

APLICACIÓN DE LA TÉCNICA SYSTEMATIC LAYOUT PLANING (SLP) EN
DISTRIBUCIÓN EN PLANTA PARA MEJORAR LA EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD DE
LA EMPRESA APROPESCA MUNICIPIO DE SILVIA, CAUCA

HAROLD ANDRÉS FERNÁNDEZ MEDINA
JOSÉ GUILLERMO MUÑOZ SÁNCHEZ

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DE POPAYÁN
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL
POPAYÁN
2020

APLICACIÓN DE LA TÉCNICA SYSTEMATIC LAYOUT PLANING (SLP) EN
DISTRIBUCIÓN EN PLANTA PARA MEJORAR LA EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD DE
LA EMPRESA APROPESCA MUNICIPIO DE SILVIA, CAUCA

HAROLD ANDRÉS FERNÁNDEZ MEDINA
JOSÉ GUILLERMO MUÑOZ SÁNCHEZ

Proyecto de grado para optar el título de Ingeniero Industrial

Director
Yudy Ximena Bolaños
Ingeniera industrial

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DE POPAYÁN
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL
POPAYÁN
2020

Nota de Aceptación

Aprobado por el Comité de Grado en
Cumplimiento de los requisitos
Exigidos por la Fundación
Universitaria de Popayán para optar al
Título de Ingeniero Industrial

Nombre del Jurado

Nombre del jurado

Nombre del jurado

Popayán, 14 de Octubre de 2020

DEDICATORIA

Esta propuesta está dedicada a las personas que más han influenciado en la vida, dándome los mejores ejemplos y consejos, guiándonos y haciéndonos personas de bien, con todo nuestro amor y afecto se lo dedicamos a nuestros padres.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Fundación Universitaria de Popayán, por permitirnos hacernos partícipes y poder ingresar al programa de ingeniería Industrial con altos niveles de calidad, haciéndonos personas más críticas y constructivas, en especial a sus docentes por brindándonos su apoyo incondicional, lo cual marcó la diferencia en el aprendizaje.

También los autores agradecen a su directora de trabajo de grado YUDY XIMENA BOLAÑOS, por sus orientaciones, sus constantes palabras de estímulo y apoyo para culminar este esfuerzo y transmitirme la visión de la meta cumplida.

A nuestros compañeros por el apoyo y solidaridad compartida a lo largo de esta carrera

A los Directivos y operarios de la Empresa APROPESCA del Municipio de Silvia Cauca, que hicieron posible este trabajo, gracias por su colaboración y activa participación.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	16
1.1.1 Formulación del problema	18
1.2 JUSTIFICACIÓN	18
1.3 OBJETIVOS	19
1.3.1 Objetivo general	19
1.3.2 Objetivos específicos	20
2 MARCO DE REFERENCIA	21
2.1 MARCO CONTEXTUAL	21
2.1.1 Descripción de la empresa APROPESCA.	21
2.1.2. Reseña histórica.	21
2.1.3 Productos elaborados	22
2.1.4 Políticas de la empresa	22
2.1.5 Horizonte Institucional	24
2.1.6 Estructura Organizativa	24
2.1.7 Área Planta de producción	24
2.2 ANTECEDENTES	25
2.2.1 Antecedentes Investigativos.	25
2.3 MARCO TEÓRICO	28
2.3.1 La Distribución de la planta.	28
2.3.2 Métodos para selección de ubicación de planta	35
2.3.3 Metodologías para el diseño de una distribución de planta	37
2.3.4 Procedimiento de la metodología SLP	40
3 METODOLOGÍA	41
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	41
3.2 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	41
3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA	41
3.3.1 Población	41
3.3.2 Muestra	41

3.3.3. Unidad de análisis	41
3.3.4 Muestreo	41
3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.	42
3.5 FASES DE DESARROLLO DEL PROYECTO	42
3.5.1 Fase I Análisis	43
3.5.2 Fase II. Búsqueda	44
3.5.3 Fase III de Selección.	44
3.6 PRODUCTOS A ENTREGAR	44
4 ANÁLISIS DE DATOS	45
4.1 DIAGNOSTICO DE LA DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA APROPESCA Y RECONOCIMIENTO DE LAS DIFICULTADES Y DEBILIDADES	45
4.1.1 Caracterización del producto a producir en la empresa APROPESCA	45
4.1.1.1 Componente de salubridad	47
4.1.1.2 Análisis del producto - cantidad (P - Q).	47
4.1.2 Análisis de la distribución actual de la planta.	48
4.1.2.1 Descripción del proceso	48
4.1.2.2 Diagrama de flujo del proceso	58
4.1.2.3 Diagrama de recorrido	61
4.1.2.4 Recorrido del producto (flujo de producción).-	62
4.1.2.5 Relaciones entre actividades	63
4.1.2.6 Diagrama de bloques	65
4.1.3 Análisis de las áreas requeridas y disponibles	66
4.1.3.1 Áreas requeridas	66
4.1.3.2 Verificación del Espacio Disponible	69
4.1.3.3 Diagrama de Relación de Espacio	71
4.1.4 Planteamiento de alternativas	71
4.1.4.1 Modificaciones	71
4.1.4.2 Limitaciones prácticas	74
4.2 IDENTIFICAR ALTERNATIVAS DE RE-DISTRIBUCIÓN DE PLANTA QUE SE AJUSTAN A LAS NECESIDADES DE LA EMPRESA APROPESCA.	75
4.2.1 MÉTODOS DE EVALUACIÓN	79
4.2.1.1 Evaluación por Adyacencia entre áreas	79
4.2.1.2 Evaluación Forma de los departamentos	81
4.2.1.3 Evaluación por Costo de Manejo de Materiales	83
4.3. SELECCIONAR LA ALTERNATIVA QUE SE AJUSTA A LAS NECESIDADES DE LA EMPRESA APROPESCA	87
5. CONCLUSIONES	91
6. RECOMENDACIONES	92

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1 Diagrama de causas y efectos planteamiento del problema	17
Figura 2 Logo Actual de la Empresa	21
Figura 3 Estructura organizativa de APROPESCA	24
Figura 4 Planta de producción APROPESCA	25
Figura 5 Tipos de distribución de planta	33
Figura 6 Procedimiento SLP	40
Figura 7 Partes de la trucha	45
Figura 8 Productores de APROPESCA en materia prima	49
Figura 9 Programación de la producción	49
Figura 10 Recepción de materia prima	50
Figura 11 Lavado de Materia prima	51
Figura 12 Enhielado de la materia prima	52
Figura 13 Área de Deshuesado	52
Figura 14 Área de fechado	53
Figura 15 Clasificación de la materia prima	53
Figura 16 Proceso de embolsado	54
Figura 17 Proceso de sellado al vacío	54
Figura 18 Área de congelación 1	55
Figura 19 Embalaje del producto procesado	55
Figura 20 Congelación de cajas	56
Figura 21 Área de despacho	56
Figura 22 Proceso de desinfección	57
Figura 23 Diagrama de recorrido del producto procesamiento del filete de trucha	61
Figura 24 Diagrama de relación de actividades	63
Figura 25 Diagrama relacional de actividades	65
Figura 26 Análisis de espacios mínimos requeridos de APROPESCA	69
Figura 27 Análisis de espacios disponibles	70
Figura 28 Diagrama relacional de espacios con indicación del área requerida para cada actividad	71
Figura 29 Layout de las áreas que son factibles de reubicar	73
Figura 30 Layout de la alternativa 2	77
Figura 31 Layout de la alternativa 3	78

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1 Productos comercializados por APROPESCA	22
Tabla 2 Principios básicos distribución de planta	29
Tabla 3 Características de la distribución Posición fija del material	30
Tabla 4 Características de la distribución Posición fija del material	31
Tabla 5 Características de la distribución Posición fija del material	31
Tabla 6 Tipos de distribución y sus ventajas	32
Tabla 7 Factores que afectan la distribución de planta	34
Tabla 8 Criterios que se debe contemplar en el método cualitativo	35
Tabla 9 Tipos de distancias de los métodos cualitativos	35
Tabla 10 Etapas para el proceso de resolución de problemas según el método Immer	37
Tabla 11 Etapas de desarrollo método Buffa	38
Tabla 12 Datos necesarios para la entrada del método SLP	39
Tabla 13 Taxonomía y composición de la trucha	46
Tabla 14 Kilos de filetes de trucha que pueden producirse por mes en APROPESCA	48
Tabla 15 Maquinaria disponible	57
Tabla 16 Diagrama de operaciones del proceso	58
Tabla 17 Diagrama de flujo de elaboración de filete de trucha	59
Tabla 18 Diagrama desde – hasta Flujo de producción jornada diaria	62
Tabla 19 Conteo de códigos del diagrama de relación de actividades	64
Tabla 20 Cálculo de áreas mínimas requeridas en el procesamiento de la MP	68
Tabla 21 Factibilidad de reubicación de procesos	72
Tabla 22 Evaluación por adyacencia	80
Tabla 23 Evaluación por Forma de las áreas	81
Tabla 24 Distancias entre las áreas de la alternativa 1	84
Tabla 25 Distancias entre las áreas de la alternativa 2	84
Tabla 26 Distancias entre las áreas de la alternativa 3	85
Tabla 27 Distancias entre las áreas de la alternativa Actual	86
Tabla 28 Resultados de las evaluaciones de alternativas	87

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A Cronograma de implementación de la mejora	95
Anexo B Presupuesto	96
Anexo C Modificaciones plateadas	97

RESUMEN

APROPESCA, es una empresa procesadora de pescado que ha venido presentando varios problemas debido a que no tiene una organización efectiva en la planta de producción, lo que provoca la mala utilización de los recursos y espacios disponibles, ocasionando pérdidas de tiempo y retrasos en el proceso productivo, factores que impiden el correcto desarrollo de la empresa, es por ello que se ha venido observando la oportunidad de reducir los costos en el manejo del producto y el tiempo total del proceso.

