

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL

TEMA:

**“OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PARA LA EMPRESA
APÍCOLA SANTA ANITA APLICANDO MÉTODOS DE DISTRIBUCIÓN DE
PLANTA.”**

Autor: Diego Mateo Vinueza Jarrín

Tutor: MSC. Marcelo Cisneros

IBARRA – ECUADOR

2020



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DEL CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	172746040-2		
APELLIDOS Y NOMBRES:	VINUEZA JARRÍN DIEGO MATEO		
DIRECCIÓN:	Pichincha- Cayambe		
EMAIL:	dmvinuezaj@utn.educ.ec		
TELÉFONO FIJO:	2138630	TELÉFONO MÓVIL:	0993157924
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	Optimización de la línea de producción para la empresa apícola Santa Anita aplicando métodos de distribución de planta.		
AUTOR (ES):	VINUEZA JARRÍN DIEGO MATEO		
FECHA:	2020		
PROGRAMA	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO		
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Industrial		
TUTOR / DIRECTOR:	MSC. Marcelo Cisneros		

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta 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 el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 7 días del mes de agosto de 2020

AUTOR



Diego Mateo Vinueza Jarrín
C.C: 172746040-2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

DECLARACIÓN

Yo, Diego Mateo Vinueza Jarrin, con cedula de identidad Nro. 172746040-2, declaro bajo juramento que el trabajo de grado con el tema: “OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PARA LA EMPRESA APÍCOLA SANTA ANITA APLICANDO MÉTODOS DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA” corresponde a mí autoría y 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.

Además, a través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Técnica del Norte, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la Normativa Institucional vigente

Ibarra, a los 7 días del mes de agosto de 2020

AUTOR

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Diego Mateo Vinueza Jarrin', is written over a horizontal line.

Diego Mateo Vinueza Jarrin
C.C: 172746040-2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

MSC. Marcelo Cisneros director del Trabajo de Grado desarrollado por el estudiante
VINUEZA JARRÍN DIEGO MATEO

CERTIFICA

Que, el proyecto de trabajo de grado titulado **“OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PARA LA EMPRESA APÍCOLA SANTA ANITA APLICANDO MÉTODOS DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA”**, ha sido elaborado en su totalidad por el estudiante **Diego Mateo Vinueza Jarrín** bajo mi dirección, para la obtención del título de **Ingeniero Industrial**. Luego de ser revisada, considero 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

Ibarra, 07 de agosto de 2020



MSC. MARCELO CISNEROS
DIRECTOR TRABAJO DE GRADO

DEDICATORIA

A MI FUENTE DE AMOR Y APOYO INCONDICIONAL

Mis padres: Ramiro Vinuesa y Rosario Jarrín

Mis hermanas: Samy y Arelis

AGRADECIMIENTO

Al culminar con esta etapa solo quedan infinitas palabras de agradecimiento a todos quienes me supieron apoyar y dar una palabra de aliento para no desmayar:

A Dios y la Virgen, quienes con cada oración me hicieron sentir su presencia y supieron guiar todos mis pasos.

A mis padres, a los cuales les debo la vida entera y lo que soy, ellos me supieron educar en valores y en cada paso su apoyo en todo sentido fue el pilar fundamental para que todos mis sueños se llegaran a cristalizar.

A mis hermanas, que preocupadas siempre por mi bienestar estuvieron acompañando cada paso y celebrando cada objetivo logrado.

A mis tíos Dario Jarrín y Daysi Gonzalez, con quienes compartí gran parte de mi vida universitaria, me supieron abrir la puerta de su casa y brindar un plato de comida, además de su comprensión y acompañamiento, fueron muy importantes para alcanzar este objetivo.

A la Familia Guaña-Iguago propietarios de la empresa Apícola Santa Anita quienes me supieron abrir las puertas de su empresa con tiempo y con buena disposición permitieron llevar a cabo la realización de mi trabajo de grado.

A los docentes de la Carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica del Norte, por los conocimientos impartidos durante estos 5 años. De manera especial, a los Ings. David Israel Herrera Granda y Marcelo Cisneros quien, con su experiencia y calidad humana, en cada tutoría me supieron animar y encaminar para concluir de la mejor manera este trabajo de grado.

A mis compañeros y amigos, con quienes compartí buenos y difíciles momentos. Su comprensión, alegría y acompañamiento fueron muy importantes para alcanzar esta meta.

MATEO VINUEZA

RESUMEN

El presente trabajo de titulación fue realizado en la empresa “Apícola Santa Anita”, 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 de la línea de producción de la planta donde se examinó el flujo de materiales y se visualizó la distribución en planta existente. Con ello, se evidenció que la infraestructura actual no es proporcional y adecuada a las dimensiones de las máquinas y recursos existentes.

Se analizó alternativas de solución y se planteó una solución de distribución en planta factible que cumple con los principios de distribución en planta y las normas de seguridad y salud ocupacional para los trabajadores; a través del método Planeación Sistemática de la Distribución (SLP) y el método Planificación de Diseño de Relaciones Computarizadas (CORELAP) para la línea de producción tomando en cuenta que el motivo principal de relación y cercanía entre áreas es el flujo productivo. Para contrastar los resultados se aplicó el método Asignación Relativa Computarizada de Instalaciones (CRAFT) por medio de complementos de Excel para calcular el costo total de transporte y distancia recorrida del objeto de trabajo que se obtuvo de la distribución para la línea de producción.

ABSTRACT

The present degree work was carried out in the company "Apícola Santa Anita", its main objective was to design the plant distribution for a specific area of the production line, applying plant distribution methods. The project began with the description of the theoretical foundations that were used to support the research, then the diagnosis of the production line of the plant was carried out where the flow of materials was examined and the distribution in the plant was visualized existing. With this, it was evidenced that the current infrastructure is not proportional and adequate to the dimensions of the existing machines and resources.

Alternative solutions were made and a feasible plant distribution solution was proposed that complies with the principles of plant distribution and occupational health and safety standards for workers; Through the Systematic Distribution Planning (SLP) method and the Computerized Relationship Design Planning (CORELAP) method for the production line, taking into account that the main reason for the relationship and proximity between areas is the productive flow. To contrast the results, the Computerized Relative Allocation of Facilities (CRAFT) method was applied by means of Excel add-ins to calculate the total cost of transportation and distance traveled of the work object that was obtained from the distribution for the production line

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	I
DECLARACIÓN	III
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
RESUMEN	VII
ABSTRACT	VIII
CAPÍTULO I	1
1. GENERALIDADES	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2. OBJETIVOS.....	4
1.2.1. Objetivo General	4
1.2.2. Objetivos Específicos	4
1.3. ALCANCE	5
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	6
CAPÍTULO II	7
2. MARCO TEÓRICO	7

2.1. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	7
2.1.1. Principios de distribución en planta	11
2.1.2. Factores que se toma en cuenta para la distribución en planta.....	14
2.2. FLUJOS DE PRODUCTOS	16
2.2.1. Procesos continuos	16
2.2.2. Líneas de ensamble	16
2.2.3. Flujo en lotes	17
2.2.4. Talleres de trabajo	17
2.2.5. Proyectos	17
2.3. Tipos de distribución en planta	18
2.3.1. Distribución en planta por producto.....	19
2.3.2. Distribución en planta por proceso.....	21
2.3.3. Distribución en planta por posición fija	22
2.3.4. Distribución en planta por células de trabajo	25
2.4. MÉTODOS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	26
2.4.1. Planeación sistemática de distribución de planta (SLP).....	26
2.4.2. CRAFT.....	35
2.4.3. CORELAP.....	36
2.4.3. ALDEP.....	36
2.5. SEGURIDAD ESTRUCTURAL.....	41

CAPÍTULO III.....	44
3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA “APÍCOLA SANTA ANITA”	44
3.1. CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA	44
3.1.1. Ubicación e información	44
3.1.2. Misión.....	46
3.1.3. Visión	46
3.1.4. Objetivos	46
3.1.5. Principios.....	47
3.1.6. Valores	48
3.1.7. Estructura organizativa.....	49
3.1.8. Organización de la microempresa	51
3.1.9. Maquinaria	52
3.1.10. Descripción de procesos de la línea de producción	59
3.1.11. Flujo de proceso de la planta de producción.....	57
3.1.12. Análisis FODA.....	59
3.1.13. Distribución en la planta actual.....	62
3.1.14. Cartera de productos	63
CAPÍTULO IV.....	65

4. OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA “APÍCOLA SANTA ANITA”	65
4.1. PLANEACIÓN SISTEMÁTICA (SLP)	65
4.1.1. Flujo de materiales	65
4.1.2. Cálculo de superficies	67
4.1.3. Relación entre actividades.....	68
4.1.4. Diagrama relacional de actividades	69
4.1.5. Diagrama relacional de espacios	70
4.2. PLANIFICACIÓN DE RELACIONES COMPUTARIZADAS (CORELAP)	71
4.3. ASIGNACIÓN RELATIVA COMPUTARIZADA (CRAFT).....	75
4.4. PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA APÍCOLA SANTA ANITA	79
4.4.1. Diagrama de recorrido.....	80
4.5. ANÁLISIS DE RESULTADOS	81
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
BIBLIOGRAFÍA	86
ANEXOS	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ventajas y desventajas de la distribución por producto.....	20
Tabla 2: Ventajas y desventajas de distribución en planta por células de trabajo.	25
Tabla 3: Tipos de relación y letras que se utilizan para designar estas relaciones.	32
Tabla 4: Motivos de las relaciones entre actividades.....	33
Tabla 5: Motivos de las relaciones entre actividades.....	34
Tabla 6: Máquinas de la apícola "Santa Anita"	52
Tabla 7: Análisis FODA empresa Apícola "Santa Anita"	59
Tabla 8: Análisis de la Posición Estratégica	60
Tabla 9 : Productos de la empresa.	63
Tabla 10: Cálculo de superficies línea de producción de miel.	67
Tabla 11: Códigos y motivos	68
Tabla 12: Matriz From-To, línea de producción de miel.....	77
Tabla 13: Costo total mensual del transporte el objeto de trabajo.....	78
Tabla 14: Validación de la propuesta de distribución en planta de la línea de producción de miel.	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Razones para realizar una distribución.....	10
Figura 2: Flujo de materiales.	13
Figura 3: Distribución por productos.....	21
Figura 4: Distribución por procesos de un taller.....	22
Figura 5: Factores que participan en la distribución por posición fija.....	24
Figura 6: Distribución con componente principal fijo.....	24
Figura7: Distribución por células de trabajo.....	26
Figura 8: Pasos para desarrollar la metodología SLP.....	30
Figura 9: Análisis de producto y cantidad.	31
Figura 10: Diagrama relacional de actividades.....	33
Figura 11: Iteración del método CRAFT.....	36
Figura 12: Método CORELAP.....	38
Figura 13: Método ALDEP.....	41
Figura 14: Geolocalización de la empresa.....	45
Figura 15: Estructura Organizativa.....	50
Figura 16: Desoperculado de panales de miel.....	53
Figura 17: Centrífuga para separación miel-cera.....	54
Figura 18: Marmita para calentamiento de miel.....	55
Figura 19: Filtrado.....	56

Figura 20: Producto envasado y etiquetado.	57
Figura 21: Flujograma OTIDA.	58
Figura 22: Posición estratégica de la empresa	62
Figura 23: Planta actual de la empresa.	63
Figura 24: Diagrama de procesos.	66
Figura 25: Matriz de relación de actividades.....	69
Figura 26: Diagrama relacional.	70
Figura 27: Diagrama relacional de espacios.	71
Figura 28: CORELAP.....	72
Figura 29: CORELAP.....	73
Figura 30: CORELAP.....	74
Figura 31: Método CRAFT.....	76
Figura 32: Método CRAFT.....	77
Figura 33: Propuesta de distribución en planta.....	80
Figura 34: Diagrama de recorrido de la línea de producción.....	81

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Apícola “Santa Anita” es una empresa familiar creada en el año 1973, se dedica a la producción y cosecha de miel de abeja, así como la elaboración de productos derivados de la misma. Cuenta actualmente con más de 700 colmenas ubicadas en los sectores de Pichincha, Imbabura y Cotopaxi. Esta organización cuenta además con una planta de 16 empleados distribuidos en diferentes áreas.

En los últimos años, la distribución de planta ha adquirido una importancia relevante, teniendo en cuenta el mercado competitivo actual, se empezó a considerar como una estrategia decisiva para la supervivencia tanto de grandes empresas como de Pymes.

La ubicación de una empresa, el diseño y organización de su distribución pueden mejorar notablemente el manejo de materiales, el almacenamiento y los procesos productivos en general permitiendo cumplir su objeto social y a la vez lograr un mejor posicionamiento en el mercado con éxito.

Por lo expuesto anteriormente las empresas en la actualidad estudian su distribución y el debido mejoramiento, ya que la mayoría y en este caso Apícola “Santa Anita” están diseñadas para realizar actividades productivas iniciales y que han sido afectadas por aspectos como el crecimiento del volumen de producción, cambios tanto internos como externos en los procesos productivos, modernización, etc.

La Apícola Santa Anita es una Pyme perteneciente a la industria de alimentos, productor de miel de abeja y elaboración de productos derivados de la misma. Las exigencias de los clientes, la constante competencia con empresas de la misma índole requiere de una amplia gama de productos, continúa innovación y desarrollo de nuevos productos, a bajos precios. Esto exige a Apícola “Santa Anita” la búsqueda de un mayor aprovechamiento de los recursos con el fin de lograr ofrecer, producir y distribuir de forma rápida y eficiente, brindando al cliente los mejores precios con el mejor servicio de calidad.

El crecimiento de inventarios, el continuo manejo de materiales y movimientos han llevado a la empresa a buscar la forma de diseñar una forma adecuada para las nuevas instalaciones de la planta, ya que las actuales bodegas y áreas de trabajo no cuentan con un sistema que permita un mejor aprovechamiento del espacio.

Por lo anterior Apícola “Santa Anita” desea realizar una distribución de planta para sus nuevas instalaciones, el cual permita mejorar el flujo de materiales y aprovechar el espacio disponible dentro de su planta.

A través de una visita realizada a la planta de la empresa se observa que los puestos de trabajo se ubican donde cada empleado lo considera pertinente, dejando materia prima y producto en proceso en cualquier parte de la planta y no existen departamentos definidos, siendo los principales motivos de no encontrar una organización adecuada de los implementos de trabajo.

Además, se observa que la ubicación de la maquinaria se encuentra cercana a las paredes de la planta por lo tanto los trabajadores tienen poco acceso para transitar o manipular maquinaria y los implementos de trabajo.

El gerente de la empresa ha manifestado formalmente diseñar una distribución adecuada para las nuevas instalaciones de la planta y lograr la integración de factores productivos, para un funcionamiento óptimo acorde a las necesidades del entorno, buscando una mayor penetración en los mercados y así lograr un posicionamiento sostenible en un ambiente competitivo.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar una propuesta de distribución en planta para la optimización de la línea de producción en las instalaciones de la empresa “Apícola Santa Anita”, aplicando métodos de distribución en planta.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un estudio bibliográfico y levantamiento de información que permita conocer el estado actual de la línea de producción en la empresa, a través de observación directa del ambiente de trabajo y entrevistas con los trabajadores, con la finalidad de determinar las herramientas que se utilizarán para generar opciones de distribución.
- Analizar opciones de distribución de planta para la nueva instalación, por medio de la aplicación de la metodología SLP y algoritmos de creación de layout tales como CRAFT y CORELAP, con el fin de obtener alternativas específicas para la empresa.
- Generar y proponer una propuesta de diseño de planta ideal para la nueva instalación de la empresa, sobre la base de los métodos aplicados.

1.3. ALCANCE

El presente proyecto de investigación es diseñar la distribución en planta para las nuevas instalaciones de la empresa Apícola “Santa Anita” lo cual permitirá organizar los procesos productivos, flujo de materiales, cálculo de espacios para la planta.

Se realizará un levantamiento de información para conocer el estado actual de la empresa, a través de observación directa y entrevistas a trabajadores sobre el ambiente de trabajo para determinar herramientas o métodos que se utilizarán para generar opciones de distribución en planta. Luego de esto se procede a la aplicación de metodologías SLP y algoritmos de creación de layout tales como CRAFT Y CORELAP, con el fin de obtener alternativas específicas para la empresa. Para finalizar vamos a determinar la mejor opción de distribución mediante un análisis multicriterio de las opciones obtenidas, se generará una propuesta de diseño de planta ideal y factible para la optimización de la línea de producción en la nueva instalación de la empresa.

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 para las instalaciones nuevas de la empresa Apícola Santa Anita, aplicando métodos de distribución en planta.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

Este capítulo comprende, la fundamentación teórica imprescindible para la solución de los problemas de distribución en planta y el análisis bibliográfico de los métodos de distribución en planta idóneos para ayudar a resolver la problemática de la empresa Apícola “Santa Anita”

2.1. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

La distribución en planta involucra la ordenación física de los elementos industriales. Esta ordenación, implica, los espacios adecuados para el adecuado movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las actividades o servicios dentro de la planta, como el equipo de trabajo y el personal de taller.

(García Criollo, 2005) dice que la distribución de planta es: “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” . (pág.144)

El autor (Castán, Gimenez, & Guitart, 2003) dice que una correcta distribución de planta: “pretende reducir los desplazamientos innecesarios, utilizar el espacio disponible de la mejor forma posible, aumentar la seguridad de los trabajadores, mejorar la calidad de vida en el trabajo

y disminuir los riesgos que puedan afectar el buen estado de los materiales, equipos y herramientas”

La distribución en planta busca organizar de forma adecuada y óptima las instalaciones de una empresa con la finalidad de que los procesos productivos sean más eficientes y efectivos (De la Fuente & Fernández, 2005)

(Dominguez Machuca, 1995) define a la distribución de planta como “el proceso de determinación de la mejor ordenación de los factores disponibles, de modo que constituyan un sistema productivo capaz de alcanzar los objetivos fijados de la forma más adecuada y eficiente posible”.

El mismo autor plantea cuatro objetivos básicos que debe conseguir una buena distribución de planta, los cuales son:

- Alcanzar la integración de todos los elementos o factores implicados en la unidad productiva, para que funcione como una comunidad de objetivos.
- Procurar que los recorridos efectuados por los materiales y hombres, de operación a operación y entre departamentos sean óptimos, lo cual requiere economía de movimientos, de equipos, de espacio, etc.

