .....	15
Figura 2.4: Análisis P-Q .....	16
Figura 2.5: Diagrama relacional de las actividades .....	17
Figura 2.6: Diagrama relacional de espacios .....	19
Figura 2.7: Iteración del método CRAFT .....	21
Figura 2.8: Esquema de barrido en el que se basa el programa ALDEP .....	22
Figura 2.9: Ejemplo de distribución obtenida a partir del método CORELAP .....	23
Figura 3.1: Organigrama Estructural .....	27
Figura 3.2: Posición estratégica actual.....	30
Figura 3.3: Diagrama SIPOC .....	32
Figura 3.4: Layout Planta Baja .....	33
Figura 3.5: Layout Subterráneo .....	34
Figura 3.6: Layout Segunda Planta.....	35
Figura 4.1: Histograma de productos.....	36
Figura 4.2: Clasificación ABC.....	37
Figura 4.3: Diagrama de flujo.....	38
Figura 4.4: Relación entre actividades.....	43
Figura 4.5: Diagrama relacional de actividades.....	44
Figura 4.6: Diagrama relacional de espacios .....	45
Figura 4.7: Primera solución de distribución en planta .....	47
Figura 4.8: Segunda solución de distribución en planta .....	48
Figura 4.9: Solución final de distribución en planta .....	53

## **CAPÍTULO I**

### **1. GENERALIDADES**

#### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La empresa Tejidos Marko's se dedica a confeccionar prendas hechas a base de lana como sacos, chalecos, ponchos, blusas para mujer. Está enfocada en cumplir estándares de calidad con el fin de satisfacer la demanda de sus clientes. La fábrica y su almacén se encuentran ubicados en la ciudad de Atuntaqui en la Avenida Rocafuerte y Panamericana Norte.

Mediante observación directa y analizando el proceso productivo se pudo evidenciar que existe demoras en el transporte del objeto de trabajo debido a que los departamentos no se encuentran distribuidos de manera secuencial. También se identificó que existen dos centros de trabajo para realizar las mismas operaciones de confección y además uno de los centros de trabajo muestra congestión en los pasillos. Los espacios de trabajo no cumplen con las dimensiones establecidas en la reglamentación y que presenta acumulaciones de producto en proceso. Por las razones antes mencionadas se deduce que el diseño de infraestructura es inadecuado ya que no cumple con los principios de distribución en planta, teniendo así un problema con la organización de instalaciones.

El dueño de la empresa consiente de la situación actual evidenció la necesidad de crear nuevas instalaciones para lo cual cuenta con dos plantas para ubicar las distintas áreas de producción. Teniendo en cuenta la gran importancia de organizar los lugares de trabajo es necesario diseñar la distribución en planta para el área solicitada por el propietario que es en la línea de producción desde planchado hasta el empacado a ubicarse en la segunda planta de las nuevas instalaciones.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. OBJETIVO GENERAL**

Diseñar la distribución en planta en la línea de producción, desde planchado hasta empacado para las nuevas instalaciones de la empresa Tejidos Marko's, aplicando métodos de distribución en planta.

### **1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un estudio bibliográfico acerca de los métodos de distribución en planta más empleados en la actualidad.
- Diagnosticar la situación actual del recorrido del objeto de trabajo en la línea de producción de la empresa objeto de estudio.
- Diseñar la distribución en planta para la línea de producción desde planchado hasta empacado que optimice el área escogida como objeto de estudio, sobre la base de los métodos escogidos.

## **1.3. ALCANCE**

El alcance de la presente investigación es diseñar la distribución en planta para la línea de producción desde planchado hasta empacado en las nuevas instalaciones de la empresa Tejidos Marko's, lo cual permitirá organizar el proceso productivo.

Se realizará un estudio bibliográfico acerca de los métodos de distribución en planta más empleados en la actualidad. Luego de esto se desarrollará el diagnóstico de la situación actual de la empresa, específicamente el proceso productivo y la distribución en planta inicial. Para finalizar se generará una propuesta de diseño de distribución en planta factible para la línea de producción desde planchado hasta empacado.



## 1.4. JUSTIFICACIÓN

La distribución en planta es una parte esencial dentro del diseño de la planta de una empresa ya que determina la ubicación de los departamentos, los lugares de trabajo del área de producción, la ubicación de las máquinas y de los lugares de almacenamiento. Las asignaciones de los espacios correspondientes al área de producción se realizan en base a las relaciones existentes entre áreas y al flujo productivo.

Los intentos por establecer una metodología que permitiera afrontar el problema de la distribución en planta de manera ordenada comienzan en la década de los 50 del siglo pasado. Sin embargo, es Muther en 1961 el primero en desarrollar un procedimiento verdaderamente sistemático, el Systematic Layout Planning (SLP), que establece una metodología aplicable a la resolución del problema independientemente de su naturaleza. (Salas Bacalla, Leyva, & Mauricio, 2013)

Dentro del proceso de organización racional de la producción que se impone en nuestros mercados para lograr calidades y precios competitivos, ocupa un lugar destacado la distribución en planta. Porque, esencialmente, tiende a evitar gastos innecesarios de mano de obra y de espacio. (Muther, 1981)

Por ende, la presente investigación tiene como objetivo diseñar la distribución en planta para la línea de producción desde planchado hasta empacado en la empresa Tejidos Marko's, aplicando métodos de distribución en planta. El presente trabajo de titulación se encuentra alineado al Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 – Toda una vida.

**Eje 2:** Economía al servicio de la sociedad.

El sistema económico actual debe estar al servicio de la sociedad, es así como nuestro sistema económico es una economía social y solidaria. Dentro de este sistema económico interactúan los subsistemas de la economía pública, privada, popular y solidaria. La interacción de estos subsistemas es de gran importancia y requieren incentivos, regulaciones y políticas que promuevan la productividad y la competitividad. Se procura proteger la sustentabilidad ambiental y el crecimiento económico inclusivo con procesos redistributivos en los que se subraye la corresponsabilidad social. En consecuencia, es necesario trabajar con dedicación

especial en el desarrollo de capacidades productivas y del entorno para conseguir el Buen Vivir Rural.

Tales análisis son traducidos en forma de políticas y lineamientos estratégicos en el Plan Nacional de desarrollo 2017-2021, específicamente en sus Objetivos 4 y 5 dirigidos a “Consolidar la sostenibilidad del sistema económico social y solidario, y afianzar la dolarización” y a “Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible de manera redistributiva y solidaria”, respectivamente. Dentro de las políticas y lineamientos directamente relacionados con el tema del presente proyecto están los siguientes:

Objetivo 4.7: Incentivar la inversión privada nacional y extranjera de largo plazo, generadora de empleo y transferencia tecnológica, intensiva en componente nacional y con producción limpia; en sus diversos esquemas, incluyendo mecanismos de asociatividad y alianzas público-privadas, con una regulación previsible y simplificada.

Objetivo 5.1: Generar trabajo y empleo dignos fomentando el aprovechamiento de las infraestructuras construidas y las capacidades instaladas.

Objetivo 5.2: Promover la productividad, competitividad y calidad de los productos nacionales, como también la disponibilidad de servicios conexos y otros insumos, para generar valor agregado y procesos de industrialización en los sectores productivos con enfoque a satisfacer la demanda nacional y de exportación. (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2017)

Estas políticas y lineamientos deben ser adaptados a cada una de las Zonas de Desarrollo del país en aras de construir zonas más competitivas, más equitativas y con mayores oportunidades en los mercados internos y externos. Centrándose en aquellos recursos locales sobre los que se basa una producción genuina del territorio.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Muther (1981) el primero en desarrollar el proceso de organización de instalaciones da un significado al termino distribución en planta:

La distribución en planta implica la ordenación física de los elementos industriales. Esta ordenación, ya practicada o en proyecto, incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios, como el equipo de trabajo y el personal de taller. (p.1)

Palacios Acero (2009) describe la distribución en planta como: “El proceso de ordenamiento físico de los espacios necesarios para el equipo de producción, los materiales, el movimiento y almacenamiento tanto de los materiales como de los productos terminados y el trabajo del personal, de modo que constituyan un sistema productivo capaz de alcanzar los objetivos fijados de la forma más adecuada y eficiente posible” (p.130).

García Criollo (2005) explica la distribución de planta como: “la colocación física ordenada de los medios industriales, tales como maquinaria, equipo, trabajadores, espacios requeridos para el movimiento de materiales y su almacenaje, además de conservar el espacio necesario para la mano de obra indirecta, servicios auxiliares y los beneficios correspondientes” (p.144).

Platas García & Cervantes Valencia (2014) definen la distribución en planta como:

La técnica de ingeniería industrial que estudia la colocación física ordenada de los métodos industriales, como el movimiento de materiales, equipo, trabajadores, espacio requerido para el movimiento de materiales y su almacenamiento, además del espacio necesario para la mano de obra indirecta y todas las actividades o servicios, así como el equipo de trabajo y personal de taller. (p.66)

En general, la distribución en planta es importante dentro de una organización ya que por medio de ella se logra un adecuado orden de las áreas de trabajo y de los equipos, ayudando a minimizar tiempos de transporte, gastos innecesarios de espacio y de mano de obra.

Palacios Acero (2009) plantea las necesidades de la distribución en planta mostradas en la figura 2.1.



**Figura 2.1:** Necesidades de distribución

**Fuente:** (Palacios Acero, 2009)

Una buena distribución en planta es importante porque evita fracasos productivos y financieros, contribuyendo a un mejoramiento continuo en los procesos, tanto en las empresas industriales, así como en las de servicios.

### **2.1.1. PRINCIPIOS DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA**

La instalación de una fábrica es una combinación de objetivos y consideraciones; su planificación se apoya en el compromiso de obtener muchos y variados beneficios de considerar ciertas limitaciones que, a su vez son modificadas con el tiempo, según su grado de

importancia. Quien planifica una planta, al realizar la distribución de esta, se centra en ciertos principios:

- ***Integración de conjunto.*** La mejor distribución es la que integra a los hombres, los materiales, la maquinaria, las actividades auxiliares, así como cualquier otro factor de modo que resulte el compromiso mejor entre todas esas partes.
- ***Mínima distancia recorrida.*** A igualdad de condiciones, es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material entre operaciones sea la más corta.
- ***Flujo de materiales.*** En igualdad de condiciones, es mejor aquella distribución que ordene las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso esté en el mismo orden o secuencia en que se transforman, tratan o montan los materiales.
- ***Espacio cúbico.*** La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto en vertical como en horizontal.
- ***Satisfacción y seguridad.*** A igualdad de condiciones, será siempre más efectiva la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los productores.
- ***Flexibilidad.*** A igualdad de condiciones siempre será más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada, con menos costo e inconvenientes.
- ***Orden.*** La secuencia necesaria para que el flujo de material sea lógico y las áreas de trabajo estén limpias, que cuenten con el equipo adecuado para el desecho, la basura y los desperdicios. (Muther, 1981)

Los requisitos básicos de toda distribución incluyen la capacidad de fabricar el producto necesario en la cantidad adecuada y con la calidad apropiada. (Palacios Acero, 2009)

Muther (1981) menciona que la naturaleza de los problemas de distribución en planta, pueden ser de cuatro clases:

1. *Proyecto de una planta completamente nueva.* Aquí se trata de ordenar todos los medios de producción e instalaciones para que trabajen como conjunto integrado. Este caso de distribución en planta se suele dar solamente cuando la compañía inicia un nuevo tipo de producción o cuando se traslada a una nueva área.
2. *Expansión o traslado a una planta ya existente.* En este caso, el trabajo es también de importancia, pero los edificio y servicios ya están allí limitando la libertad de acción del ingeniero de distribución.
3. *Reordenación de una distribución ya existente.* Es también una buena ocasión para adoptar métodos y equipos nuevos y eficientes, el ingeniero debe tratar de conseguir que su distribución sea un conjunto integrado.
4. *Ajustes menores en distribuciones ya existentes.* Este tipo de problema se presenta principalmente, cuando varían las condiciones de operación, cómo, por ejemplo: los ingenieros varían el diseño de ciertas piezas; la administración emprende la fabricación de un producto adicional; el control de materiales desea un transportador diferente.

Platas García & Cervantes Valencia (2014) clasifican el flujo de materiales de la siguiente manera:



**Figura 2.2:** Flujo de materiales

**Fuente:** (Platas García & Cervantes Valencia, 2014)

- **Recta.** Entra por un extremo y sale por el otro, por lo general los materiales moviéndose en forma directa.

- Flujo en forma de U o circular. Los materiales, los accesorios y el equipo móvil de manejo vuelven al punto de partida, con la entrada (recepción) y la salida (envió) en el mismo pasillo y con el uso de las mismas puertas de muelle.
- Flujo en forma de L. entra por un lado y sale por el extremo, o bien entra por el extremo y sale, por un lado, considerando lugar para el congestionamiento o las restricciones en las áreas externas o circundantes.
- Flujo de peine o columna vertebral. El peine con un punto de reunión central o el peine de espalda con espalda o flujo flexible de dos sentidos ayuda a las secuencias de operaciones ya sean estas cambiantes o irregulares. (p.89)

### **2.1.2. FACTORES QUE AFECTAN LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA**

Según Muther (1981) existen ocho factores que tienen influencia sobre cualquier distribución:

1. *Factor material*, incluyendo diseño, variedad, cantidad, operaciones necesarias y su secuencia.
2. *Factor maquinaria*, abarcando equipo de producción y herramientas, y su utilización.
3. *Factor hombre*, involucrando la supervisión y los servicios auxiliares, al mismo tiempo que la mano de obra directa.
4. *Factor movimiento*, englobando transporte inter o intradepartamental, así como manejo en las diversas operaciones, almacenamientos e inspecciones.
5. *Factor espera*, incluyendo los almacenamientos temporales y permanentes, así como las esperas.
6. *Factor servicio*, cubriendo el mantenimiento, inspección, control de desperdicios, programación y lanzamiento.

7. *Factor edificio*, comprendiendo los elementos y particularidades interiores y exteriores del mismo, así como la distribución y equipo de las instalaciones.
8. *Factor cambio*, teniendo en cuenta la versatilidad, flexibilidad y expansión.

## **2.2. TIPOS DE FLUJOS DE PRODUCTOS**

Según Schroeder (2011) existen cinco tipos flujos de productos: proceso, continuo, línea de ensamble, lote, taller de trabajo y proyectos. En la manufactura, el flujo del producto es el mismo que el de materiales ya que ambos están procesando el producto.

### **2.2.1. PROCESOS CONTINUOS**

La producción continua se refiere a las industrias de procesos como el azúcar, el papel, el petróleo y la electricidad; aquí, la producción se realiza de manera continua y tiende a estar altamente estandarizada con volúmenes de producción muy grandes. Con frecuencia, los productos que resultan de flujos continuos son líquidos o semisólidos, que pueden bombearse o que fluyen de una operación a otra.

### **2.2.2. LÍNEAS DE ENSAMBLE**

Se caracteriza por una secuencia lineal de las operaciones. El producto se desplaza de un paso al siguiente en forma secuencial desde el principio hasta el final. Las líneas de ensamble elaboran productos discretos como automóviles, refrigeradores, computadoras, impresoras y una variedad muy extensa de productos de consumo que se fabrican en masa. Los productos se desplazan de una operación a la siguiente, casi siempre a través de un sistema de bandas transportadoras.

### **2.2.3. FLUJO EN LOTES**

Se caracteriza por la elaboración del producto en lotes o paquetes; cada lote del producto viaja en forma conjunta de una operación o centro de trabajo a otro. Un centro de trabajo es un grupo de máquinas o procesos similares que se usan para elaborar el producto. A menudo, las operaciones en lote usan un equipo de propósitos generales no especializado para la elaboración



de un producto en particular, lo cual aporta flexibilidad. Las operaciones en lotes se usan cuando el volumen no es alto o cuando existen muchos productos diferentes.

#### **2.2.4. TALLERES DE TRABAJO**

Los talleres de trabajo elaboran productos de acuerdo con las ordenes de los clientes mediante el uso de una distribución física por proceso. Por lo tanto, se considera que los talleres de trabajo son un caso especial de los procesos en lote. Los productos que se elaboran en un taller de trabajo incluyen partes de plástico, componentes de máquinas, partes electrónicas y partes de hojas de metal que se fabrican de acuerdo con especificaciones.

#### **2.2.5. PROYECTOS**

En el contexto de las operaciones, la forma de proyectos se aplica para productos únicos o creativos. Algunos ejemplos de proyectos son los conciertos, la construcción y la producción de aviones grandes. Técnicamente, el producto no fluye en proyecto ya que los materiales y la mano de obra se trasladan a él, siendo este estacionario. Los proyectos se caracterizan por una planeación difícil y por problemas de programación.

### **2.3. TIPOS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA**

Domínguez Machuca (1995) menciona que suelen identificarse tres formas básicas de distribución en planta: las orientadas al producto y asociadas a configuraciones continuas o repetitivas, las orientadas al proceso y asociadas a configuraciones por lotes y las distribuciones por posición fija, correspondientes a las configuraciones por proyecto. Sin embargo, a menudo, las características del proceso hacen conveniente la utilización de distribuciones combinadas, esto es, que comparten particularidades de más de una de las tres básicas arriba mencionadas. Se encuentra entonces ante distribuciones híbridas, siendo más común aquella que mezcla las características de las distribuciones por producto y por proceso, dando lugar a las distribuciones por células de fabricación (p.282).

### **2.3.1. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA POR PRODUCTO**

El producto es el determinante fundamental de la ordenación de los puestos de trabajo, colocándose unos a continuación de otros en el orden en el que se suceden las operaciones a realizar, moviéndose el producto de un punto a otro. Muchos de nuestros productos (por ejemplo, automóviles y aparatos electrodomésticos) son producidos en fabricación continua. Es decir, el material básico se empieza en un transportador, a medida que el transportador avanza se van añadiendo componentes, hasta que el producto queda acabado.

Entre las ventajas se encuentra que el tiempo requerido para que una unidad se desplace a lo largo de la línea de producción es corto; de esta manera el control de stock de productos acabados es más fácil y más seguro. Se necesita menos inspección para asegurar la calidad del producto. En la otra cara de la moneda hay algunas desventajas como el coste de las máquinas y equipos son muy costosos por lo que se requiere una gran demanda del producto para compensar la inversión. Además, la moral del trabajador generalmente se resiente con los trabajos repetitivos y monótonos de la producción en línea; quejas y otros síntomas de inquietud en el trabajo se hacen frecuentes.

### **2.3.2. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA POR PROCESO**

En este tipo de distribución las operaciones y equipos correspondientes a un mismo tipo de actividad se agrupan en distintas áreas (por ejemplo: taller de tornos, de tratamiento térmico, de pintura, etc.), por lo que pasan los diversos productos elaborados según requieran o no cada actividad. La distribución por procesos está particularmente bien adaptada a la producción de gran número de productos similares. La fabricación es realizada por lotes, es decir, la producción es intermitente.

Una de las principales ventajas es su facultad de adaptación a una gran variedad de productos similares, las máquinas son de utilización más general y menos caras que en caso de una distribución por producto. Entre las principales desventajas se encuentra que la producción por lotes requiere mucho tiempo entre el comienzo de la producción y el producto acabado, teniendo altos costes de preparación. Si ocurren retrasos no planeados durante este periodo, se podría llegar a dejar de producir un modelo determinado.

### **2.3.3. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA POR POSICIÓN FIJA**

Generalmente toda la superficie es requerida por un único producto (una sola entidad), los equipos y procesos son móviles de carácter general. En la construcción de un edificio, se levanta una estructura sobre unos cimientos en un lugar determinado, es decir, el personal, los materiales y el equipo son trasladados al lugar donde se está construyendo y allí la estructura final toma forma como producto acabado. Aquí el trabajador se identifica mejor con el producto y se siente más responsable de la calidad.

En comparación con los otros tipos de distribución, la posición fija requiere mejor inversión en herramientas y equipo por lo que permite una gran flexibilidad en los trabajos. Una de las principales desventajas es la de no ser posibles las grandes producciones con un alto grado de estandarización. Generalmente el almacenamiento y el movimiento de los materiales son los principales problemas de este tipo de distribución.

### **2.3.4. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA POR CÉLULAS DE FABRICACIÓN**

Consiste en la agrupación de las distintas máquinas dentro de diferentes centros de trabajo, denominadas celdas o células, donde se elaboran productos con formas y procesos similares. se asemeja a una distribución por proceso en cuanto que cada célula está diseñada para desarrollar un conjunto de operaciones específicas, y a una distribución por producto en cuanto a la ordenación de los puestos de trabajo y a que se elaboran muy pocos productos con características semejantes.