La propuesta analiza la factibilidad de una nueva redistribución de la planta de la empresa a través del método de Planeación Systematic Layout Planing (SLP) con el objetivo de Aplicar la técnica Sytematic Layour Planining (SLP) en distribución en planta (Layout) para mejorar la eficiencia y productividad de la empresa APROPESCA municipio de Silvia, Cauca. La investigación se desarrolló desde un estudio técnico o tecnológico de carácter descriptivo. De tal manera que permitiera dimensionar con precisión características del diseño de una reorganización de la planta de producción...

Para realizar una mejor redistribución de la planta se propusieron tres alternativa a las cuales se le aplico el método de evaluación propuesto por el método SLP con la que se busca, optimiza la continuidad de flujo productivo; brindando de esta manera la mínima distancia recorrida entre las áreas, teniendo en cuenta el grado de importancia respecto a la cercanía entre estas, se brindó una distancia mínima, siendo esta 25.47 metros por turno de cada operario, se mejoró la distancia que se tenía, que eran 71.08 metros por turno de 8 horas. Además de reducir las distancias,

Palabras claves: SLP, redistribución, procesamiento, relación de actividades, métodos de evaluación.

ABSTRACT

APROPESCA, is a fish processing company that has been presenting several problems due to the fact that it does not have an effective organization in the production plant, which causes the misuse of available resources and spaces, causing loss of time and delays in the process productive, factors that impede the correct development of the company, which is why the opportunity to reduce costs in product handling and the total process time has been observed.

The proposal analyzes the feasibility of a new redistribution of the company's plant through the Systematic Layout Planning (SLP) method with the aim of Applying the Sytematic Layour Planning (SLP) technique in plant distribution (Layout) to improve the efficiency and productivity of the company APROPESCA municipality of Silvia, Cauca. The research was developed from a descriptive technical or technological study. In such a way that it would allow to accurately dimension characteristics of the design of a reorganization of the production plant.

To carry out a better redistribution of the plant, three alternatives were proposed to which the evaluation method proposed by the SLP method was applied, with which it is sought, optimizes the continuity of productive flow; In this way, providing the minimum distance traveled between the areas, taking into account the degree of importance regarding the proximity between them, a minimum distance was provided, this being 25.47 meters per shift of each operator, the distance that was had was improved, which were 71.08 meters per 8 hour shift. In addition to reducing distances.

Key words: SLP, redistribution, processing, list of activities, evaluation methods

INTRODUCCIÓN

APROPESCA, es una organización privada sin ánimo de lucro en la que están asociados productores campesinos e indígenas, que trabajan para mejorar la calidad de vida de las familias y por fortalecer el desarrollo de la región. Distribuidos en 52 estaciones piscícolas ubicadas en cinco resguardos del municipio de Silvia, Esta empresa es ante todo una gran familia que vincula diferentes culturas ofreciendo espacios en el que se superan las diferencias y se articulan para trabajar por un objetivo común: la producción de trucha Arco Iris.

En un mercado cada vez más competitivo, donde las empresas piscícolas, requieren de procesos productivos eficientes y una correcta organización de los medios de producción, que conduzca a un mayor crecimiento económico en beneficio de los socios e inversionistas (Martínez y Valencia. 2018). Por lo que en los últimos tiempos se ha dado lugar a una tendencia generalizada que busca enfatizar en la distribución en planta, como una forma eficiente de mejorar los procesos productivos al interior de las empresas, lo cual se constituye una ventaja competitiva, toda vez que impacta positivamente en la reducción de los costos operacionales, los tiempos de fabricación, en el consumo de energía y la utilización de la mano de obra entre otros aspectos.

Por cuanto, una empresa que no cuenta con una adecuada distribución en planta, esta propensa a tener problemas de sobrecostos de producción, ya que habría un aumento en los gastos de energía, mano de obra y lentitud en los flujos de los procesos. En este sentido, la distribución de planta no puede ser un asunto ajeno a las empresas piscícolas dado que su sistema productivo está integrado por varios elementos humanos, técnicos y tecnológicos, los cuales requieren una correcta organización, si se quiere alcanzar un mayor grado de competitividad.

Por lo anterior, es precisamente sobre este tema que trata la investigación, la cual tiene como objetivo Aplicar la técnica Sytematic Layour Planining (SLP) en Layout para mejorar la eficiencia y productividad de la empresa APROPESCA municipio de Silvia, Cauca. Inicialmente se identificará la problemática que está presentando en la empresa, luego se realizará un análisis de la distribución de las máquinas y equipos que hacen parte del desarrollo de sus operaciones, junto con la deficiente ejecución de sus labores, por lo tanto es necesario realizar un proceso de caracterización que permita conocer de manera amplia los componentes necesarios para determinar los beneficios y darle solución a la problemática.

Desde esta óptica, se pretende hacer la re-distribución de planta a la empresa APROPESCA de tal manera que los productos producidos adquieran una mejor fluidez en los procesos, proponer nuevos métodos de trabajo utilizando herramientas de análisis que permitirán generar una propuesta de mejora a esta situación, reduciendo los tiempos de traslados, las distancias y sus operaciones.

Partiendo de ello, el enfoque de análisis que se aplicará va a hacer mixto es decir, es tanto cuantitativo como cualitativo, partiendo de los datos (cifras, estadísticas) que tiene la empresa APROPESCA y los que se van adquiriendo a través de las experiencias (observaciones) durante el trabajo de campo realizado. Siguiendo la metodología S.L.P, esta “permite identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implantación y las relaciones existentes entre ellos” (Muther, 1981). De igual manera se desarrollará un proceso exploratorio donde se generarán soluciones factibles que se puedan implementar.

Por lo anterior el proyecto se desarrollará a través de pasos organizados secuencialmente para realizar la planeación de la distribución de la planta con una serie de procedimientos y símbolos convencionales los que permitirán identificar, evaluar y visualizar los elementos y áreas involucradas para así plantear la mejor alternativa, teniendo en cuenta el análisis de los requerimientos de relaciones y las necesidades de espacio, las cuales deben ir en concordancia con las características del proceso, cantidades de los productos, y los patrones de flujo.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La Layout en las empresas, es un tema que muchas veces no se le ha dado la importancia que merece, quizás por desconocer la existencia de herramientas que faciliten la adecuada localización de equipos, basados en teorías numéricas y lógicas. Además, desconoce las distancias de desplazamiento entre cada proceso y el tiempo que consume cada actividad, variables que de ser identificadas y optimizadas reducirán costos, y cantidad de kilos de producto fabricados por día.

Por esta razón, se debe conocer de forma adecuada la re-distribución de la planta y los métodos de trabajo para su implementación. Esta falta de conocimiento provoca grandes efectos, por cuanto incrementa costos y genera pérdidas en dinero, clientes y tiempos que son utilizados en traslados innecesarios y poca producción, impidiéndole sacar todo su provecho y mejorar su productividad y competitividad a largo tiempo; lo que conlleva a tener problemas de reproceso, retrasos, traslados innecesarios, entre otros.

De igual manera se ha desconocido que las empresas siempre están expuestas a los constantes cambios influenciados por el contexto social, económico y/o tecnológico, que lleva a los empresarios, a pensar no solo en la calidad de sus productos, sino también en la implementación de estrategias a nivel organizacional para alcanzar los objetivos propuestos.

Caso similar se presenta en algunas empresas productoras de trucha Arco Iris que han venido presentando una serie de dificultades en el área de procesamiento, lo que ha generado, altos tiempos de fabricación y desordenes en la planta física. A su vez, desconocen los tiempos de producción para la familia de productos, siendo un sistema de producción bajo pedidos generando desperdicios en el uso de la maquinaria, mano de obra y poca articulación en los cambios de la tecnología.

Una de ellas, es la empresa APROPESCA, reconocidas como una de las principales productoras de trucha Arco Iris a nivel del Departamento del Cauca, ofreciendo productos como trucha fresca, eviscerada, ahumada, deshuesada y filete, lo que le han permitido mantenerse en el mercado por más de veinte años gracias a la calidad de sus productos, los cuales se distribuyen en almacenes de cadena a nivel nacional. Actualmente está generando quince empleos, entre hombres y mujeres que han encontrado en ella, una manera sustentable para obtener ingresos para el sostenimiento de las familias.

Efectivamente desde sus inicios APROPESCA ha mantenido un importante crecimiento a nivel organizacional, incrementándose la demanda de sus productos viéndose en la necesidad de adquirir nuevas máquinas y equipos, las cuales son instaladas de manera aleatoria y por absoluta

conveniencia, en ningún momento se han tenido en cuenta las dimensiones físicas de cada elemento, las distancias de desplazamiento entre cada proceso, el tiempo, ni mucho menos la ingeniería de métodos, entre otros lo que ha traído como consecuencia diferentes tipos de problemáticas (figura 1).