- Garantizar la seguridad, satisfacción y comodidad del personal, consiguiéndose así una disminución en el índice de accidentes y una mejora en el ambiente de trabajo.
 - Adaptar la distribución de planta a los cambios en las circunstancias bajo las que se realizan las operaciones, lo que aconsejable la adopción de distribuciones flexibles.
- (Fernández, 2008)

Evita o previene las enfermedades y accidentes laborales, aumentando la productividad ya que los procesos se cumplen en los tiempos previstos distribuyendo de forma correcta los materiales, herramientas, y máquinas para que se encuentren en los lugares adecuados que se las necesita para evitar trasladarlos desde largas distancias.

En la figura Nro.1 se demuestra las razones para una distribución en planta, las cuales son: agregar nuevos productos a los que ya se fabrican que demandan nueva maquinaria, herramientas; cambio del modelo de distribución que se venía utilizando, permite determinar si se puede aplicar o no; reemplazo de equipos y máquinas por otros y por ultimo revisión de los procesos y flujos para efectuar su funcionabilidad. Las razones mencionadas anteriormente encaminan a las empresas a realizar distribuciones o redistribuciones de sus espacios.

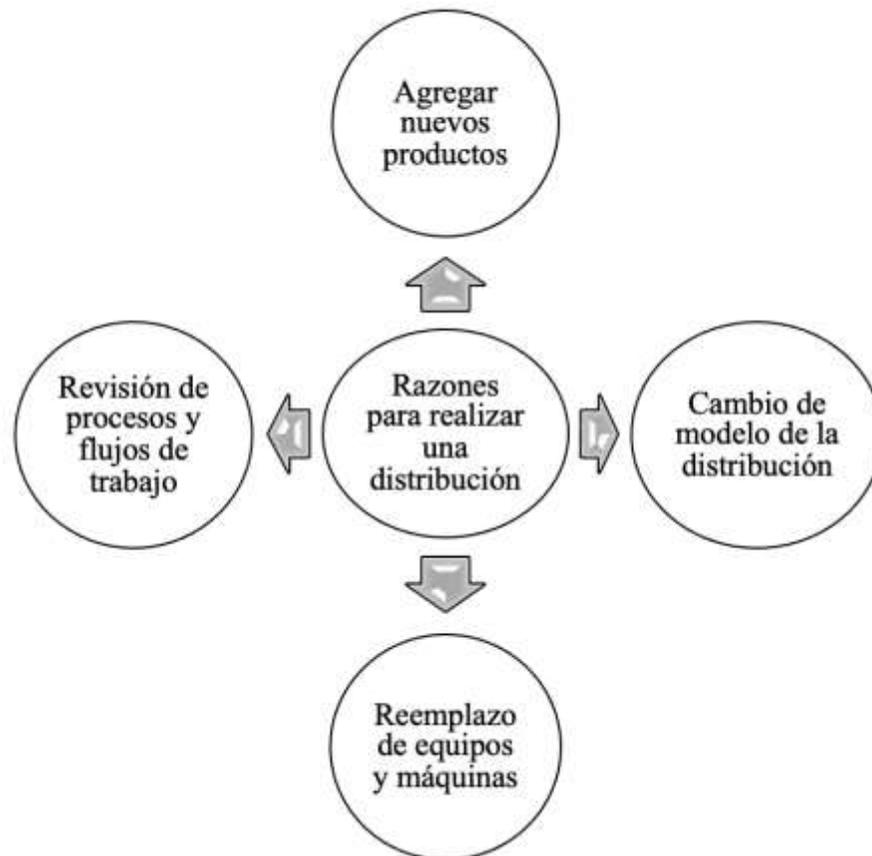


Figura 1: Razones para realizar una distribución.

Fuente: (Fernández, 2008).

La importancia de una correcta distribución en planta dentro de una empresa u organización es indispensable 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, además mejorando el ambiente de trabajo, haciendo que la comunicación sea viable, ya que cada trabajadores de la empresa conoce cuales son su funciones y con qué elementos o herramientas cuenta para ello. Así mismo el mantenimiento se vuelve más práctico y seguro y se puede realizar en el menor tiempo posible.

Una adecuada distribución en planta es vital para las empresas 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 distribución en planta

Quien planifica una planta, al realizar la distribución de esta, se centra en ciertos principios propuestos por (Muther, 1981), se detallan a continuación:

- ***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.

Los requerimientos 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) manifiesta que los problemas de distribución en planta, pueden ser de cuatro clases:

1. **Proyecto de una planta completamente nueva.** Trata de ordenar todos los medios de producción e instalaciones para que trabajen como conjunto integrado. Este caso de distribución en planta se suele presentar 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 edificios y servicios ya están allí limitando la libertad de acción del ingeniero de distribución.

3. **Reordenación de una distribución ya existente.** Es 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.

Los autores clasifican el flujo de materiales de la siguiente manera:



Figura 2: Flujo de materiales.

Fuente: (Fernández, 2008).

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

- 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.
- 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.
- 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.

2.1.2. Factores que se toma en cuenta para la distribución en planta

De acuerdo a (De la Fuente & Fernández, 2005). Los factores que se deben tomar en cuenta para realizar la distribución en planta son: materiales, maquinaria, personas, líneas de circulación, esperas, servicios, edificio y cambio.

1. *Factor material*, elementos que pueden transformarse de acuerdo a un proceso de producción se debe considerar diseño, variedad, cantidad, operaciones necesarias y su secuencia.
2. *Factor maquinaria*, en este factor se encuentran las máquinas, equipos, dispositivos, herramientas y aparatos que se utilizarán en los procesos de producción, se

debe tomar en cuenta el tipo, cantidad, proceso que va a realizar, número de operarios, tamaño, peso, altura y medidas de seguridad.

3. *Factor hombre*, involucrando la supervisión y los servicios auxiliares, al mismo tiempo que la mano de obra directa. Se debe precisar tareas, número de horas, tipo de trabajo, y las condiciones laborales en las que se desarrollarán.

4. *Factor líneas de circulación*, englobando transporte inter o intradepartamental, así como manejo en las diversas operaciones, almacenamientos e inspecciones. Se necesita tomar en cuenta el tipo de transporte a utilizar para su circulación.

5. *Factor espera*, son los tiempos que se debe esperar en el proceso de producción incluyendo los almacenamientos temporales y permanentes, así como traslado de materiales preparación, operación y transferencia.

6. *Factor servicio*, las actividades auxiliares que se realizan en la planta cubriendo el mantenimiento, inspección, control de desperdicios, programación y lanzamiento, con la finalidad de verificar la calidad del producto, también permiten controlar la producción en cada una de sus etapas y la seguridad del personal.

7. *Factor edificio*, la estructura física en la que se desenvuelve la empresa, comprendiendo los elementos y particularidades interiores y exteriores del mismo, así como la distribución y equipo de las instalaciones.

8. *Factor cambio*, los factores de cambio son parte de los sistemas de producción teniendo en cuenta la versatilidad, flexibilidad y expansión, con la finalidad de mejorar y hacer más productiva la empresa para ser eficientes, efectivos y eficaces.

2.2. FLUJOS DE PRODUCTOS

El flujo de productos es la vía por la cual recorre la materia prima por el proceso de producción hasta obtener el producto final. Entre los tipos de flujos de productos podemos mencionar los propuestos por (Cuatrecasas, 2012)

2.2.1. Procesos continuos

El método de procesos continuos busca organizar el proceso de producción de forma lineal, sin interrupciones con la finalidad que no haya pausas en la etapa de fabricación; 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

Como su nombre lo indica este flujo 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

En este tipo de flujo el procesos 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. 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 órdenes 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

La forma de proyectos se aplica para la producción limitada de productos. 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.

2.3. Tipos de distribución en planta

El autor (Heizer & Render, 2007) manifiesta que un diseño de distribución de planta debe tener en cuenta lo siguiente:

- Mayor utilización del espacio, equipo y personas.
- Mejora del flujo de información, materiales y personas.
- Mejora de la moral y la seguridad de las condiciones de trabajo de los empleados.
- Mejora de la interacción con el cliente.
- Flexibilidad (sea como sea actualmente el layout, tendrá que cambiar en algún momento).

Además plantea que al desarrollar un layout eficaz, éste puede ayudar a la empresa u organización a obtener estrategias en diferenciación, bajos costos o rapidez de respuesta, logrando así una ventaja competitiva por sobre otras empresas competidores.

Para poder alcanzar estos objetivos existen varios tipos de distribución dependiendo del sistema de producción de bienes o servicios que adopta cada organización. Por eso se plantean cuatro tipos de distribución de planta orientados a la producción de un bien o producto, los cuales se indican a continuación.

2.3.1. Distribución en planta por producto

(Heizer & Render, 2007) indica que “los layouts orientados al producto se organizan alrededor de productos o familias de productos similares con altos volúmenes y baja variedad”. El autor menciona dos tipos de esta distribución: líneas de fabricación y líneas de montaje. Ambos procesos son repetitivos y en ambos casos la línea debe estar “equilibrada”, esto quiere decir que el tiempo empleado para realizar un trabajo en una máquina o en una estación de trabajo por un operario, debe coincidir o estar “equilibrado” con el tiempo empleado para realizar el trabajo en la siguiente máquina o en la siguiente estación de trabajo el siguiente operario. Las líneas de fabricación tienen que ir al ritmo de las máquinas, y necesitan cambios mecánicos y de ingeniería para facilitar el equilibrado. Las líneas de montaje van al ritmo de las tareas de trabajo asignadas personas o estaciones de trabajo; por lo que pueden equilibrarse moviendo tareas de una persona a otra.

Según (Dominguez Machuca, 1995) este tipo de layout es adoptado cuando la producción está organizada de forma continua (ejemplo: refinerías, hidroeléctricas, celulosas, etc.), o de forma repetitiva (electrodomésticos, vehículos, etc.). Para el primer caso la correcta interrelación de las operaciones se consigue a través del diseño de la distribución y las especificaciones de los equipos. En el segundo caso, el aspecto crucial de las interrelaciones pasará por equilibrado de la línea, con objeto de evitar los problemas derivados de los cuellos de botella desde que entra la materia prima hasta que sale el producto terminado.

(Dominguez Machuca, 1995) aborda una serie de ventajas y desventajas tabla 1 sobre este tipo de distribución.

Tabla 1:
Ventajas y desventajas de la distribución por producto.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Manejo de materiales reducido. • Escasa existencia de trabajos en curso. • Mínimos tiempos de fabricación. • Simplificación de los sistemas de planificación y control de la producción. • Simplificación de tareas (el trabajo altamente especializado permite el aprendizaje rápido por parte de los trabajadores pocos cualificados). 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de flexibilidad del proceso (un simple cambio en un producto puede requerir cambios importantes en las instalaciones). • Escasa flexibilidad de los tiempos de fabricación de los productos. • Inversión muy elevada (equipos específicos). • El conjunto depende de cada una de sus partes (la falla de una máquina o de un trabajador en alguna de las estaciones de trabajo pueden para la cadena completa). • Trabajos muy monótonos (afectan a la moral y motivación del personal).

Fuente: Elaboración propia.

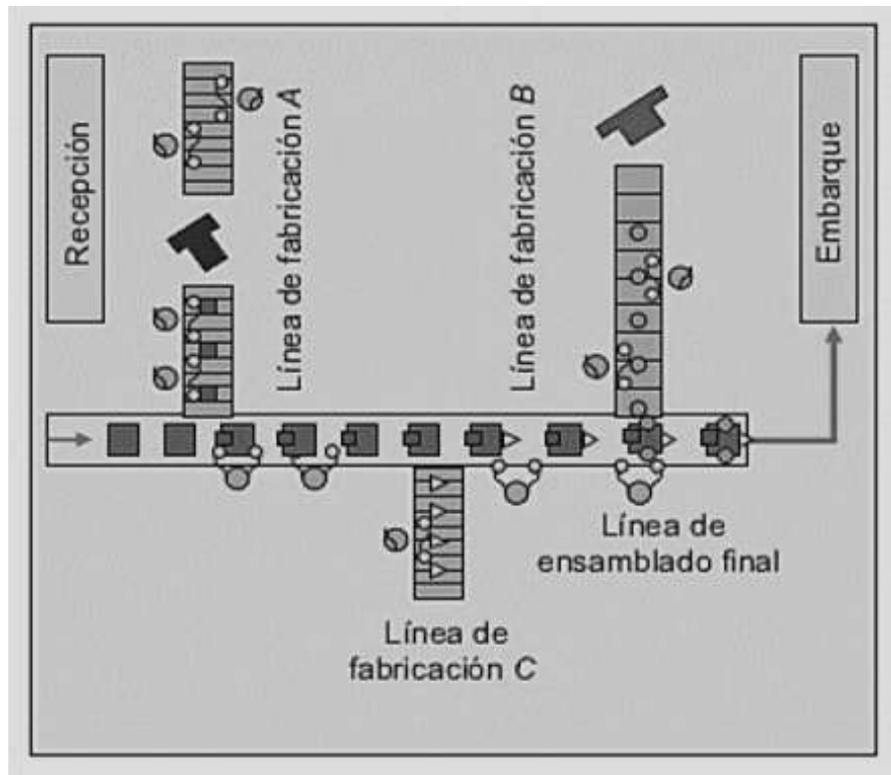


Figura 3: Distribución por productos.

Fuente: (Fernández, 2008).

2.3.2. Distribución en planta por proceso

Este tipo de distribución en planta por proceso involucra agrupar las tareas y actividades que se realizan por grupos o talleres con el objetivo de que el material circule por cada uno de los puntos hasta obtener el producto final. Cada lote tiene su flujo de producción y se puede interactuar entre lotes.

Los beneficios están enmarcados en el menor costo de las máquinas, si una se daña sale de circulación hasta que se arregle y no interrumpe la tarea, es para grandes cantidades del producto.

Los problemas que expone este tipo de distribución se dan al formarse los embotellamientos que hacen que los materiales se muevan lentos, disminuyendo la producción, además presenta dificultades con grandes volúmenes de artículos. (García, 1998)

En la figura No. 2, se observa una distribución por procesos en un taller, en el cual los productos A, B y C se mueven por diferentes procesos tales como: almacén de materiales, inspección, tornos, fresadoras, taladros, ensamblado, pintura y almacén de productos terminados.

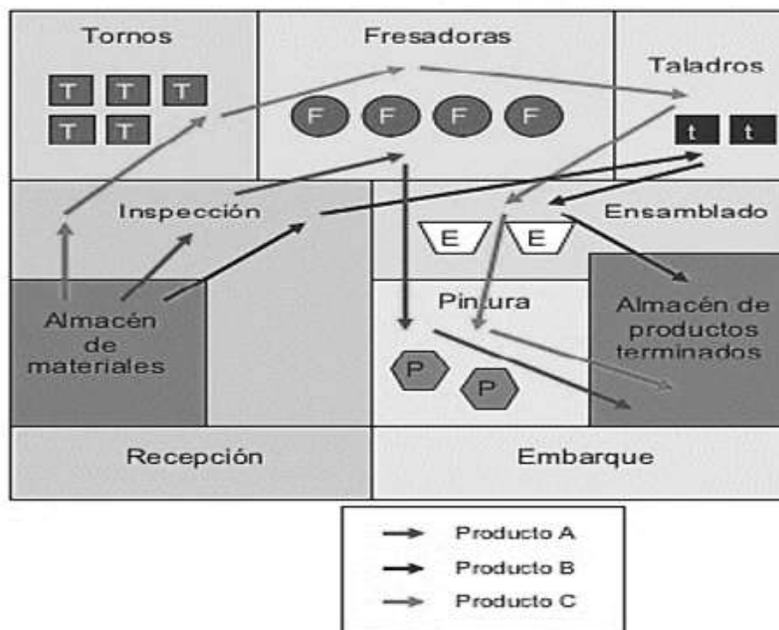


Figura 4: Distribución por procesos de un taller.

Fuente: (Fernández, 2008).

2.3.3. Distribución en planta por posición fija

Este tipo de distribución es adecuada cuando no es posible mover el producto debido a su peso, tamaño, forma, volumen o alguna característica particular que lo impida. Esto implica que el

material base o principal componente no se pueda movilizar del sitio de trabajo, de manera que los elementos que realizan los desplazamientos son el personal, la maquinaria, las herramientas y los diversos materiales que son necesarios en la elaboración del producto. Esto genera que el resultado de la distribución se limite, en la mayoría de los casos, a la colocación de los diversos materiales y equipos alrededor del emplazamiento del proyecto (Dominguez Machuca, 1995).

Una de las ventajas fundamentales es su capacidad 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, manteniendo altos costes de preparación. Si suceden retrasos no planeados durante este periodo, se podría llegar a dejar de producir un modelo determinado.

En la figura No. 3 se presenta los factores que participan en la distribución por posición fija, entre los cuales se toma en cuenta los siguientes: máquinas, equipos y herramientas; materiales; servicios y personal.



Figura 5: Factores que participan en la distribución por posición fija.

Fuente: (García, 1998).

En la figura No. 6 se puede observar una distribución por posición fija

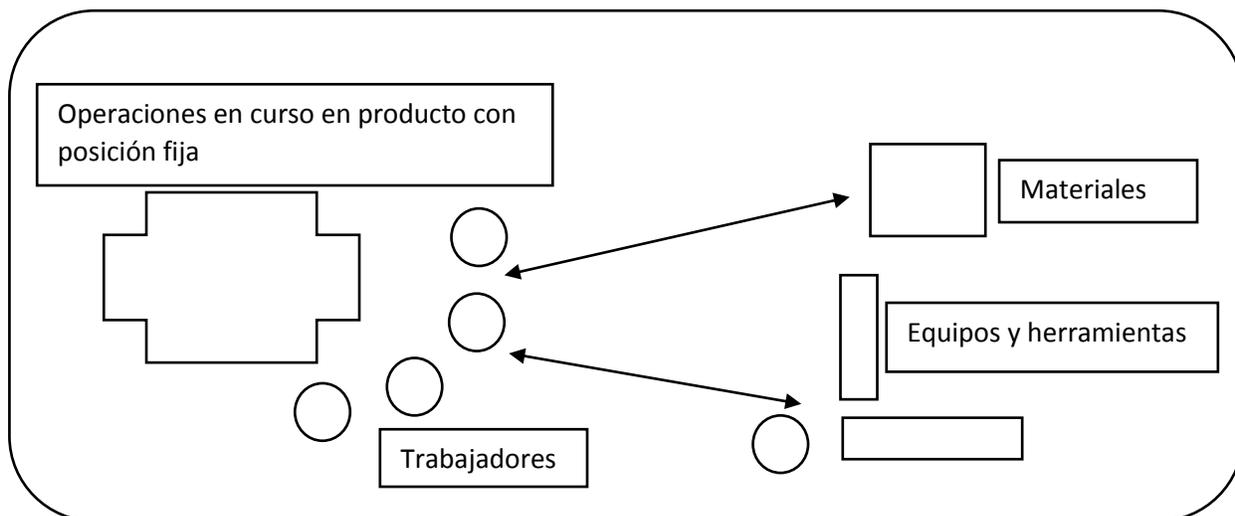


Figura 6: Distribución con componente principal fijo.