## **2.4. MÉTODOS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA**

### **2.4.1. PLANEACIÓN SISTEMÁTICA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA (SLP)**

Platas García & Cervantes Valencia (2014) explica la Planeación Sistemática de Distribución de Planta como:

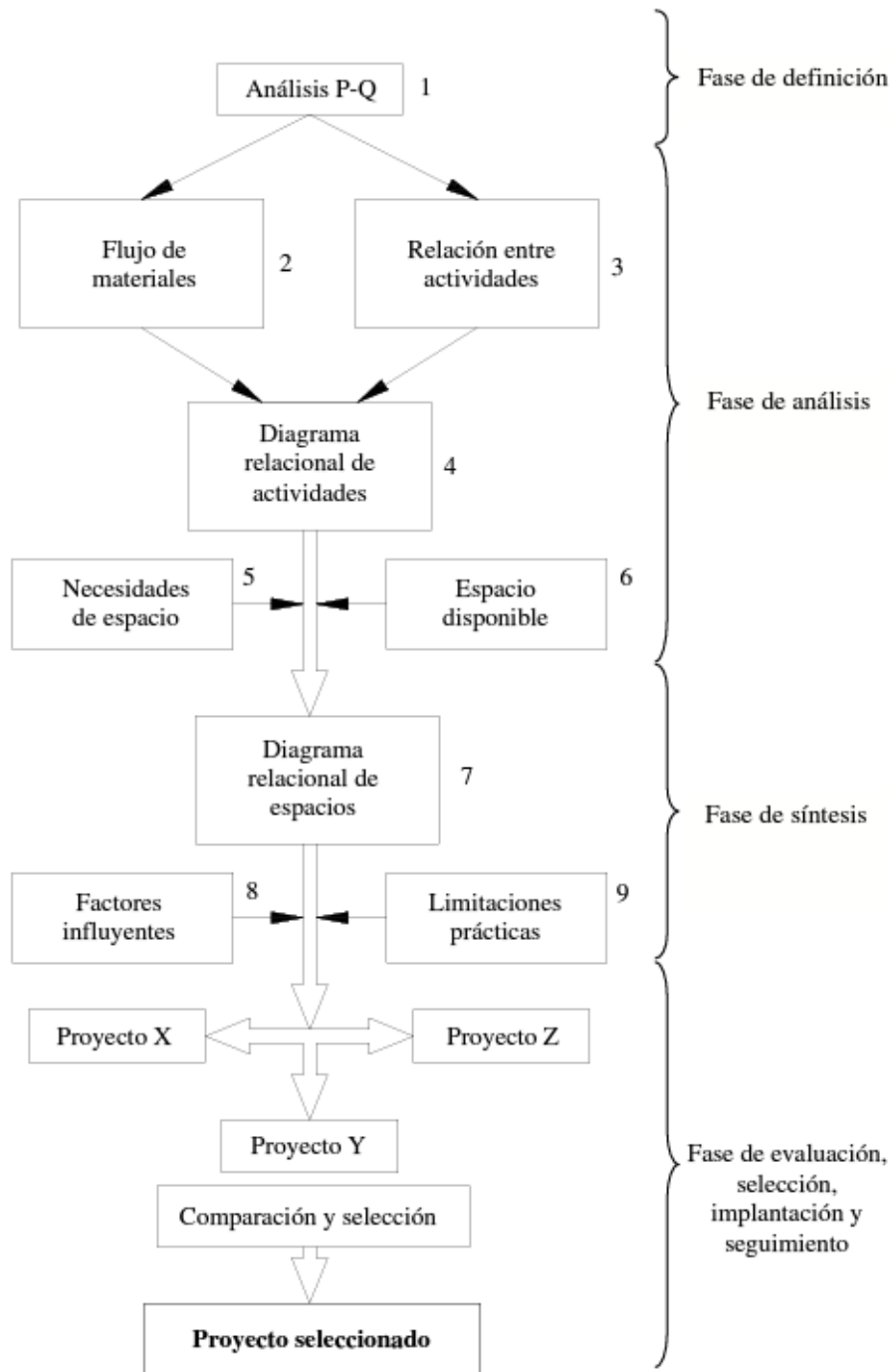
Una forma organizada de realizar la planeación de la distribución y está integrada por cuatro fases, caracterizadas por una serie de procedimientos y símbolos convencionales para identificar, evaluar y visualizar los elementos y áreas involucradas en la

mencionada planeación. Esta técnica fue desarrollada por Richard Muther (1981) e incluye un método simplificado que puede aplicarse a oficinas, laboratorios o áreas de servicio. (p.92)

Galindo A. (2009) menciona a la planeación sistemática de distribución de planta como:

Una técnica de análisis básicamente cualitativo que debe ser realizado por personal de la empresa. Empieza dividiendo la empresa en zonas o áreas físicas como bodegas, oficinas, área de producción, área de equipos auxiliares, comedor, etc. Luego estudia las relaciones existentes entre estas áreas para establecer grados de cercanía física. Una vez establecidos estos grados de cercanía, se crea un mapa donde se van moviendo los cuadros que representan cada área hasta que aquellos que tiene mayor relación de cercanía estén juntos. (p.2)

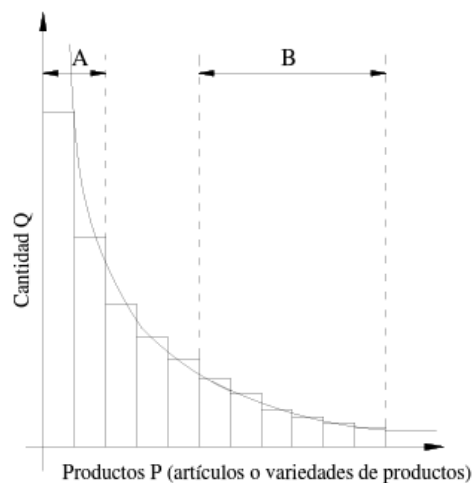
En la figura 2.3 se muestra el gráfico funcional del procedimiento SLP, con las correspondientes actividades a realizar ordenadamente.



**Figura 2.3:** Esquema SLP

**Fuente:** (Casals & Forcada, 2008)

- **Fase de definición.** La fase de definición incluye la etapa de análisis de productocantidad (P-Q). Para realizar el análisis P-Q, se recomienda elaborar una gráfica en forma de histograma de frecuencias, en la que se representen en las abscisas los diferentes productos a elaborar y en las ordenadas las cantidades de cada uno.



**Figura 2.4:** Análisis P-Q

**Fuente:** (Casals & Forcada, 2008)

Los productos han de representarse en la gráfica en orden decreciente de cantidad producida. En función del tipo de histograma resultante, es recomendable implantar un tipo u otro de distribución.

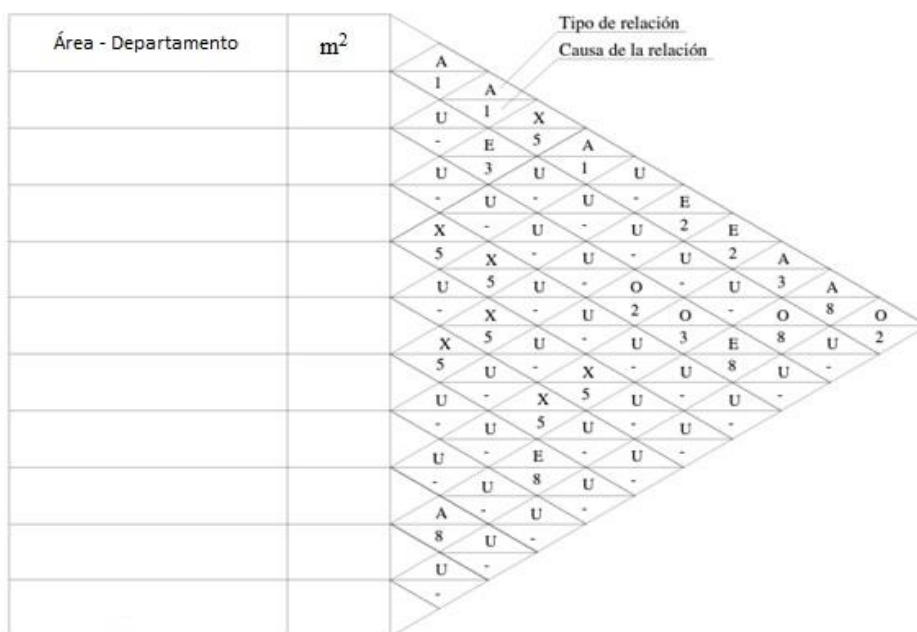
- **Fase de análisis.** El análisis incluye las siguientes etapas: flujo de materiales, relación entre actividades, diagrama relacional de actividades, factores influyentes, limitaciones prácticas, diagrama relacional de espacios.
  - **Flujo de materiales.** Para identificar, seleccionar y secuenciar el proceso industrial de forma global, es preciso realizar los diagramas de proceso, de máquinas y de flujos, y las fichas de máquinas, con el objetivo de graficar todas las necesidades del proceso, mediante la representación de las operaciones, las máquinas, los suministros, etc., tal como se define en el capítulo 2 (Elementos del sistema de producción)
  - **Relación entre actividades.** Lo primero que se debe hacer es un listado de todas las actividades que forman parte de la industria a implantar. Una vez acabado este listado, se procede a realizar una tabla o matriz relacional de actividades. La tabla puede compararse con una tabla matricial en diagonal, en la tabla, se muestran las actividades que deben acercarse y las que deben alejarse. Es una forma de facilitar

las relaciones descritas. En la tabla 2.1, se puede observar los diferentes tipos de relación y las letras que se utilizan para designar estas relaciones.

**Tabla 2.1:** Códigos y tipos de relaciones

<i>Código</i>	<i>Tipo de relación</i>
A	Relación absolutamente importante
E	Relación especialmente importante
I	Relación importante
O	Relación ordinaria
U	Relación sin importancia
X	Relación no deseada

**Fuente:** (Casals & Forcada, 2008)



**Figura 2.5:** Diagrama relacional de las actividades

**Fuente:** (Casals & Forcada, 2008)

Cada casilla está dividida horizontalmente en dos: la parte superior representa el valor de relación y la parte inferior indica los motivos que han inducido a escoger este valor (causa de la relación). Para cada relación, existen un valor y unos motivos que lo justifican.

En la tabla 2.2 se pueden observar algunos de los posibles motivos o causas por lo que se relacionan.

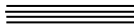
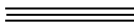
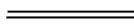


**Tabla 2.2:** Códigos y motivos de las relaciones

<i>Código</i>	<i>Motivo o causa</i>
1	Recorrido de material
2	Recorrido del personal
3	Inspección y control
4	Aporte de energía
5	Razones estéticas, ruidos, higiene y otras molestias
6	Reparación de averías
7	Uso compartido de equipos de trabajo
8	Comodidad
9	Control de calidad

**Fuente:** (Casals & Forcada, 2008)

- **Diagrama relacional de actividades.** Este refleja en forma de diagrama la información contenida en la tabla relacional de actividades. No existen normas adoptadas universalmente en la industria para los tipos de actividades a graficar en los diagramas relacionales de recorridos. Sin embargo, las líneas de trazado que se utilizan en el SLP se encuentran en la tabla 2.3.

**Tabla 2.3:** Pautas para la representación de proximidad

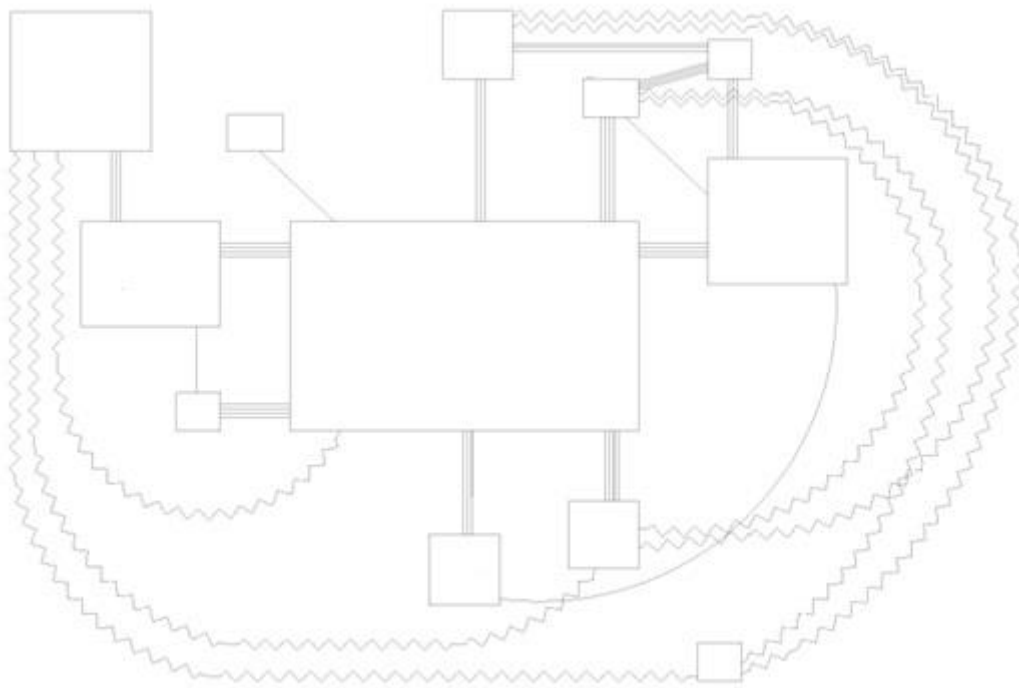
<i>Código</i>	<i>Líneas de trazado</i>
A	
E	
I	
O	
U	
X	

**Fuente:** (Casals & Forcada, 2008)



El diagrama relacional de actividades se empieza dibujando las actividades que tienen tipo de relación A, luego de esto se añaden las uniones que siguen a continuación por orden de importancia. De esta manera, se pueden establecer sucesivamente varios gráficos antes de llegar a una solución satisfactoria. La solución óptima del diagrama se consigue cuando las líneas de tipo A, y si es posible las E, son las más cortas posible, y se evita al máximo el cruce de líneas (sobre todo de tipo A y E).

- **Diagrama relacional de espacios.** Se lo realiza para conocer las necesidades de espacio de cada actividad (basado en las fichas de máquinas y requerimientos de cada actividad de forma individual), y contrastarlo con el espacio disponible de la parcela donde se quiere realizar la implantación.



**Figura 2.6:** Diagrama relacional de espacios

**Fuente:** (Casals & Forcada, 2008)

Para realizar el diagrama relacional de espacios, se parte del diagrama relacional de actividades, pero asignando la superficie necesaria a cada actividad. Juntando los cuadros se obtiene el primer boceto de distribución en planta.

- **Fase de síntesis.** Dentro de síntesis del SLP, se incluyen las etapas: factores influyentes, limitaciones prácticas y la creación de varias alternativas definitivas de distribución en planta de la industria.

Se parte del diagrama relacional de espacios y se modifica teniendo en cuenta los requerimientos internos de confort del personal en el puesto de trabajo. Se debe analizar si el espacio para cada puesto de trabajo marcado por la normativa de seguridad y salud es suficiente para el caso concreto de la implantación. Además, en el diseño de planta se deben incluir los pasillos de acceso a las diferentes zonas.

- **Fase de evaluación, selección, implantación y seguimiento.** A partir de las alternativas propuestas en la fase de síntesis, se debe realizar una evaluación de estas para poder seleccionar la solución óptima para la implantación que se está realizando. Para ello se deben plantear criterios de selección basados en los principios explicados anteriormente y asignarles un peso que refleje su importancia relativa. Como ejemplo, se pueden considerar:
  - Comunicación directa de los almacenes de entrada y de salida.
  - Proximidad del despacho de producción a la entrada de la zona de producción para facilitar el control de las entradas y salidas de los trabajadores.
  - Simplicidad de las edificaciones y confort de los trabajadores.
  - Posibilidad de ampliaciones futuras.
  - Sencillez del tráfico de vehículos para la carga y descarga de materiales.

Para obtener la alternativa más favorable, se debe multiplicar la puntuación por los pesos correspondientes a cada factor y obtener el total para cada alternativa y así visualizar que alternativa es la que más se adecua a las necesidades del proceso industrial.

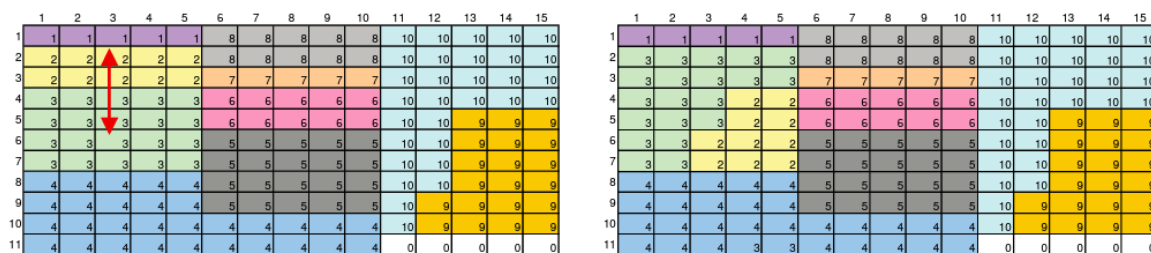
#### **2.4.2. CRAFT**

El método CRAFT (Computer Relative Allocation of Facilities Technique) fue introducido en 1964 por Armour, Buffa y Vollman, y es uno de los primeros algoritmos utilizados para la

distribución en planta. Su objetivo es minimizar los costes totales de transportes internos en la nave industrial (transporte de personas, material, indistintamente). (Casals & Forcada, 2008)

Vallhonrat & Corominas (1991) explican que: “el método CRAFT calcula, para la distribución de partida, las distancias entre los centros de las áreas dedicadas a cada actividad (considerando una distancia rectangular) y, a partir de ellas, el coste de los movimientos” (p.89).

Este método parte de una distribución previa que se toma como punto de partida, así como su coste total de transporte. Tras calcular el coste que genera la distribución inicial, se intercambian las zonas de dos en dos (o de tres en tres), se evalúa el coste de cada cambio y se adopta entre todos el de menor coste. El proceso es iterativo y se va repitiendo hasta que el coste no pueda ser disminuido o se haya alcanzado un total de iteraciones específicas. (Casals & Forcada, 2008)



**Figura 2.7:** Iteración del método CRAFT

**Fuente:** (Casals & Forcada, 2008)

Las entradas para el cálculo de la distribución con el algoritmo CRAFT son:

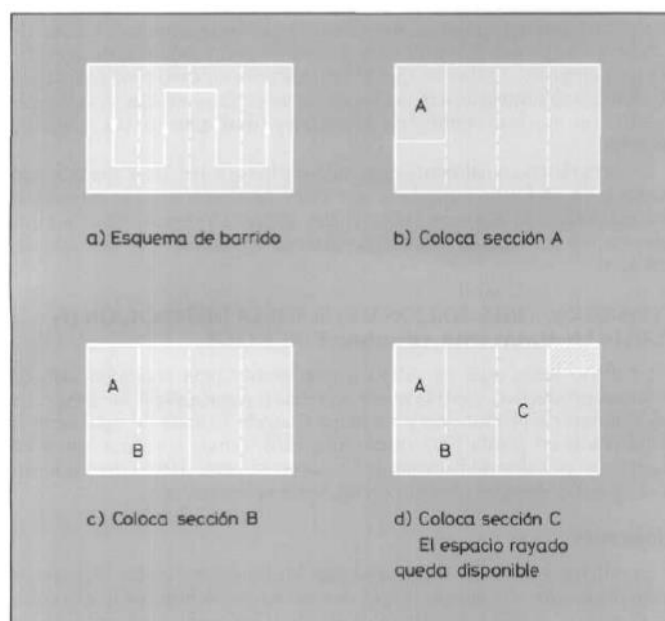
- Número de zonas
- Medidas y superficie de la planta
- Superficies de las zonas
- Número de viajes entre zonas y el coste de la unidad de distancia recorrida
- Distribución inicial

Como resultado se obtiene la distribución de las diferentes zonas que implica un coste de transporte mínimo y el coste total de transporte. (Casals & Forcada, 2008)

Según Vallhonrat & Corominas (1991) el mayor inconveniente del método CRAFT es que “proporciona soluciones poco realistas, con líneas de separación poco regulares que dan lugar a formas difíciles de llevar a la práctica o claramente inconveniente” (p.89).

### 2.4.3. ALDEP

Casals & Forcada (2008) mencionan que: “El método ALDEP (Automated Layout Design Program) fue desarrollado en 1967 por Seehof y Evans, y se basa en un algoritmo de barrido” (p.103). El método ALDEP incluye datos como la forma del edificio y la posición de los elementos fijos (tales como huecos de ascensor, escaleras, etc.) y, si se desea, el emplazamiento que se haya decidido fijar para determinados centros de actividad. ALDEP utiliza un algoritmo de “barrido”: considera el edificio dividido de franjas, y coloca un centro de actividad elegido al azar en el rincón noroeste y, “barriendo” las franjas va colocando los demás sucesivamente en el orden que marca su deseable proximidad con los ya colocados.