Figura 1 Diagrama de causas y efectos planteamiento del problema



Fuente. Esta investigación

Como se observa en la figura 1, se han generado diferentes problemáticas principalmente la baja productividad, por las malas ubicaciones entre las áreas, por transportes innecesarios, proceso que no tienen métodos estandarizados; produciendo pérdida de tiempo en los traslados que pueden ser más cortos para poder producir más unidades y generar más ingresos. Como son evidentes los problemas que ocurren en la empresa y llevan al problema principal es la baja productividad. Resaltan dos causas graves, la mala ubicación de las áreas y los transportes innecesarios que es el resultado de los errores que se cometen.

De acuerdo a ello, es posible identificar la existencia de debilidades en los procesos, por lo que, es necesario proponer una nueva redistribución de planta basado en el método Systematic Layout Planning SLP, que reduzcan el efecto de estas deficiencias, ubicando los productos de manera estratégica reduciendo las distancias de traslado y los tiempos que consumen los procesos, de tal manera que contribuya al mejoramiento de las operaciones. Por lo anterior, surge la iniciativa de realizar una redistribución de la planta para el procesamiento de la trucha, utilizando el método Systematic Layout Planning SLP.

Esto con el fin de que la empresa APROPESCA, establezca acciones correctivas y estrategias que ayuden a superar sus debilidades, de tal forma que mejore su competitividad dentro del mercado local y regional, ante esta situación surge la necesidad de encontrar una solución factible que facilite el flujo adecuado de materiales, productos y personas a través de una planta a menor costo que permita reducir sus debilidades.

1.1.1 Formulación del problema. Conociendo las necesidades y carencias que posee APROPESCA es necesario formular la siguiente pregunta de investigación ¿Como la aplicación de la técnica Sytematic Layour Planining SLP en distribución en planta puede mejorar la eficiencia y productividad de la empresa APROPESCA municipio de Silvia, Cauca?

1.2 JUSTIFICACIÓN

De acuerdo a la situación actual que enfrentan las empresas por los problemas que presenta por competitividad y supervivencia, es esencial fortalecer sus áreas productivas a fin de hacerlas más fluidas y constantes. Mediante una mejor ubicación de las maquinarias, equipos y materiales, porque “la distribución de planta, permite juntar todas las secciones de trabajo en una sola planta, generando reducción de tiempo desde el despacho hacia el cliente, lo que les permitirá competir en igual condiciones porque no solo mejorará la eficiencia o la productividad, sino también su supervivencia” (Huillca y Monzón, 2015).

Por lo anterior, se hace necesario plantear nuevas metodologías aplicadas a distribución de planta que incluyan a cada una de las áreas productivas y que se constituyan en grandes herramientas para encontrar aportes para mejorar, por cuanto estas “Determinan la eficiencia y en algunos casos, la supervivencia de una empresa” (Muther, 1981). Demostrando así que las empresas requieren de sistemas de gestión que ayuden a distribuir adecuadamente los procesos productivos para así optimizar el tiempo y asignar adecuadamente los recursos para cada situación dentro del ámbito de trabajo. Por cuanto, con la redistribución de planta, la empresa podrá identificar los cuellos de botella y el mal uso del espacio, aplicar herramientas de mediciones y realizar nuevas ubicaciones de las máquinas, equipos y materiales para lograr mejores resultados en las áreas que la requieran a fin de aplicar parámetros de medición, controlar y realizar las acciones necesarias y correctivas para lograr eficacia y adelantarse a posibles errores en la ejecución.

De ahí la necesidad que las empresas manejen adecuadamente sus actividades laborales y disminuyan al máximo el tiempo que tarda en ejecutar cada operación, permitiendo producir bienes de alta calidad, en el menor tiempo posible, lo que generará fidelización de antiguos y nuevos clientes. Por cuanto el 70% de los costos de operación de una empresa se relaciona con el manejo de materiales y su Layout, por lo que el diseño adecuado del mismo trae consigo ahorros en el manejo de materiales, transporte y mejoras al proceso (Muther, 1981).

Desde lo práctico la investigación implica, el aporte de estrategias para distribuir mejor la planta de producción e implementar métodos de trabajo que optimicen la realización de las actividades; exponiendo recomendaciones para que APROPESCA pueda corregir las falencias que presenta actualmente.

A nivel social, el proyecto brindará aspectos importantes que se deben tener en cuenta en la distribución de las plantas de producción, lo que permitirá conocer los procedimientos para disminuir los tiempos ociosos dentro de los procesos de la empresa APROPESCA, generando bienestar en el entorno de trabajo, lo que a su vez producirá una reacción en cadena que se reflejará en el trato a los clientes y comunidad. La idea es maximizar las utilidades, puesto que si se organizan las actividades de manera adecuada se reducirán los tiempos de traslado, operaciones y costos de producción. Esta realidad tendrá un impacto social, positivo dado que la empresa podrá alcanzar una mayor participación en el mercado, contribuyendo oportunamente en el desarrollo de la región.

Desde el nivel académico, el proyecto brindará un aporte al conocimiento de las soluciones propuesta a problemas de distribución de plantas y en particular en la aplicación del método Systematic Layout Planning SLP, siendo uno de los factores que más incidencia tiene sobre los costos de operación, si no se revisa frecuentemente, pueden generarse pérdidas importantes que amenacen la rentabilidad y eficiencia de la empresa y por ende su sostenibilidad y permanencia en el mercado, ya que en el ámbito actual las empresas tienen que enfrentar un nivel de competencia fuerte, por ello es necesario estar innovando constantemente, incluso para su supervivencia, que mejoren en todas las áreas y aspectos de manera fluida y constante. Garantizando así la mejor ubicación de los materiales, equipos y maquinarias en las empresas.

Finalmente la investigación es relevante, puesto que el rediseño de la planta de APROPESCA, favorecería a los socios e inversionistas, quienes recibirían mayores utilidades, también a los truchicultores asociados, ya que habría un aumento en la demanda de materia prima, lo cual incentivaría el aumento de siembras, generando mayores puestos de trabajo, obligando a las empresas piscícolas a establecer mecanismos que garanticen la eficiencia de los procesos productivos, sin desmejorar la calidad de los productos ni ocasionar daños al medio ambiente.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

Aplicar la técnica Sytematic Layour Planining (SLP) en distribución en planta (Layout) para mejorar la eficiencia y productividad de la empresa APROPESCA municipio de Silvia, Cauca.

1.3.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar la distribución de planta que tiene actualmente la empresa APROPESCA a fin de hacer un reconocimiento de las dificultades y debilidades, que presenta dentro de su funcionalidad en los procesos.
- Identificar Alternativas de re-distribución de planta que se ajustan a las necesidades de la empresa APROPESCA, desde el conocimiento de diferentes alternativas que le permitirán optimizar sus procesos y disminuir los tiempos.
- Seleccionar La alternativa que se ajusta a las necesidades de la Empresa APROPESCA desde los resultados de los métodos empleados de la metodología Systematic Layout Planning SLP.

6 MARCO DE REFERENCIA

2.1 MARCO CONTEXTUAL

2.1.1 Descripción de la empresa APROPESCA. Es una organización privada sin ánimo de lucro en la que están asociados productores campesinos e indígenas, que trabajan para mejorar la calidad de vida de las familias y por fortalecer el desarrollo de la región. Distribuidos en 52 estaciones piscícolas ubicadas en cinco resguardos del municipio de Silvia y un municipio de Jambalo, en el departamento del Cauca- Colombia de la siguiente manera: Ambalo (5), Kizgo (3), Guambia (25), Quinchayas (5), Pitayo (9), Jambalo (2) y en zona (3). El número de familias que acoge la organización es de 250 familias, y en cada estación se articulan entre tres y diez familias.

Esta empresa es ante todo una gran familia que vincula diferentes culturas ofreciendo espacios en el que se superan las diferencias y se articulan para trabajar por un objetivo común: la producción de trucha Arco Iris.

2.1.2. Reseña histórica. La empresa **APROPESCA** nació en 1997, como una necesidad para contrarrestar los cultivos ilícitos de la zona. En convenio con el programa PLANTE, se construyó una planta de procesamiento y subproductos de carne de trucha a un costo de 350 millones de pesos. Representa un caso emblemático en el Cauca y Colombia, no obstante, ha tenido que superar los obstáculos de su cierre del 2002 hasta el 2003, sin embargo se ha reinventado, haciendo las cosas de forma distinta y aprendiendo de sus equivocaciones. Definiendo su nueva presentación (figura 2).



Figura 2 Logo Actual de la Empresa

Fuente. María Eugenia Ledezma ex gerente APROPESCA

La Asociación de Productores de Pescado del Municipio de Silvia - APROPESCA se ha constituido en el productor más grande del Municipio de Silvia. recibiendo la ayuda de diferentes entidades como el SENA, la Corporación Regional del Cauca - CRC, el Programa PLANTE del Ministerio de Agricultura, la Secretaria de Agricultura del Cauca y organismos internacionales.

2.1.3 Productos elaborados. La empresa APROPESCA produce una variedad de productos relacionados con el procesamiento de la trucha, desde sus diferentes tamaños y presentaciones su punto principal y preferido. En la Tabla 1 se muestran los diferentes productos que comercializa la empresa. La Asociación se divide en cuatro grupos de distribución así:

Tabla 1 Productos comercializados por APROPESCA

No.	Producto
1	Trucha entera en diferentes gramajes de 200 gr. a 500 gr.
2	Trucha deshuesada.
3	Filete de Trucha.
4	Productos de valor agregado como la hamburguesa, trucha ahumada, filete ahumado y cabezas de trucha. Este último grupo nace con la idea de aprovechar el producto al 100 %, pero de manera amigable con el medio ambiente, al no generar desperdicios, y se espera, en un futuro cercano, incursionar con otro grupo en el mercado de embutidos y apanados.