Fuente: Elaboración propia en base a (Kanawati, 1996).

2.3.4. Distribución en planta por células de trabajo

Según el autor (Prieto Contreras & Bello Pérez, 2013) este tipo de distribución su finalidad es la flexibilización de un sistema de producción o de operaciones en el cual se pueda agrupar una serie de máquinas y equipos en menor escala que aquella de la plantas mayor y que, de esta forma, pueda producir menores cantidades de partes, componentes o productos que respondan al mercado. Además, se buscan beneficios en la distribución de planta por producto (eficacia) y por proceso (flexibilidad). Para lograrlo se emplean métodos que permitan agrupar piezas similares para la conformación del producto final. En la tabla 2: se detallan algunas de las ventajas y desventajas de distribución en planta por células de trabajo.

Tabla 2:
Ventajas y desventajas de distribución en planta por células de trabajo.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Mayor interacción de las personas • Mejor nivel de desempeño • Disminución de los inventarios • Mayor rapidez en los procesos de elaboración • Reducción del uso de espacio • Disminución de los tiempos de entrega • Lograr flexibilidad y variedad de productos y procesos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se debe reorganizar las actividades de acuerdo al producto a fabricar • Máquinas sin utilizar por el avance tecnológico

Fuente: Elaboración propia.

En la figura No. 7, se indica una distribución por células de trabajo, en las células 1 y 2 se fabrican diferentes tipos de productos.

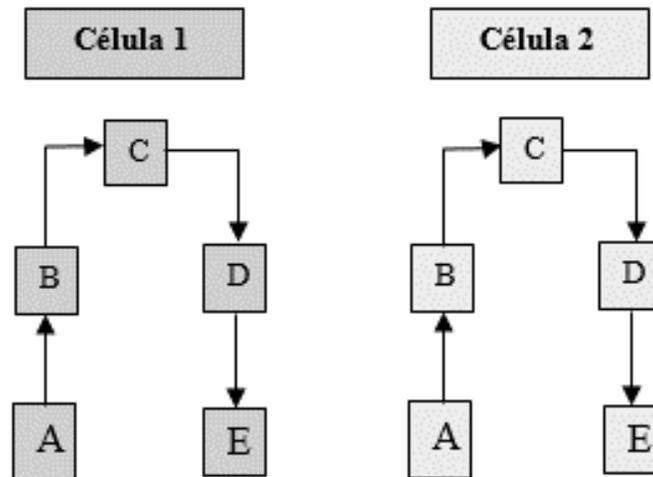


Figura7: Distribución por células de trabajo.

Fuente: (Hodson, 1996).

2.4. MÉTODOS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

2.4.1. Planeación sistemática de distribución de planta (SLP)

La metodología Planeación sistemática de distribución conocida como (SLP), es la más difundida y utilizada para la distribución en planta a partir de criterios cualitativos, aun cuando fue ideada para el acomodo de todo tipo de distribuciones en planta independientemente de su naturaleza. Fue desarrollada por Richard Muther en los años 60's, como un procedimiento sistemático multicriterio, aplicable a distribuciones totalmente nuevas como también para plantas ya existentes. El método tiene la ventaja de las aproximaciones metodológicas precedentes e incorpora el flujo de materiales en el estudio de distribución, organizando jerárquicamente el proceso de planificación total de manera racional. (Cabrera, 2014)

El autor explica 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.

(Platas García & Cervantes Valencia, 2014) indica a 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.

El autor (Perez, 2008) realiza varias comparaciones de metodologías para la resolución de problemas de layout en su documento y deduce que:

El SLP ha sido la metodología más aceptada y la más comúnmente utilizada para la resolución de problemas de distribución en planta a partir de criterios cualitativos, aunque fue concebida para el diseño de todo tipo de distribuciones en planta independientemente de su naturaleza.

Las propuestas metodológicas precedentes al SLP son simples e incompletas y las desarrolladas con posterioridad son en muchos casos variantes más o menos detalladas de dicho método y no han logrado el grado de aceptación de la de Muther.

El SLP reúne las ventajas de las aproximaciones metodológicas precedentes e incorpora el flujo de materiales en el estudio de distribución, organizando el proceso de planificación total de manera racional y estableciendo una serie de fases y técnicas que permiten identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implantación y las relaciones existentes entre ellos.

La amplia aceptación del SLP, y la extensión que los tres modelos de distribuciones básicas han tenido, ha sido la causa de que no haya habido posteriores investigaciones de relieve en este contexto. Los estudios posteriores, se han centrado en los dos pasos fundamentales del procedimiento: la generación de alternativas de distribución y la evaluación y selección de las mismas.

Las fases del modelo SLP son localización, distribución general de conjunto, plan de distribución detallada e instalación (Muther, 1981)

- Fase 1: Localización: En caso de ser una empresa nueva permite identificar el lugar en donde se va a instalar y si cumple con el espacio necesario para los procesos que realizan. Si es la implantación de una redistribución decidirá si se queda en el lugar donde está o no, si es solo una parte se deberá seleccionar el área específica.

- Fase 2: Distribución general de conjunto: En esta fase se identifica el problema a resolver en la distribución, recoge la información para determinar las actividades, revisa la situación actual y replantea el problema de ser necesario. Luego procede a analizar y determinar el flujo de los procesos que intervienen para presentar una propuesta de solución.
- Fase 3: Plan de distribución detallada: Es donde se elabora el diseño con una descripción más detallada de las áreas a intervenir, de ser necesario recaba información adicional que permita conocer tiempos, volumen, equipos y costos. Se realizan los planos, debe solicitar la aprobación del diseño a los directivos para ser ejecutado.
- Fase 4: Instalación: Procede a la implantación del diseño seleccionado en la fase anterior, dispone los recursos humanos y materiales para su ejecución. Realiza la evaluación y monitoreo para verificar que se cumple con lo planificado.

En la figura No 8 se indica el gráfico funcional del procedimiento SLP, con las correspondientes actividades a realizar ordenadamente, propuesto por (Casals & Forcada, 2008)

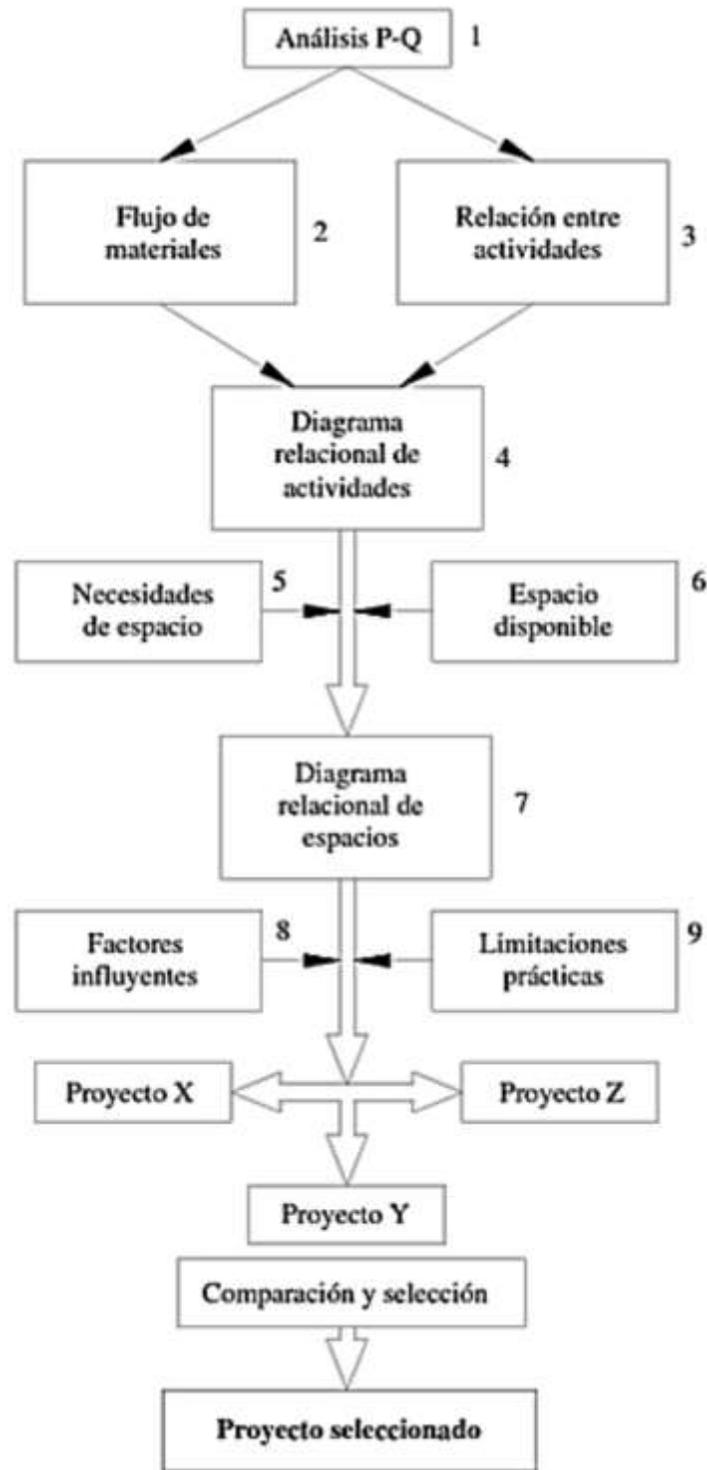


Figura 8: Pasos para desarrollar la metodología SLP.

Fuente: (Muther, 1981)

Análisis del producto – cantidad: Es necesario conocer el tipo de productos que se elaborarán, la cantidad, los recursos, materiales, máquinas y equipos a utilizar, así como el espacio que se dispone, esto permitirá decidir el tipo de distribución a aplicar. La información recabada debe plasmarse en un gráfico en donde se represente los productos y la cantidad.

En la figura No. 9 se observa un análisis de producto y cantidad, en el cual se muestra que el producto A se genera en mayores cantidades en comparación con el producto B, por lo que la distribución en planta se deberá plantear en función del flujo productivo del producto A.

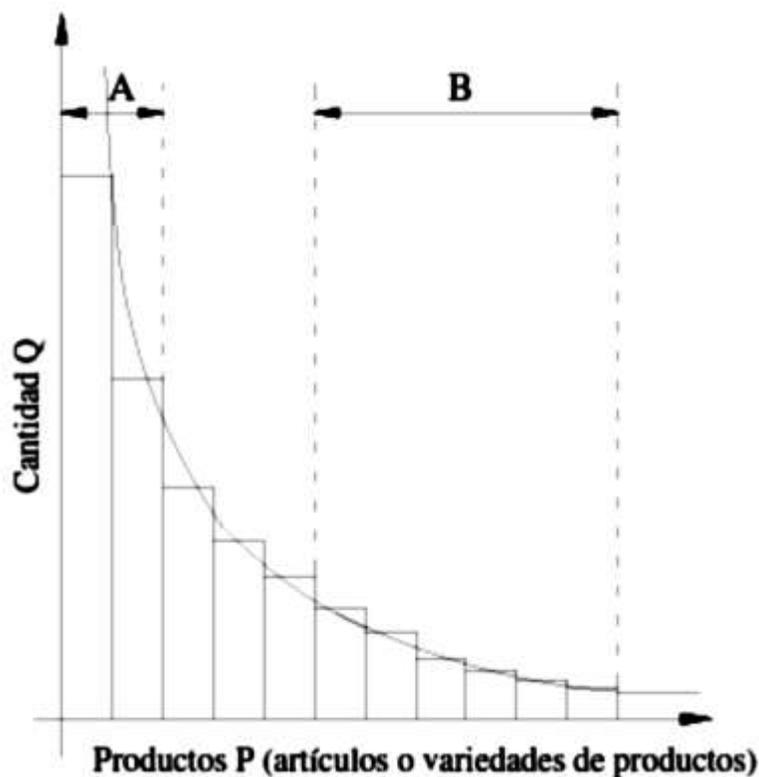


Figura 9: Análisis de producto y cantidad.

Fuente: (Casals & Forcada, 2008).

Flujo de materiales: También conocido como recorrido, son representaciones gráficas de los movimientos de los materiales por las distintas máquinas hasta obtener el producto, también se necesita el flujo de procesos realizados detallando las actividades y los recursos utilizados.

En la tabla 3 se conoce los diferentes tipos de relación y letras que se utilizan para designar estas relaciones.

Tabla 3:
Tipos de relación y letras que se utilizan para designar estas relaciones.

Código	Tipo de relación
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)

Diagrama relacional de actividades: Se obtiene como base la información recolectada en el paso anterior y se procede a llenar la matriz de relaciones de actividades, en la figura No. 10 se observa la matriz de un diagrama relacional de actividades, en donde cada casilla se divide horizontalmente en dos partes, la parte superior indica el valor de relación y la parte inferior indica los motivos.

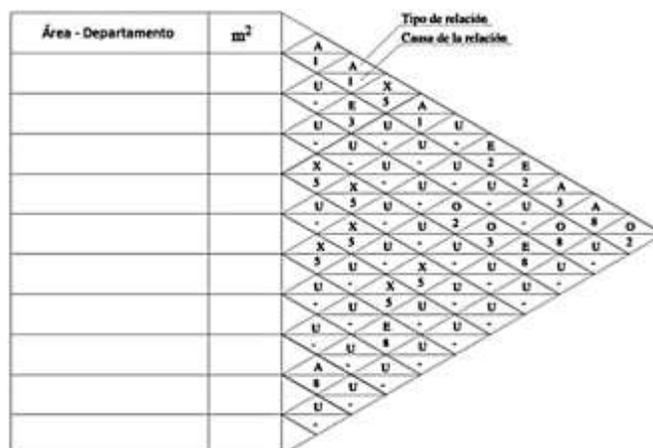


Figura 10: Diagrama relacional de actividades.

Fuente: (Casals & Forcada, 2008).

En la tabla 4: se muestra los posibles motivos o causas por lo que se relacionan las actividades los cuales se encuentran codificados por un número del 1 al 9.

Tabla 4:
Motivos de las relaciones entre actividades.

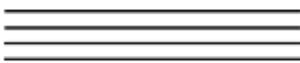
Código	Motivo
1	Recorrido de material
2	Recorrido del personal
3	Inspección y control
4	Aporte de energía
5	Razones estéticas, ruidos, higiene y otras molestias
6	Reparación de averías
7	Uso compartido de equipos de trabajo
8	Comodidad
9	Control de calidad

Fuente: (Casals & Forcada, 2008)

Diagrama relacional de actividades. Se refleja en forma de diagrama la información contenida en la tabla relacional de actividades. Donde las actividades son representadas por nodos que se unen por líneas.

En la tabla 5 se puede observar las líneas de trazado que se utilizan en el SLP.

Tabla 5:
Motivos de las relaciones entre actividades.

Código	Líneas de trazado
A	
E	
I	
O	
U	
X	

Fuente: (Casals & Forcada, 2008)

Necesidades de espacio y disponibilidad: Se toma en cuenta el área total de la planta, número de oficinas, almacén, máquinas, operarios, volumen de producción, pasillos, esto permite determinar cómo se debe hacer la distribución. Para el cálculo de las necesidades de espacios de cada departamento, se emplea la siguiente ecuación:

$$CS_i = \sum_{i=1}^n d_i + \sum_{i=1}^n e_s + pp_i \quad \text{Ecuación (1)}$$

Donde:

CS_i : Cálculo de superficie del departamento i

d_i : Dimensiones de un lado de las máquinas del departamento i

es : Dimensiones de seguridad para operar máquinas del departamento i

ppi : Dimensiones para la estancia de productos en proceso del departamento i .

2.4.2. CRAFT

Es un método heurístico para la distribución de plantas desarrollo por Armour, Buffa y Vollman en 1963, CRAFT por su traducción al inglés Computerized Relative Allocation of Facilities Technique. Este modelo se centra en minimizar el gasto de recursos económicos por movilización entre áreas; del personal, materiales, equipos, maquinarias y cualquier recurso que se necesite (Mejía, Wilches, Galofre, & Montenegro, 2011)

De acuerdo (Simbaña & Jimenéz, 2012) el costo del transporte “es el resultado de la suma de todos los elementos de una matriz de flujos de movimientos, multiplicado por la distancia y por el costo por unidad de distancia recorrida de un departamento a otro” (p. 55). La función objetivo del modelo matemático que emplea el método es descrita a continuación:

$$CT_{TOT} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n y_{ij} u_{ij} d_{ij} \quad \text{Ecuación (2)}$$

Donde:

n : Cantidad de departamentos

y_{ij} : Cantidad unitaria de cargas que se mueven del departamento i al j

u_{ij} : Costo de mover una carga unitaria del departamento i al j

d_{ij} : Distancia que separan los departamentos i y j , están dadas por la métrica rectilínea

Para la ejecución del modelo matemático se necesita tener una distribución inicial y su costo, se forman parejas con las áreas o departamentos para calcular el costo de movilización, se identifica y selecciona la pareja cuyo costo sea menor y se lo ubica en el centro como principal, de ser necesario se forman nuevas parejas y el proceso se repite hasta que se prueben todas las combinaciones y forme la estructura (Rodríguez, 2013) En la Figura No. 11 se muestran las iteraciones del método CRAFT, en las cuales se desplazan los departamentos en el espacio disponible con el objetivo de minimizar el costo total de transporte.

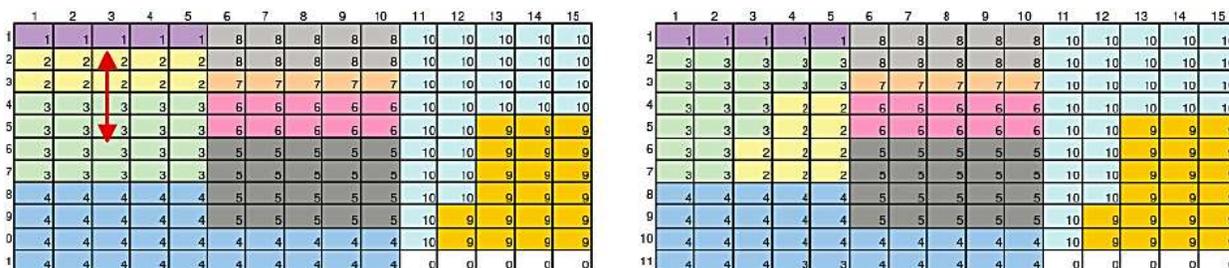


Figura 11: Iteración del método CRAFT.

Fuente: (Casals & Forcada, 2008).