**Figura 2.8:** Esquema de barrido en el que se basa el programa ALDEP

**Fuente:** (Vallhonrat & Corominas, 1991)

Un punto importante que considerar es que la solución obtenida depende de la actividad que coloca primera, por lo cual es conveniente efectuar un cierto número de pases de ALDEP y comparar finalmente las soluciones obtenidas y elegir la más adecuada según las necesidades. (Vallhonrat & Corominas, 1991)

#### 2.4.4. CORELAP

El método CORELAP fue desarrollado en 1967 por Lee y Moore. Este método introduce secuencialmente las actividades en la distribución. El criterio para establecer la ubicación adecuada de cada una de las actividades se basa en el índice de proximidad TCR (Total Closeness Rating), que es la suma de todos los valores numéricos asignados a las relaciones de proximidad del diagrama relacional de actividades (A=6, E=5, I=4, O=3, U=2, X=1). El método empieza situando en el centro de la distribución la zona que está más interrelacionada con el resto y que, por lo tanto, tiene una mayor puntuación. (Casals & Forcada, 2008)

<i>Depart.</i>	<i>TCR</i>	<i>Orden</i>
1	402	5
2	301	7
3	450	4
4	351	6
5	527	2
6	254	8
7	625	1
8	452	9
9	502	3

			6
8	3	5	7
2	1	9	4

**Figura 2.9:** Ejemplo de distribución obtenida a partir del método CORELAP

**Fuente:** (Casals & Forcada, 2008)

Vallhonrat & Corominas (1991) muestran una desventaja de método CORELAP: “la solución obtenida puede tener un aspecto que se caracteriza por la irregularidad de las formas de las secciones y del edificio, hasta el punto de no ser practicable, salvo ajuste manual” (p.90)

#### 2.5. SEGURIDAD ESTRUCTURAL

Según el Ministerio del Trabajo (2012) en su Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo, menciona distintos puntos a tomar en cuenta para valorar la seguridad:

- Todos los edificios, tanto permanentes como provisionales, deben ser de construcción sólida, para evitar riesgos de desplome y los derivados de los agentes atmosféricos.

- Los cimientos, pisos y demás elementos de los edificios ofrecerán resistencia suficiente para sostener con seguridad las cargas a que serán sometidos.
- Los locales de trabajo deben tener como mínimo tres metros de altura del piso al techo, así como dos metros cuadrados de superficie por cada trabajador y seis metros cúbicos de volumen para cada trabajador. Para el cálculo de superficie y volumen, se deducirá del total, el ocupado por máquinas, aparatos, instalaciones y materiales.
- El pavimento debe ser un conjunto homogéneo, liso y continuo; de material consistente, no deslizante o susceptible de serlo por el uso o proceso de trabajo, y de fácil limpieza.
- Las paredes serán lisas, pintadas en tonos claros y susceptibles de ser lavadas y desinfectadas.
- La separación entre máquinas y otros aparatos debe ser suficiente para que los trabajadores puedan ejecutar su labor cómodamente y sin riesgo. Los pasillos no deben ser menor a 800 milímetros, contándose esta distancia a partir del punto más saliente del recorrido de las partes móviles de cada máquina.
- Alrededor de los hornos, calderos o cualquier otra máquina o aparato que sea un foco radiante de calor, se dejará un espacio libre de trabajo dependiendo de la intensidad de la radiación, que como mínimo será de 1,50 metros.
- Las salidas y puertas exteriores de los centros de trabajo, cuyo acceso será visible o debidamente señalizado y se procurará que las puertas abran hacia el exterior. También, se debe procurar que las puertas de acceso a los centros de trabajo o a sus plantas, permanezcan abiertas durante los periodos de trabajo.

Con el fin de conservar la seguridad de los trabajadores y evitar sanciones legales es necesario cumplir la reglamentación presentada.

## **CAPÍTULO III**

### **3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA “TEJIDOS MARKO’S”**

#### **3.1. CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA**

Tejidos Marko’s es una empresa textil ubicada en Atuntaqui, dedicada a la fabricación, venta y comercialización de prendas de vestir tejidas a base de lana al por mayor y menor. La empresa es una organización de derecho privado, se constituyó en febrero de 1988 y dio inicio a sus actividades el 10 de abril del 2000.

Actualmente la empresa produce distintos modelos de sacos, chalecos para hombre y mujer; ponchos, chales y blusas para mujer. Entre sus principales y potenciales clientes se encuentran Etafashion y RM, por lo que está enfocada en realizar productos de calidad con el fin de satisfacer las necesidades de la distinguida clientela.

##### **3.1.1. MISIÓN**

Tejidos Marko’s es una empresa que se dedica a diseñar, producir y comercializar prendas de vestir fabricadas a base de lana, en una gran variedad de estilos, colores y diseños. Cuenta con una gran experiencia en este campo por lo que está enfocada en cumplir estándares de calidad con el fin de satisfacer la demanda de sus clientes y contribuir al desarrollo económico del país.

##### **3.1.2. VISIÓN**

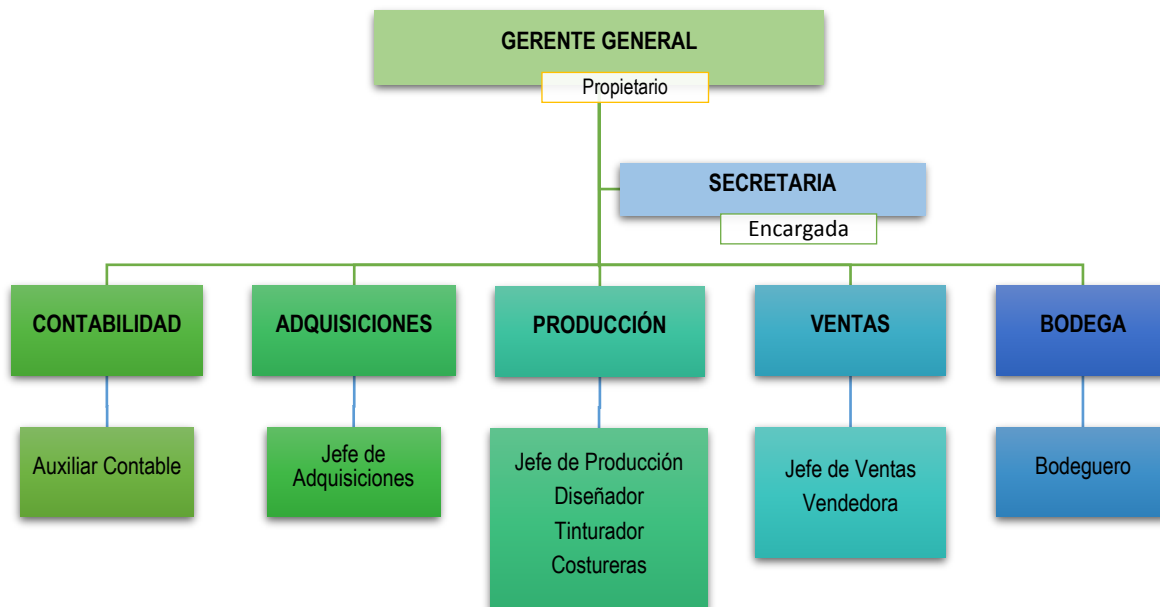
Tejidos Marko’s en el año 2022 será una empresa sólida, innovadora y competitiva dentro del mercado textil, con reconocimiento a nivel nacional como la mejor opción entre los consumidores de prendas tejidas, que serán cautivados por la calidad y variedad en los productos.

### 3.1.3. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

El Organigrama Estructural (Figura 3.1) muestra en orden jerárquico los distintos integrantes de dicha empresa; a continuación, se describe brevemente las funciones que desempeñan cada uno de ellos.

- a) Gerente General, es el encargado de supervisar los procesos de producción, realiza las fórmulas para la Tintura de la Materia Prima. Además, es el encargado de mantener buenas relaciones con los clientes y también buscar nuevos proveedores de materia prima.
- b) Secretaria – Encargada, cumple con todas las funciones inherentes al secretariado y asistencia, al mismo tiempo es la encargada de hacer el pago de sueldos, control de pedidos, depósitos bancarios, limpieza y principalmente es la encargada de la empresa.
- c) Auxiliar contable, es la encargada de realizar los registros contables, prepara y presenta informes sobre la situación financiera y realiza las respectivas declaraciones tributarias.
- d) Jefe de Adquisiciones, es la persona encargada de la organización, coordinación y control de las actividades relacionadas con los pedidos, pagos y compras de materia prima.
- e) Jefe de Producción, supervisa a los obreros y controla los procesos de producción, al mismo tiempo garantiza la calidad de la producción y el cumplimiento de los tiempos de entrega.
- f) Diseñador, realiza el diseño de las prendas de vestir y de bordados, control de obreros y la inspección de maquinaria.
- g) Tinturador, es el encargado de realizar el tinturado de las prendas de vestir.
- h) Costureras, son las encargadas de cortar las piezas, unir las y realizar los distintos acabados que requiera cada una de ellas.
- i) Jefe de Ventas, es la persona encargada del control de pedidos, cobro y venta en el almacén.
- j) Bodeguero, es la persona encargada de almacenar los productos terminados y de generar listas de control de las cantidades existentes.





**Figura 3.1:** Organigrama Estructural

**Fuente:** Elaboración propia

#### 3.1.4. MAQUINARIA

La principal maquinaria ocupada en la empresa para la producción de los tejidos (Tabla 3.1) se clasificó por áreas, donde consta el nombre de cada máquina, una breve descripción de lo que realiza, sus dimensiones y la cantidad en existencia.

**Tabla 3.1:** Maquinaria

				
		MAQUINARIA		
ÁREA	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES	CANTIDAD
TEJEDURÍA	Tejedora circular	Teje lanas finas	1,50 m (de radio)	3
	Tejedora de flecos	Teje los cuellos y los puños de los sacos	1,10 X 2,80 m	3
	Tejedora rectilínea	Teje prendas de vestir a base de lana	1,0 - 1,2 X 2,1 - 4,6 m	16
CORTE Y CONFECCIÓN	Cortadora	Cortadora de tela eléctrica	0,30 X 0,30 m	1
	Máquina atracadora	Proporciona 30 estilos diferentes de patrones	0,55 X 1,20 m	2
	Máquina botonera	Pone los botones en las prendas	0,55 X 1,20 m	1
	Máquina enconchadora	Da realces a las prendas	0,55 X 1,20 m	2
	Máquina ojaladora	Realiza ojales de distintos tamaños	0,55 X 1,20 m	1
	Máquina overlock	Une los costados de las prendas	0,55 X 1,20 m	5
	Máquina quasar	Coloca cuellos y bordes de las prendas	0,80 X 1,20 m	2
	Máquina recubridora	Recubre bajo las prendas y también los cuellos	0,55 X 1,20 m	4
	Máquina recta	Pega todo tipo de detalles de acuerdo a la prenda	0,55 X 1,20 m	4
	Máquina remalladora	Une cuellos, tiras, elásticos, bolsillos	0,40 m (de radio)	5
	Máquina rematadora	Realiza los remates de las prendas	0,55 X 1,20 m	1
	Máquina unidora	Une telas utilizando un pespunte tradicional	0,55 X 1,20 m	3
	Máquina zigzag	Realiza estilos de puntada zig-zag	0,55 X 1,20 m	1
	Mesa de corte	Lugar donde se coloca las piezas para cortarlas	1,85 X 2,45 m	2
	Mesa de empaque	Lugar donde se empacan las prendas	1,55 X 2,45 m	1
	Plancha pequeña	Plancha las prendas de lana con vapor	0,85 X 1,80 m	3
	Plancha grande	Plancha las prendas de lana con vapor	1,90 X 3,80 m	1
TINTURADO	Compresor de aire	Mantiene el aire comprimido y regula la presión	1,70 X 0,70 m	1
	Centrífuga	Pendular industrial	0,50 m (de radio)	1
	Tinturadora	Máquina para el tratamiento y tintura de tejidos	2,00 X 1,20 m	3
	Secadora industrial	Máquina para el secado de las prendas	1,30 X 1,20 m	2
<b>TOTAL</b>				<b>68</b>

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.1.5. ANÁLISIS FODA

Para conocer de mejor manera el ambiente interno (Fortalezas, Debilidades) y el ambiente externo (Oportunidades, Amenazas) a la empresa, se realizó el análisis FODA.

**Tabla 3.2:** Análisis FODA

F O D A	
AMBIENTE INTERNO	AMBIENTE EXTERNO
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal capacitado</li> <li>• Diversidad de productos</li> <li>• Tecnología de punta</li> <li>• Productos de calidad</li> <li>• Experiencia en el sector textil</li> <li>• Materia prima de calidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento de ventas por salida de competidores</li> <li>• Convenios con empresas multinacionales</li> <li>• Reconocimiento a nivel nacional</li> <li>• Convenios con el gobierno</li> <li>• Fácil acceso a tecnologías</li> <li>• Entrada a nuevos nichos de mercado</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de productos de acuerdo con las necesidades de los clientes</li> <li>• Capacidad de ofrecer nuevos productos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apertura de mercados internacionales</li> <li>• Diversas fuentes de capacitación laboral</li> </ul>
<b>DEBILIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inexistencia de un plan de seguridad</li> <li>• Condiciones de trabajo inadecuadas</li> <li>• Falta de estandarización en la línea de producción</li> <li>• Probabilidad de ocurrencia de accidentes</li> <li>• Falta de programas publicitarios</li> <li>• Excesivo costo de mano de obra en el transporte de producto en proceso</li> <li>• Inadecuada distribución en planta</li> <li>• No contar con normas internacionales de calidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variedad de productos sustitutos</li> <li>• Comercio electrónico</li> <li>• Cambio en las tendencias del mercado</li> <li>• Sanciones legales</li> <li>• Cambio en la legislación</li> <li>• Desastres naturales</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración propia

El análisis de posición FODA permitió visualizar de manera gráfica la posición actual de la empresa, donde se evaluó la situación interna y externa de la empresa en base a factores claves que tienen un porcentaje de importancia. La posición estratégica se dividió de la siguiente manera:

**Tabla 3.3:** Posición estratégica

<b>Análisis interno</b>		<b>Análisis externo</b>	
<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>	<b>Oportunidades</b>	<b>Amenazas</b>
MF= Posición muy fuerte F = Posición fuerte M = Posición media	MD= Posición muy débil D = Posición débil M = Posición media	MF= Posición muy fuerte F = Posición fuerte M = Posición media D = Posición débil	MF= Posición muy fuerte F = Posición fuerte M = Posición media D = Posición débil

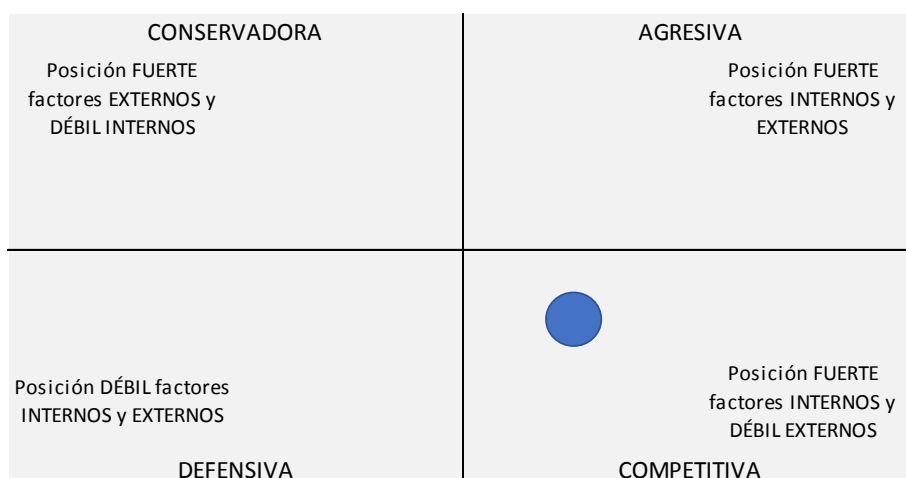
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 3.4:** Análisis de posición DAFO

ANÁLISIS DE POSICIÓN DAFO					
ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN INTERNA					
	FACTORES CRITICOS PARA EL ÉXITO	POSICIÓN	PESO	CALIFICACIÓN	PESO PONDERADO
FORTALEZAS	1. Personal capacitado	F	0,10	4	0,40
	2. Diversidad de productos	MF	0,15	3	0,45
	3. Tecnología de punta	F	0,10	3	0,30
	4. Experiencia en el sector textil (17 años)	M	0,05	3	0,15
	5. Productos de calidad	MF	0,15	4	0,60
DEBILIDADES	1. Inexistencia de un plan de seguridad	D	0,10	4	0,40
	2. Inadecuada distribución en planta	D	0,10	3	0,30
	3. Falta de programas publicitarios	M	0,05	4	0,20
	4. Procesos no estandarizados	M	0,05	2	0,10
	5. Probabilidad de ocurrencia de accidentes	MD	0,15	3	0,45
TOTAL			1,00		<b>3,35</b>
ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN EXTERNA					
OPORTUNIDADES	1. Convenios con empresas multinacionales	F	0,10	4	0,4
	2. Reconocimiento a nivel nacional	MF	0,20	2	0,4
	3. Facil acceso a tecnologías	F	0,10	4	0,4
	4. Diversas fuentes de capacitación laboral	M	0,05	3	0,15
	5. Convenios con el gobierno	M	0,05	2	0,1
AMENAZAS	1. Variedad de productos sustitutos	MF	0,20	4	0,8
	2. Comercio electrónico	F	0,10	3	0,3
	3. Cambio en las tendencias del mercado	M	0,05	2	0,1
	4. Sanciones legales	D	0,05	1	0,05
	5. Competencia con precios bajos	F	0,10	3	0,3
TOTAL			1,00		<b>3</b>

**Fuente:** Elaboración propia

Luego de realizar el análisis anterior se determinó que la empresa tiene una posición fuerte en el ambiente interno y débil en el ambiente externo por lo que se ubicó en el cuarto cuadrante de la matriz, donde la empresa es competitiva en el mercado.

**Figura 3.2:** Posición estratégica actual

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 3.5 se muestra la matriz de estrategias que se obtuvieron mediante la relación de los factores internos y los factores externos de la empresa.