Fuente: Esta investigación, con base en datos suministrados por APROPESCA

La empresa distribuye sus diferentes productos en la mayorista en las ciudades como Popayán, Piendamó y Totoró y actualmente incursiona en el mercado del Valle del Cauca.

2.1.4 Políticas de la empresa. Estas marcan la dirección que desea la empresa seguir a lo largo de su vida. En función a ellas, logran junto con sus empleados avanzar, buscando todas las mismas aspiraciones y objetivos en armonía y conciencia. Dichas políticas, direccionan a la empresa, marcan sus pautas y la manera en que va progresando; entre sus objetivos están:

Objetivos

- Producir trucha arco iris de excelente calidad para acceder a mercados nacionales e internacionales.
- Optimizar las siembras escalonadas en las diferentes estaciones piscícolas a fin de tener una oferta constante.
- Ser ejemplo de desarrollo y emprendimiento para la comunidad Silviana

Estrategias

- Incrementar el nivel tecnológico de los productores mediante una apropiada asistencia técnica y lograr incentivar al productor para que acoja las nuevas tecnologías.
- Tener una mejor planificación del cultivo (medidas preventivas) para así afrontar problemas climáticos y lograr mantener una producción constante.
- Ser competitivos en el mercado nacional para aspirar a exportar el producto usando las ventajas del tratado del libre comercio.

Planes estratégicos

- Generar vínculos con entidades ligadas al sector agropecuario (universidades) para actualizar al producto constantemente y así suplir las exigencias del mercado.
- Invertir en tecnología de punta y en mayor área agrícola con el fin de incrementar la producción y mejorar el producto.
- En dos años lograr mercados internacionales siendo APROPESCA la empresa líder en el mercado de trucha arcoíris en el suroccidente colombiano.

Valores

- **Compromiso.** Demuestra sentido de pertenencia hacia la empresa. Lo cual lleva a asumir el trabajo con responsabilidad ante la empresa, sus clientes y proveedores.
- **Calidad Humana.** Importante pensar en las personas y sus familias, actuar con respeto y sencillez. Se busca la buena relación y el compañerismo entre todos colaboradores, brindándoles confianza.
- **Lealtad.** Debe tener hacia la empresa y evitar todo aquello, que pueda causar perjuicios y fomentar las acciones que representen beneficio.
- **Honestidad.** Asumir la honestidad en cuanto a las relaciones, en forma honrosa, transparente y justa, para enaltecer la empresa ante la sociedad.

2.1.5 Horizonte Institucional. La empresa APROPESCA ha establecido los siguientes aspectos esenciales.

MISIÓN. APROPESCA busca consolidarse como una organización con procesos productivos eficientes que permitan entregar al público un producto eviscerado, fileteado de corte mariposa y empacado al vacío con óptimas condiciones sanitarias, a través de procesos de producción escalonada que garantiza la continuidad y el interés de los piscicultores en la actividad.

VISIÓN. Mejora la economía familiar, la dieta alimentaria, forjadores de nuevos cultivos y ser apoyo socio- económico del departamento y país.

2.1.6 Estructura Organizativa. La empresa APROPESCA se encuentra en proceso de consolidación y delimitación de sus departamentos, por lo tanto, en estos momentos la empresa cuenta con el siguiente organigrama funcional tentativo, el cual está siendo mejorado, y se va implementando en la cultura de sus trabajadores (figura 3).

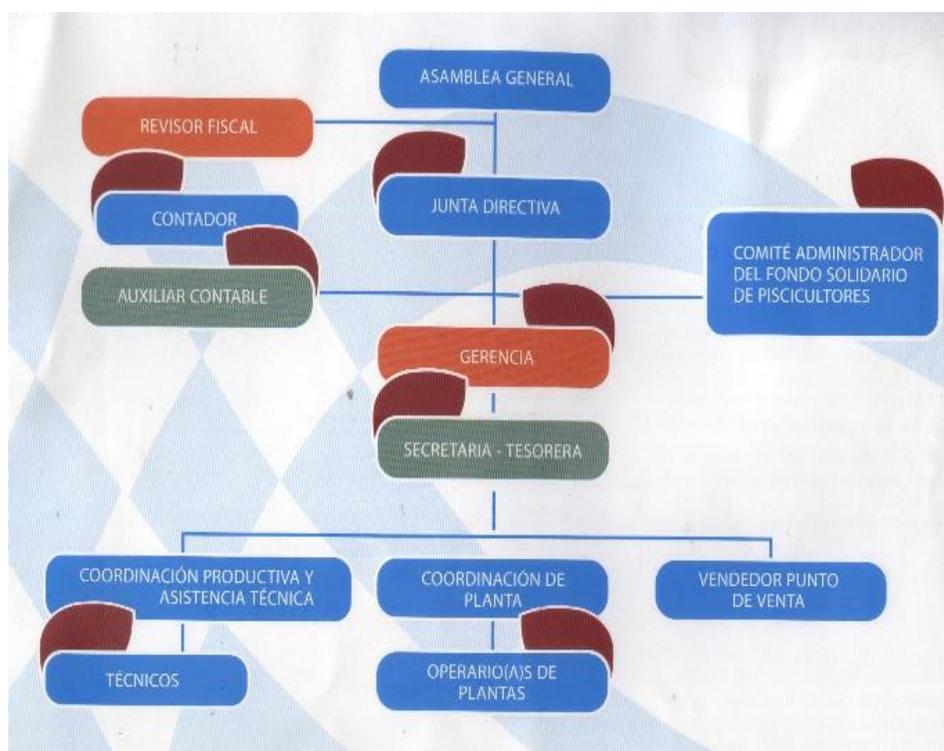


Figura 3 Estructura organizativa de APROPESCA

Fuente. María Eugenia Ledezma ex gerente APROPESCA

2.1.7 Área planta de producción. En la figura 4, se observa la planta productiva de la empresa APROPESCA. El área mostrada constituye la mayor parte del personal de la empresa y del proceso de producción.

En esta área se encuentran las grandes maquinas (bordes izquierdo y derecho), Cuenta con 4 administradores, 2 técnicos y 13 operarios; generando empleos directos e indirectos para los socios dueños de estaciones piscícolas de la zona rural y empleo directo para mujeres de la zona urbana.



Figura 4 Planta de producción APROPESCA

Fuente: Diario Extra 3 de febrero, 2014

2.2 ANTECEDENTES

Se han encontrado algunas investigaciones relacionadas al tema, con la finalidad de revisar las diferentes metodologías y técnicas utilizadas para el diseño de una distribución de planta adecuada, con variables dependiente e independiente necesarias para el desarrollo de este trabajo de investigación.

2.2.1 Antecedentes Investigativos. La primera investigación es la denominada, *Localización y disposición de planta utilizando el método SLP en una embotelladora*. (Camones, Vásquez y Norman. 2013). El proyecto tuvo como objetivo general Diseñar una localización y disposición de planta utilizando el método SLP. Para ello, el proceso inició realizando un diagnóstico de la

situación actual de la empresa, encontrando que la principal causa proviene de la distribución de planta, por la poca producción que genera.

Con la recopilación de datos desde las distintas áreas y con el respaldo de la Dirección, se obtuvo la información necesaria para definir el nuevo tamaño de planta teniendo en cuenta las técnicas idóneas para proyectar los presupuestos de ventas, los planes de expansión de la gerencia, y la tecnología al alcance de la misma, teniendo en cuenta los costos de implementación de la nueva planta, costos de distribución hacia sus principales clientes, análisis de las disposiciones generales y detalles que permitan albergar las nuevas maquinarias que brinden un flujo continuo y eficaz en los procesos, de igual manera facilitó el análisis económico, financiero que soportó la factibilidad del proyecto y que sirvió como pieza fundamental para presentar el proyecto a la dirección.

El desarrollo del proyecto demostró que con la aplicación del método SLP se obtienen resultados satisfactorios en las distintas etapas del proyecto, teniendo en cuenta los costos de instalación, operaciones de distribución para el nuevo tamaño, y elaboración de disposiciones que cumplan con las relaciones deseadas de los clientes, aspectos esenciales para tener en cuenta en esta investigación.

Esta investigación es importante a tener en cuenta para el proyecto, puesto que se analizan aspectos como el diseño de planta y los métodos a utilizar, para proponer operaciones que aumenten la productividad. Así mismo, se evidencia la importancia de la ergonomía en la ejecución de las actividades, ya que este factor es un incentivo para que los trabajadores sean más productivos.

La segunda investigación fue la denominada *Implementación del método S.L.P. en una empresa de la región Bajío en México*, (Tapia, Arroyo, Luna, Acevedo. García (2015). La investigación evidenció un problema de distribución de planta, el cual fue resuelto a través del método Systematic. Layout Planning S.L.P. El problema se originó debido a un incremento acelerado en la demanda del producto y como consecuencia se generaron nuevas líneas de manufactura para cubrir la demanda. Se realizaron constantes cambios en la distribución de las operaciones de manufactura sin una adecuada planeación, generando una serie de problemas relacionados con la distribución de la planta, tales como, excesivo manejo de materiales e incremento en los costos de producción.

El proyecto demostró que sin un claro diseño de distribución de planta, el proceso se vuelve largo y complejo, en el que hay que tener en cuenta un gran número de aspectos y criterios, por lo que no cabe esperar que existan recetas o procedimientos más o menos automáticos para resolver el problema. Evidenciando la necesidad de disponer de un método acorde a las necesidades de la empresa de una forma ordenada y sistemática para alcanzar el fin deseado. De igual manera, la investigación concluyó que si es posible lograr los objetivos organizacionales en cuanto a desempeños de los procesos a través de una re-distribución de planta, utilizando el método SLP porque con su aplicación se obtienen beneficios en reducción de costos, de tiempos de producción, de flujos de materiales, entre otros.