2.4.3. CORELAP

(Leyva, Mauricio, & Salas, 2013) dice que CORELAP fue desarrollado por Lee & Moore en el año 1967. Este algoritmo usa las relaciones de cercanía de cada instalación para determinar una

distribución. Bajo este criterio, la instalación con la calificación de cercanía más alta es seleccionada y asignada al centro del área de la planta, para orientar la distribución de los departamentos restantes. Las instalaciones subsiguientes son adicionadas al layout dependiendo de sus relaciones a las instalaciones ya localizadas.

Según el autor (Segura, 2010), CORELAP (*Computerized Relationship Layout Planning*) es un procedimiento constructivo que introduce secuencialmente las actividades en la distribución. La primera actividad seleccionada es aquella con un mayor TCR y es colocada en el centro geométrico de la distribución. El criterio para establecer la ubicación adecuada de cada una de las siguientes actividades se basa en el Índice de colocación (IC). La ubicación con un mayor IC será la seleccionada. Para una actividad i en una distribución en la que n actividades están ya colocadas el IC se define como:

$$IC_i = \sum_{j=i}^n V(r_{ij}) \times L_{ij}$$

Siendo $V(r_{ij})$ el peso asociado a la intensidad relacional entre la actividad a ubicar i , y la j -ésima de las n ya colocadas, y L_{ij} es la longitud de contorno común a las actividades i y j -ésima. Cuando existen varias alternativas con igual puntuación se escoge la más compacta, es decir, la inscrita en un rectángulo con menor área. En la siguiente figura se muestra la colocación de actividades del programa CORELAP.

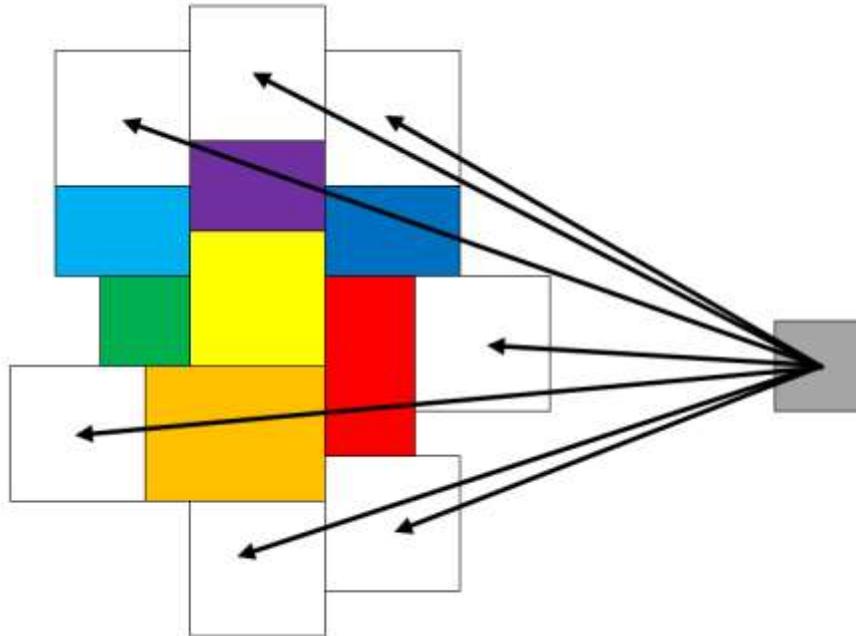


Figura 12: Método CORELAP.

Fuente: (Casals & Forcada, 2008).

“CORELAP es un programa que puede ordenar hasta 45 departamentos. Entre otros, requiere como *inputs* la especificación de los tamaños de los departamentos y algunas dimensiones de la planta. En lo que será el centro de la distribución sitúa el departamento que está más interrelacionado con lo demás y va colocando los demás en función de su necesidad de cercanía con lo ya colocados” (Dominguez, 1995).

2.4.4. ALDEP

“*Automated Layout Design Program*, es un programa que fue desarrollado por Seehof y Evans (1967) y tiene una capacidad para distribuir 63 departamentos. Usa una matriz de código de letras

similar a las especificaciones de prioridad de cercanías. Dicha calificación es traducida a términos cuantitativos con el fin de facilitar la evaluación.

Los *inputs* del programa son la planta del edificio y la situación de elementos fijos, permitiendo seleccionar emplazamientos para determinados departamentos. El algoritmo que utiliza selecciona un departamento aleatoriamente y lo sitúa en la esquina noroeste de la planta, colocando los demás de forma sucesiva en función de las especificaciones de proximidad dadas" (Dominguez Machuca, 1995).

(Leyva, Mauricio, & Salas, 2013) al igual que (Dominguez Machuca, 1995) dice que ALDEP ha sido desarrollado por Seehof & Evans (1967) y que este método trabaja en la siguiente forma, primero una instalación es seleccionada aleatoriamente y es ubicado en el rincón izquierdo superior del layout.

La siguiente instalación escogida para ser localizado es uno que tiene la calificación de cercanía mayor o igual a una relación de cercanía especificado por el usuario, con una selección aleatoria para la primera instalación.

Este método puede manejar distribuciones en edificios de varios niveles. (Segura, 2010) plantea que "Habitualmente el primer elemento de la secuencia se escoge aleatoriamente, los restantes se escogen usando como criterio las relaciones entre actividades expresadas en la Tabla Relacional de Actividades (obtenida a partir del SLP).

La siguiente actividad a introducir en la secuencia será aquella cuya necesidad de cercanía a la anterior supere cierto mínimo establecido como parámetro del algoritmo. De no existir ninguna que cumpla ese requisito se selecciona una actividad de manera aleatoria. Este proceso continúa, hasta haber introducido todas las actividades en la distribución. En una primera iteración se generan tantos layout como se decida (siendo esta cantidad un parámetro del algoritmo), evaluando cada uno mediante la suma de los valores numéricos de los índices de proximidad de todos los departamentos adyacentes a uno dado. A esta cantidad se le denomina *total closeness rating* (TCR). Así pues, la evaluación se basa en criterios cualitativos, dando valores numéricos a los diferentes índices de proximidad: A=64; E=16; I=4; O=1; U=0; X=-1024.

La mejor puntuación obtenida se emplea en la siguiente generación como la mínima aceptable. El proceso continúa hasta que en una generación todos los layout obtenidos poseen valoraciones inferiores a la mínima aceptable”.

Además, este autor plantea que este programa actúa colocando las actividades secuencialmente en el dominio siguiendo un patrón de llenado que puede seguir diversas trayectorias: comenzando por cualquier esquina de la planta, zigzagueando vertical u horizontalmente, etc.

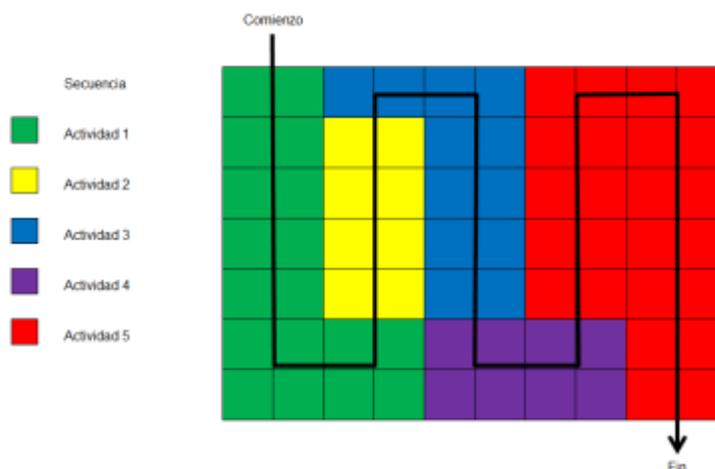


Figura 13: Método ALDEP.

Fuente: (Segura, 2010).

Los autores anteriormente citados concuerdan en la forma en que se lleva a cabo este algoritmo computacional, explicando paso a paso su funcionamiento, tanto así, que se puede desarrollar sin necesidad de la utilización del programa computacional. Además, cabe destacar que a través de este algoritmo se pueden obtener variadas distribuciones de plantas, ya que los criterios para ordenar los departamentos o actividades, por ejemplo, la trayectoria de llenado o el primer departamento en ser utilizado en la distribución, quedan a consideración del investigador.

2.5. SEGURIDAD ESTRUCTURAL

Según el Ministerio de Trabajo, 2012 en su Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo el mismo que se encuentra amparado en el Decreto Ejecutivo 2393 en su última modificación 2003 , menciona distintos puntos a tomar en cuenta para valorar la seguridad estructural:

- 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 “APÍCOLA SANTA ANITA”

3.1. CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

APÍCOLA SANTA ANITA es una microempresa familiar que nace en el año de 1973, dedicada a la producción y cosecha de miel de abeja y elaboración de productos derivados de la misma. Cuenta actualmente con más de 700 colmenas ubicadas en el sector de Pichincha, Imbabura y Cotopaxi. El equipo de trabajo ha recibido capacitación tanto a nivel nacional como internacional bajo la visión de mejoramiento continuo con el afán de aumentar la producción y calidad de la miel de abeja. Uno de los antecedentes importantes de la microempresa es que se encargó de proveer de miel de abeja por más de 15 años a la compañía multinacional Nestlé S.A. Actualmente, se centra en la elaboración y distribución autónoma de sus productos.

Apícola Santa Anita se encuentra ubicada en la ciudad de Cayambe perteneciente a la provincia de Pichincha ubicada al Norte de Ecuador. La planta procesadora se encuentra ubicada en la calle Olmedo y Av. Manuel Córdova Galarza, E-353 al sur del cantón. Cuenta con algunos puntos de venta de los cuales se ubican en la ciudad de Cayambe, Guayllabamba y Quito.

3.1.1. Ubicación e información

Planta Procesadora: Olmedo y Av. Manuel Córdova Galarza, E-353

- Punto de Venta 1 Cayambe: Calle Olmedo y Sucre. E-245. Frente al Cementerio de la ciudad.
- Punto de Venta 2 Cayambe: Av. Natalia Jarrín y Bolívar. Frente a la Plaza de Toros.
- Punto de Venta 3 Guayllabamba: Zoológico de Guayllabamba.
- Punto de Venta 4 Guayllabamba: Restaurante “EL TÍPICO LOCRO”
- Punto de Venta 4 Quito: Plaza de San Francisco-Centro Histórico.
- Punto de Venta 5 Quito: Jardín Botánico- Centro Recreacional La Carolina. Av. Amazonas N6-114 y República Esquina

Números de Teléfono: (02) 2360-569; (02) 2360-453; (02) 2363-660.

Correo Electrónico: apicolasantaanita@hotmail.com



Figura 14: Geolocalización de la empresa.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.2. Misión

“Somos una microempresa familiar de producción, elaboración y comercialización de productos derivados de miel de abeja y servicios apícolas dirigidos al sector de alimentos, cosmético y farmacéutico, comprometidos con el medio ambiente y el desarrollo socioeconómico de nuestros miembros, ofreciendo excelente calidad y pureza de todos los productos a nuestros clientes, basados en la experiencia obtenida a nivel Nacional e Internacional y la utilización de la tecnología adecuada para satisfacer las necesidades y exigencias del mercado, siendo así un ejemplo para las microempresas y sociedades artesanales” (Plan Estratégico Empresa: Apícola Santa Anita).

3.1.3. Visión

“Alcanzar altos estándares de calidad y la cobertura a nivel nacional en los mercados y sectores importantes, buscando la excelencia y el liderazgo en la comercialización, producción y prestación de servicios apícolas a nuestros clientes; mejorando la situación socioeconómica de nuestros cooperativistas e impulsando el uso racional de los recursos naturales” (Plan Estratégico Empresa: Apícola Santa Anita).

3.1.4. Objetivos de la empresa “Apícola Santa Anita”

- Producir un producto 100% natural y de alta calidad.

- Satisfacer a los clientes. A través de la prestación un excelente servicio para garantizar la aceptación de la microempresa.
- Capacitar al personal garantizando el logro de los objetivos, y que posean un mayor compromiso con los clientes.
- Promover la estabilidad laborar para que los empleados se comprometan con la empresa.
- Innovar la maquinaria, equipo, materiales e insumos tomando en cuenta el desarrollo y avance tecnológico.
- Realizar una campaña publicitaria efectiva con el fin de equiparar el mercado.
- Indagar a cerca de las necesidades de los clientes.

(Plan Estratégico Empresa: Apícola Santa Anita)

3.1.5. Principios

Los principios son un conjunto de normas que deben ser tomadas en cuenta por el personal que trabaja en la microempresa, debido a que son parte de la cultura organizacional. A continuación se detalla los principios relevantes de la microempresa:

- **Responsabilidad:** En este principio se refleja el compromiso que existe con los proveedores, clientes, entre otros con el fin de cumplir con lo acordado.
- **Creatividad:** Encontrar nuevas oportunidades que aporten al crecimiento de la microempresa apícola Santa Anita o resolver problemas de cualquier índole.

- **Liderazgo:** Liderazgo democrático para que exista un mejor ambiente laborar y se puedan resolver problemas de forma oportuna.
- **Comunicación:** Con este principio se promueve el trabajo en equipo, debido a que en una empresa debe existir comunicación tanto externa como interna.
- **Mejoramiento continuo:** Se debe establecer este principio tanto en la producción, necesidades de clientes, administración, entre otros.

(Plan Estratégico Empresa: Apícola Santa Anita)

3.1.6. Valores

- **Respeto:** Debe existir respeto mutuo en toda la empresa con el fin de que el clima organizacional sea óptimo para ejecutar las diferentes actividades relacionadas con la microempresa.
- **Honestidad:** Todos los miembros de la empresa deben ejecutar sus tareas con honestidad, es decir sin ocultar errores o problemas que se puedan suscitar, con el fin de que no sea perjudicial de la empresa.
- **Cooperación:** La ayuda mutua en la empresa es indispensable debido a que esto permitirá que se cumplan objetivos y solución de problemas de forma más ágil.
- **Ética:** El talento humano de la microempresa debe desempeñar sus actividades con un trato respetuoso hacia sus compañeros.

(Plan Estratégico Empresa: Apícola Santa Anita)

3.1.7. Estructura organizativa

El Organigrama Estructural Figura 15, 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.. Además, es el encargado de mantener buenas relaciones con los clientes y también buscar nuevos proveedores de materia prima.
- b) 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.
- c) Coordinador de Ventas y mercadeo, es la persona encargada del control de pedidos, cobro y venta en el almacén y puntos de venta.
- d) Coordinador de producción, es la persona encargada de la organización, coordinación y control de las actividades relacionadas con los pedidos, pagos y compras de materia prima.
- e) Coordinador de calidad, es la persona responsable de formular, divulgar y supervisar el cumplimiento de las políticas de calidad que deben seguirse dentro de la empresa.

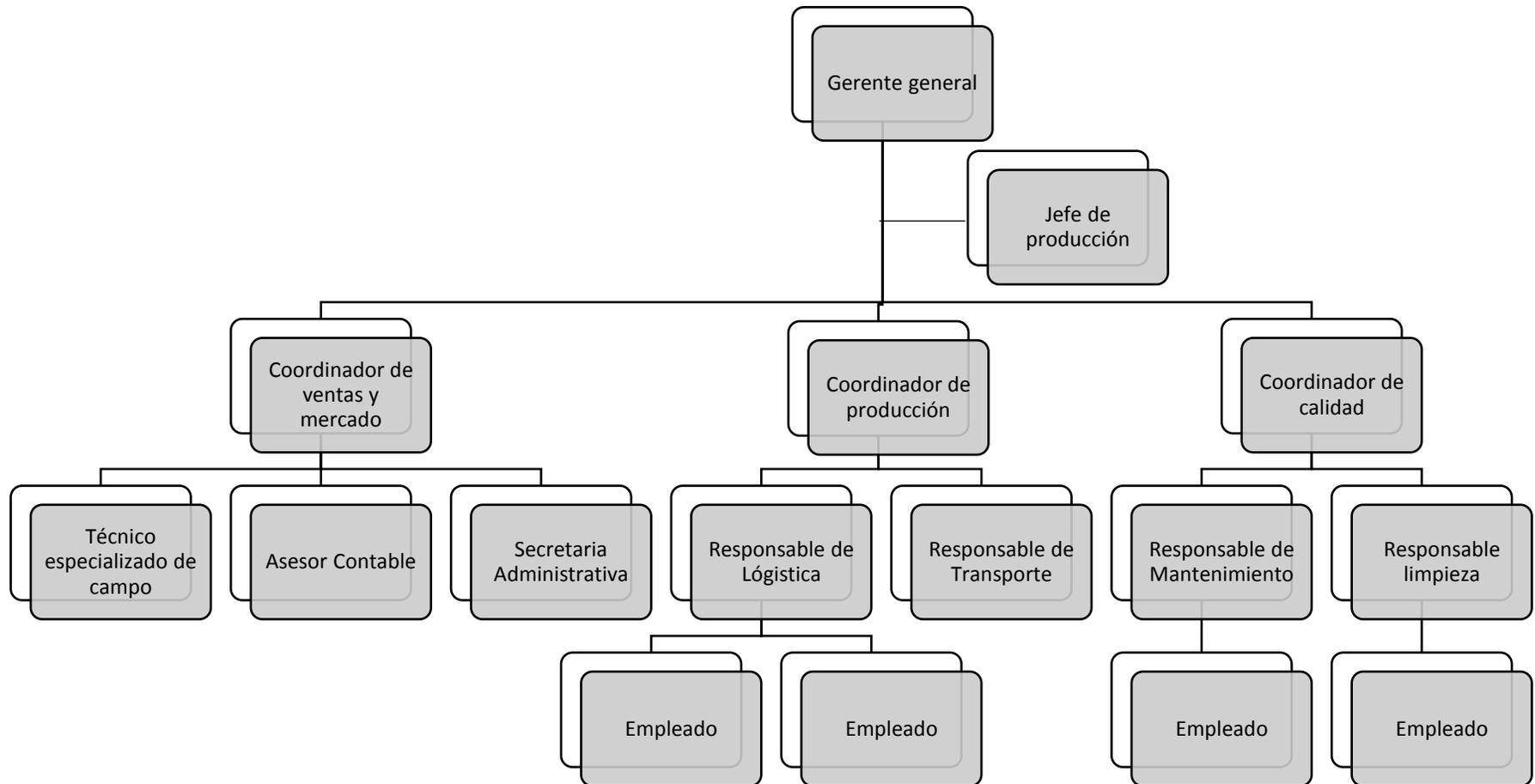


Figura 15: Estructura Organizativa.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.8. Organización de la microempresa

- **GERENCIA GENERAL:** Luis Oswaldo Guaña Iguago
- **JEFATURA DE PRODUCCIÓN:** Ing. José Luis Mesa
- **ÁREA DE VENTAS Y MERCADEO:**
 - Coordinador: Ing. Francisco Guaña
 - Técnico Especializado de Campo: Edgar Miguel Guaña Iguago
 - Asesoría Contable y Legal: Ing. Alexandra Valentina Yugcha
 - Secretaría Administrativa: Cr. Myriam Janeth Cabezas Velásquez
- **ÁREA DE PRODUCCIÓN:**
 - Coordinador: Manuel Antonio Guaña Iguago
 - Logística: Félix Alfonso Guaña Iguago
 - Empleado: Carlos Alfredo Arévalo Cabezas
 - Empleado: José Marcelo Guaña Iguago
 - Transporte: Ángel Patricio Guaña Iguago
- **ÁREA DE CALIDAD:**
 - Coordinador: Tlg. Paúl Guaña
 - Asesoría, prevención y mantenimiento: Dra. Diana Carolina Villena Iguago
 - Empleado: Johe Fredd Arias Granda
 - Responsable de Limpieza: Delia Mariana Guaña Iguago
 - Empleado: Carmen Lizeth Guaña Velásquez

3.1.9. Maquinaria

La maquinaria se clasificó por áreas de trabajo, donde se especificó el nombre de la máquina, sus dimensiones y la cantidad, además se detalló la cantidad de trabajadores por área de trabajo.