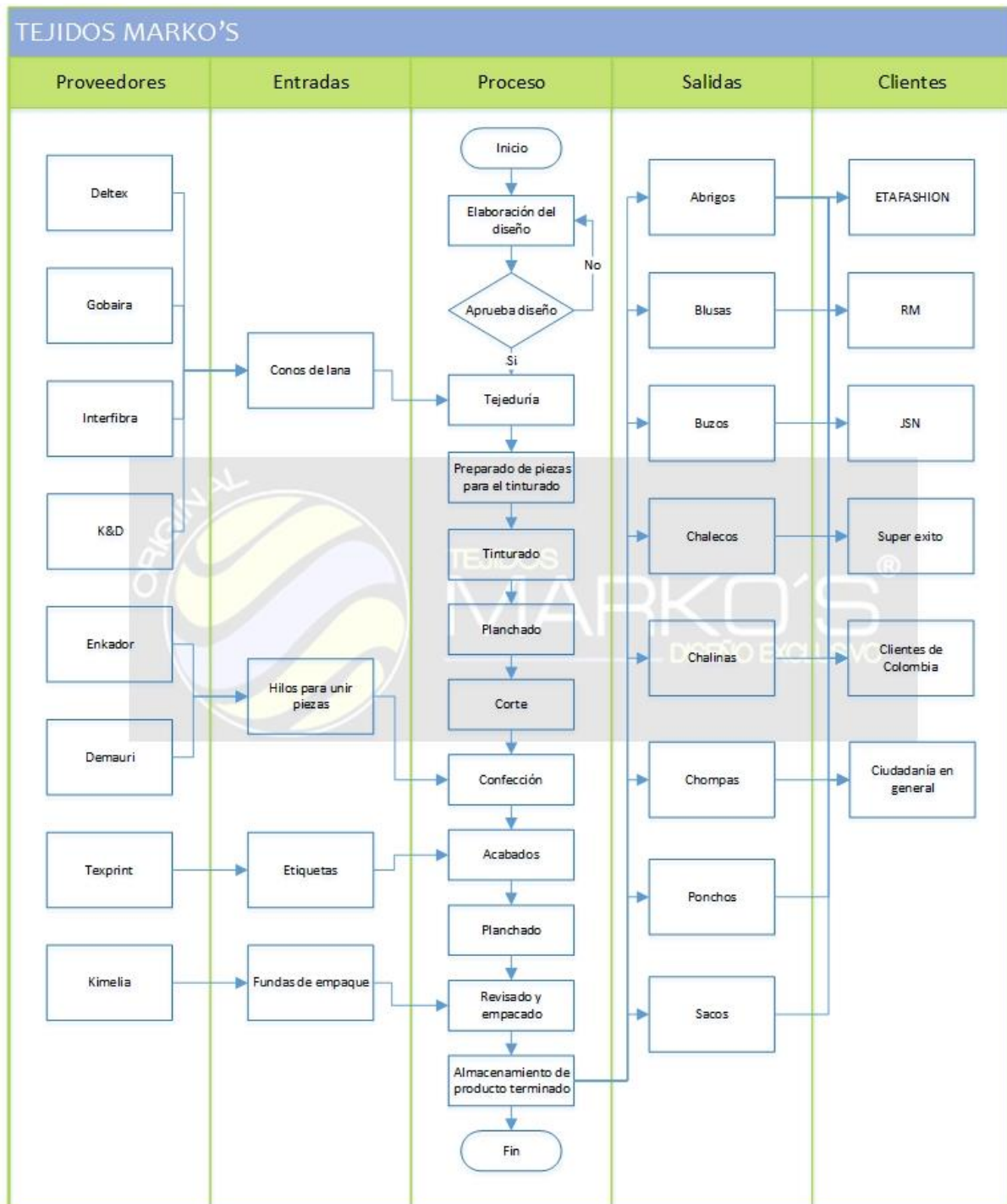
**Tabla 3.5:** Matriz de estrategias

POSICIÓN FUERTE FACTORES INTERNOS Y DÉBIL FACTORES EXTERNOS	FORTALEZAS	
	Personal capacitado	
	Diversidad de productos	
	Tecnología de punta	
	Experiencia en el sector textil (17 años)	
	Productos de calidad	
AMENAZAS	ESTRATEGIAS	
Comercio electrónico	1	Implementación de una pagina web donde se promociona los productos de la empresa
Cambio en las tendencias del mercado	2	Lanzamiento de nuevos productos al mercado, mediante la creación de campañas publicitarias
Sanciones legales	3	Mejoramiento de la seguridad dentro de la empresa
Variedad de productos sustitutos	4	Creación de una campaña para promover el uso de prendas de vestir hechas a base de lana

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.1.6. DIAGRAMA SIPOC

El diagrama SIPOC (Supplier – Inputs – Process – Outputs – Customers) se realizó con el fin de conocer varios puntos acerca del proceso productivo de la empresa como son los distintos proveedores, la materia prima utilizada, el proceso de producción, los productos obtenidos de este proceso y los principales clientes.

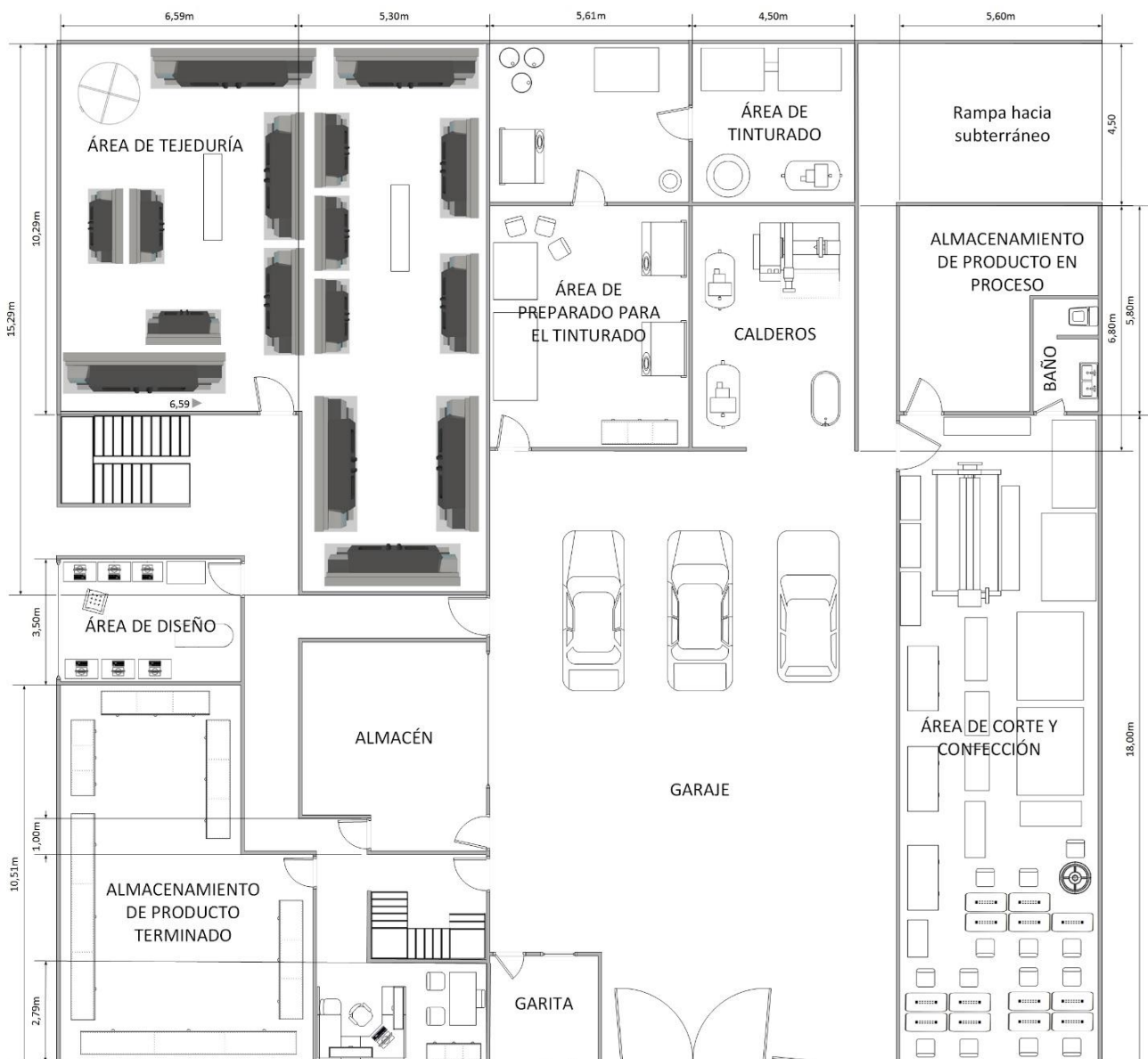


**Figura 3.3:** Diagrama SIPOC

**Fuente:** Elaboración propia

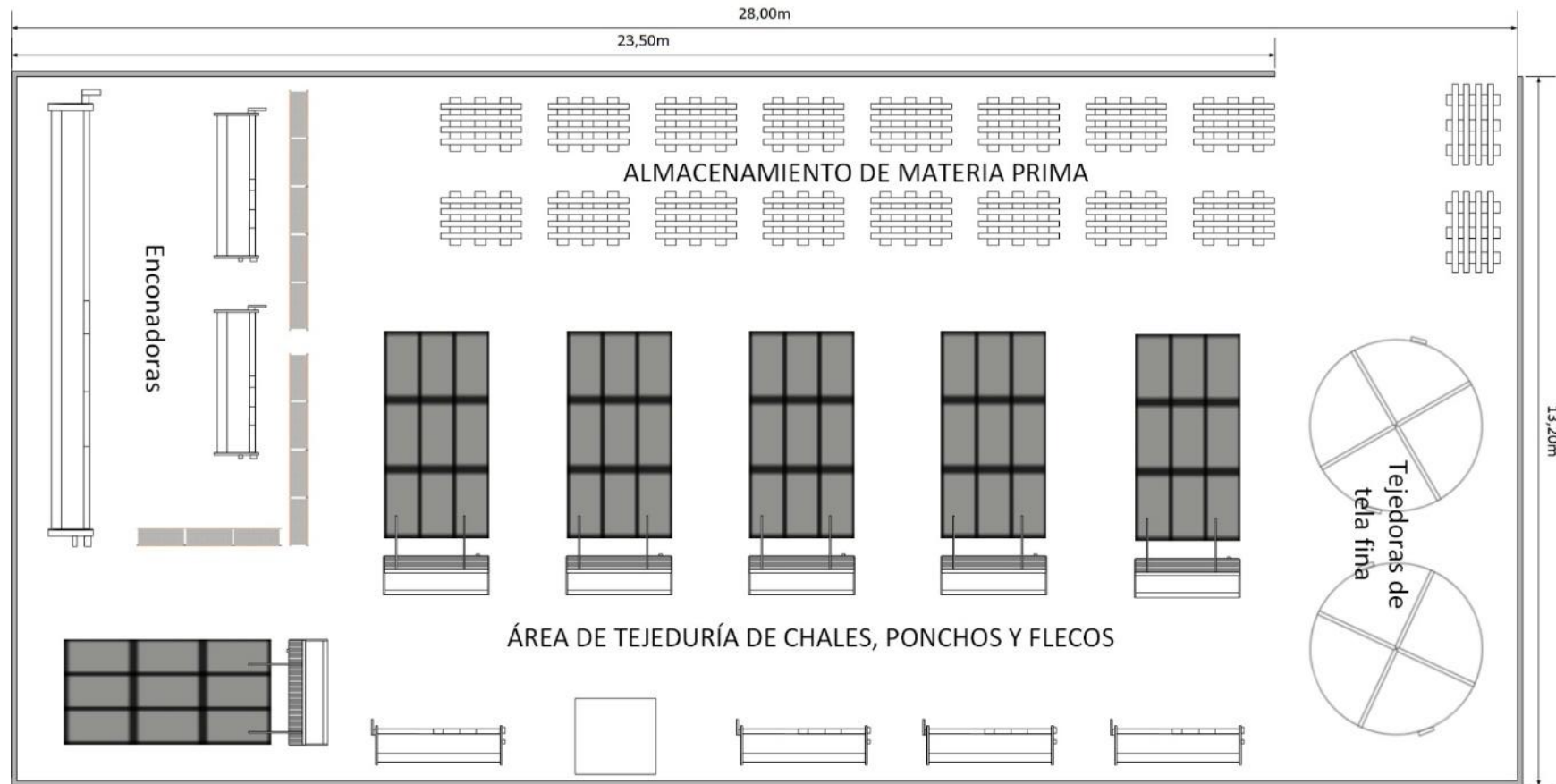
### 3.1.7. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA ACTUAL

La empresa Tejidos Marko's actualmente tiene distribuidas sus instalaciones en tres plantas, en planta baja están áreas de tejeduría, tinturado, corte y confección, diseño, almacenamiento de producto terminado y almacén como muestra la figura 3.4. también existe un subterráneo donde se encuentran las áreas almacenamiento de materia prima y de tejeduría de chales, ponchos y flecos (Figura 3.5). Por último, esta una parte de la segunda planta donde se encuentra más maquinaria para la confección y acabados de prendas, la otra parte de la segunda planta es la vivienda de los propietarios de la empresa (Figura 3.6).



**Figura 3.4:** Layout Planta Baja

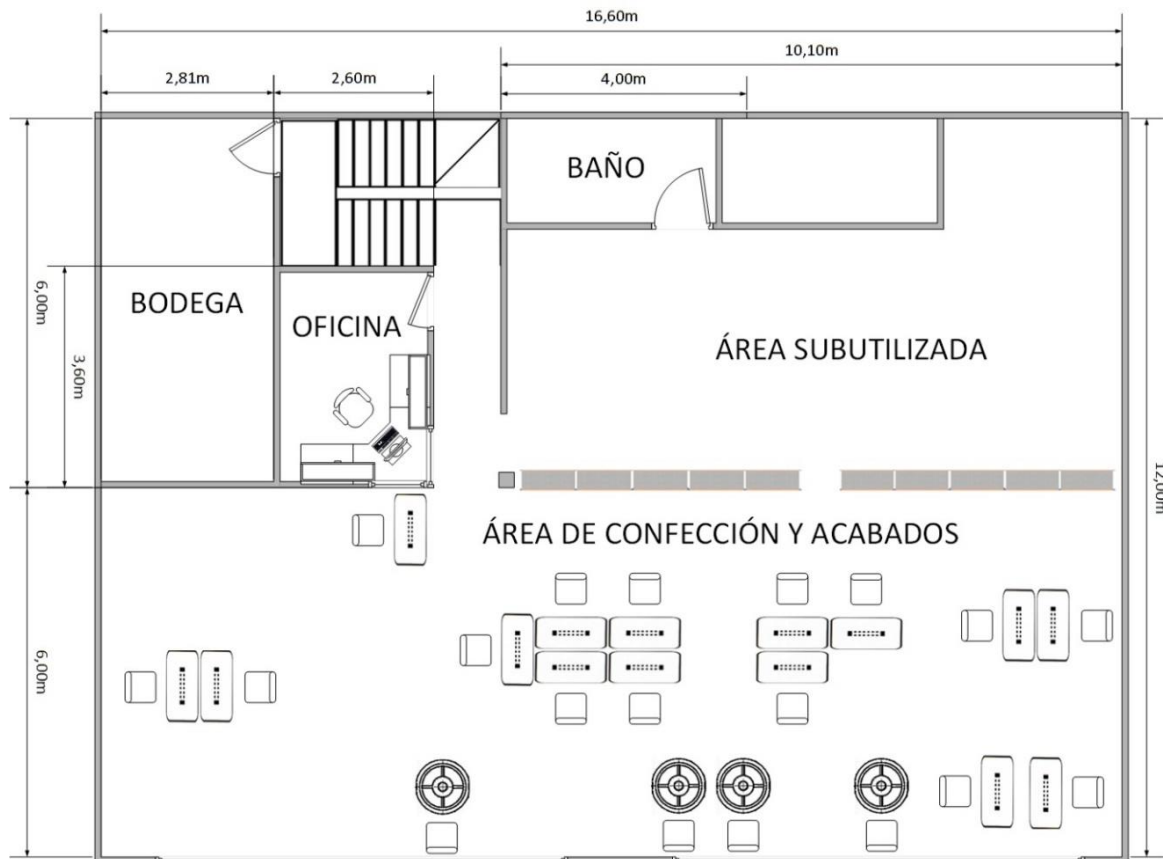
**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 3.5:** Layout Subterráneo

**Fuente:** Elaboración propia





**Figura 3.6:** Layout Segunda Planta

**Fuente:** Elaboración propia

El problema de organización de instalaciones viene dado por distintas causas como: el inadecuado diseño de infraestructura existente, ya que el espacio entre máquinas es insuficiente en el área objeto de estudio, así como también las condiciones de iluminación, ventilación y ruido son inadecuadas (área de corte y confección, Figura 3.4). Esto genera distintos efectos como: la desorganización en el proceso de producción, congestión en los pasillos y la probabilidad de ocurrencia de accidentes.

Otra causa por la que es necesario diseñar nuevas instalaciones es que existen dos áreas usadas para la confección, una que se encuentra en la planta baja y otra que es usada cuando existe una sobreproducción y para distintos tipos de acabados en las prendas que se encuentra ubicada en la segunda planta de la empresa (área de corte y confección - Figuras 3.4 y área de confección y acabados - Figura 3.6). La existencia de dos lugares para la realización de las mismas operaciones provoca la existencia de numerosos movimientos en el transporte de materia prima aumentando el tiempo en el que se producen las prendas. Dichas causas y efectos se muestran en el Anexo 3.

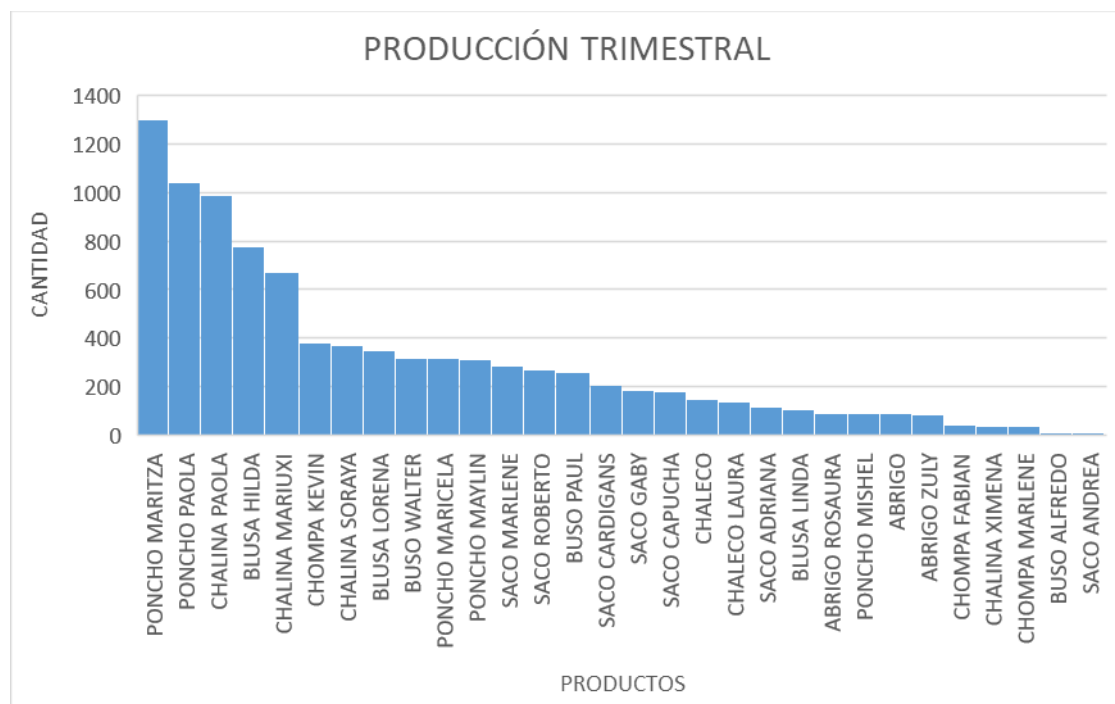
## CAPÍTULO IV

### 4. DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

#### 4.1. PLANEACIÓN SISTEMÁTICA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA (SLP)

##### 4.1.1. FASE DE DEFINICIÓN / CUANTIFICACIÓN

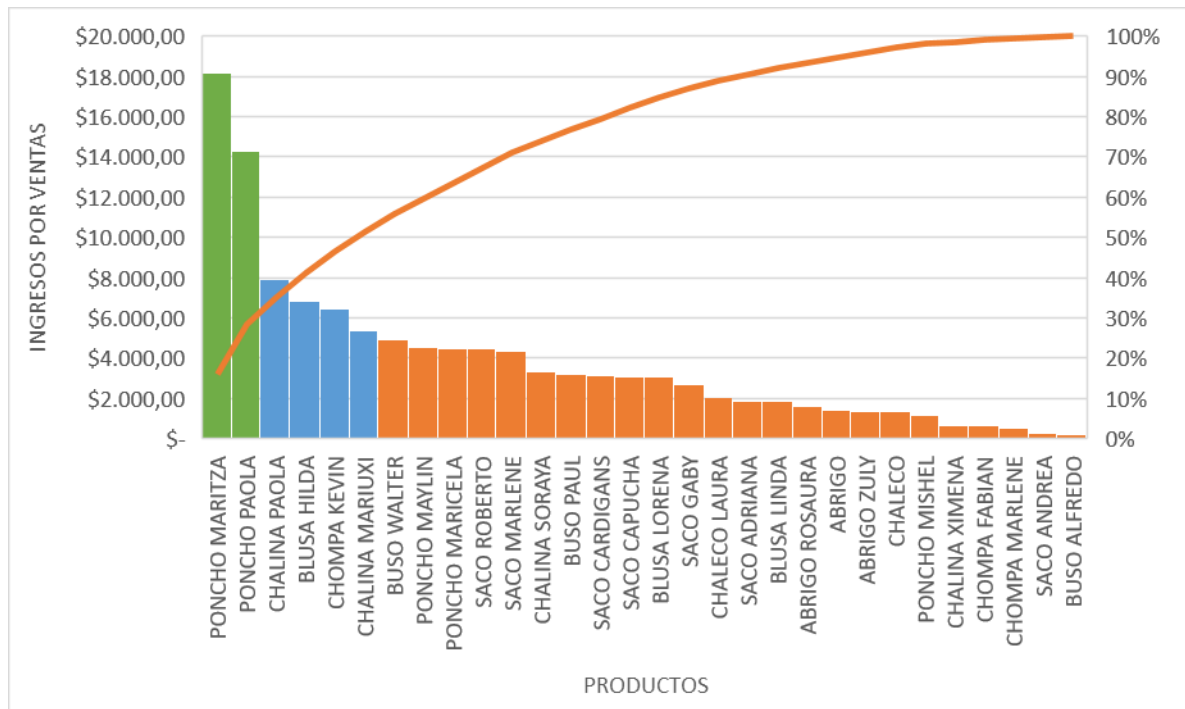
Mediante un histograma se organizó los productos de manera descendente con el fin de identificar las cantidades importantes de unos pocos productos y un gran número de productos fabricados en cantidades pequeñas. Las cantidades mostradas de cada producto se organizaron trimestralmente y fueron basadas en producciones pasadas (desde el año 2015).