Esta investigación se constituye en un aporte significativo para la solución de problemas de distribución de planta de la empresa APROPESCA, mediante la exploración de variantes de los métodos tradicionales que permitieron la estructuración y evaluación formal de la empresa, y la utilización de dos métodos para solucionar la problemática de distribución de planta, en primer lugar en la búsqueda y procesamiento de los datos con la metodología del SLP y de segundo lugar la búsqueda de alternativas de distribución a través de un algoritmo genético aplicado para este efecto.

A nivel nacional se encuentra la investigación *Metodología de la planeación sistemática de la distribución en planta Systematic Layout Planning de Muther*, (Regalado, Castaño, Ramírez. 2016) trabajo investigativo de la Universidad Santiago de Cali. Facultad de Ingeniería Santiago de Cali, Valle del Cauca, que tuvo como objetivo general: ofrecer metodologías de mayor trascendencia desarrollada en el campo de la Ingeniería para la resolución del problema de la distribución en Planta. Con ello se pudo determinar, que el método SLP, es la metodología más aceptada y utilizada para la resolución de problemas de este tipo a partir, fundamentalmente, de criterios cualitativos y los métodos que la preceden son simples e incompletos y desarrollados con posterioridad son en muchos casos variantes de éste, más o menos ampliadas.

Los resultados de esta investigación demostraron que el método SLP es el más aceptado y el comúnmente utilizada para la resolución de problemas de distribución en planta a partir de criterios cualitativos, porque fue creado para el diseño de todo tipo de distribuciones en planta independientemente de su naturaleza.

Este proyecto aporta mucho a la investigación por cuanto determina que en la aplicación del método SLP convergen un conjunto de decisiones distintas, pero a la vez muy relacionadas que han de ser adoptadas en las diferentes fases de la estrategia de operaciones. Entre estas, las decisiones de distribución en planta son un elemento fundamental del plan estratégico general de cualquier empresa y a su vez presentan un desafío sustancial para la administración, pues muchas de ellas tienen efectos a largo plazo que no se pueden revertir con facilidad.

Por último se encuentra la investigación: *Rediseño del sistema productivo utilizando técnicas de distribución de planta SLP. Caso de estudio planta procesadora de alimentos Collazos* (2013). La cual estableció como objetivo general: Realizar una propuesta de redistribución de Planta para el caso de estudio en una planta de alimentos que mejore la eficiencia y productividad, mediante la aplicación de técnicas de distribución de planta, e ingeniería de métodos. En el desarrollo de esta propuesta durante sus dos primeras fases, se construyó el Layout inicial con los datos obtenidos, se procedió a realizar la selección de alternativas que cumplan con la función objetivo de minimizar la distancia recorrida en relación a las intensidades de flujo utilizando un algoritmo genético.

Debido a las características de funcionamiento de un algoritmo genético, es decir, dado que es un método de búsqueda evolutiva y no secuencial, no cabe esperar que los resultados obtenidos en cada corrida sean exactamente iguales, se puede emplear un número grande de generaciones y

observar el progreso de la función objetivo, hasta que dicho valor no cambie, pero esto sería ineficiente debido a que precisamente el objetivo que se persigue es disminuir el tiempo de cálculo, entonces lo que se puede hacer es realizar varias corridas manipulando los valores de tamaño de población y número de generaciones para ver que combinación de estas variables hace que el algoritmo converja más rápido.

Los resultados obtenidos en este proyecto se constituyen en un aporte significativo para la investigación ya que demostró que la aplicación de los algoritmos mejora los costos de la distribución inicial en un 32,62% y en un 45,91% para el segundo algoritmo aplicado, para distribuir las áreas de apoyo que se relacionan con algunos de los departamentos. Esto demuestra la eficiencia de los algoritmos para encontrar en tiempo razonable, buenas soluciones para problemas de distribución de planta, planteando que sus soluciones no dependen únicamente del costo sino de la funcionalidad de la solución encontrada.

2.3 MARCO TEÓRICO

2.3.1 La Distribución de la planta. Es un concepto que está relacionado con las áreas de almacenamiento, la disposición de las máquinas y los espacios comunes, dentro de una instalación productiva. Por ello el objetivo fundamental está orientado a organizar estos elementos de manera que se asegure la fluidez del flujo de la producción y de las áreas de trabajo y equipo. Además, se permite hallar una ordenación, de forma segura y satisfactoria para los empleados como lo expresa Muther (1981).

La distribución en planta es el plan, o el acto de planificar, el ordenamiento óptimo de las actividades industriales, incluyendo personal, equipo, almacenes, sistemas de manutención de materiales, y todos los otros servicios anexos que sean necesarios para diseñar de la mejor manera posible la estructura que contenga estas actividades. [...] se trata de hallar una ordenación de las áreas de trabajo y del equipo que sea la más económica para llevar a cabo el proceso productivo, al mismo tiempo, que la más segura y satisfactoria para los operarios y para el entorno de la planta industrial [...] de modo que sea posible fabricar los productos con un coste suficientemente reducido para poder venderlos con un buen margen de beneficio en un mercado de competencia (p. 81)

Por lo expuesto anteriormente, se entiende que el diseño de planta es una actividad profesional que se encarga de la gestión adecuada de los espacios de la empresa; a fin de solucionar los problemas relacionados con la distribución de la maquinaria y los equipos, necesarios para un determinado proceso productivo, en un espacio limitado por sus condiciones físicas, por ello:

La distribución en planta implica la ordenación física de los elementos industriales y comerciales. Esta ordenación ya practicada o en proyecto, incluye, tanto los espacios

necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las actividades de servicio (Muther (1981. p. 14).

Desde esta óptica, la selección del diseño definitivo para la distribución de Planta tiene en cuenta uno o varios de los siguientes factores; la reducción de costos, eliminación o control de desperdicios, reducción de distancias de transporte (materiales, herramientas, productos y personas); aprovechamiento del espacio cúbico, mejora de la satisfacción y seguridad del personal, y mejora en la flexibilidad para cambio de referencias a producir.

Lo que amplía la definición de la distribución de planta considerándola como el ordenamiento que incluye los espacios que se necesitan en cuanto a materiales, maquinaria y el traslado de la mano de obra en interrelación con todas las áreas de la empresa, porque “su misión es hallar una ordenación de las áreas de trabajo y del equipo, que sea la más económica para el trabajo y al mismo tiempo que sea la más segura y satisfactoria para los empleados” (Muther (1981. p. 14). Por ello, se debe realizar una distribución de planta de manera que integre todas las áreas de la empresa y se minimicen los traslados innecesarios y los riesgos para los operarios.

2.3.1.1 Principios Básicos de la Distribución. Para poder establecer una metodología que permita abordar de forma ordenada y sistemática el problema de distribución en planta. Los objetivos pueden resumirse y plantearse en forma de principios, como se plantea en la tabla 2.

Tabla 2 Principios básicos distribución de planta

Principio	Características
Integración de conjunto	La mejor distribución es la que integra a los operarios, los materiales, la maquinaria, las actividades, así como cualquier otro factor, de modo que resulte el compromiso mejor entre todas estas partes.
Mínima distancia recorrida	En igualdad de condiciones, es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material entre operaciones será la más corta.
Circulación o 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 tratan, elaboran, 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 de la seguridad (confort)	En igualdad de condiciones, será siempre más efectiva la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los operarios, los materiales y la maquinaria.
Flexibilidad	En igualdad de condiciones, siempre será más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costos o inconvenientes.

Fuente. Muther, Richard (1981) Distribución en planta. 4^a. ed. España, Barcelona:

Estos principios pueden servir de base para determinar los objetivos para poder cumplir con lo establecido en la distribución en planta, y para medir el grado en que se ha logrado alcanzar dichos objetivos. Aun cuando la introducción de nuevos conceptos en los procesos productivos, se encuentran desfasados a las circunstancias actuales.

2.3.1.2 Tipos de distribución de planta. También denominado distribución de producto estático. Los tipos de distribución en planta hacen referencia a las alternativas de empresa de los materiales en interacción con las operaciones realizadas, los más conocidos son:

- **Posición fija del material.** Este tipo de distribución es usado cuando el componente principal permanece en una posición fija, de esta manera las materias primas, los operarios, las maquinarias y los equipos acuden al lugar del proyecto. De esta forma se elimina el transporte del producto final, a su vez se incrementan las cantidades de piezas usadas en el proyecto.

Habitualmente es usado “cuando es muy trabajosa la tarea de mover el producto hacia los distintos lugares de trabajo por el tamaño que tiene el mismo en este caso lo que se hace es adaptar el proceso al producto” (De La Fuente y Fernández, 2005, p. 9).

Tabla 3 Características de la distribución posición fija del material

Características	Ventajas
Demanda baja y esporádica, Productos grandes, Imposible o muy difícil de mover, altamente personalizado.	Minimiza el manejo del producto, No requiere muchos movimientos en las áreas. Es flexible, permite cambios en el producto y en las operaciones.