Tabla 6:
Máquinas y recursos de la apícola "Santa Anita"

Maquinaria y Recursos para la Producción de Miel				
Área	Máquina o Recurso	Dimensiones (l x a x h) m	Cantidad	Número de Trabajadores
Desoperculado	Desoperculadora	0,40 x 0,64 x 0,85	1	1
	Mesa desoperculadora	2,5 x 1,75 x 1,10	1	
	Centrifugadora	0,60 x 0,66 x 0,90	1	
Extracción	Filtradores	0,30 x 0,30 x 0,80	2	1
	Marmita	0,70x 0,77x 0,85	1	
Envasado y etiquetado	Envasadora	1,10 x 0,50 x 1,60	1	1
	Mesa acero inoxidable	2,60 x 1,80 x 1,10	1	
	Caldero	0,80 x 0,85 x 0,60	1	
TOTAL			9	3

Fuente: Elaboración propia

3.1.10. Descripción de procesos de la línea de producción

Los procesos que abarcan la línea de producción de miel en la Apícola “Santa Anita” son básicamente tres: desoperculado, extracción, envasado y sellado.

DESOPERCULADO: consiste en la remoción de los opérculos con los que las abejas han cerrado las celdas del panal una vez que la miel está madura en la colmena, para ello podemos usar un cuchillo acodado, peine, rodillo o desoperculador automático industrial. La maquinaria y utensilios a emplear deben estar fabricados con acero inoxidable de grado alimentario que facilite las tareas de sanitización. Este proceso también consta de:



Figura 16: Desoperculado de panales de miel

Fuente: <http://productorademiell.blogspot.com/2014/04/la-cantidad-de-la-miel-que-fabrican-las.html>

- Ecurrido de cuadros: El escurrido de los bastidores con miel se realiza sobre bandejas de acero inoxidable, consiste en abrir aquellos opérculos (peinar) de los cuadros que no fueron correctamente desoperculados con un peine de acero inoxidable.
- Separación MIEL-CERA: La separación miel-cera se recomienda realizarla mediante el uso de separadoras mecánicas de cera-miel (centrífugas) que trabajan en frío. Los utensilios y recipientes que comúnmente se utilizan, deben ser de acero inoxidable de grado alimentario o de polipropileno.



Figura 17: Centrífuga para separación miel-cera.

Fuente: <https://docplayer.es/89322970-Universidad-tecnica-del-norte.html>

- Separación CERA-IMPUREZAS: La separación cera-impurezas se la puede realizar con un cerificador, que utiliza la energía solar para diluir la cera y retiene las impurezas. La cera es recogida en moldes prediseñados o en recipientes para su posterior uso en la formación de panales para las alzas melarias.

EXTRACCIÓN: El extractor es un recipiente cilíndrico de capacidad variable, sobre cuyo eje se coloca una canastilla en la que se depositan los bastidores desoperculados para extraer la miel por fuerza centrífuga. Puede ser accionado por energía eléctrica o en forma manual. En la empresa Apícola Santa Anita se realiza:

- **Calentamiento de miel:** En la marmita se realiza el calentamiento de la miel entre 32 y 40 ° C, al disminuir su viscosidad, acelera su paso por los aparatos y a través de los filtros.



Figura 18: Marmita para calentamiento de miel.

Fuente: <http://www.hierbamielperu.com/maquinaria.html>

- **Filtrado:** es una práctica utilizada para eliminar los fragmentos de cera de abejas u otras impurezas provenientes del proceso de extracción. El colador debe ubicarse entre la salida del extractor y la entrada al depósito de miel, por lo que se recomienda que sea de acero inoxidable y contenga una malla.



Figura 19: Filtrado.

Fuente: <https://lacasadelamielalbacete.com/filtrado-de-miel/>

EMPACADO Y SELLADO: El proceso consta de:

- Envasado: El fraccionamiento en envases para la venta al por menor. Debe realizarse en un ambiente donde las medidas de higiene sean máximas. Para el envasado de la miel se podrá utilizar cualquier envase con la condición de “apto para estar en contacto con alimentos”.
- Etiquetado: El etiquetado de productos proporciona información importante al consumidor, esta información debe ser legible, no engañosa y fácilmente comprensible. La miel fraccionada en envases para la venta al por menor debe cumplir con lo establecido en la Norma INEN 1334, Rotulado de Productos Alimenticios para Consumo Humano. (Requisitos INEN, 2008).



Figura 20: Producto envasado y etiquetado.

Fuente: Apícola Santa Anita

- Empacado y almacenado del producto terminado: Las condiciones de almacenamiento son un punto crítico en la cadena producción proceso-ensado-comercialización de la miel. Se recomienda mantener el lugar siempre fresco (no mayor a los 20°C), con baja humedad relativa (menor al 60% de humedad relativa) y libre de olores ajenos (SENASA, 2005). En la empresa se utiliza cajas de cartón para cumplir con estos requisitos.

3.1.11. Flujo de proceso de la planta de producción

Dentro de la línea de producción se elabora la miel, por lo cual, únicamente se describirán los procesos productivos, a través de la elaboración de diagramas de procesos OTIDA (Operación, Transporte, Inspección, Demora y Almacenamiento).

En la figura 16 se indica el diagrama OTIDA de miel de abeja, en el cual se detalla; dos almacenamientos uno de materia prima y otro de producto terminado, estas bodegas se encuentran ubicadas en la parte frontal de la empresa, fuera del taller de máquinas y herramientas; tres

operaciones, las cuales son desoperculado, extracción y envasado; cuatro transportes, entre bodega de materia prima a desoperculado, de desoperculado a extracción, de extracción a envasado y de envasado a la bodega de producto terminado; y una inspección de producto terminado que se realiza en el departamento de extracción.

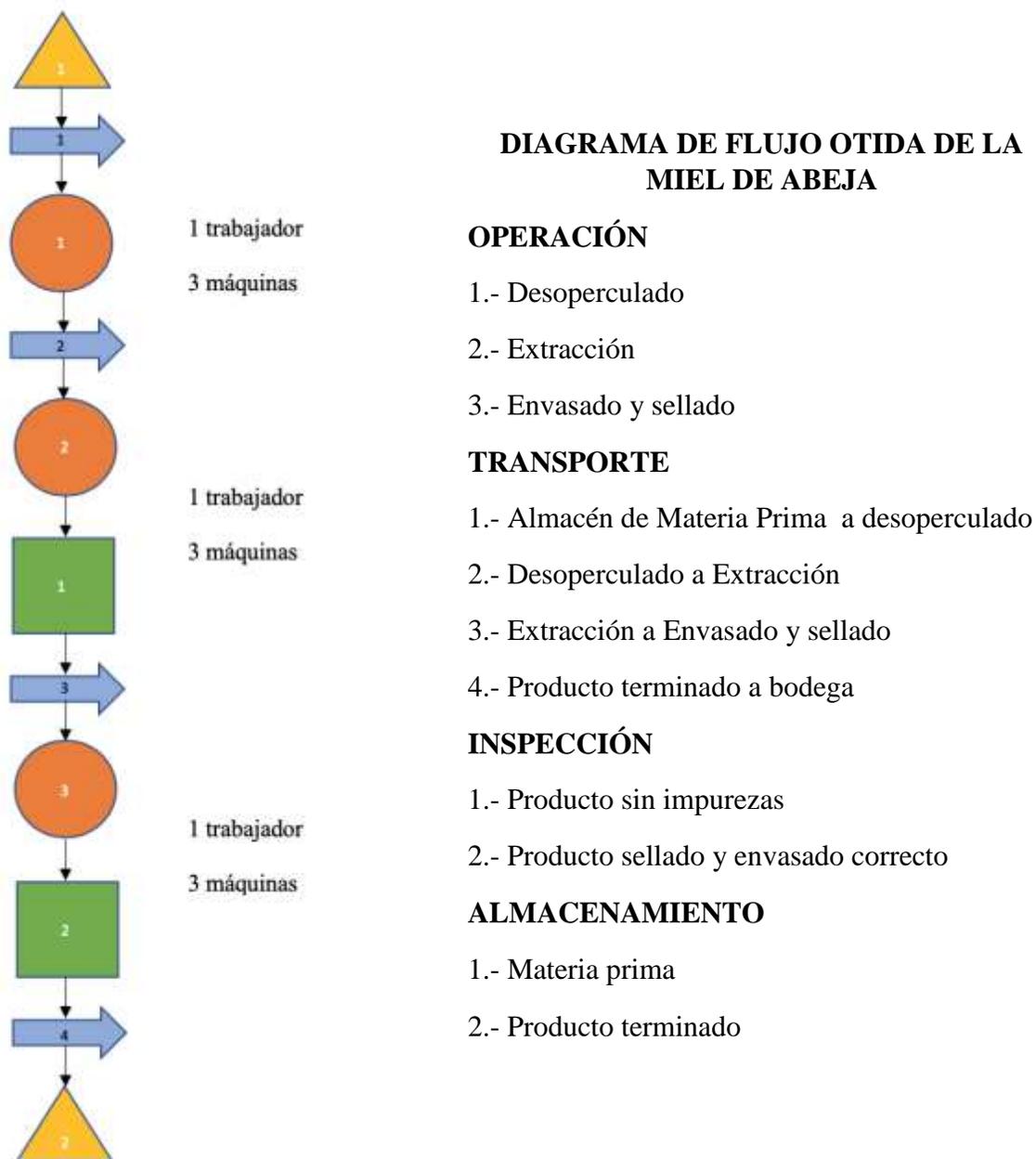


Figura 21: Flujograma OTIDA.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.12. 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. En la tabla Nro. 7 se pueden identificar cada una de las características encontradas.

Tabla 7:
Análisis FODA empresa Apícola “Santa Anita”

FODA	
FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Características organolépticas e higiénicas de calidad del producto. • Ubicación geográfica privilegiada de las colmenas. • Capacitación continua del personal. • Atención al cliente y marketing personalizado. • Instalaciones, infraestructura y espacio para crecimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de capacidad para innovación y expansión de la cartera de productos. • Escasez de materia prima en ciertas etapas del año. • Competencias de servicio (cultura e idiomas) para atender a clientes extranjeros. • Planta procesadora actual con espacio limitado • Falta de proveedores de insumos.
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Incremento y capacidad de producción. • Posibilidad de venta de producto no procesado como materia prima a otros centros apícolas. • Producto valorado con aceptación en el mercado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Competencia. con productos de bajo costo y/o importados. • Productos edulcorantes sustitutos. • Inflación de insumos materiales como envases, etiquetas, maquinaria, etc. • Costos de producción variables que dependen de la estación.

-
- Alta afluencia en los distintos puntos de venta.
 - Accidentes laborales por espacio limitado y actividad apícola.
 - Experiencia apícola y prestigio en Cayambe, Quito e Ibarra.
-

Fuente: Elaboración propia.

A partir de este análisis se pudo definir la posición actual de la empresa, donde se evaluó la situación interna y externa en base a factores claves que tienen un porcentaje de importancia y su calificación respectiva,; para ello, se asigna a cada factor un valor numérico del 1 al 4 donde 1 es la menor calificación posible y 4 es la mayor. Esta calificación representa cuán efectivas son las estrategias actuales de la empresa ante cada factor. Por otro lado, la calificación ponderada se obtuvo del producto entre el porcentaje o peso y la calificación registrada. En la tabla Nro. 8 se detalla la información.

Tabla 8:
Análisis de la Posición Estratégica

Análisis de la situación INTERNA				
	Factores críticos para el éxito	Peso	Calificación	Calificación ponderada
FORTALEZAS	Calidad del producto	0,20	4	0,80
	Ubicación de colmenas	0,10	4	0,40
	Gestión de capacitación	0,15	3	0,45
	Atención al cliente y marketing	0,10	4	0,40
	Instalaciones e infraestructura propia	0,05	3	0,15
DEBILIDADES	Capacidad de innovación y expansión de la cartera de productos	0,10	1	0,10

	Disponibilidad de materia prima	0,12	2	0,24
	Competencia de servicio a extranjeros	0,05	1	0,05
	Tamaño de planta procesadora actual	0,08	1	0,08
	Proveedores de insumos	0,05	2	0,10
	TOTAL	1,00	-	2,77
Análisis de la situación EXTERNA				
OPORTUNIDADES	Capacidad de producción	0,10	4	0,40
	Venta de producto no procesado	0,05	3	0,15
	Aceptación en el mercado	0,15	3	0,15
	Puntos de venta	0,10	3	0,30
	Experiencia y prestigio	0,10	3	0,30
AMENAZAS	Competencia con variación en el precio	0,15	2	0,30
	Productos edulcorantes sustitutos	0,05	1	0,05
	Inflación de insumos	0,10	1	0,10
	Estabilidad en costos de producción	0,15	2	0,30
	Accidentes laborales	0,05	2	0,10
	TOTAL	1,00	-	2,15

Fuente: Elaboración propia.

Posterior a la obtención de datos se logró obtener un total ponderado que es evaluado en relación a su media. En la figura Nro. 16 podemos observar con detalle, que bajo este análisis, la empresa puede ser definida como competitiva.



Figura 22: Posición estratégica de la empresa

Fuente: Elaboración propia

3.1.13. Distribución en la planta actual

Las instalaciones de la empresa Apícola Santa Anita, se encuentran distribuidas de la siguiente manera. En la figura 16, se muestra el layout de la empresa actual, en la cual se ubica la entrada y salida a la empresa, la bodega de materia prima y producto terminado, la oficina, y la sala de producción.

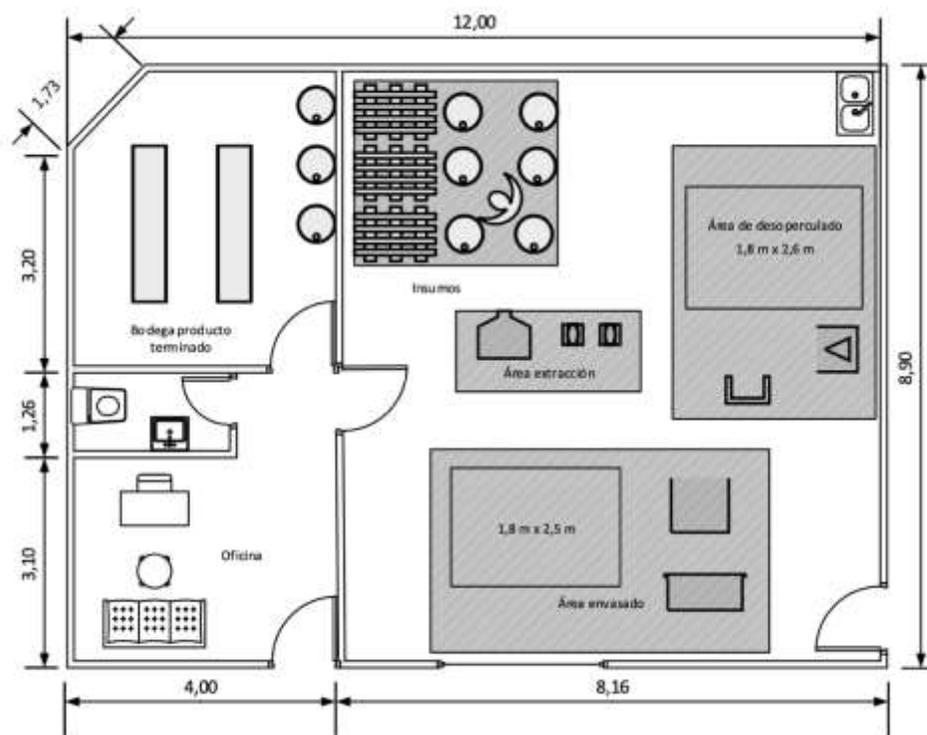


Figura 23: Planta actual de la empresa.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.14. Cartera de productos

La empresa elabora 12 productos o SKU (stock-keeping unit) diferentes. Estos se pueden agrupar por familias de acuerdo con el tipo de producto:

Tabla 9 :
Productos de la empresa.

SKU	CÓDIGO
Miel de Abeja de 330g	SKU_1
Miel de Abeja de 530g	SKU_2
Polen 225g	SKU_3

Miel con Cera	SKU_4
Propóleos 25cc	SKU_5
Turrónes de miel, maní, almendras.	SKU_6
Turrón Blando	SKU_7
Miel con Almendras	SKU_8
Pan de Abejas	SKU_9
Caramelos de miel de abeja	SKU_10
Bálsamo Humectante tipo vaselina	SKU_11
Bálsamo Humectante tipo Crema para Cuerpo.	SKU_12

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV

4. OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA “APÍCOLA SANTA ANITA”

Este capítulo abarca, el desarrollo de la propuesta de distribución en planta, para las líneas de producción de miel, dentro de la línea de producción de la empresa Apícola Santa Anita, aplicando los métodos Planificación Sistemática de Distribución en Planta (SLP), Planificación de Diseño de Relaciones Computarizadas (CORELAP) y Asignación Relativa Computarizada de Instalaciones (CRAFT), con el objetivo de optimizar el flujo de producción de ambas líneas, disminuyendo el costo total de transporte del objeto de trabajo.

4.1. PLANEACIÓN SISTEMÁTICA DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA (SLP)

4.1.1. Flujo de materiales

Los diagramas de procesos desarrollados en el programa Bizagi Modeler, muestran las actividades y decisiones que se toman en la producción de miel, así como el recorrido de la materia prima hasta su transformación en producto terminado.