**Figura 4.1:** Histograma de productos

**Fuente:** Elaboración propia

En el histograma anterior se puede visualizar las cantidades promedio de los distintos productos.



**Figura 4.2:** Clasificación ABC

**Fuente:** Elaboración propia

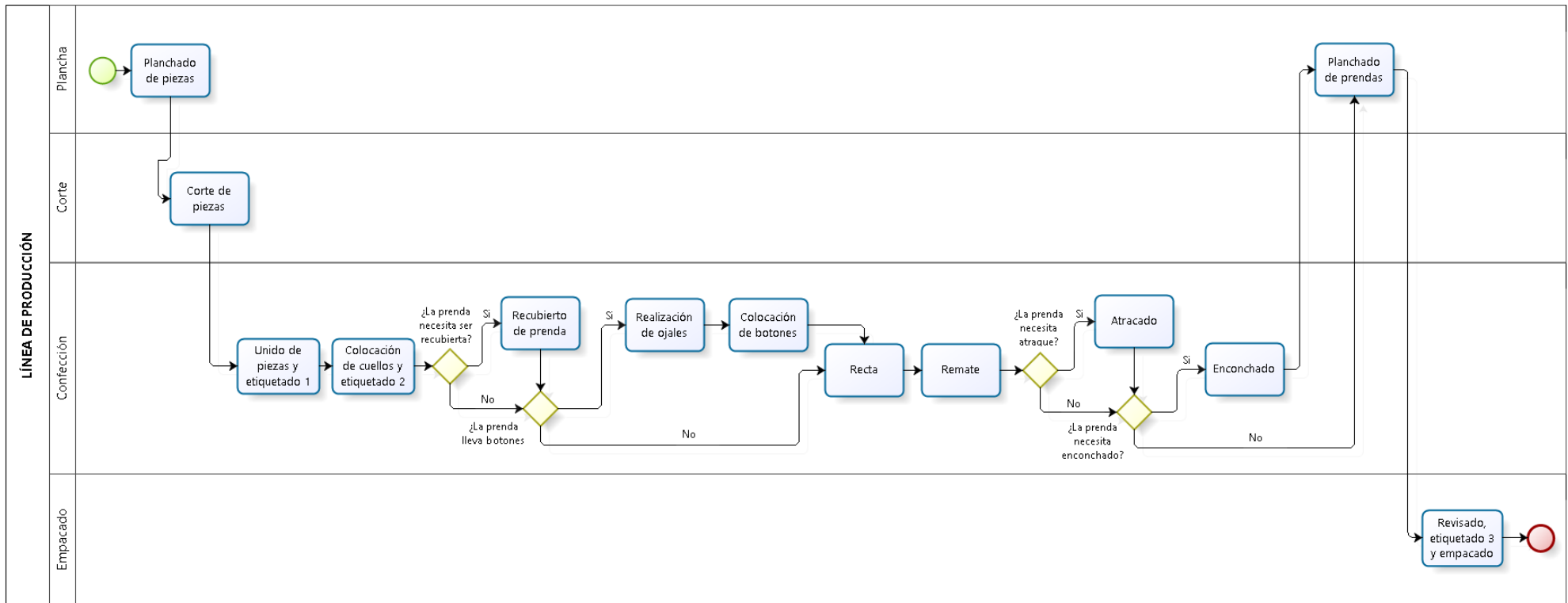
Con el fin de confirmar los productos más importantes que ha producido la empresa, se realizó la clasificación ABC, tomando en cuenta los precios totales de cada producto. Los productos más importantes que generan mayor cantidad de ingresos a la empresa son el Poncho Maritza y el Poncho Paola.

#### 4.1.2. FASE DE ANÁLISIS

Dentro de la fase de análisis se encuentran las etapas de: flujo de materiales, cálculo de superficies, relación entre actividades, diagrama relacional de actividades, factores influyentes, limitaciones prácticas, diagrama relacional de espacios.

##### Flujo de materiales

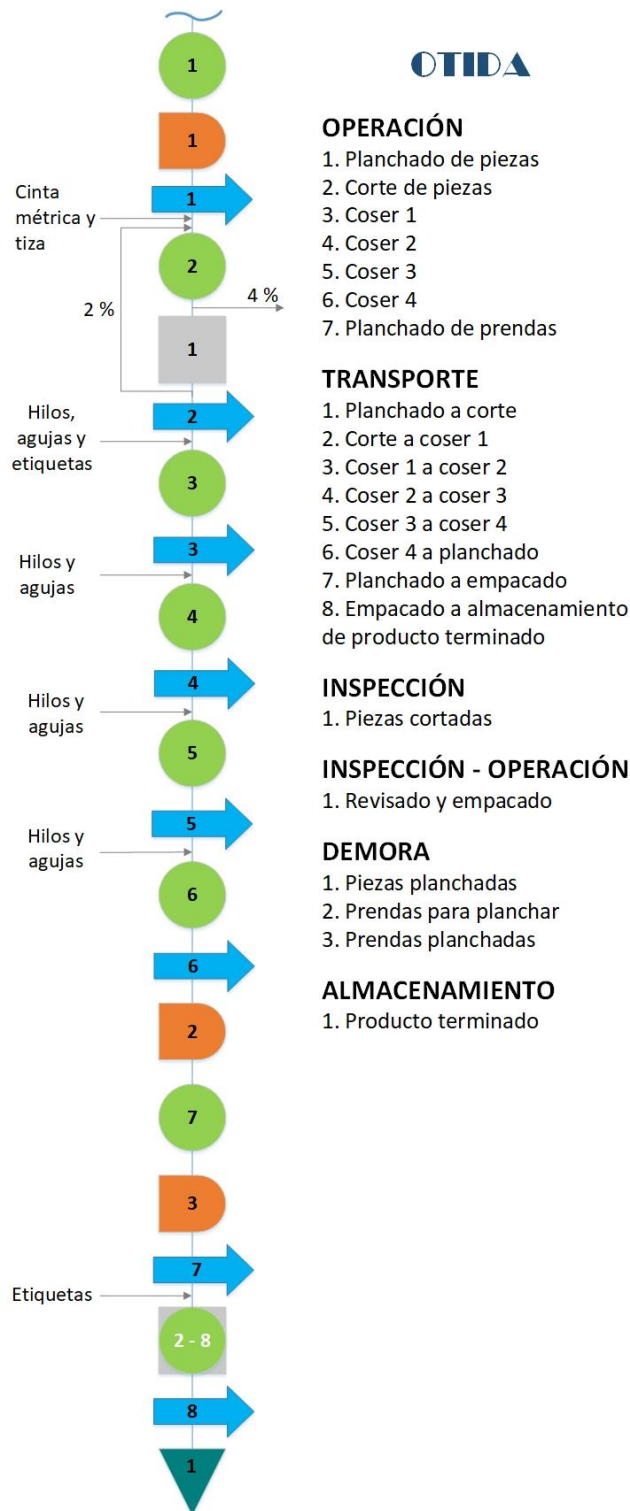
Dentro de la etapa de flujo de materiales se realizaron fichas técnicas de maquinaria (Anexo 5) que muestran información referente a: las dimensiones que ocupa cada máquina, la cantidad de máquinas que existen en la empresa, necesidades de voltaje y las características técnicas.



**Figura 4.3:** Diagrama de flujo

**Fuente:** Elaboración propia

Se desarrollo el diagrama de flujo para identificar y secuenciar las actividades realizadas dentro del área objeto de estudio. Partiendo de las actividades antes identificadas se realizó un diagrama OTIDA con la finalidad de representar gráficamente la sucesión cronológica del recorrido del objeto de trabajo.



**Figura 4.4:** Diagrama OTIDA

**Fuente:** Elaboración propia

El diagrama anterior muestra todos los movimientos: operaciones, transportes, inspecciones, demoras, almacenamientos y actividades combinadas que se dan durante el proceso productivo. Para complementar el diagrama OTIDA se desarrolló el diagrama de recorrido con el objetivo de analizar la distribución de las áreas de trabajo.



**Figura 4.5:** Diagrama de recorrido

**Fuente:** Elaboración propia

Luego de realizar el diagrama de recorrido se identificó desorganización en el flujo productivo ya que no existe una secuenciación entre actividades establecida. También se visualiza demoras en la producción, generando acumulaciones de producto en proceso.

### Cálculo de superficies

Se realizó el cálculo de superficies para conocer las necesidades de espacio de cada área, basado en las fichas técnicas de maquinaria y requerimientos de cada actividad de forma individual, también se tomó en cuenta la normativa legal para tener espacios seguros de trabajo.

**Tabla 4.1:** Cálculo de espacios

<b>1. Estanterías de materia prima</b>			
<b>Dimensiones (m)</b>		2,40 x 0,90	
<b>2. Área de planchado</b>			
<b>Puestos de trabajo, máquinas y equipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Dimensiones (m)</b>	<b>Dimensiones T (m)</b>
Plancha grande	1	5,60 x 3,90	10,90 x 4,50
Plancha pequeña	3	5,30 x 3,15	
Mesa de producción en proceso grande	2	2,90 x 0,50	
Mesa de producción en proceso pequeña	6	1,50 x 0,50	
<b>3. Área de corte</b>			
<b>Puestos de trabajo, máquinas y equipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Dimensiones (m)</b>	<b>Dimensiones T (m)</b>
Mesa de corte	2	2,45 x 1,85	4,90 x 2,65
<b>4. Área de coser 1</b>			
<b>Puestos de trabajo, máquinas y equipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Dimensiones (m)</b>	<b>Dimensiones T (m)</b>
Máquina overlock	5	4,40 x 3,60	7,00 x 6,80
Máquina unidora	3	4,40 x 2,40	
Máquina quasar	2	4,40 x 1,20	
Máquina remalladora	5	5,50 x 2,40	
Mesa de producción en proceso	2	1,50 x 0,50	
<b>5. Área de coser 2</b>			
<b>Puestos de trabajo, máquinas y equipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Dimensiones (m)</b>	<b>Dimensiones T (m)</b>
Máquina recubridora	4	4,40 x 2,40	4,60 x 4,40
Máquina ojaladora	1	2,20 x 1,20	
Máquina botonera	1	2,20 x 1,20	
Mesa de producción en proceso	2	1,10 x 0,50	

6. Área de coser 3			
Puestos de trabajo, máquinas y equipo	Cantidad	Dimensiones (m)	Dimensiones T (m)
Máquina recta	4	4,40 x 2,40	4,60 x 4,40
Máquina zigzag	1	2,20 x 1,20	
Máquina rematadora	1	2,20 x 1,20	
Mesa de producción en proceso	2	1,10 x 0,50	

7. Área de coser 4			
Puestos de trabajo, máquinas y equipo	Cantidad	Dimensiones (m)	Dimensiones T (m)
Máquina atracadora	2	4,40 x 1,20	4,40 x 3,40
Máquina enconchadora	2	4,40 x 1,20	
Mesa de producción en proceso	2	1,10 x 0,50	

8. Área de empacado			
Puestos de trabajo, máquinas y equipo	Cantidad	Dimensiones (m)	Dimensiones T (m)
Mesa de empacado	2	2,45 x 1,50	4,90 x 2,30

**Fuente:** Elaboración propia

Las máquinas fueron agrupadas tomando en cuenta el flujo productivo, especialmente las máquinas para coser, donde se creó cuatro áreas, que unieron actividades secuenciales en dos grupos y las no necesariamente secuenciales en otros dos grupos. También se tomó en cuenta el área para la producción en proceso de los distintos departamentos.

**Tabla 4.2:** Dimensiones departamentos

Nro.	Departamentos	Dimensiones (m)	Área (m <sup>2</sup> )
1.	Estanterías de materia prima	2,40 x 0,90	2,16
2.	Área de planchado	10,90 x 4,50	49,05
3.	Área de corte	4,90 x 2,65	12,98
4.	Área de coser 1	7,00 x 6,80	47,60
5.	Área de coser 2	4,60 x 4,40	20,24
6.	Área de coser 3	4,60 x 4,40	20,24
7.	Área de coser 4	4,40 x 3,40	14,96
8.	Área de empacado	4,90 x 2,30	11,27

**Fuente:** Elaboración propia

La tabla 4.2 muestra las dimensiones de las distintas áreas de trabajo, obtenidos a partir del cálculo de espacios realizado.



## Relación entre actividades

Para la relación entre actividades se basó en la agrupación realizada en el cálculo de superficies, con ayuda de este listado se realizó una matriz relacional de actividades mostrada en la figura 4.6. En la matriz se muestran las actividades que deben acercarse y las que deben alejarse, los motivos o causas por los que se relacionan (valor del motivo). También se muestra el área requerida por cada departamento.

**Tabla 4.3:** Códigos y motivos de las relaciones

<i>Código</i>	<i>Motivo o causa</i>	<i>Código</i>	<i>Tipo de relaciones</i>
1	Flujo productivo	A	Absolutamente importante
2	Suministro de materiales	E	Especialmente importante
3	Inspección y control del producto	O	Ordinaria
		U	Sin importancia

**Fuente:** Elaboración propia

La tabla 4.3 muestra los motivos por los cuales se relacionan las actividades y los tipos de relaciones entre actividades.

1. Estanterías de materia prima	2,16 m <sup>2</sup>	U
2. Área de planchado	49,05 m <sup>2</sup>	A U
3. Área de corte	12,98 m <sup>2</sup>	1 U 2 E A U 2 E
4. Área de coser 1	47,60 m <sup>2</sup>	1 U O 2 E A U 1 A 2 U
5. Área de coser 2	20,24 m <sup>2</sup>	1 O U 1 A A 1 U U 3
6. Área de coser 3	20,24 m <sup>2</sup>	1 U U A U
7. Área de coser 4	14,96 m <sup>2</sup>	1 U U
8. Área de empaclado	11,27 m <sup>2</sup>	

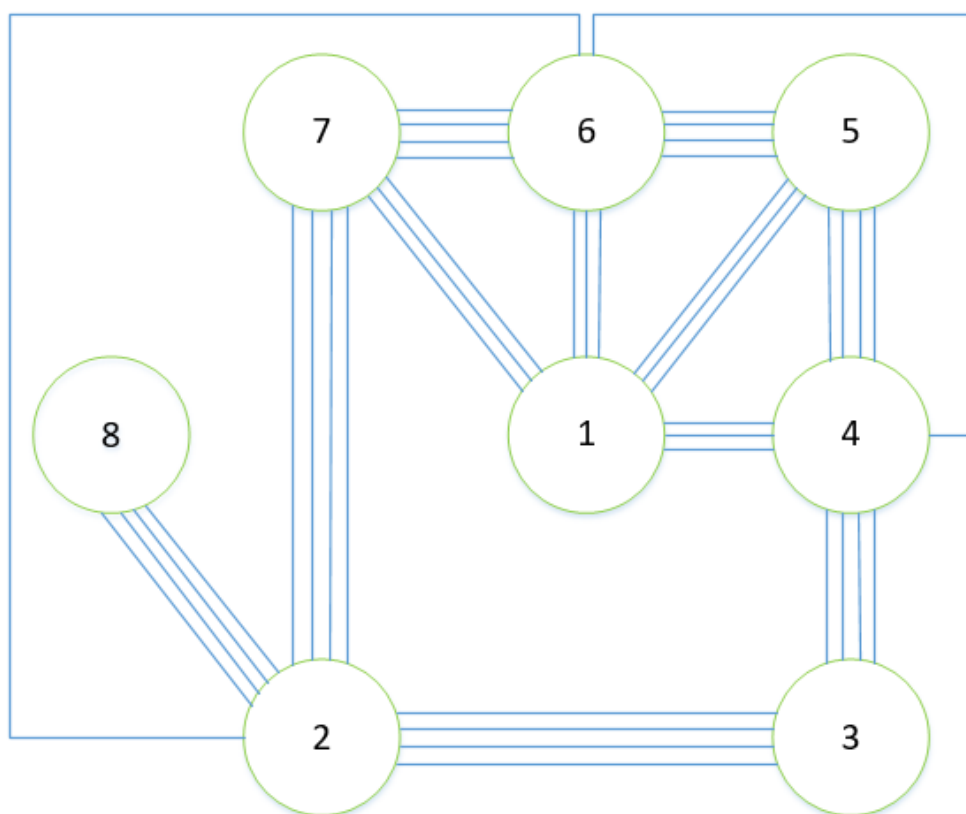
**Figura 4.6:** Relación entre actividades

**Fuente:** Elaboración propia

En la matriz se muestran los departamentos y sus relaciones por las cuales deben mantenerse cerca o deben alejarse, los motivos o causas por los que se relacionan (valor del motivo) y también el área requerida por cada departamento.

### Diagrama relacional de actividades

El diagrama relacional de actividades se realizó con el objetivo de reflejar en forma de diagrama la información contenida en la matriz relacional de actividades. Se empezó dibujando las actividades de mayor importancia (relación tipo A y relación tipo E). La figura 4.7 indica el diagrama con todas las relaciones entre las actividades.

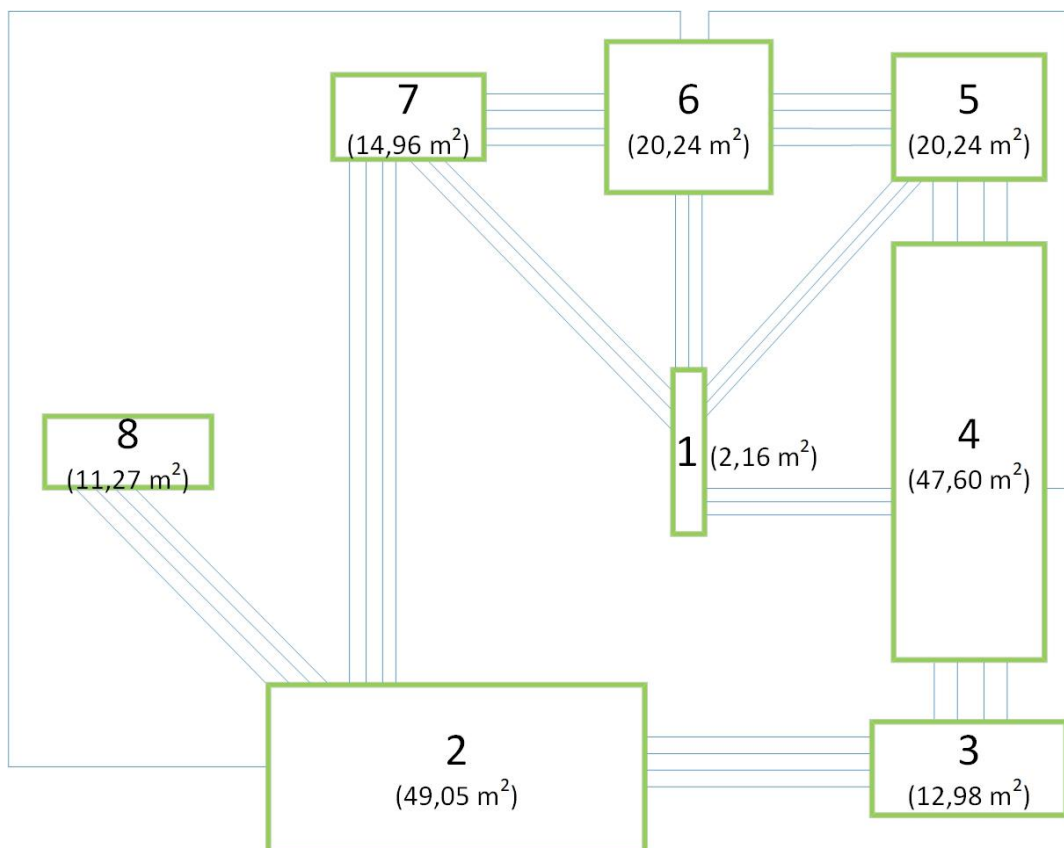


**Figura 4.7:** Diagrama relacional de actividades

**Fuente:** Elaboración propia

## Diagrama relacional de espacios

Luego de haber obtenido las dimensiones de las distintas áreas de trabajo y realizado el diagrama relacional de actividades se procedió a elaborar el diagrama relacional de espacios, asignando la superficie necesaria a cada actividad y manteniendo las relaciones entre actividades. Se realizó un contraste con el espacio disponible del lugar de implantación y se obtuvo el primer boceto de distribución en planta.