Fuente. De la fuente, David y Fernández, Isabel. (2005) Distribución en planta

- **Distribución por proceso o por función.** Es usada cuando las operaciones se realizan por lotes, cada uno de ellos comparten la misma actividad y las máquinas que suelen realizar la misma operación son agrupadas. Donde la materia prima se desplaza de un punto a otro de manera consecutiva o aleatoria, lo que permite una mejor utilización de la maquinaria, por cuanto tiene la característica de compartir similitud en sus operaciones, ayudando a tener una producción constante, en caso de existir una falla correctiva de algún elemento posee la virtud de sustituir su funcionamiento, porque:

Los puestos de trabajo están agrupados de acuerdo a la función que realizan, más no por la relación con el producto que se mueve por cada parte del proceso, solo se tiene en cuenta las características que se requieren (Cuatrecasas, 2009).

Tabla 4 Características de la distribución Posición fija del material

Características	Ventajas
Bastante producto en proceso, las áreas se organizan de acuerdo a los procesos, maquinas con funciones y capacidades similares, bajo porcentaje de utilización de las máquinas.	Hay una mejor utilización de equipos por lo que la inversión se reduce, es adaptable a los tipos de productos y sus variables características, es asequible a los cambios bruscos en la demanda, son más llevaderos a los problemas que se susciten en planta como: falta de maquinaria por averías, carencia de mano de obra y de materiales.

Fuente. Cuatrecasas, Luís. (2009). Diseño avanzado de procesos y plantas de producción

- **Distribución por producto.** Es la distribución de planta industrial más usada, la materia prima viaja por una cadena de estaciones con actividades de transformación, de manera consecutiva y continúa. Esta distribución es todo lo contrario a la distribución por posición fija, en este los recursos son estables y el producto es el que se moviliza por las diferentes áreas separadas un tras de otra en una secuencia fija.

En la distribución por producto se requiere de cada operación una al lado de la otra en cadena. “Todos los productos tienen el mismo proceso desde el inicio hasta el final y donde toda la maquinaria y el equipo están ordenados en secuencia; por ejemplo, en el ensamblaje de automóviles y plantas embotelladoras de bebidas” (Díaz, Jarufe y Noriega, 2007).

Tabla 5 Características de la distribución Posición fija del material

Características	Ventajas
Cortos plazos de entrega, baja flexibilidad y un nivel alto de consistencia.	Mínimo manejo de materiales, reducción de material en proceso (menor tiempo de proceso), maximización del uso de la mano de obra ya que hay mayor entrenamiento, facilidad en el control de producción y en los colaboradores y mayor flujo y eficiente uso en el uso del suelo.

Fuente. Díaz, Jarufe y Noriega (2007).

- **Distribución por celdas de manufactura.** Corresponde a un conjunto de máquinas altamente automatizadas, interconectadas por sistemas automáticos de manejo de materiales y almacenaje, controladas por un sistema computacional, la cual involucra una operación específica desde la tecnología de la robótica. Este tipo de distribución comprenden dos niveles, la distribución por bloques; que hace referencia a la localización, forma y tamaño de cada departamento y la distribución detallada; que se ocupa de la localización de los equipos, estaciones de trabajo y áreas de almacenamiento dentro de cada uno de ellos.

La distribución por bloques se relaciona con los macro flujos y la distribución detallada con los micro flujos, para que la distribución de la instalación sea completa y efectiva ambas deben ser evaluadas y desarrolladas cuidadosamente. (Tompkins, White; Bozer. & Tanchoco, 2010).

- **Distribución híbrida.** Esta resulta de las distribuciones por producto y por proceso, generándose “Una distribución por células de trabajo y la agrupación de las maquinas donde se fabrican productos con formas y procesos similares” (Tompkins, White; Bozer. & Tanchoco, 2010). También, se agrupan los trabajadores, por lo cual se evidencia una mejor relación entre compañeros de trabajo y se potencializan sus habilidades. En esta distribución se obtiene una disminución de los tiempos de fabricación, la supervisión y control de operaciones e incluso los materiales empleados para llevar a cabo los procesos. Hay dos formas de desarrollar una distribución híbrida que son:

- **Célula de trabajadorFa múltiples máquinas.** Consiste en que un mismo trabajador se encargue de la operación de varias máquinas al mismo tiempo, creando así la producción mediante un flujo de línea, se aplica cuando los volúmenes de producción no son suficientes para mantener a todos los trabajadores de una línea de producción ocupados. Sus características son: Las maquinas se disponen en forma de U y Reduce los niveles de inventario.

- **Tecnología de grupo.** Esta opción de distribución es comúnmente utilizada en volúmenes de producción pequeños, en lo que se quiere obtener las ventajas de una distribución por producto. En esta técnica no se limita a un solo trabajador, sino que las partes o productos con características similares se agrupan en familias, junto a las maquinas utilizadas en su producción. Sus características son: Distribución de máquinas en células separadas, Reducción del tiempo de permanencia de cada trabajo en el taller Simplifica las rutas que recorren los productos.Desde este planteamiento y de acuerdo a los tipos de distribución se puede realizar un comparativo desde las principales ventajas que presentan individuales de cada uno de este frente a los demás, como se puede apreciar en la tabla 6.

Tabla 6 Tipos de distribución y sus ventajas

Por producto	Por proceso funcional	Posición fija
Menor transporte de materiales	Mejor utilización de maquinaria	El transporte de materiales se reduce al mínimo.
Menor cantidad de materiales en proceso y menor espacio temporal.	Flexibilidad en la asignación de equipo.	Asegura continuidad por asignación de equipo de operarios responsables.
Uso efectivo de la mano de obra por especialización, facilidad de entrenamiento y mayor oferta a menor costo.	Se adapta a demanda intermitente con gran variedad de productos.	Se adapta a demanda intermitente con gran variedad de productos.

Continuación Tabla 7 Tipos de distribución y sus ventajas

Mayor facilidad de control.	Mayor incentivo al operario por la diversidad de funciones.	Permite cambios en el diseño de productos y secuencias de operaciones.
Se simplifica la planeación, control y supervisión de la producción.	Más fácil continuidad de producción por avería de maquinaria, escasez de material o ausencia de operarios.	Es más flexible.

Fuente: Acero Palacios, Luis Carlos. Ingeniería de Métodos, movimientos y tiempos. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2009. p. 140

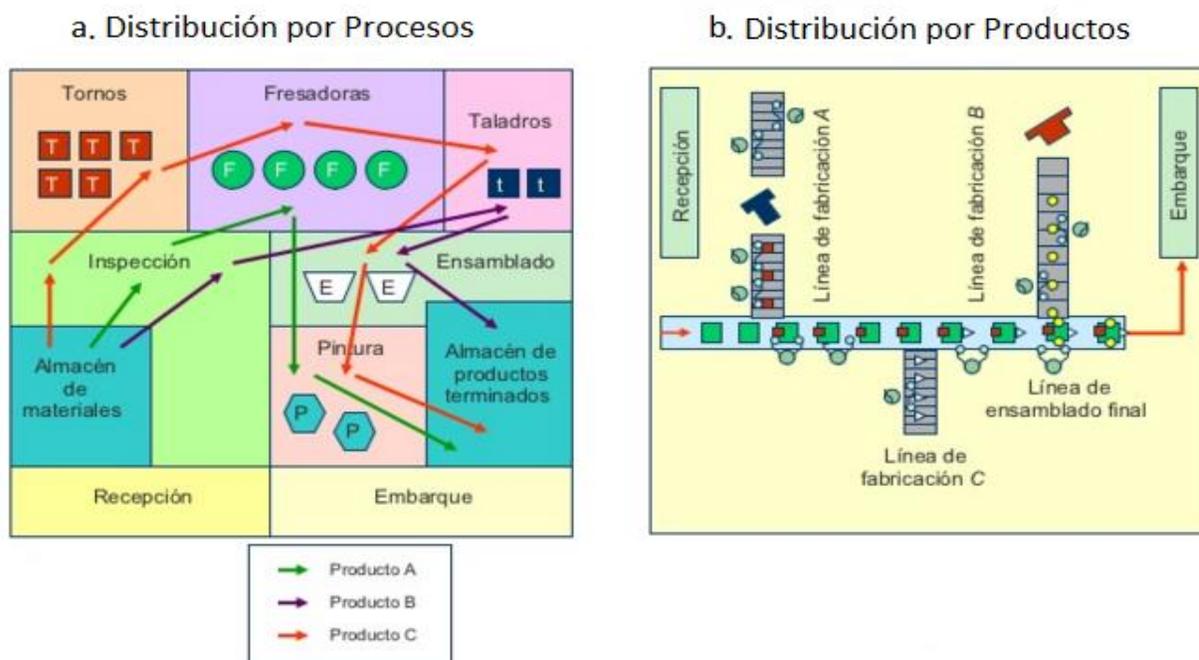


Figura 5 Tipos de distribución de planta

Fuente. Díaz, Jarufe & Noriega, (2007).

2.3.1.3 Factores que afectan la distribución. Para realizar la distribución de la planta se requiere contar con algunos conocimientos de los elementos, procedimientos y técnicas de cómo integrarlos, como se puede apreciar en la tabla 7.