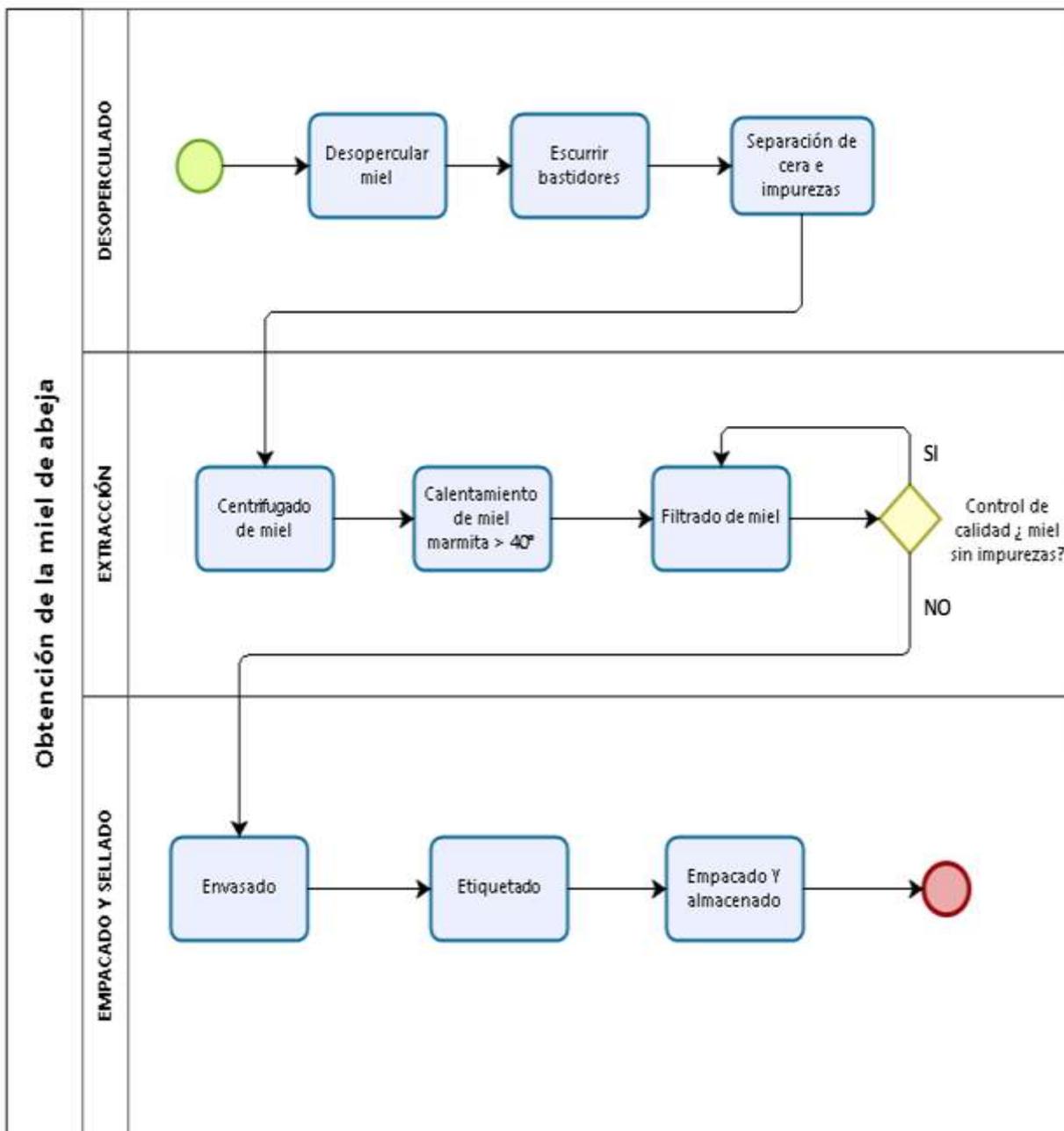


Figura 24: Diagrama de procesos.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2. Cálculo de superficies

La superficie necesaria para el óptimo funcionamiento de cada área de trabajo, dentro del taller de máquinas y herramientas se calculó con la ecuación 1, descrita en el capítulo II, con base a las fichas técnicas de la maquinaria y requerimientos de cada puesto de trabajo, tomando en cuenta la normativa legal vigente, respecto a la seguridad y salud ocupacional de los trabajadores.

Tabla 10:
Cálculo de superficies línea de producción de miel.

Cálculo de superficies línea de producción de miel				
Área	Requerimiento de	Dimensiones (m)	Cantidad	Área (m ²)
	espacio			
Desoperculado	Desoperculadora	(1,2 x 1,44) m	1	13
	Mesa desoperculadora	(3,3 x 2,55) m	1	
	centrifugadora	(1,4 x 1,46) m	1	
Extracción	Filtradores	(1,1 x 1,1) m	2	7
	Marmita	(2,2 x 2,27) m	1	
Envasado y etiquetado	Envasadora	(1,9 x 1,3) m	1	16,7
	Mesa acero inoxidable	(3,4 x 2,6) m	1	
	Caldero	(2,3 x 2,35) m	1	

Fuente: Elaboración propia

4.1.3. Relación entre actividades

Al analizar el diagrama de procesos, se identificaron cada una de las actividades a realizarse dentro de la área de producción donde se encuentran las máquinas y herramientas, con el listado de actividades se elaboró la matriz relacional de actividades, para el proceso productivo de la miel. En las matrices se indica el área requerida para cada departamento, las relaciones de cercanía entre actividades y el motivo o causa del tipo de relación escogida.

En la tabla se muestra los tipos y motivos de relaciones y líneas de trazado, donde el tipo de relación absolutamente importante, está estrictamente relacionado con el flujo productivo de cada línea de producción, para graficar esta relación se utilizan cuatro líneas de trazado; el tipo de relación especialmente importante está relacionado, con la utilización de la fuerza de trabajo entre departamentos de producción de cada línea, para graficar esta relación se emplean tres líneas de trazado.

Tabla 11:
Códigos y motivos

Código	Tipo de Relación	Código	Motivo o Causa	Línea de Trazado
A	Absolutamente importante	1	Flujo productivo	=====
E	Especialmente importante	2	Utilización de la Fuerza de Trabajo	=====

Fuente: Elaboración propia

En la figura se indica la matriz de relación entre actividades, de línea de producción, donde los tres departamentos productivos son relacionados entre sí, dando como resultado, que la ubicación contigua del área de desoperculado con el área de extracción, y del área de extracción con el área de envasado, es absolutamente importante debido al flujo productivo; y la ubicación cercana del área de corte con el área de envasado, es especialmente importante debido a la utilización de la fuerza de trabajo entre departamentos.

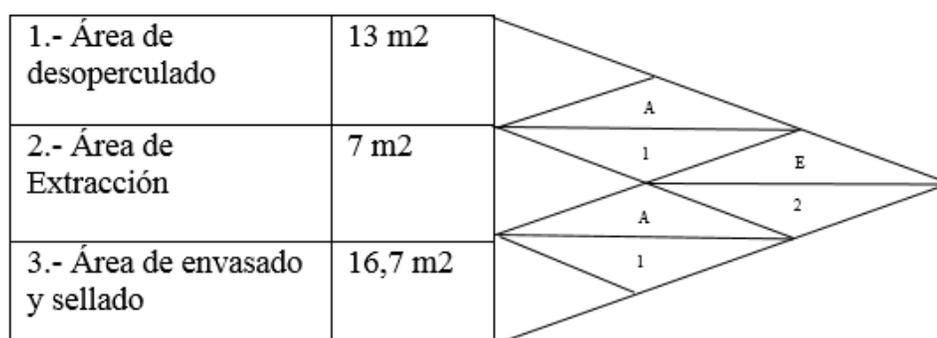


Figura 25: Matriz de relación de actividades.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.4. Diagrama relacional entre actividades

Con el objetivo de representar en forma de grafos o diagramas, la información contenida en las matrices relacionales de actividades, se elaboró los diagramas relacionales de actividades de los departamentos que, intervienen en la producción de la miel.

En la figura 19 se muestra, el diagrama relacional entre actividades de línea de producción, donde se ubican cada uno de los tres departamentos, conectados por la línea de trazado que

corresponde según el tipo de relación; obteniendo como resultado que la ubicación contigua, del departamento 1 o desoperculado con el departamento 2 o extracción, y del departamento 2 o extracción con el departamento 3 o envasado se gráfica con cuatro líneas de trazado; y la ubicación cercana del departamento 1 o desoperculado con el departamento 3 o envasado, se grafica con tres líneas de trazado.

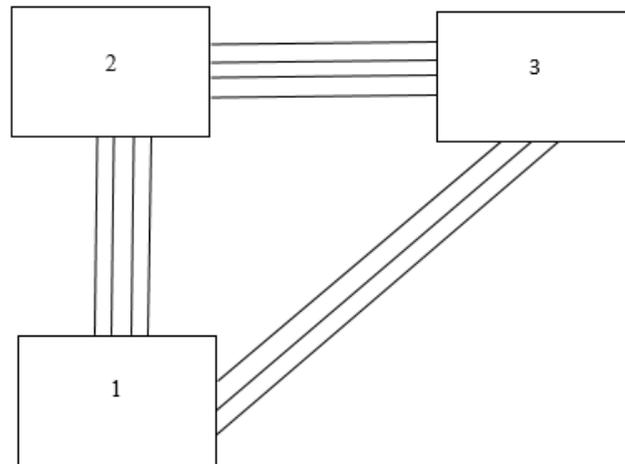


Figura 26: Diagrama relacional.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.5. Diagrama relacional de espacios

En base a las dimensiones y áreas obtenidas en el cálculo de superficies, para cada departamento de trabajo y a los diagramas relacionales de actividades, se elaboró los diagramas relacionales de espacios para la línea de producción.

En la figura 20 se indica el diagrama relacional de espacios de línea de producción, en el cual, se le asigna a cada departamento el área calculada anteriormente y se mantienen las líneas de trazado, asignadas en el diagrama relacional entre actividades, dando como resultado que el departamento 3 o envasado es el que mayor área requiere del espacio disponible, para la línea de producción, seguido del departamento 1 o desoperculado, y por último el departamento que menor área requiere es el 2 o extracción.

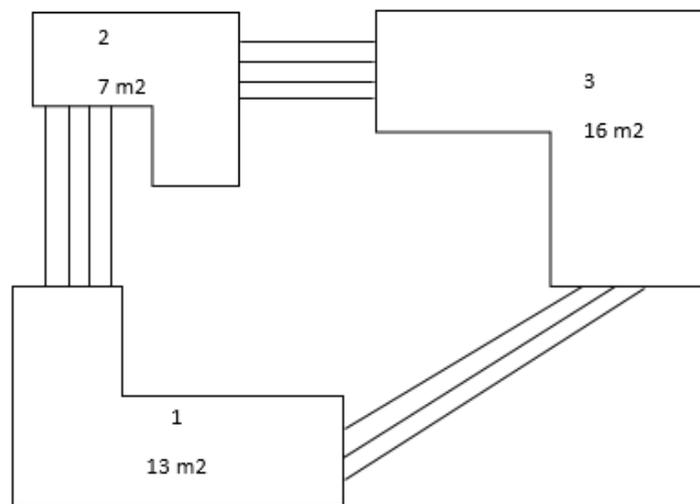


Figura 27: Diagrama relacional de espacios.

Fuente: Elaboración propia.

4.2. PLANIFICACIÓN DE DISEÑO DE RELACIONES COMPUTARIZADAS (CORELAP)

Para validar la propuesta de distribución en planta, elaborada por el método SLP, se desarrolló el método cuantitativo CORELAP, para la línea de producción de miel, que permitió realizar la

distribución en planta, tomando en cuenta las relaciones de cercanía de las áreas, para que estén contiguas.

En el programa se ingresaron datos de los problemas de distribución en planta, tales como: números, nombres y áreas de los departamentos que intervienen en la producción de los productos, además de la superficie disponible para la línea de producción.

Para Calcular el índice total de cercanía de cada departamento, se ingresaron los datos de las matrices de relaciones entre actividades, elaboradas en el método SLP.

El orden de importancia de cada departamento, que interviene en la producción de los productos, se genera en función del TCR calculado por el programa, según los datos de las matrices.

CORELAP 01_Presentación Resultados

ORDENACIÓN DE LOS DEPARTAMENTOS POR IMPORTANCIA

Orden	Nombre	TCR	Superficie m2
1.-	area extraccion	12	7
2.-	area empacado	6	16
3.-	Area desopercula	6	13

Solución Gráfica

Calcular Iteraciones

Superficie Requerida < Superficie Disponible

Superficie Requerida: 38

Superficie Disponible: 64

Figura 28: CORELAP.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 24 se muestra, el layout adecuado de la línea de producción de miel, en donde se ubican gráficamente a los departamentos, según el orden de importancia calculado y con la superficie asignada a cada uno, obteniendo como resultado que el área de extracción, se ubicó en el centro de la distribución en planta debido a que tiene el mayor TCR, luego se ubicaron el área de empacado y el área de desoperculado alrededor del ya ubicado.

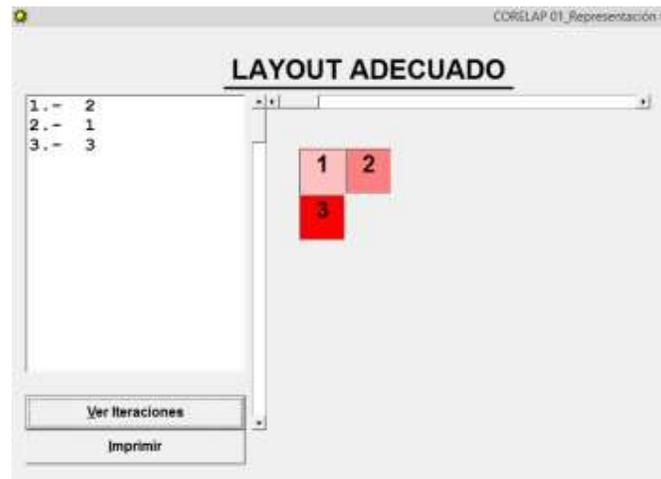


Figura 29: CORELAP.

Fuente: Elaboración propia.

Las iteraciones realizadas por el programa CORELAP 1.0, para definir el layout adecuado para las líneas de producción, realiza dos procesos iterativos, el primero calcula el orden en que se debe colocar cada departamento en el layout, el segundo ubica a los departamentos en la posición más adecuada.

El proceso del modelo matemático de búsqueda del departamento, más afín a los ya colocados se realizó de la siguiente manera, el departamento con el mayor TCR fue el primero en ser colocado en la distribución en planta, luego el modelo matemático, ordenó a los demás departamentos en

función a su afinidad, o relación con el departamento ya ubicado y el próximo departamento en ser colocado fue el que tiene mayor peso relacional, el proceso se repitió hasta que todos los departamentos fueron ubicados.

La matriz de iteraciones para la obtención de la distribución en planta representa la superficie disponible para cada línea de producción dividida en el tamaño especificado para cada uno de los departamentos, el departamento con mayor TCR fue el primero en ser colocado ubicándose en el centro de la distribución en planta, los demás departamentos se fueron ubicando en el orden calculado por el modelo matemático de búsqueda del departamento más afín a los ya colocados.

En la figura 25 se indica, las iteraciones del layout adecuado, en donde, en primera instancia se ubicó en el centro de la distribución en planta al departamento de extracción, al ser el proceso que tiene mayor índice total de cercanía, luego se ubicaron a los departamentos de empacado y desoperculado, debido a la relación entre departamentos, por el flujo productivo de la línea de producción.

CORELAP 01 Iteraciones							Depart. Coloca
Busqueda del departamento más afín a los ya colocados							
Area =	13	0	0	6	1	3	2
Area =	16	6		6	0	3	2
-1E+01	-1E+01	-1E+01	-1E+01	-1E+01	-1E+01	-1E+01	1
Area =	16	6	-1E+01	6	0	3	2
-1E+01	-1E+01	-1E+01	-1E+01	-2E+01	-1E+01	-1E+01	-1E+01
-1E+01	-1E+01	-1E+01	-1E+01	-2E+01	-1E+01	-1E+01	1
Iteraciones para la obtención de la distribución en planta							Coorden. Depart. Colocad
-1E+02	-1E+02	0					1
6	3	0					1
0	0	0					1
-1E+02	-1E+02	0					1
-1E+02	3	0					1
0	0	0					2

Figura 30: CORELAP.

Fuente: Elaboración propia.

El layout generado por el programa para la línea de producción, se realizaron en base al índice total de cercanía calculado y validan la propuesta de distribución en planta, del taller de máquinas y herramientas elaborado por el método SLP.

4.3. ASIGNACIÓN RELATIVA COMPUTARIZADA DE INSTALACIONES (CRAFT).

Para el cálculo del costo total de transporte del objeto de trabajo, de cada una de las líneas de producción que se desarrollaron en el taller de máquinas y herramientas, se aplicó el método CRAFT, por medio de complementos de Excel que cumple con la función objetivo, del modelo matemático, expresada en la ecuación 2 que fue descrita en el capítulo II.

En el complemento de Excel se ingresaron datos de los problemas de distribución en planta, tales como: nombre del proyecto, número de departamento a implementar y la unidad de medida empleada que es el metro.

Luego de esto se genera una hoja de Excel donde, se ingresan datos como: la longitud y ancho disponible para cada línea de producción, nombre y área de cada uno de los departamentos, información sobre el volumen de producción que se transportará entre departamentos mensualmente y el costo de mover una carga unitaria entre departamentos, este costo se calculó a partir del sueldo que perciben los operarios del taller y el tiempo que emplean en transportar dicha carga

Layout Data			
Problem Name:	Miel		
Number Depts.:	3		
Fixed Points:	0		
Dimension:	m		

● Define Facility

Facility Information			
Scale-m/unit	1	Cells	
Length-m	17	17	
Width-m	5	5	
Area-sq.m	85	85	

Department Information				
	Name	F/V	Area	Cells
Dept. 1	D 1	V	13	13
Dept. 2	D 2	V	7	7
Dept. 3	D 3	V	16	16

Flow Matrix			
	TO		
FROM	D 1	D 2	D 3
D 1		1440	
D 2			1440
D 3			

Cost Matrix			
	TO		
FROM	D 1	D 2	D 3
D 1		0,01	
D 2			0,01
D 3			

Figura 31: Método CRAFT.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla se muestran, datos de la matriz From-To de la línea de producción, donde se indica que el recorrido del objeto de trabajo entre departamentos es secuenciado, de desoperculado a extracción, de extracción a empackado-sellado, el flujo de producción para la línea de producción es 1440 lts mensuales entre departamentos y el costo de mover una carga unitaria entre departamentos es \$0,01 el costo unitario se calcula al multiplicar el tiempo que se emplea para mover una carga, por el sueldo de los tres operarios que realizan el desplazamiento del objeto de trabajo en dicho tiempo.