**Figura 4.8:** Diagrama relacional de espacios

**Fuente:** Elaboración propia

### 4.1.3. FASE DE SÍNTESIS

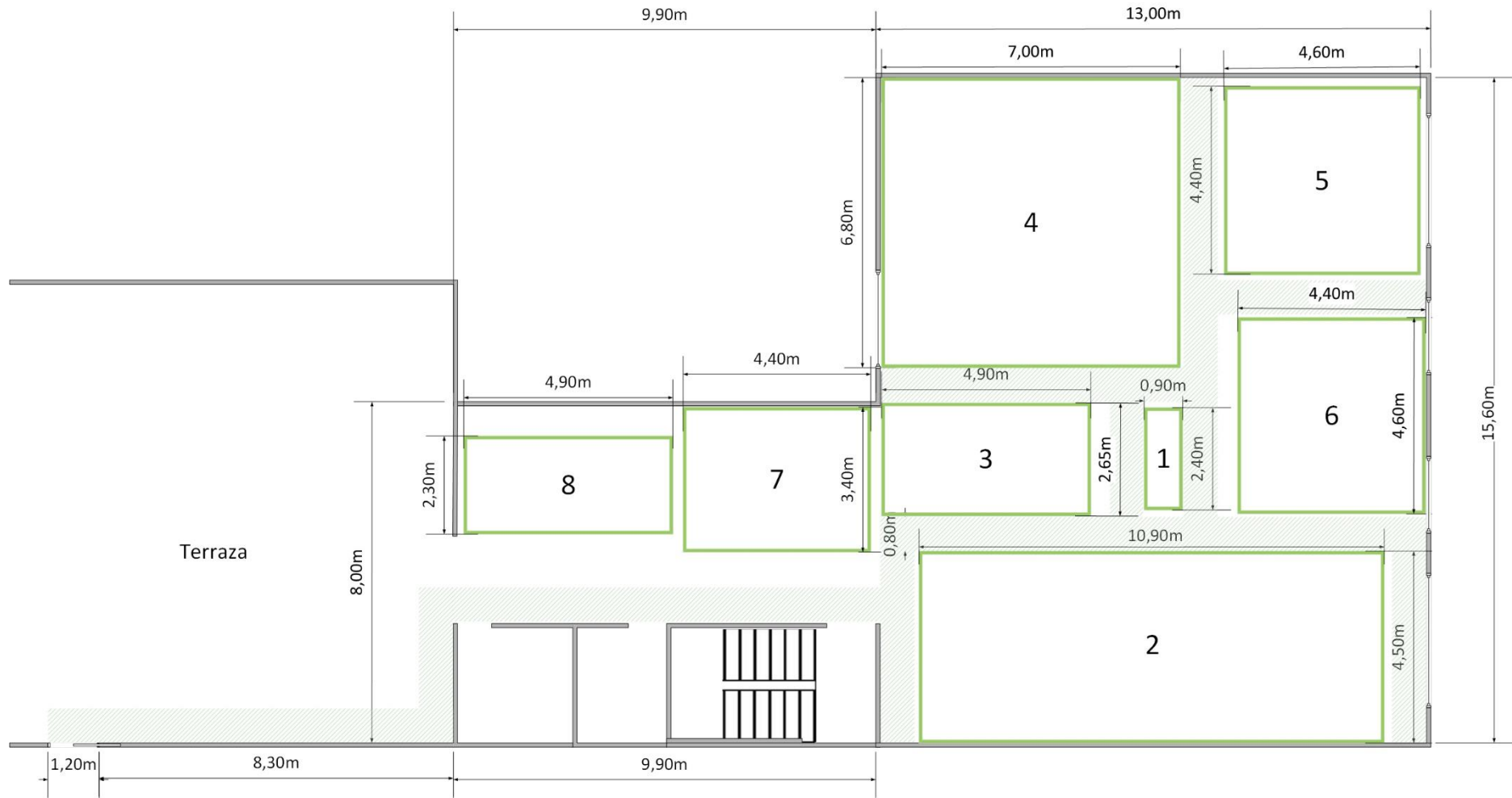
Dentro de la fase de síntesis del SLP se tomó en cuenta factores influyentes para el diseño de distribución en planta:

- Dentro de la línea de producción, la actividad anterior al área objeto de estudio se encuentra subiendo las gradas (Anexo 6), por lo que es necesario que la siguiente

actividad se encuentre lo más cercana posible, con el objetivo de reducir tiempos de transporte del objeto de trabajo.

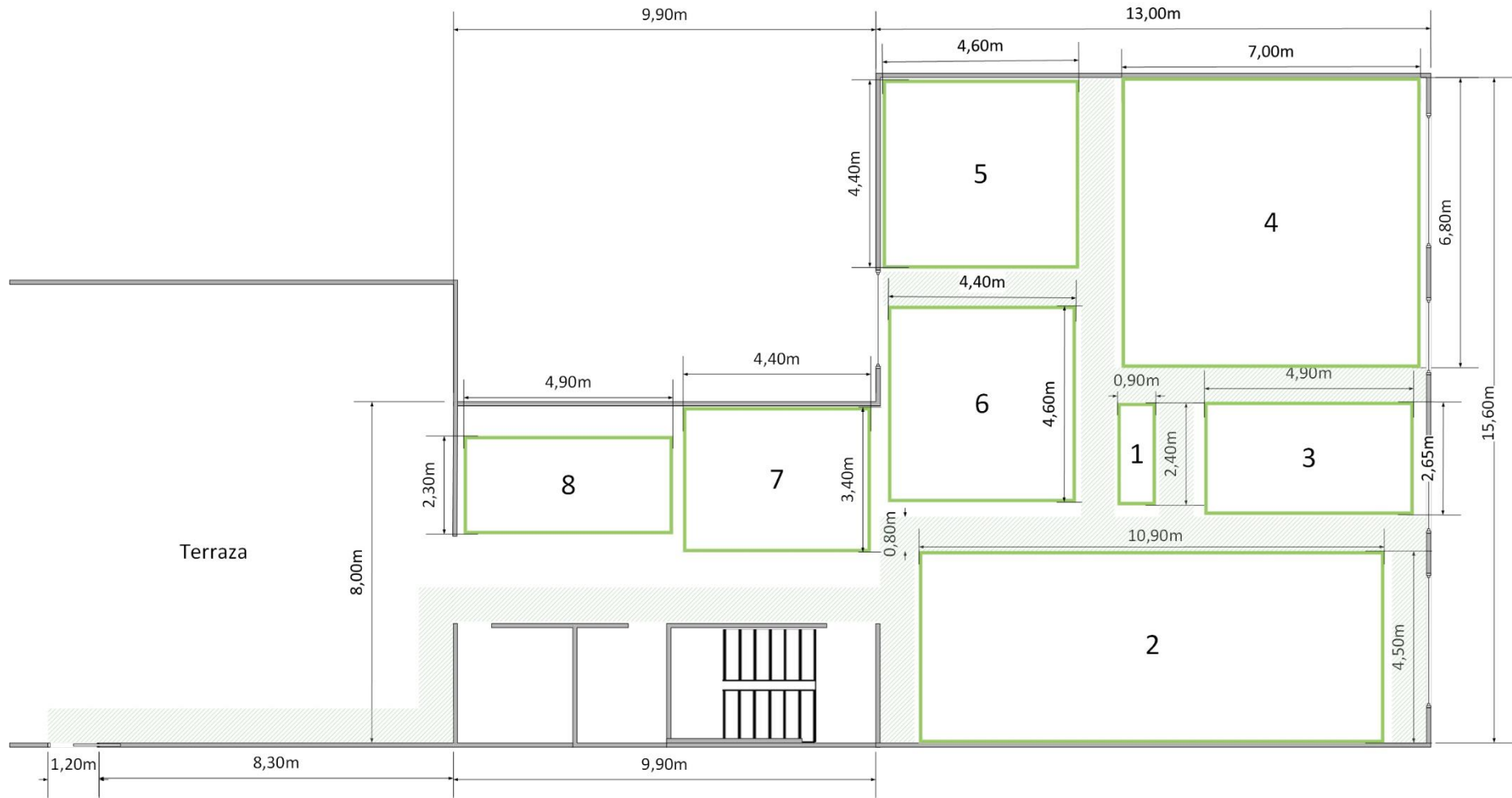
- Dentro de la línea de producción, la actividad posterior al área objeto de estudio y la última es el almacenamiento de producto terminado, luego de realizar un análisis gráfico se determinó que la distancia más corta a recorrer hasta el área de almacenamiento es saliendo por la terraza y bajando las otras gradas que tiene la empresa.
- Se organizó el flujo productivo enfocado en los productos más importantes que produce la empresa (poncho Maritza, poncho Paola).
- Se analizó el espacio para cada puesto de trabajo marcado por la normativa de seguridad y salud (Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo), teniendo así un área segura de dos metros cuadrados por trabajador sin contar el área de la maquinaria. Además, se incluyeron los pasillos de circulación de los trabajadores, los cuales fueron diseñados de ochenta centímetros de ancho, para el libre acceso a los distintos departamentos.

Se crearon dos alternativas definitivas de distribución en planta, para lo cual se partió del diagrama relacional de espacios y se modificó teniendo en cuenta los requerimientos internos de confort y seguridad del personal en el puesto de trabajo.



**Figura 4.9:** Primera solución de distribución en planta

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 4.10:** Segunda solución de distribución en planta

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.1.4. FASE DE EVALUACIÓN Y SELECCIÓN

A partir de las alternativas propuestas en la fase de síntesis, se realizó la evaluación de las mismas en conjunto con el dueño de la empresa y el personal de producción, los cuales fueron los expertos a la hora de plantear y ponderar los criterios de selección.

A continuación, se muestra la evaluación realizada a las distintas alternativas de distribución en base a los criterios establecidos. Se evaluaron las alternativas con una escala de 1 al 10 donde el 10 es la mayor puntuación.

**Tabla 4.4:** Análisis de las distintas alternativas de distribución en planta

Criterios (objetivos)	Peso	Alternativas	
	%	1	2
Comunicación directa con las actividades anteriores y posteriores al área objeto de estudio.	20	8	8
Posibilidad de implementar más maquinaria.	10	6	6
Utilización eficiente del espacio disponible	30	7	8
Flujo de materiales y del objeto de trabajo de manera ordenada y secuencial.	30	6	10
Posibilidad de ajustar y reordenar la distribución actual	10	8	8
<i>Puntuación</i>	100	<b>6.9</b>	<b>8.4</b>

**Fuente:** Elaboración propia

Luego del análisis realizado en la tabla 4.4 se concluyó que la alternativa dos es la que mejor se adecua a las necesidades del proceso industrial.

La Planeación Sistemática de Distribución en Planta (SLP) es un método cualitativo el cual se desarrolló para obtener una solución de distribución factible. Luego de esto se aplicaron los métodos cuantitativos CRAFT y CORELAP, con la finalidad de contrastar la solución obtenida con el método SLP.

## 4.2. SOLUCIÓN CRAFT

El método CRAFT se desarrolló con complementos en Excel y comenzó con el ingreso de datos acerca del problema, como el nombre del proyecto, el número de departamentos a implementar y la unidad de medida de la distancia. La información rellena acerca del número de departamentos a implementar es la misma del método SLP, por lo tanto, dicha información fue transcrita del método anterior. La unidad de medida escogida fueron los metros al igual que en anterior método. Dicha información se muestra en el Anexo 7.

Luego de completar los datos iniciales acerca del problema, se generó automáticamente una hoja de Excel donde se ingresó la longitud y el ancho de las nuevas instalaciones, así como el nombre de los departamentos y su área ocupada (Anexo 8). Además, se integró la información acerca del flujo productivo, consiste en el traslado de información desde el departamento *i* al departamento *j* (Anexo 9). La tabla 4.5 muestra la información acerca de los departamentos y los datos de flujo. Los datos se ingresaron en forma de número, donde el valor más alto es considerado más importante a trasladar.

**Tabla 4.5:** Datos de Matriz *From-To*

Departamento <i>i</i> ( <i>From</i> )	Departamento <i>j</i> ( <i>To</i> )	Datos de flujo	Valor ingresado	Tipo de relación
Estanterías de MP – D1	Área de coser 1 – D4	Hilos y agujas	15	Importante
	Área de coser 2 – D5	Hilos y agujas	15	Importante
	Área de coser 3 – D6	Hilos y agujas	15	Importante
	Área de coser 4 – D7	Hilos y agujas	15	Importante
Área de planchado – D2	Área de corte – D3	Piezas	18	Muy importante
	Área de empacado – D8	Prendas	18	Muy importante
Área de corte – D3	Área de coser 1 – D4	Piezas	18	Muy importante
Área de coser 1 – D4	Área de coser 2 – D5	Piezas	18	Muy importante
	Área de coser 3 – D6	Piezas	12	Ordinaria
Área de coser 2 – D5	Área de coser 3 – D6	Piezas	18	Muy importante
Área de coser 3 – D6	Área de planchado – D2	Prendas	12	Ordinaria
	Área de coser 4 – D7	Piezas	18	Muy importante
Área de coser 4 – D7	Área de planchado – D2	Prendas	18	Muy importante

**Fuente:** Elaboración propia



Luego de haber llenado los datos anteriores, el solver definió las instalaciones iniciales y después organizó los departamentos y creó una solución factible (Anexo 10).

### **4.3. SOLUCIÓN CORELAP**

En esta propuesta de mejoramiento también se ingresaron datos del problema de distribución en planta, como: el número de departamentos, los nombres de los departamentos con su respectiva área expresada en metros cuadrados, la superficie total disponible de las instalaciones.

También se ingresó valores del peso de las relaciones de proximidad entre departamentos, donde el valor alto de la constante significa que es importante que dos departamentos se sitúen juntos, por el contrario, un valor de constante muy pequeño significa que no es importante que los departamentos se encuentren juntos. Todos estos datos se muestran en el Anexo 11.

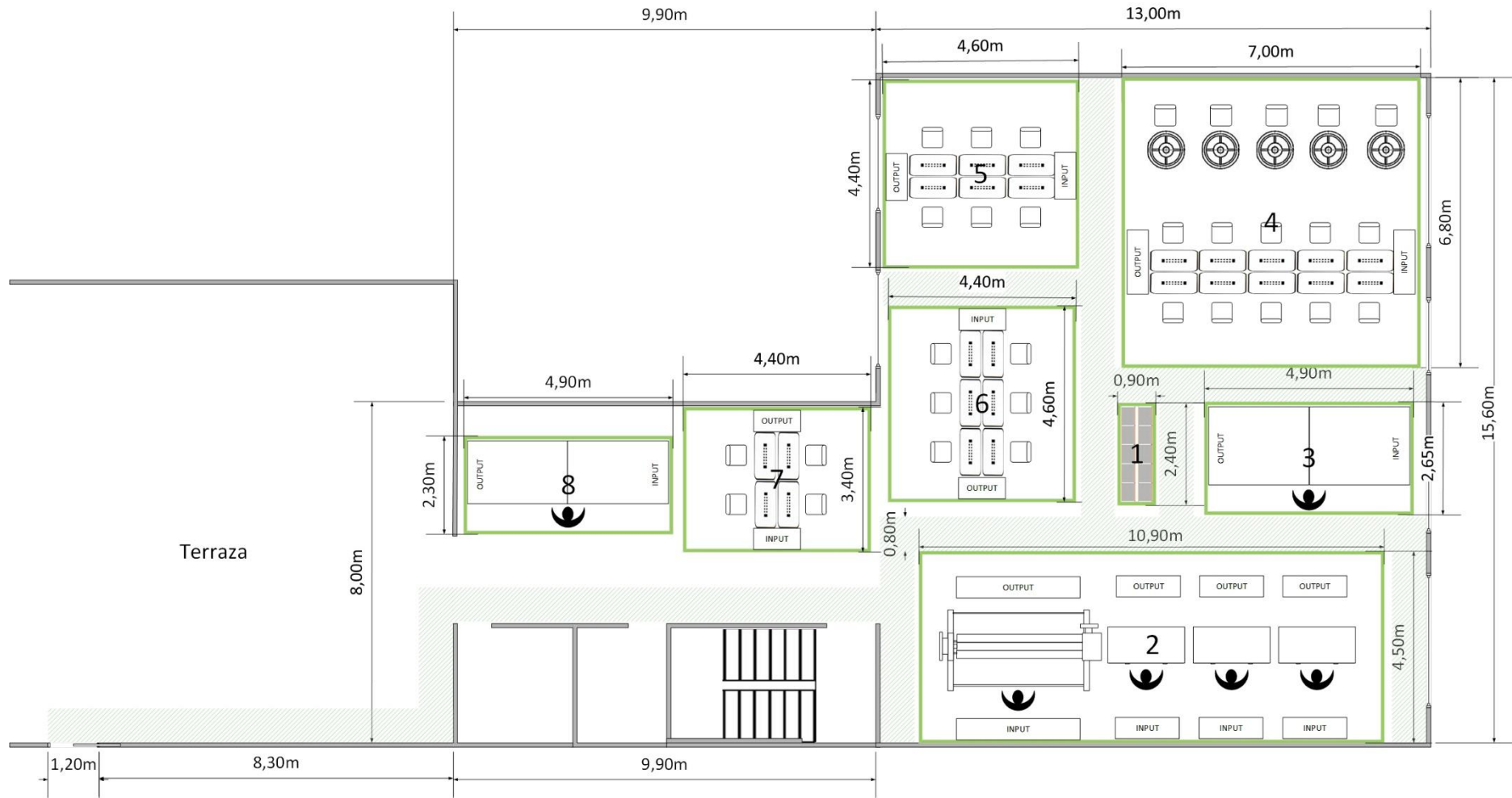
A continuación, fue necesario ingresar la matriz de relaciones entre actividades, dicha matriz fue elaborada anteriormente en el método SLP, donde se especificó el tipo de relación: absolutamente importante (A), especialmente importante (E), ordinaria (O) y relación sin importancia (U) mostrado en el Anexo 12.

Por último, se generaron los resultados de donde se obtuvo la siguiente información:

- El orden de importancia de los departamentos en función de la afinidad con todos los demás según los pesos anteriormente introducidos. El orden de importancia se lo conoce como TCR (Total Closeness Rating).
- También se observa la superficie requerida (calculada por el programa) que fue menor a la superficie disponible. La presentación de resultados se muestra en el Anexo 13.
- El cálculo de las iteraciones que consistió en dos procesos iterativos: el cálculo del orden en que fueron colocados los departamentos y la colocación de los departamentos en la posición más adecuada (Anexo 14).
- La representación gráfica de la ubicación de cada uno de los departamentos mostrada en el Anexo 15.

Luego de analizar las soluciones de distribución en planta cuantitativas es importante recalcar que estos métodos nos proporcionaron un orden de los departamentos a implementar, donde establecen un flujo productivo factible mas no la asignación del área específica de cada departamento. Esto sucede dado que los programas generan un área rectangular de instalaciones y el área donde se quiere implementar la línea de producción objeto de estudio no es de forma rectangular. Fue necesario realizar un reajuste a los resultados obtenidos por los programas para obtener una solución final de distribución en planta.

La propuesta final de distribución en planta se muestra en la Figura 4.11, donde se visualiza las medidas de largo y ancho de cada departamento, los pasillos para circulación del personal y la ubicación de las máquinas. Además, en el Anexo 16 se muestra una visualización tridimensional de la distribución en planta propuesta.



**Figura 4.11:** Solución final de distribución en planta

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.4. INDICADORES DE DESEMPEÑO

La evaluación de la distribución en planta propuesta se realizó de dos formas, cualitativamente y cuantitativamente. De manera cualitativa se visualiza las mejoras del diseño de distribución en planta propuesto en la tabla 4.6 donde se compara la distribución en planta inicial y los resultados de la distribución en planta propuesta.

**Tabla 4.6:** Indicadores cualitativos

<b>Principios de distribución en planta</b>	<b>Distribución inicial</b>	<b>Distribución Propuesta</b>
<i>Integración de conjunto</i>	- Materiales sin ubicación específica	- Estantería de materiales
<i>Mínima distancia recorrida</i>	- Existencia de dos áreas de trabajo (planta baja y segunda planta) con las mismas operaciones	- Reducción de las distancias recorridas e integración de los departamentos en un solo sitio
<i>Flujo de materiales</i>	- Ubicación de máquinas empírica - Acumulación excesiva de materiales en proceso	- Secuenciación de operaciones - Creación de departamentos de trabajo
<i>Espacio cúbico</i>	- Excesivas distancias a recorrer en el flujo de trabajo	- Utilización efectiva del espacio disponible
<i>Satisfacción y seguridad</i>	- No existencia de pasillos en el centro de trabajo - Espacio insuficiente entre máquinas	- Creación de pasillos - Espacios seguros de trabajo
<i>Flexibilidad</i>	- Poco espacio para reorganización de operaciones	- Posibilidad de ajustar las operaciones
<i>Orden</i>	- Operaciones distantes y desorganización en el proceso	- Departamentos de trabajo ordenados según la secuencia de actividades

**Fuente:** Elaboración propia

De manera cuantitativa se analizó los costos de transporte del objeto de trabajo obtenidos mediante el método CRAFT. Para la resolución del problema se asumió que los costos de transporte entre los departamentos son los mismos, por lo que se ingresó una valoración igual a uno en la matriz de costos del software.