Tabla 8 Factores que afectan la distribución de planta

Factores	Definición	Incluye
Material	Analizar sus áreas para el tratamiento de estos materiales como: la experiencia en el tratamiento, en los procesos para la producción y la distribución de los mismos (Muther 1981 p. 147).	Materia prima, Materia auxiliar, Productos acabados y defectuosos.
Maquinaria	Este factor es de vital importancia para su ordenamiento dentro de la planta (Díaz, Jarufe, y Noriega 2007 p. 114).	Máquinas mantenimiento, herramientas, plantillas, moldes, equipos de proceso, dispositivos especiales.
Hombre	Toca los aspectos relacionados a las personas que trabajan y transitan, además de considerar las condiciones de trabajo y seguridad del personal (Díaz, Jarufe, y Noriega 2007 p. 119).	Mano de obra directa, Personal no cotidiano Jefes de equipos, sección y de servicios.
Movimiento	Va desde la recepción de materia prima hasta que se distribuye el producto. Cualquier cambio significará una modificación de la disposición actual. (Muther 1981 p. 146).	Máquinas de producción y mantenimiento, equipos de proceso herramientas etc.
Edificio	En este factor, se toman en cuenta los requerimientos mínimos para tener un lugar seguro y agradable donde operar” (Muther 1981 p. 147).	Alturas de las áreas, estudio de suelos. Niveles y pisos. Vías de accesos, salidas y circulación.
Espera	Una razón para mantener materiales en espera es que se puede ahorrar en alguna parte del proceso (Díaz, Jarufe & Noriega, 2007, p. 217).	Áreas de recepción de materia prima. Almacén de materia prima. Equipos.
Servicio	Son actividades, elementos y personal que apoyan a la producción. Desde la maquinaria, trabajadores y materiales(Muther 1981, p. 127)	Máquinas de producción, herramientas, plantillas, moldes para equipos de proceso, entre otros.
Medio Ambiente	Se toma en cuenta factores ambientales que afectan de manera directa o indirecta con el medio ambiente, (Díaz, Jarufe & Noriega, 2007 p. 259).	Ambiente de trabajo, la seguridad de los colaboradores internos y externos de la empresa.
Cambio	Es una parte básica de todo concepto de mejora y su frecuencia y rapidez Para tener una buena cantidad de beneficios potenciales (p. 164).	Mano de obra directa, Personal no cotidiano Jefes de equipos, y de servicios.

Fuente. Esta investigación, basado en datos de (Muther, 1981, p. 43)

2.3.2 Métodos para selección de ubicación de planta

2.3.2.1 Métodos cualitativos. Método que plantea diversos numerales con el fin de establecer criterios para la localización del lugar y sus instalaciones. Dentro de los métodos cualitativos se consideran los siguientes pasos para una buena selección de ubicación.

Tabla 9 Criterios que se debe contemplar en el método cualitativo

No.	Criterios	Características
1	Brainstorming	Su creador Alex Osborn creó este método con el fin de romper las limitaciones habituales del pensamiento, generando diversas cantidades de ideas de donde sea posible elegir, es útil para solucionar problemas específicos siempre y cuando se genere un grupo de entre 4 a 7 personas, aunque pueden ser más o menos según consideraciones propias.
2	Phillips 66	Es una variable del método Brainstorming en donde un grupo grande es disuelto en unos más pequeños, tienen 6 minutos para generar ideas para ser compartidas posteriormente en el grupo inicial. Los periodos de tiempo pueden ser repetidos varias veces. Su objetivo es estimular la creatividad en grupos muy grandes.
3	Método Delphi	Es usado en situaciones complejas, en donde la distribución de planta, se identifiquen tendencias de desarrollo y oportunidades junto con los puntos débiles y fuertes de la empresa.

Fuente. Industrial, 2014

2.3.2.2 Métodos cuantitativos- Lo siguiente corresponde a algunos métodos cuantitativos que son considerados para realizar una adecuada localización de planta.

Tabla 10 Tipos de distancias de los métodos cualitativos

No.	Distancia	Características
1	Rectilínea	Modelo para determinar el cálculo y optimización de los costos de transporte.
2	Rectangular	Consiste en determinar el cálculo de la distancia entre dos puntos de coordenadas (X, Y).
3	Euclídea	Cálculo de la relación entre el cálculo del método de distancia rectilínea y distancia rectangular.

Fuente. Industrial, 2014

2.3.2.3 Método espiral. Es un método que dispone de áreas individuales de tal manera que reducen las distancias de los movimientos de materiales de un área a otra. Ello, a fin de manejar los materiales adecuadamente, reduciendo los costos de transporte de materiales y las necesidades de cada área con mayor precisión. Asimismo, este método se puede emplear para determinar la posición relativa de las maquinas con respecto a los espacios disponibles para la ejecución de actividades laborales.

2.3.2.4 Métodos de trabajo. Para lograr que la actividad genere un resultado favorable es necesario definir de manera exacta los objetivos del proyecto y del mismo modo implementar los métodos de trabajo más apropiados. El método de trabajo debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- Debe ser explicado con claridad de tal forma que pueda ser entendido por cualquier tipo de persona, aun así sin poseer gran cantidad de conocimiento previo.
- Requiere poseer la posibilidad de ser ejecutado en una cantidad de tiempo corto, a causa de la necesidad misma de ejecutar el método.
- Poseer la facilidad de ser colocado en práctica.

Lo anterior es posible ser realizado no sin antes haber seleccionado el trabajo que se desea mejorar, de esta forma si es posible desarrollar un método de trabajo específico. (Álvarez, 2009) Los principales fines que persiguen los métodos de trabajo son:

- Mejorar procesos.
- Mejorar la disposición del lugar de trabajo.
- Economizar el esfuerzo humano.
- Mejorar la utilización de materiales, máquinas y mano de obra.

Estos fines, están propuestos con el objetivo de aumentar la productividad tanto del trabajador como la empresa. (Salazar, 2005). De acuerdo a lo planteado anteriormente, la empresa APROPESCA debe tener en cuenta la ingeniería de métodos sabiendo esto, los métodos de trabajo deberán elegirse adecuadamente ya que de ello depende el aumento de la productividad de la fábrica. Puesto, que si se aumenta la producción y se reducen los costos la empresa será más rentable a través de esta ingeniería.

Asimismo, a la hora de definir el estudio de métodos se identificaron los flujos de operaciones, procesos, recorridos y diagramas de resultados que son información primordial para el rediseño de la planta de la empresa APROPESCA.

2.3.3 Metodologías para el diseño de una distribución de planta. Nace ante los intentos por establecer una metodología aplicable a la resolución del problema independientemente de su naturaleza. Los métodos precedentes al SLP son simples e incompletos si se considera el problema de distribución en planta con un mínimo de su complejidad.

2.3.3.1 El método de los pasos o etapas básicas de Immer. Es la primera metodología creada para la resolución del problema de distribución en planta es simple en extremo, estableciendo tres etapas o pasos en el proceso de resolución del problema:

Tabla 11 Etapas para el proceso de resolución de problemas según el método Immer

Etapa.	Procedimiento
1	Plantear correctamente el problema a resolver.
2	Detallar las líneas de flujo
3	Convertir las líneas de flujo en líneas de materiales.

Fuente. Muther, Distribución de planta (1981)

2.3.3.2. El sequence analysis de Buffa. Se le considera el precursor del SLP, pudiendo establecerse con éste muchas similitudes, como el anterior, es el flujo de materiales entre actividades el único criterio contemplado para establecer la disposición de las actividades. El procedimiento, cuenta con las etapas que se describen en la tabla 11.

2.3.3.3 La propuesta de Reed. (1961). Este método está orientado a diseñar distribuciones de plantas siguiendo un planteamiento sistemático de diez pasos.

- Estudiar el producto a fabricar.
- Determinar el proceso necesario para fabricar dicho producto y sus requerimientos.
- Preparar esquemas de planificación del Layout: en los que se especifique información como las operaciones a realizar, los transportes y almacenajes necesarios, inspecciones requeridas, tiempos estándar de cada operación, selección y balance de maquinaria, requerimiento de mano de obra, entre otros.
- Determinación de las estaciones de trabajo.
- Determinar los requerimientos de áreas para almacenamiento.
- Determinación de la anchura mínima de los pasillos.
- Establecimiento de las necesidades de área para actividades de oficina.
- Consideración de instalaciones para personal y servicios.
- Planificar los servicios de la planta.
- Prever posibles futuras expansiones (Tompkins; Whit; & Tanchoco, 2010).

Tabla 12 Etapas de desarrollo método Buffa

Etapa.	Procedimiento
1	Estudio del proceso, recopilación de datos referente a actividades, piezas y recorridos de éstas.
2	Determinación de la secuencia de operaciones de cada pieza y elaboración de una tabla con dicha información “ <i>Sequence summary</i> ”.
3	Determinación de las cargas de transporte mensuales entre las diferentes áreas que conforman el proceso.
4	Búsqueda de la posición relativa ideal de los diferentes centros de trabajo empleando el Diagrama Esquemático.
5	Sobre cada línea de unión se expresa mediante un número la carga de transporte que simboliza. La generación de este grafo debe tratar de minimizar el número de cruzamientos de las líneas de transporte de materiales y que las áreas con mayor flujo queden lo más próximos posible.
6	Desarrollo del Diagrama esquemático ideal en donde las diferentes zonas ocupan sus áreas correspondientes y en el que se muestran las relaciones interdepartamentales.
7	Desarrollo del Layout de detalle, en el que se especifican los sistemas de manutención, sistemas de almacenaje, sistemas auxiliares de producción y en definitiva, se establece la distribución que finalmente se implementará.

Fuente. Muther, Distribución de planta (1981)

2.3.3.4. El “ideal systems approach” de Nadler. Esta método inicialmente fue empleado para el diseño de sistemas de trabajo, posteriormente se orientó hacia, al diseño de la distribución en planta por ello es conocido como el “Método de los sistemas ideales” es un sistema perfecto de coste cero, calidad absoluta, sin riesgos, sin producción de desechos y absolutamente eficiente (Muther, 1981).