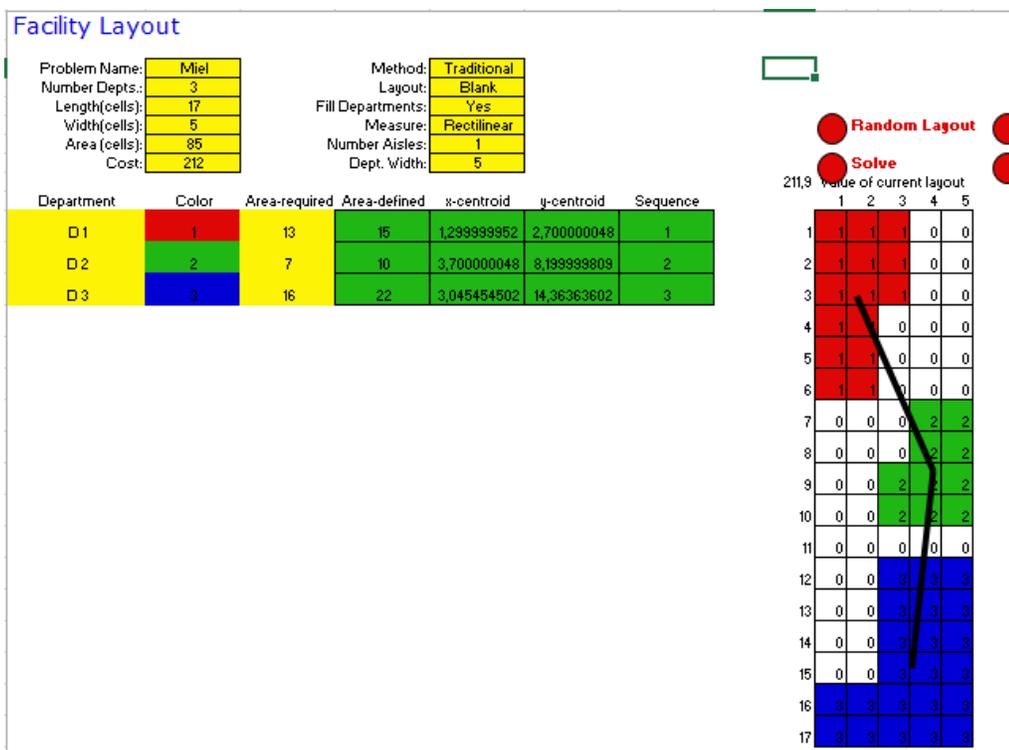


Figura 32: Método CRAFT.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12:

Matriz From-To, línea de producción de miel.

Departamento (From)	i	Departamento j (To)	Flujo de Producción	Costo de mover carga unitaria
D1- desoperculado		D2- extracción	1440	\$ 0,01
D2 - extracción		D3- envasado	1440	\$ 0,01
D3 - envasado			1440	\$ 0,01

Fuente: Elaboración propia

Para completar la información necesaria para el cálculo del costo, se introduce en la matriz del complemento de Excel la distribución en planta elaborada según el método SLP y validado por el método CORELAP.

Al generarse la solución se calculó el costo total de transporte del objeto de trabajo mensual para cada una de líneas de producción.

En la tabla No. 16 se muestra el costo total del transporte del objeto de trabajo, calculado para ambas líneas de producción; para la línea de producción se obtuvo un costo mensual de \$212.

Tabla 13:
Costo total mensual del transporte el objeto de trabajo.

Línea de Producción	Costo Total del Transporte del Objeto de Trabajo Mensual
Miel	\$ 212

Fuente: Elaboración propia

A continuación se valida el costo obtenido por los complementos de Excel con el cálculo individual del costo total de transporte del objeto de trabajo para cada una de las línea de producción cumpliendo con la función objetivo del modelo matemático del método, expresada en la ecuación 2 que fue descrita en el capítulo II.

Cálculo del costo total de transporte del objeto de trabajo para la línea de producción=

$$CT_{tot} = (1440 \times 0,01 \times 7,6) + (1440 \times 0,01 \times 6,5)$$

$$CT_{tot} = \$212$$

4.4. PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA APÍCOLA “SANTA ANITA”

En la figura se indica, la propuesta de distribución en planta de la línea de producción de la apícola, lugar donde se propone implementar, para la elaboración de la miel, la línea de producción dispone de un área delimitada.

Al calcular los espacios necesarios, para cada departamento de trabajo con la ecuación 1, se trabajó con las dimensiones de las máquinas; dimensiones para el almacenamiento de productos en proceso y dimensiones para los requerimientos de cada puesto de trabajo, tomando en cuenta la normativa legal vigente, respecto a la seguridad y salud ocupacional de los trabajadores.

Las áreas que intervienen para la fabricación del producto, fueron relacionados entre sí, teniendo como motivo principal de la relación entre actividades, el flujo productivo de la línea. La ubicación de las máquinas de la línea de producción es en forma de U, debido a las restricciones de espacios del taller y así utilizar de manera óptima el área agilizando el flujo de los materiales. En el anexo se muestra el plano de la propuesta de distribución en planta del taller.

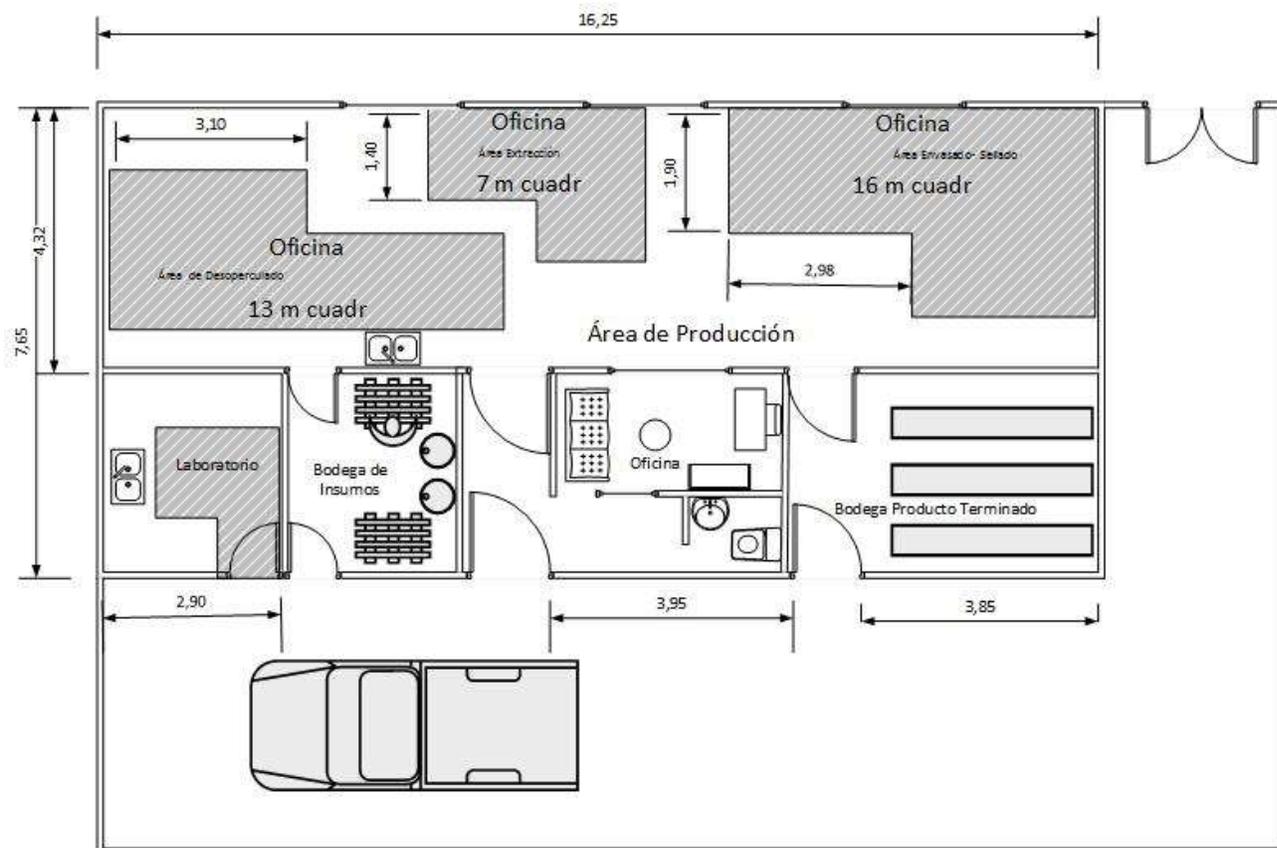


Figura 33: Propuesta de distribución en planta.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.1. Diagrama de recorrido

Con base en la propuesta de distribución en planta de la línea de producción de la apícola “Santa Anita” y de los diagramas de procesos OTIDA, de ambas líneas de producción se desarrolló el diagrama de recorrido. La figura muestra, el diagrama de recorrido de la línea de producción, este diagrama indica el camino que se deberá seguir, para la producción de los productos, al desarrollar el diagrama se comprobó la organización de las departamentos de producción, según el flujo productivo, lo que permite la disminución del costo total de transporte del objeto de trabajo.

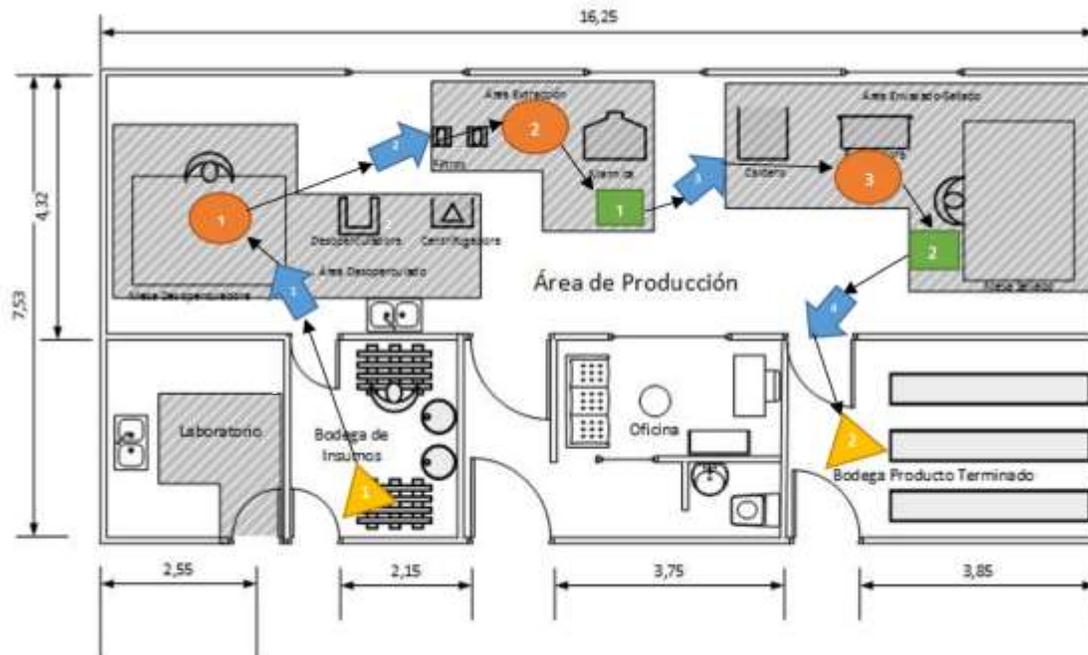


Figura 34: Diagrama de recorrido de la línea de producción.

Fuente: Elaboración propia.

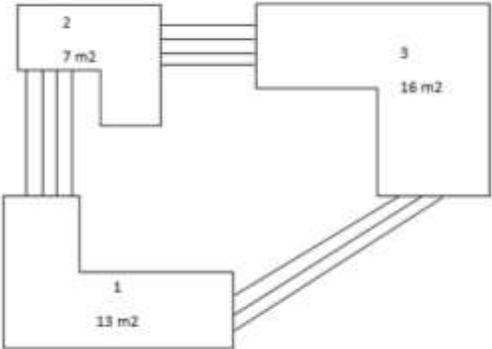
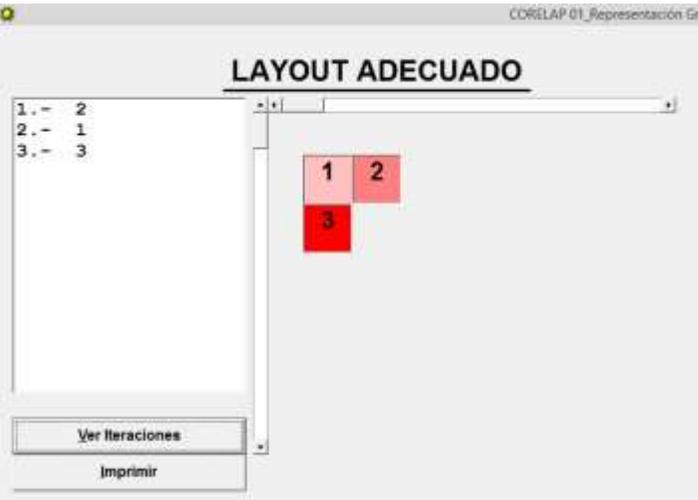
4.5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la tabla se muestra la validación de la propuesta de distribución en planta de la línea de producción miel, dando como resultado la validación de la propuesta de distribución en planta por los tres métodos. Aplicando el método SLP se distribuyen los departamentos, de empaclado, el cual ocupa la mayor área del espacio disponible; el departamento de extracción y el departamento de desperculado; en secuencia debido al flujo productivo de la línea de producción. El método CORELAP calculó el TCR de los tres departamentos productivos y ubicó al departamento de extracción en el centro de la distribución en planta debido a que tiene el mayor TCR, luego ubicó a los departamentos de desperculado y empaclado en función del índice total de cercanía, con respecto al departamento de extracción.

Al aplicar el método CRAFT por medio de los complementos de Excel, para obtener una mayor precisión en el cálculo del costo total mínimo de transporte del objeto de trabajo de la línea de producción y se ubicó a los departamentos de desoperculado y empacado en base al flujo productivo de la línea.

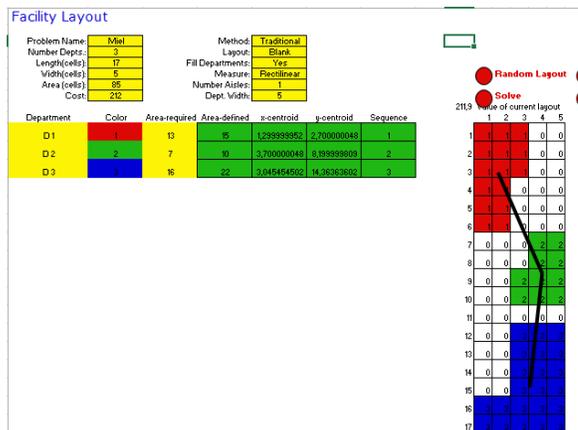
Tabla 14:

Validación de la propuesta de distribución en planta de la línea de producción de miel.

Método	Resultados de la distribución en planta
Planeación Sistemática de la Distribución en Planta (SLP).	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Desoperculado 2. Extracción 3. Empacado-sellado 	
Planificación de Diseño de Relaciones Computarizadas (CORELAP).	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Desoperculado 2. Extracción 3. Empacado-sellado 	

Asignación Relativa Computarizada de Instalaciones (CRAFT).

1. Desoperculado
2. Extracción
3. Empacado-sellado



Fuente: Elaboración propia

Al emplearse los tres métodos antes mencionados para la elaboración de la propuesta, la distribución en planta que se propone da como resultado que la ubicación, de los departamentos de producción se ubican en base al flujo productivo de la línea, logrando la óptima circulación y flujo de materiales, ya que se realiza de manera secuenciada provocando que la distancia a recorrer entre departamentos, para la producción de la miel sea la mínima de 13,8 m y el costo total mínimo de transporte del objeto de trabajo para la línea de producción es de \$212 mensuales.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se realizó el estudio bibliográfico referente a metodologías existentes para la solución del problema de distribución en planta de la línea de producción, que permitan optimizar el espacio disponible logrando la integración de conjunto de la mano de obra, medio de trabajo y objeto de trabajo.
- El análisis de la situación actual del taller demuestra datos relevantes, tales como: el flujo de procesos de las líneas de producción de la miel; la infraestructura del taller de máquinas y herramientas, lugar donde se desarrolló la propuesta de distribución en planta y los requerimientos de espacio de la maquinaria necesaria para la producción de cada producto.
- Para la propuesta de distribución en planta de la línea de producción se utilizó un flujo de materiales en forma de U debido a las restricciones físicas del espacio disponible en el área de producción, además que permite optimizar la utilización del espacio disponible.
- La propuesta de distribución en planta elaborada por la aplicación del método SLP y validada por el método CORELAP, cumple con los principios de distribución en planta, permitiendo la optimización del flujo de producción, ya que la premisa de ambos métodos es realizar una distribución en planta tomando en cuenta las relaciones de cercanías entre departamentos donde el flujo de producción es el principal motivo o causa de relación.
- El método CRAFT es una herramienta eficaz para calcular el costo total de transporte de recorrido del objeto de trabajo a través de la línea de producción, el cual para la empresa apícola “Santa Anita” significa un costo de \$212 dólares mensuales tomando en cuenta un recorrido de 13, 8 m en la línea de producción de miel.

5.2. RECOMENDACIONES

- Implementar en la línea de producción de la empresa la propuesta de distribución en planta de la línea de producción.
- Realizar el diseño de las instalaciones eléctricas del taller tomando en cuenta los requerimientos eléctricos de las máquinas de cada área dispuesta en la distribución en planta realizada.
- Identificar los riesgos asociados a cada puesto de trabajo para la ubicación de la señalética de seguridad y salud ocupacional necesaria.
- Implementar extractor de gases y humos en el área de extracción de la línea de producción debido a la utilización de máquinas que genera calor, para la prevención de enfermedades laborales.

BIBLIOGRAFÍA

Asamblea Nacional Constituyente. (2008). *Constitución Nacional de la República*. Montecristi: Ediciones Legales.

Congreso Nacional. (10 de Septiembre de 2004). Ley de Gestión Ambiental. *Ley de Gestión Ambiental, Codificación*. Lexis.

Pinchs L, & Medina L. (2010). Guía para la identificación y evaluación (valoración de la significancia) de los aspectos ambientales en el ámbito del diseño e implementaion de un Sistema de Gestión Ambiental.

Sánchez M. (2004). *Cómo implantar un Sistema de Gestión Ambiental segun la norma Iso 14001:2004*. España: Fundación Confemetal.