**Tabla 4.7:** Indicador cuantitativo de Costos

<b>Distribución en planta</b>	<b>Costos de transporte del objeto de trabajo</b>	<b>% de reducción de costos</b>
<i>Actual</i>	2458	36,82%
<i>Propuesta</i>	1553	

**Fuente:** Elaboración propia

Luego de examinar los costos de transporte del objeto de trabajo en la distribución actual y la distribución propuesta, se visualiza claramente que es menos costoso transportar el objeto de trabajo con la distribución en planta propuesta, teniendo una reducción del 36,82%.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

1. Se recolectó y analizó la información de los fundamentos teóricos en los cuales se basó esta investigación, lo cual permitió analizar las diferentes metodologías usadas en la actualidad para el diseño de distribución en planta.
2. El análisis de la situación actual permitió caracterizar la empresa y conocer la estructura organizativa, el proceso productivo donde se identificó los principales proveedores, la materia prima utilizada, los distintos productos fabricados y sus potenciales clientes.
3. El diagnóstico de la situación actual permitió conocer la distribución en planta existente donde se identificó que el espacio es insuficiente en el centro de trabajo y que existe desorganización en la distribución de los espacios de trabajo.
4. Se utilizó un flujo de materiales en forma de U que permitió optimizar el espacio utilizado teniendo un mayor control sobre los procesos de producción y una comunicación directa con las actividades anteriores y posteriores al área objeto de estudio.
5. Se aplicó la Planeación Sistemática de Distribución en Planta (SLP) donde se generó una solución de distribución factible que se obtuvo, luego de haber evaluado alternativas de solución en conjunto con el dueño de la empresa y el personal de producción.
6. Los métodos los métodos cuantitativos CRAFT y CORELAP con la finalidad de contrastar la solución obtenida con el método SLP, logrando que los tres métodos de distribución en planta coincidan en sus resultados finales.

7. La propuesta de Distribución en Planta final permitió definir el recorrido del objeto de trabajo del área objeto de estudio, distribuyendo los espacios de trabajo mediante la creación de departamentos claramente identificados y ordenados.
8. Mediante el uso de indicadores de desempeño se evaluó la propuesta de distribución en planta de manera cualitativa y cuantitativa, donde se visualizó mejoras al reducir el costo de transporte del objeto de trabajo en un 36,82%.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Implementar la distribución en planta propuesta en las nuevas instalaciones de la empresa con el fin de mejorar las condiciones de trabajo y organizar el proceso productivo del área objeto de estudio.
- Evaluar los puestos de trabajo con el fin de ubicar la señalización necesaria de seguridad y salud en el trabajo; así como realizar un diseño de instalaciones eléctricas para cada máquina y ductos de ventilación para las planchas industriales, teniendo en cuenta condiciones de seguridad.
- Realizar un diseño de distribución en planta antes de crear unas nuevas instalaciones con el fin de conocer el espacio realmente necesario para trasladar el área deseada, y así no tener espacios subutilizados o caso contrario falta de infraestructura.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre López, D. (2015). *Diseño de la distribución y capacidad productiva de una planta textil manufacturera de bóxers de hombre*. Quito: Universidad de las Américas.
- Arciniegas Limongi, W., & Sánchez Cevallos, V. (2012). *Propuesta de rediseño de layout y mejoramiento en el flujo de materiales en el área de producción de la empresa de calzado "FAME S.A."*. Quito: Universidad San Francisco de Quito.
- Bello Pérez, C. (2013). *Producción y operaciones aplicadas a las pyme*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Casals, M., & Forcada, X. (2008). *Diseño de complejos industriales. Fundamentos*. Barcelona: Edicions UPC.
- Díaz, H., Osorio, O., & Jaramillo, V. (2009). *Técnicas de estudio II*. El Cid Editor.
- Domínguez Machuca, J. A. (1995). *Dirección de operaciones*. Madrid: McGraw Hill.
- Galindo A., A. (2009). *redalyc.org*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/html/3604/360433566010/>
- García Criollo, R. (2005). *Estudio del trabajo*. México, D. F.: McGraw-Hill.
- Garzon Ron, L. (2011). *Diseño de una planta industrial de 1000 m<sup>2</sup> de superficie para la fabricación de armarios y muebles de cocina modulares*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Hernández León, R. A., & Coello González, S. (2011). *El proceso de Investigación Científica*. La Habana: Editorial Universitaria.
- Mejia A, H., Wilches A, M., Galofre V, M., & Montenegro, Y. (2011). Aplicación de metodologías de distribución de plantas para la configuración de un centro de distribución. *revistas.utp*, 63-68.
- Muther, R. (1981). *Distribución en planta*. Barcelona: McGraw Hill.
- Palacios Acero, L. (2009). *Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos*. Bogotá: Eco Ediciones.



- Platas García, J. A., & Cervantes Valencia, M. I. (2014). Planeación, diseño y layout de instalaciones. Un enfoque por competencias. México D. F.: Grupo Editorial Patria, S.A. de C.V.
- Puma Guapisaca, G. (2011). *Propuesta de redistribución de planta y mejoramiento de la producción para la empresa "Prefabricados del Austro"*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- Salas Bacalla, J., Leyva, M., & Mauricio, D. (2013). Una taxonomía del problema de distribución. *Revista de la facultad de Ingeniería Industrial*, 132-143.
- Schroeder, R. G. (2011). *Administración de operaciones Conceptos y casos contemporáneos*. México, D. F.: McGraw Hill.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una vida*. Quito - Ecuador.
- Tamayo y Tamayo, M. (2011). *El Proceso de la Investigación Científica*. México: Limusa.
- Trueba Jainaga, J. I. (2009). *Principios básicos de la distribución en planta*. España.
- Vallhonrat, J. M., & Corominas, A. (1991). *Localización, distribución*. Barcelona: Marcombo.

# ANEXOS

## Anexo 1: Empresa Tejidos Marko's



## Anexo 2: Áreas de la empresa

- Almacén



- Administración



- Área de diseño



- Área de almacenamiento de materia prima



- Área de tejeduría



- Área de tinturado



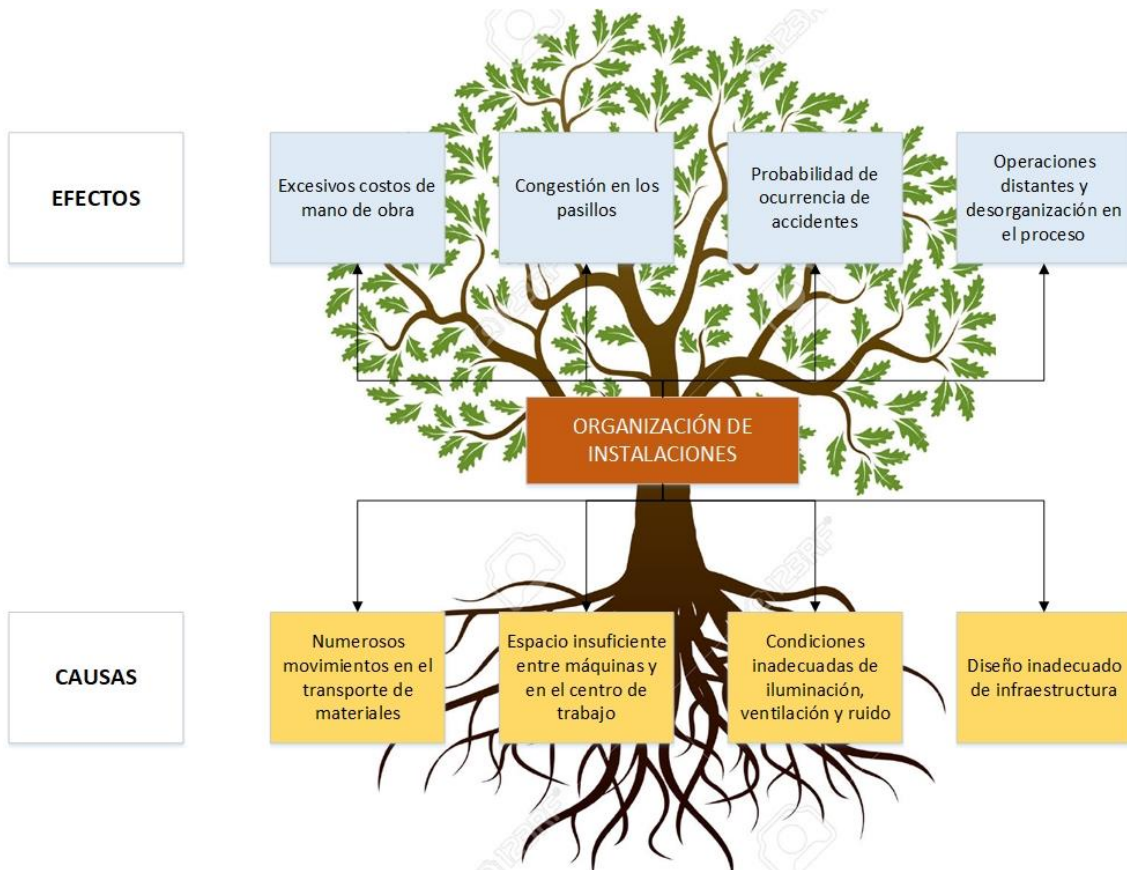
- Área de corte y confección



- Área de almacenamiento de producto terminado



Anexo 3: Árbol de problemas





#### Anexo 4: Productos Tejidos Marko's

PRODUCCIÓN TRIMESTRAL				
CÓDIGO	NOMBRE	CANTIDAD	PRECIO DE VENTA	PRECIO TOTAL
02-001	PONCHO MARITZA	1297	\$ 14,00	\$ 18.151,00
02-026	PONCHO PAOLA	1040	\$ 13,75	\$ 14.300,00
02-027	CHALINA PAOLA	987	\$ 8,00	\$ 7.894,00
02-013	BLUSA HILDA	777	\$ 8,80	\$ 6.833,83
02-003	CHALINA MARIUXI	672	\$ 8,00	\$ 5.374,00
01-008	CHOMPA KEVIN	381	\$ 17,00	\$ 6.468,50
02-002	CHALINA SORAYA	371	\$ 9,00	\$ 3.336,75
02-086	BLUSA LORENA	348	\$ 8,80	\$ 3.058,00
01-002	BUSO WALTER	320	\$ 15,30	\$ 4.899,83
02-067	PONCHO MARICELA	318	\$ 14,00	\$ 4.452,00
02-069	PONCHO MAYLIN	313	\$ 14,50	\$ 4.543,33
02-021	SACO MARLENE	289	\$ 15,00	\$ 4.328,57
01-006	SACO ROBERTO	269	\$ 16,50	\$ 4.442,63
01-001	BUSO PAUL	260	\$ 12,30	\$ 3.198,00
E06CA029	SACO CARDIGANS	210	\$ 15,00	\$ 3.142,50
02-020	SACO GABY	188	\$ 14,25	\$ 2.679,00
SWEATERCAP	SACO CAPUCHA	180	\$ 17,00	\$ 3.060,00
N00103	CHALECO	149	\$ 8,80	\$ 1.314,13
02-065	CHALECO LAURA	138	\$ 15,00	\$ 2.062,50
02-088	SACO ADRIANA	115	\$ 16,00	\$ 1.840,00
02-079	BLUSA LINDA	107	\$ 17,00	\$ 1.819,00
02-089	ABRIGO ROSAURA	94	\$ 17,00	\$ 1.589,50
02-066	PONCHO MISHEL	93	\$ 12,00	\$ 1.116,00
SWEATERJUN	ABRIGO	93	\$ 15,30	\$ 1.417,80
02-076	ABRIGO ZULY	86	\$ 15,50	\$ 1.333,00
01-025	CHOMPA FABIAN	42	\$ 15,00	\$ 622,50
02-004	CHALINA XIMENA	39	\$ 16,53	\$ 636,41
02-023	CHOMPA MARLENE	38	\$ 14,25	\$ 537,94
01-024	BUSO ALFREDO	15	\$ 14,25	\$ 206,63
02-045	SACO ANDREA	15	\$ 16,80	\$ 243,60

#### Anexo 5: Fichas Técnicas de Maquinaria

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA					
<b>Versión</b>	01	<b>Fecha</b>	23/10/2017		
<b>Nombre</b>	Cortadora de tela industrial				
<b>Marca</b>	Zoje	<b>Modelo</b>	ZJ3		
<b>Cantidad</b>	1				
<b>Ubicación</b>	Área de corte y confección				
<b>Características generales</b>					
<b>Velocidad</b>	3400 rpm	<b>Voltaje</b>	110 V		
<b>Dimensiones</b>	0,30 X 0,30 m		<b>Foto de la máquina</b>		
<b>Características técnicas</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máquina profesional para el corte de la tela con un cuchillo vertical.</li> <li>• Tres diferentes tamaños cuchillo, 6, 8 o 10 pulgadas.</li> <li>• Motor de 550W de potencia.</li> <li>• Corta algodón, lana, seda, dril de algodón, sintéticos y otros.</li> <li>• Equipado con cuchilla automática sacapuntas y protección para los dedos.</li> </ul>					
<b>Elaborado por:</b>	Oscar Calderón	<b>Revisado por:</b>	Yakleem Montero	<b>Aprobado por:</b>	Rene Bolaños

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA					
<b>Versión</b>	01	<b>Fecha</b>	23/10/2017		
<b>Nombre</b>	Máquina atracadora				
<b>Marca</b>	PFAFF	<b>Modelo</b>	3371		
<b>Cantidad</b>	2				
<b>Ubicación</b>	Área de corte y confección				
<b>Características generales</b>					
<b>Velocidad</b>	2700 P.P.min	<b>Voltaje</b>	110 V		
<b>Dimensiones</b>	0,55 X 1,20 m			<b>Foto de la máquina</b>	
<b>Características técnicas</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máquina de atraque electrónica.</li> <li>• 40 programas diferentes de atraque.</li> <li>• Área de costura total 40x20 mm.</li> <li>• Panel de control completo.</li> <li>• Corta hilos automático.</li> </ul>					
<b>Elaborado por:</b>	Oscar Calderón	<b>Revisado por:</b>	Yackleem Montero	<b>Aprobado por:</b>	Rene Bolaños

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA					
<b>Versión</b>	01	<b>Fecha</b>	23/10/2017		
<b>Nombre</b>	Máquina botonera				
<b>Marca</b>	Juki	<b>Modelo</b>	MB-1373		
<b>Cantidad</b>	1				
<b>Ubicación</b>	Área de corte y confección				
<b>Características generales</b>					
<b>Velocidad</b>	1500 P.P.min	<b>Voltaje</b>	110 V		
<b>Dimensiones</b>	0,55 X 1,20 m			<b>Foto de la máquina</b>	
<b>Características técnicas</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lubricación por goteo.</li> <li>• Doble sistema de acabado.</li> <li>• Botón paralelo de 2 o 4 huecos.</li> <li>• Botón de 4 huecos en aspa.</li> <li>• Botón de 2 huecos paralelo.</li> </ul>					
<b>Elaborado por:</b>	Oscar Calderón	<b>Revisado por:</b>	Yackleem Montero	<b>Aprobado por:</b>	Rene Bolaños

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA					
<b>Versión</b>	01	<b>Fecha</b>	23/10/2017		
<b>Nombre</b>	Máquina enconchadora				
<b>Marca</b>	Taking	<b>Modelo</b>	TK-117		
<b>Cantidad</b>	2				
<b>Ubicación</b>	Área de corte y confección				
<b>Características generales</b>					
<b>Velocidad</b>	800 rpm	<b>Voltaje</b>	110 V		
<b>Dimensiones</b>	0,55 X 1,20 m			<b>Foto de la máquina</b>	
<b>Características técnicas</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realiza varios estilos decorativos específicos para el borde.</li> <li>• Capacidad de coser tres diferentes combinaciones de acabado.</li> <li>• Incluye 1, 4 u 8 puntadas.</li> <li>• Realiza diferentes tamaños de puntada de concha o enconchado.</li> </ul>					
<b>Elaborado por:</b>	Oscar Calderón	<b>Revisado por:</b>	Yackleem Montero	<b>Aprobado por:</b>	Rene Bolaños

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA				
<b>Versión</b>	01	<b>Fecha</b>	23/10/2017	
<b>Nombre</b>	Máquina ojaladora			
<b>Marca</b>	Juki	<b>Modelo</b>	LBH-782	
<b>Cantidad</b>	1			
<b>Ubicación</b>	Área de corte y confección			
<b>Características generales</b>				
<b>Velocidad</b>	4200 P.P.min	<b>Voltaje</b>	110 V	<b>Foto de la máquina</b>
<b>Dimensiones</b>	0,55 X 1,20 m			
<b>Características técnicas</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Longitud de ojal de hasta 120mm.</li> <li>• Ancho del zig-zag de hasta 10mm.</li> <li>• Altura de prensatela de 12mm.</li> <li>• Sistema de aguja DPx5.</li> <li>• 30 patrones pre-programados.</li> </ul>				
<b>Elaborado por:</b>	Oscar Calderón	<b>Revisado por:</b>	Yackleem Montero	<b>Aprobado por:</b> Rene Bolaños

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA				
<b>Versión</b>	01	<b>Fecha</b>	23/10/2017	
<b>Nombre</b>	Máquina overlock			
<b>Marca</b>	Juki	<b>Modelo</b>	MO-6814S	
<b>Cantidad</b>	6			
<b>Ubicación</b>	Área de corte y confección			
<b>Características generales</b>				
<b>Velocidad</b>	6000 P.P.min	<b>Voltaje</b>	110 V	<b>Foto de la máquina</b>
<b>Dimensiones</b>	0,55 X 1,20 m			
<b>Características técnicas</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Overlock de 4 hilos.</li> <li>• Mecanismo de barra de agujas y mecanismo looper.</li> <li>• No requieran lubricación.</li> <li>• La máquina no salpica el aceite después de una largo periodo de uso.</li> </ul>				
<b>Elaborado por:</b>	Oscar Calderón	<b>Revisado por:</b>	Yackleem Montero	<b>Aprobado por:</b> Rene Bolaños

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA				
<b>Versión</b>	01	<b>Fecha</b>	23/10/2017	
<b>Nombre</b>	Máquina quasar			
<b>Marca</b>	Exacta	<b>Modelo</b>	Quasar E-type	
<b>Cantidad</b>	2			
<b>Ubicación</b>	Área de corte y confección			
<b>Características generales</b>				
<b>Velocidad</b>	100 a 2000 rpm	<b>Voltaje</b>	220 V	<b>Foto de la máquina</b>
<b>Dimensiones</b>	0,80 X 1,20 m			
<b>Características técnicas</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Componentes de alta precisión para garantizar una larga vida útil</li> <li>• Cuellos en V en 40/50 segundos.</li> <li>• Cuello redondo en 30/40 segundos.</li> <li>• Dispositivo diferencial para alimentar el borde y la tela.</li> <li>• Unidad de alimentación automática de la guarnición.</li> </ul>				
<b>Elaborado por:</b>	Oscar Calderón	<b>Revisado por:</b>	Yackleem Montero	<b>Aprobado por:</b> Rene Bolaños



FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA				
<b>Versión</b>	01	<b>Fecha</b>	23/10/2017	
<b>Nombre</b>	Máquina recubridora			
<b>Marca</b>	Juki	<b>Modelo</b>	MF-7523	
<b>Cantidad</b>	4			
<b>Ubicación</b>	Área de corte y confección			
<b>Características generales</b>				
<b>Velocidad</b>	6000 P.P.min	<b>Voltaje</b>	110 V	<b>Foto de la máquina</b>
<b>Dimensiones</b>	0,55 X 1,20 m			
<b>Características técnicas</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máquina recubridora de 3 agujas.</li> <li>• Doble cadeneta con recubridor superior y inferior para puntada regular.</li> <li>• Separación entre agujas de hasta 6.4mm.</li> <li>• Alto de prénsatela.</li> <li>• Sistema de aguja UY128GAS.</li> </ul>				
<b>Elaborado por:</b>	Oscar Calderón	<b>Revisado por:</b>	Yakleem Montero	<b>Aprobado por:</b> Rene Bolaños

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA				
<b>Versión</b>	01	<b>Fecha</b>	23/10/2017	
<b>Nombre</b>	Máquina recta			
<b>Marca</b>	Juki	<b>Modelo</b>	DDL-8300N	
<b>Cantidad</b>	5			
<b>Ubicación</b>	Área de corte y confección			
<b>Características generales</b>				
<b>Velocidad</b>	5500 P.P.min	<b>Voltaje</b>	110 V	<b>Foto de la máquina</b>
<b>Dimensiones</b>	0,55 X 1,20 m			
<b>Características técnicas</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puntada recta.</li> <li>• Motor servo interno conectado directamente al eje principal.</li> <li>• Bajo nivel de vibración y ruido.</li> <li>• Largo de puntada máximo de 5 mm.</li> </ul>				
<b>Elaborado por:</b>	Oscar Calderón	<b>Revisado por:</b>	Yakleem Montero	<b>Aprobado por:</b> Rene Bolaños

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA				
<b>Versión</b>	01	<b>Fecha</b>	23/10/2017	
<b>Nombre</b>	Máquina remalladora			
<b>Marca</b>	Conti complet	<b>Modelo</b>	66	
<b>Cantidad</b>	5			
<b>Ubicación</b>	Área de corte y confección			
<b>Características generales</b>				
<b>Velocidad</b>	4000 P.P.min	<b>Voltaje</b>	110 V	<b>Foto de la máquina</b>
<b>Dimensiones</b>	0,40 m (de radio)			
<b>Características técnicas</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Remalladora circular con motor.</li> <li>• Une cuellos, tiras, elasticos, bolsillos.</li> <li>• Bloqueo automático del último punto de cadena.</li> <li>• Cabeza giratoria de 360 °.</li> <li>• Puntada de cadena simple.</li> </ul>				
<b>Elaborado por:</b>	Oscar Calderón	<b>Revisado por:</b>	Yakleem Montero	<b>Aprobado por:</b> Rene Bolaños

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
<b>Versión</b>	01	<b>Fecha</b>	23/10/2017
<b>Nombre</b>	Máquina rematadora		
<b>Marca</b>	Paul Jrmscher	<b>Modelo</b>	klasse 35
<b>Cantidad</b>	1		
<b>Ubicación</b>	Área de corte y confección		
<b>Características generales</b>			
<b>Velocidad</b>	4200 P.P.min	<b>Voltaje</b>	110 V
<b>Dimensiones</b>	0,55 X 1,20 m		<b>Foto de la máquina</b>
<b>Características técnicas</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Remata los fillos de los sacos</li> <li>• Trabaja con una aguja</li> <li>• Realiza costura decorativa</li> </ul>			
<b>Elaborado por:</b>	Oscar Calderón	<b>Revisado por:</b>	Yackleem Montero
<b>Aprobado por:</b>	Rene Bolaños		



FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
<b>Versión</b>	01	<b>Fecha</b>	23/10/2017
<b>Nombre</b>	Máquina unidora		
<b>Marca</b>	Exacta	<b>Modelo</b>	cup_seamer
<b>Cantidad</b>	3		
<b>Ubicación</b>	Área de corte y confección		
<b>Características generales</b>			
<b>Velocidad</b>	4500 P.P.min	<b>Voltaje</b>	220 V
<b>Dimensiones</b>	0,55 X 1,20 m		<b>Foto de la máquina</b>
<b>Características técnicas</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cortador de cadenete fijado detrás de las placas, se usa para dividir una prenda de la otra.</li> <li>• Permite que los dobladillos de punto se desplieguen y transporten para garantizar una composición de hilo recto de la prenda.</li> <li>• Transporte con copas motorizadas contrarrotativas, perfectamente sincronizadas.</li> <li>• Camilla stich accionada por palanca.</li> </ul>			
<b>Elaborado por:</b>	Oscar Calderón	<b>Revisado por:</b>	Yackleem Montero
<b>Aprobado por:</b>	Rene Bolaños		



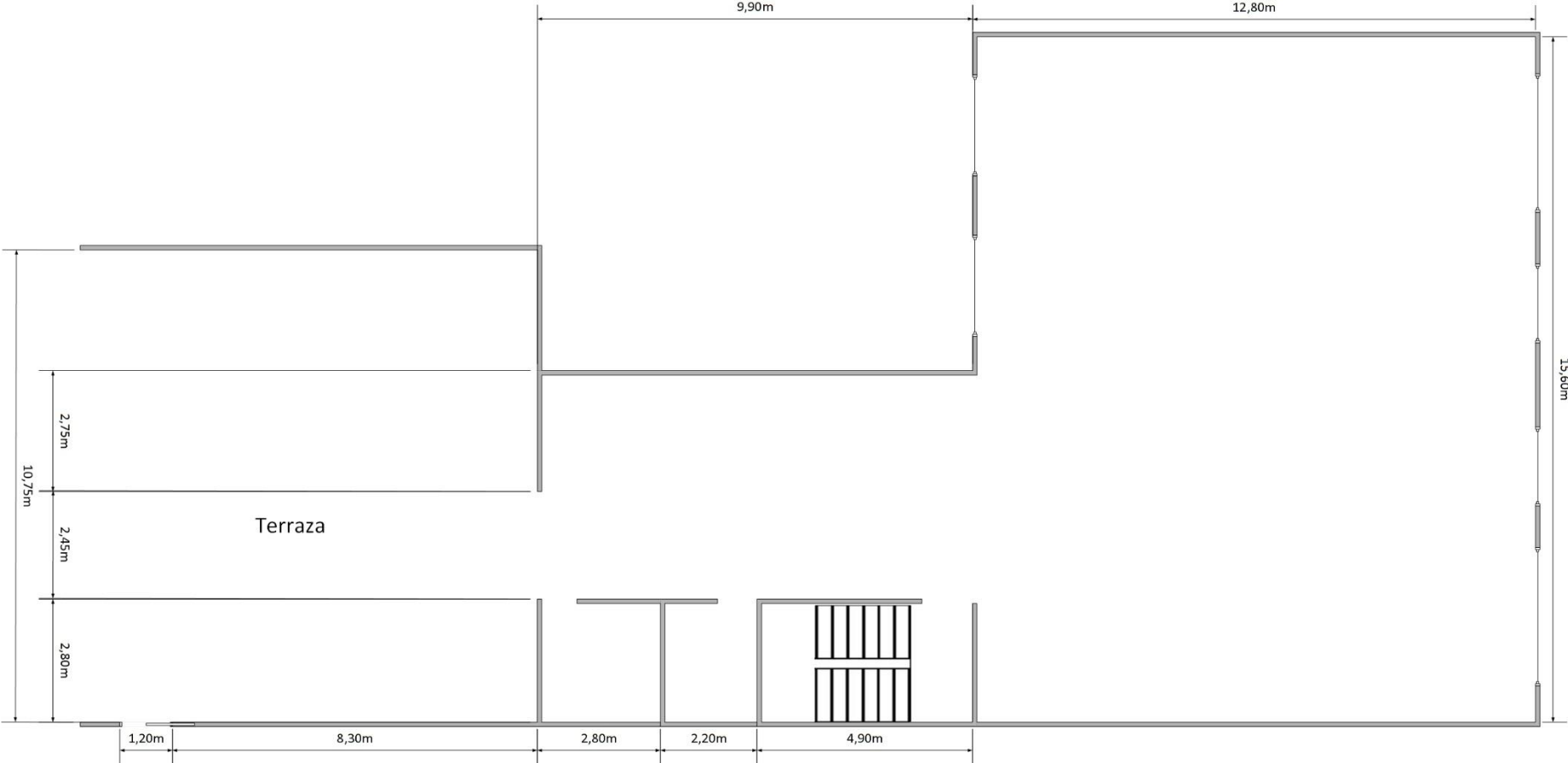
FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
<b>Versión</b>	01	<b>Fecha</b>	23/10/2017
<b>Nombre</b>	Máquina zigzag		
<b>Marca</b>	Juki	<b>Modelo</b>	LZ-2280N
<b>Cantidad</b>	1		
<b>Ubicación</b>	Área de corte y confección		
<b>Características generales</b>			
<b>Velocidad</b>	5500 P.P.min	<b>Voltaje</b>	110 V
<b>Dimensiones</b>	0,55 X 1,20 m		<b>Foto de la máquina</b>
<b>Características técnicas</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Longitud de puntada de hasta 2.5mm.</li> <li>• Ancho del zig-zag de hasta 5mm.</li> <li>• Sistema de avance o arrastre simple con retroceso electrónico.</li> <li>• Sistema de aguja DPx5.</li> <li>• Lubricación automática.</li> </ul>			
<b>Elaborado por:</b>	Oscar Calderón	<b>Revisado por:</b>	Yackleem Montero
<b>Aprobado por:</b>	Rene Bolaños		



FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA					
<b>Versión</b>	01	<b>Fecha</b>	23/10/2017		
<b>Nombre</b>	Plancha pequeña				
<b>Marca</b>	FIRSAN	<b>Modelo</b>	200/90M.C.G		
<b>Cantidad</b>	3				
<b>Ubicación</b>	Área de corte y confección				
<b>Características generales</b>					
<b>Velocidad</b>	N/A	<b>Voltaje</b>	220V	<b>Foto de la máquina</b>	
<b>Dimensiones</b>	0,85 X 1,80 m				
<b>Características técnicas</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tabla de planchar eléctrica</li> <li>• Planchado mediante vapor.</li> <li>• Manómetro indicador de temperatura.</li> <li>• Temperatura es ajustable según la humedad de los tejidos.</li> </ul>					
<b>Elaborado por:</b>	Oscar Calderón	<b>Revisado por:</b>	Yakleem Montero	<b>Aprobado por:</b>	Rene Bolaños

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA					
<b>Versión</b>	01	<b>Fecha</b>	23/10/2017		
<b>Nombre</b>	Plancha grande				
<b>Marca</b>	Cosmotex	<b>Modelo</b>	TVCON-300A		
<b>Cantidad</b>	1				
<b>Ubicación</b>	Área de corte y confección				
<b>Características generales</b>					
<b>Velocidad</b>	N/A	<b>Voltaje</b>	220V	<b>Foto de la máquina</b>	
<b>Dimensiones</b>	1,90 X 3,80 m				
<b>Características técnicas</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planchado mediante vapor.</li> <li>• Manómetro indicador de temperatura.</li> <li>• Temperatura es ajustable según la humedad de los tejidos.</li> <li>• Ajuste de velocidad de planchado mediante movimiento de rodillos.</li> </ul>					
<b>Elaborado por:</b>	Oscar Calderón	<b>Revisado por:</b>	Yakleem Montero	<b>Aprobado por:</b>	Rene Bolaños

**Anexo 6:** Layout segunda planta – nuevas instalaciones





# Anexo 10: Distribución en planta – CRAFT

## Distribución en planta actual

### Facility Layout

Problem Name:	Production	Method:	Traditional
Number Depts.:	8	Layout:	Aisle
Length(cells):	29	Fill Departments:	No
Width(cells):	29	Measure:	Rectilinear
Area (cells):	841	Number Aisles:	6
Cost:	2458	Dept. Width:	5

Department	Color	Area-require	Area-defin	x-centroid	y-centroid	Sequence
D 1	1	0	10	9,89999962	8,19999981	1
D 2	2	0	23	24,23913	15,282609	2
D 3	3	0	8	28	16	3
D 4	4	0	32	10,25	12,5	4
D 5	5	0	12	18,833334	18,166666	5
D 6	6	0	14	17	19,6428566	6
D 7	7	0	8	9,25	14,75	7
D 8	8	0	8	28	12	8

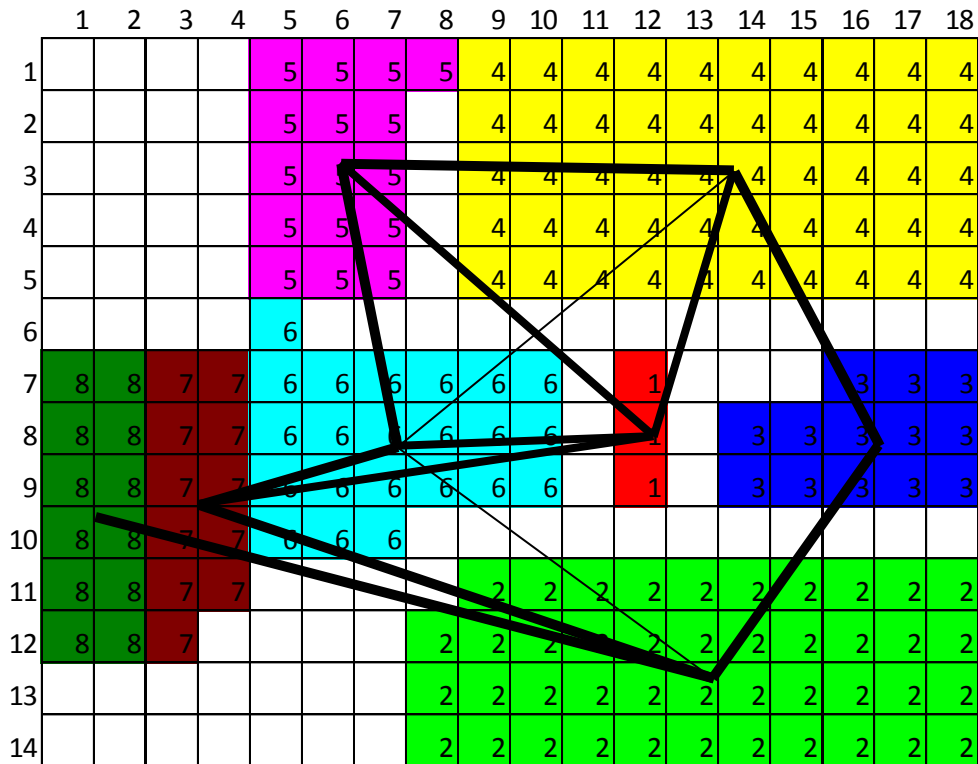
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
1	0	4	0	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	4	0	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	4	0	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	4	0	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	4	4	0	0	4	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	5	5	4	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	4	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	4	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	5	5	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	7	7	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8
12	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	8	8
13	4	4	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	8	8	
14	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	8	8	
15	0	0	7	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	3	3	
16	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	3	3	
17	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	3	3	
18	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	3	3	
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	4	4
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	6	5	4	4
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	5	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7	5	5	5
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7	5	5	5
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6	0	0	6	6	6
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6	0	0	6	6	6
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	4	4	4
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	4	4	4

# Distribución en planta propuesta

## Facility Layout

Problem Name:	Production	Method:	Traditional
Number Depts.:	8	Layout:	Aisle
Length(cells):	14	Fill Departments:	No
Width(cells):	18	Measure:	Rectilinear
Area (cells):	252	Number Aisles:	4
Cost:	1553	Dept. Width:	5

Department	Color	Area-require	Area-defin	x-centroid	y-centroid	Sequence
D 1	1	3	3	6,5	6,5	1
D 2	2	43	43	2,43023252	4,3139534	2
D 3	3	13	13	2,57692313	9,88461494	3
D 4	4	50	50	6,17999983	11	4
D 5	5	16	16	7,5625	4,625	5
D 6	6	22	22	8,95454502	1,27272725	6
D 7	7	11	11	12,5	2,5	7
D 8	8	12	12	12,75	4,75	8







**Anexo 13:** Presentación de resultados – CORELAP

ORDENACIÓN DE LOS DEPARTAMENTOS POR IMPORTANCIA			
Orden	Nombre	TCR	Superficie m2
1.-	Estanterías	27	3
2.-	Coser 1	26	50
3.-	Coser 3	26	22
4.-	Coser 2	25	16
5.-	Plancha	23	43
6.-	Coser 4	23	11
7.-	Corte	22	13
8.-	Empacado	18	12

**Calcular Iteraciones**

Superficie Requerida < Superficie Disponible

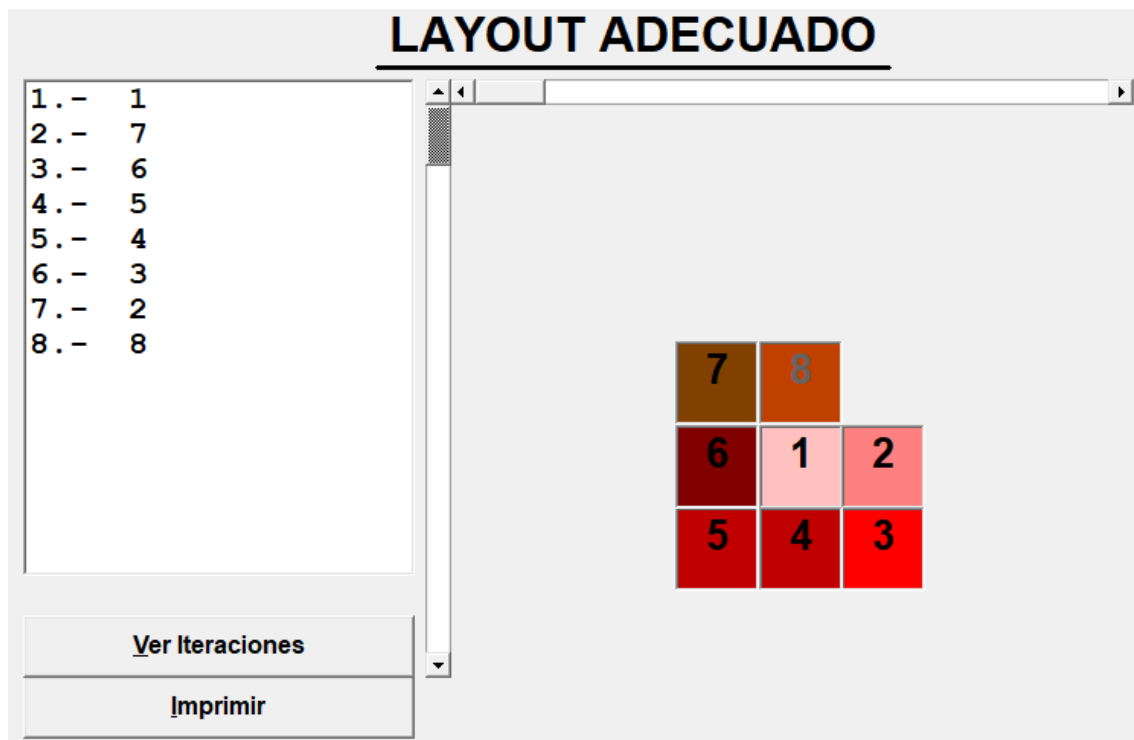
Superficie Requerida:

Superficie Disponible:

**Anexo 14:** Cálculo de iteraciones – CORELAP

Busqueda del departamento más afin a los ya colocados													Departs. Colocados	
Coser	11	23	6	3	2	2	2	6	0	2	7	4	1	
Coser	50	26	5	2	6	0	6	3	2	2	4	8	7	
Coser	22	26	5	2	2	3	6	0	6	2	6	7		
Coser	16	25	5	2	2	6	0	6	2	2	5	6		
Planch	43	23	2	0	6	2	2	2	3	6	2	5		
Corte	13	22	2	6	0	6	2	2	2	2	3	3		
Empaca	12	18	2	6	2	2	2	2	2	0	8	2		
	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	-1E+41	1		
Coser	22	26	11	2	2	3	6	0	-1E+41	2	6	7	1	
Coser	50	26	7	2	6	0	6	3	-1E+41	2	4	8	7	
Coser	16	25	7	2	2	6	0	6	-1E+41	2	5	6	6	
Planch	43	23	5	0	6	2	2	2	-1E+41	6	2	5		
Corte	13	22	4	6	0	6	2	2	-1E+41	2	3	3		
Empaca	12	18	4	6	2	2	2	2	-1E+41	0	8	2		
Iteraciones para la obtención de la distribución en planta													Coordenadas Departs. Colocados	
0	0	0	0	0	0	0	0	0					4	4
0	0	0	0	0	0	0	0	0					5	4
0	0	3	6	3	0	0	0	0						
0	0	6	-1E+42	-1E+42	0	0	0	0						
0	0	3	6	3	0	0	0	0						
0	0	0	0	0	0	0	0	0						
0	0	0	0	0	0	0	0	0						
0	0	0	0	0	0	0	0	0						
0	0	0	0	0	0	0	0	0						
0	0	2,5	8	8,5	3	0	0	0					4	4
0	0	5	-1E+42	-1E+42	6	0	0	0					5	4
0	0	2,5	8	-1E+42	3	0	0	0					5	5
Valor de la relación de afinidad para colocación													6 8,5 12 8,5 9 7 10	

Anexo 15: Representación gráfica – CORELAP



Anexo 16: Propuesta de distribución en planta – 3D