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*. México D.F.: Grupo Editorial Patria, S.A. de C.V.

Salas Bacalla, J., Leyva, M., & Mauricio, D. (2013). Una taxonomía del problema de distribución. *Revista de la facultad de Ingeniería Industrial*, 132-143.

Garcia Criollo, R. (2005). *Estudio del trabajo*. México D.F: McGraw-Hill.

Leyva, M., Mauricio, D., & Salas, J. (2013). Una taxonomía del problema de distribución de planta por procesos y sus métodos de solución. *Revista de la facultad de ingeniería industrial Volumen 16*, 138-139.

Castán, J., Gimenez, C., & Guitart, L. (2003). *Metodología 6. Dirección de la Producción: Ejercicios*. Barcelona : Universidad de Barcelona.

De la Fuente, D., & Fernández, I. (2005). *Distribución en planta*. Oviedo: Universidad de Oviedo.

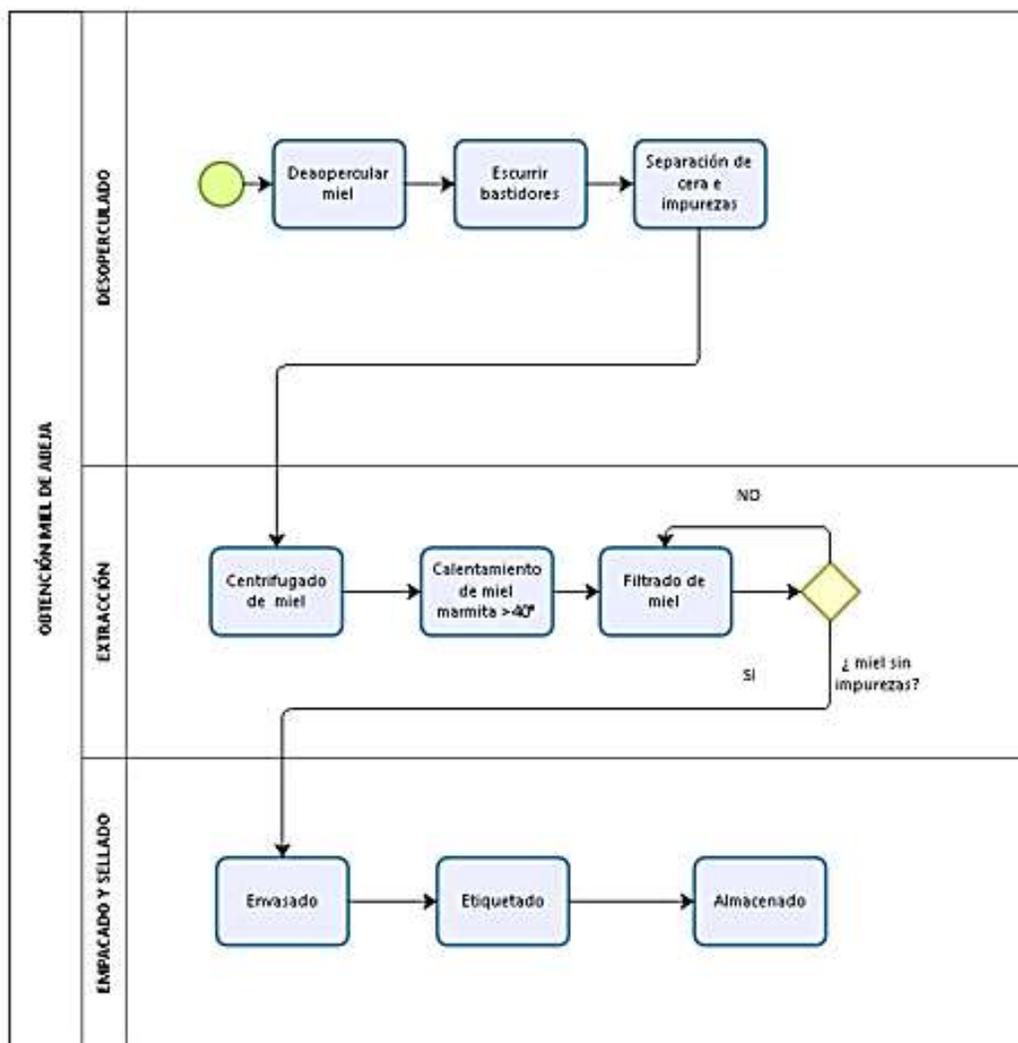
- Dominguez Machuca, J. (1995). *Dirección de operaciones*. Madrid : McGraw-Hill.
- Fernández, J. (2008). *Distribución física de Instalaciones*.
- Cuatrecasas, L. (2012). *Diseño integral de plantas productivas*. Madrid: Díaz de Santos.
- Heizer, J., & Render, B. (2007). *Dirección de la producción y de operaciones, decisiones estratégicas. 8va edición*. Madrid: Pearson Education.
- García, A. (1998). *Conceptos de organización industrial*. Barcelona: Boixareux.
- Kanawaty, G. (1996). Introducción al estudio del trabajo. *Organización Internacional del Trabajo*, 35-67.
- Prieto Contreras, L., & Bello Pérez, C. J. (2013). *Diseño de planta*. Bogotá: Xpress estudio gráfico y digital s.a.
- Cabrera, R. (2014). *Manual de lean manufacturing*. México.
- Pérez Fernández, J. (2013). *Gestión por procesos*. Bogotá: ESIC.
- Casals, M., & Forcada, X. (2008). *Diseño de complejos industriales. Fundamentos*. Barcelona: Edicions UPC.
- Mejía, A., Wilches, A., Galofre, V., & Montenegro, Y. (2011). Aplicación de metodologías de distribución de plantas para la configuración de un centro de distribución. *revistas.utp*, 63-68.
- Simbaña, E., & Jiménez, A. (2012). *Redistribución de las máquinas herramientas e instalaciones del taller mecánica rotativa de la Refinería de Esmeraldas*. Quito: Universidad Politécnica Nacional.
- Rodriguez, E. C. (6 de Febrero de 2013). *Academia*. Obtenido de Distribución de planta y manejo de materiales: https://www.academia.edu/36298460/DISTRIBUCION_DE_PLANTA_Y_MANEJO_DE_MATERIALES_INSTRUCTOR_EDEN_CANO_RODRIGUEZ_5TO_CUATRIMESTRE_DOMINGOS?fbclid=IwAR0Z-HKH-REO0rFAsWNcT1uKSud02bIIR0-ThFu_TltRzOxTwwBwWmkMlfU

Segura, A. (2010). *Layout aplicación a un despacho de administración de fincas*. Sevilla: Universidad de Sevilla.

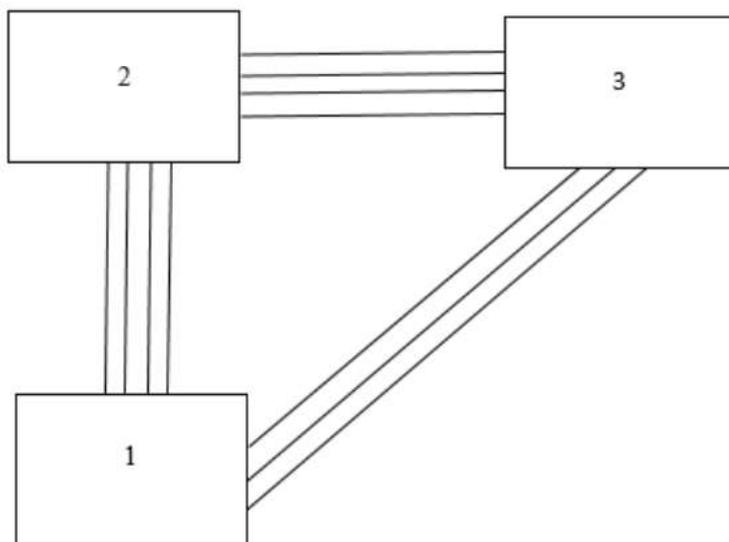
Ministerio-Trabajo. (2012). *Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo*. Quito: Ministerio de Trabajo.

ANEXOS

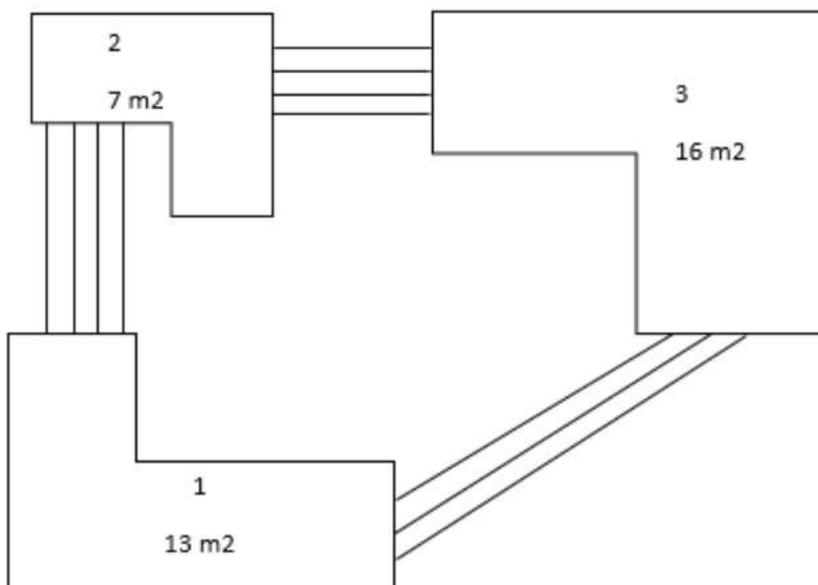
Anexo 1: Diagrama de procesos



Anexo 2: Diagrama relacional de espacios



Anexo 3: Diagrama relacional de espacios



Anexo 4: Aplicación del método CORELAP

CORELAP 01_Presentación Resultados

ORDENACIÓN DE LOS DEPARTAMENTOS POR IMPORTANCIA

Orden	Nombre	TCR	Superficie m2
1.-	area extraccion	12	7
2.-	area empacado	6	16
3.-	Area desopercula	6	13

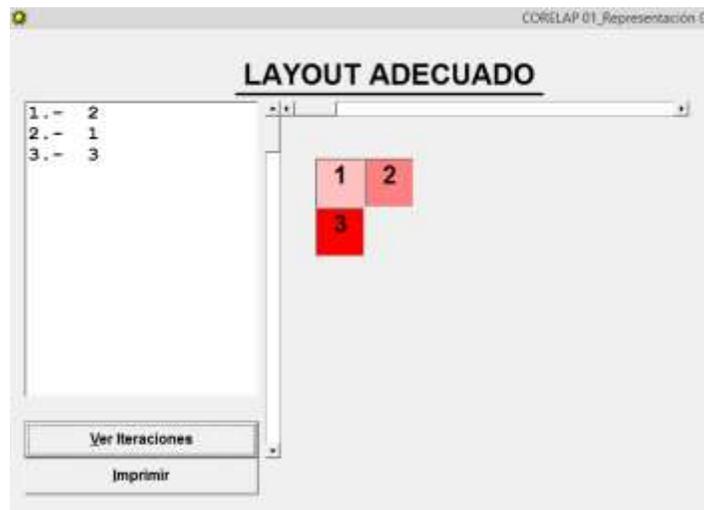
Calcular Iteraciones

Superficie Requerida < Superficie Disponible

Superficie Requerida:
36

Superficie Disponible:
64

Anexo 5: Layout según aplicación de CORELAP



Anexo 6: Iteraciones método CORELAP

CORELAP 01_iteraciones

Busqueda del departamento más afin a los ya colocados

Area d	13	0	0	0	1	3		2
Area e	16	0	0	0	0	3	2	1
	-1E+41	1						

Area e	16	0	-1E+41	0	0	3	2	
	-1E+41	2						
	-1E+41	1						

Iteraciones para la obtención de la distribución en planta

-1E+42	-1E+42	0						1	1
0	0	0						2	1

-1E+42	-1E+42	0						1	1
-1E+42	0	0						2	1
0	0	0						1	2

Anexo 7: Método CRAFT

Facility Layout

Problem Name:	Miel	Method:	Traditional
Number Depts.:	3	Layout:	Blank
Length(cells):	17	Fill Departments:	Yes
Width(cells):	5	Measure:	Rectilinear
Area (cells):	85	Number Aisles:	1
Cost:	212	Dept. Width:	5

Department	Color	Area-required	Area-defined	x-centroid	y-centroid	Sequence
D1	1	13	15	1,293999952	2,700000048	1
D2	2	7	10	3,700000048	8,1939999809	2
D3	3	16	22	3,045454502	14,36363602	3

211,9 Value of current layout

1 **Layout Data**

2	Problem Name:	Miel
3	Number Depts.:	3
4	Fixed Points:	0
5	Dimension:	m

8 **Facility Information**

9	Scale-m/unit	1	Cells
10	Length-m	17	17
11	Width-m	5	5
12	Area-sq.m	85	85

16 **Department Information**

17	Name	F/V	Area	Cells	
18	Dept. 1	D 1	V	13	13
19	Dept. 2	D 2	V	7	7
20	Dept. 3	D 3	V	16	16

23 **Flow Matrix**

24		TO		
25	FROM	D 1	D 2	D 3
26	D 1		1440	
27	D 2			1440
28	D 3			

31 **Cost Matrix**

32		TO		
33	FROM	D 1	D 2	D 3
34	D 1		0,01	
35	D 2			0,01
36	D 3			

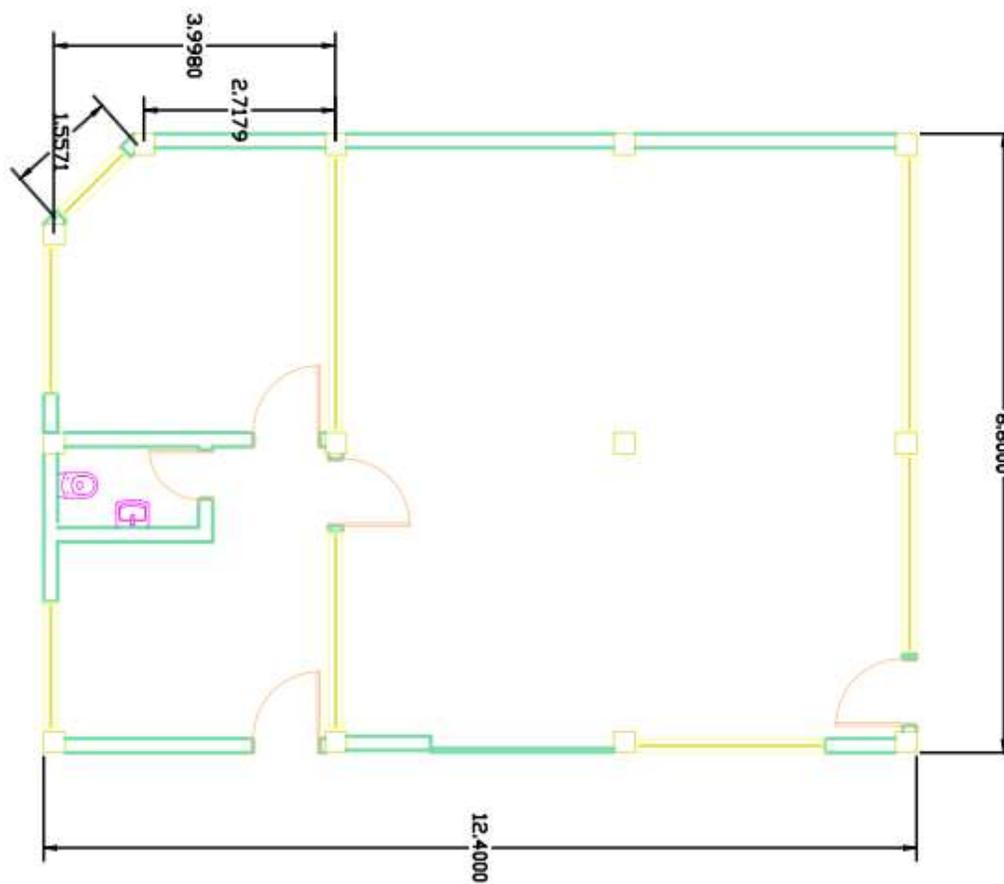


39

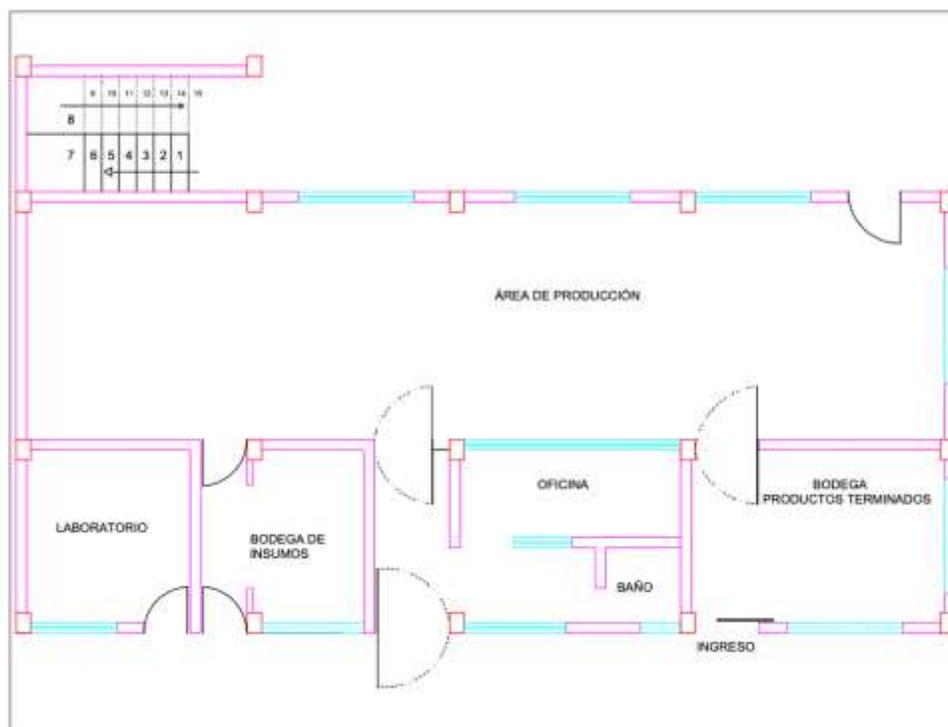
Anexo 8: Visitas a la empresa apícola Santa Anita



Anexo 9: Plano actual Apícola Santa Anita utilizando el software AUTOCAD



Anexo 10: Plano de propuesta para Apícola Santa Anita utilizando el software AUTOCAD



Anexo 11: Propuesta de distribución en planta para apícola Santa Anita