2.3.3.5 La propuesta de Apple. Contribuye a establecer un grupo de secuencias muy detalladas de pasos a realizar en el diseño del Layout de la planta industrial.

2.3.3.6 El Systematic Layout Planning SLP de Muther. Es aplicable a los problemas de distribución de planta a través de procedimiento sistemático multicriterio y relativamente simple en instalaciones industriales, organizadas en fases y técnicas que permiten identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implantación y las relaciones existentes entre ellos.

La SLP metodología ha sido la más aceptada y la más comúnmente utilizada para la resolución de problemas de distribución en planta sentando algunos precedentes marcado un antes y un después en el diseño de instalaciones de producción y servicios como área del conocimiento de la investigación de operaciones. A partir de criterios cualitativos, aunque fue concebida para el diseño de todo tipo de distribuciones en planta independientemente de su naturaleza, aplicable a empresas nuevas como las ya existentes (Muther, 1981).

El método 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. A continuación se nombran los pasos del procedimiento para que más adelante en el marco metodológico se les dé más ampliación y desarrollo a cada uno de ellos (tabla 12).

Tabla 13 Datos necesarios para la entrada del método SLP

Np.	Datos	Características
1	Producto (P)	Se considera como producto también a los materiales (materias primas, piezas adquiridas a terceros, productos en curso, producto terminado, entre otros.
2	Cantidad (Q)	Definida como la cantidad de producto o material tratado, transformado, transportado, montado o utilizado durante el proceso.
3	Recorrido (R):	Entendiéndose como la secuencia y el orden de las operaciones a las que deben someterse los productos.
4	Servicios (S):	Estos pueden ser servicios auxiliares de producción, servicios para el personal, entre otros.
5	Tiempo (T):	Utilizado como unidad de medida para determinar las cantidades de producto o material, dado que éstos se miden habitualmente en unidades de masa o volumen por unidad de tiempo.

Fuente. Muther, Distribución de planta (1981)

Esta información se constituye en el punto de partida de la redistribución de la planta dentro del proceso, y la calidad de la misma para así contribuir en la búsqueda de soluciones al problema de distribución, estableciendo el tiempo y los recursos necesarios para su elaboración. Convirtiéndose en el punto de partida del proceso y la calidad, lo que contribuirá en el éxito de la búsqueda de soluciones a los problemas de distribución. Por tanto, debe dedicarse el tiempo y los recursos necesarios a su obtención.

2.3.4 Procedimiento de la metodología SLP. Disponiendo del espacio disponible se construye el diagrama de relación de espacios. Teniendo en cuenta las diferentes alternativas que se generan teniendo en cuenta ciertas consideraciones y seguir el camino ordenado para ejecutar el proceso de distribución de planta establecido por el Systematic Layout Planning SLP, la cual se inicia con el acopio de datos y el desarrollo en tres áreas: Análisis, Búsqueda y Selección como se puede observar en la figura 6.

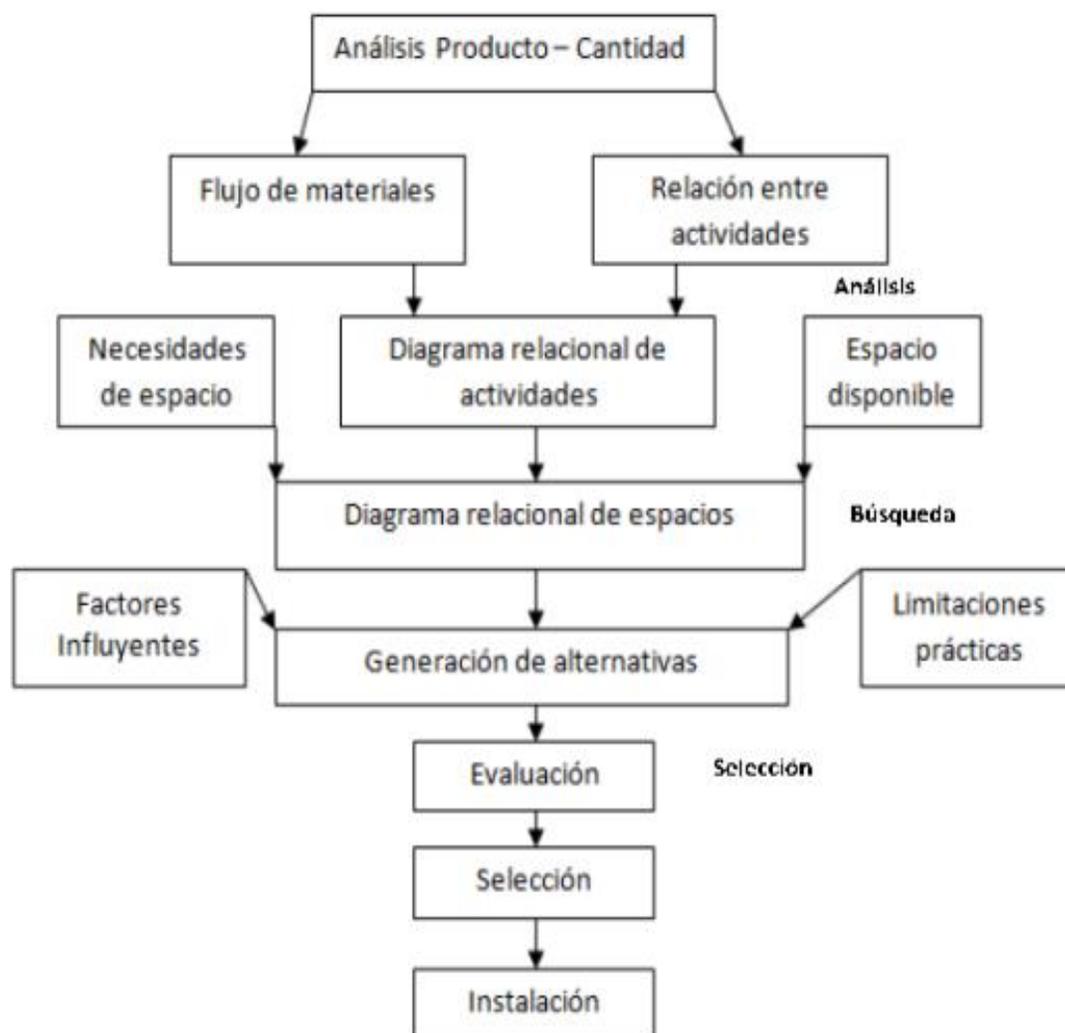


Figura 6 Procedimiento SLP

Fuente: Muther (1968, p. 68)

El proceso inicia con el análisis con el análisis del producto en este caso la Trucha Arco Iris y cantidad que se producirán, luego, se determinará el tipo de distribución que se ajusta al proceso. Luego se aplicará el diagrama relacional de espacios teniendo en cuenta el tamaño de la empresa y las áreas que se tengan dependiendo de los factores que influyen. Posteriormente se evalúan y se selecciona la mejor opción posible de distribución, una vez se tengan los bocetos. Por último, se plantea la nueva redistribución de la planta las áreas.

3 METODOLOGÍA

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación que se desarrollará es un estudio técnico o tecnológico de carácter descriptivo, que permita dimensionar con precisión características del diseño de una reorganización de la planta de producción APROPESCA.

3.2 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El enfoque de análisis que se aplicará va a hacer mixto es decir es tanto cuantitativo y cualitativo, partiendo de los datos (cifras, estadísticas) que tiene la empresa APROPESCA, los que se van a adquirir a través de las experiencias (observaciones) por medio del trabajo de campo, siguiendo la metodología SLP, para así plantear una propuesta de re-distribución de la planta con base en el análisis de los requerimientos de relaciones y las necesidades de espacio, en concordancia con las características del proceso, cantidad de productos, y los patrones de flujo.

El proyecto se desarrollará a través de diferentes pasos organizados secuencialmente para realizar la planeación de la re-distribución de la planta con una serie de procedimientos y símbolos convencionales para identificar, evaluar y visualizar los elementos y áreas involucradas.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1 Población. La presente investigación consta de la toma de datos en veinte días que equivalen a igual números de registros antes de la aplicación de las herramientas.

3.3.2 Muestra. El tamaño de la muestra será igual al de la población en estudio: veinte registros de datos antes de la aplicación de las herramientas y veinte después de la aplicación de las herramientas.

3.3.3. Unidad de análisis. En la presente investigación se tomará como unidad de análisis el proceso que se realiza por los operarios en las diferentes áreas de la planta de producción. Tal como es reconocido como “un conjunto finito o infinito de elementos, seres o cosas, que tienen atributos o características comunes, susceptibles de ser observados”. (Valderrama, 2015).

3.3.4 Muestreo. Para la determinación del muestreo se utilizó un método no probalístico, siendo elegido el método por conveniencia o intencional, tal como indica Valderrama (2015) “Es el

proceso de selección de una parte representativa de la población, la cual permite estimar los parámetros de la población. Un parámetro es un valor numérico que caracteriza a la población que es objeto de estudio” (p. 188).

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

En este punto se recolecta información en cuanto a conceptos o variables, como fuentes primarias se utilizará, la observación como principal herramienta, además de los aportes de los asesores. Por otra parte, los datos secundarios se recolectaron de diferentes investigaciones como tesis y/o libros de las diferentes bibliotecas entre otros. En la presente investigación, para medir las variables se utilizaran los siguientes.

- **Diagrama de proceso.** Esta herramienta ayuda a identificar las etapas, dando respuesta a las preguntas básicas: que, cuando, donde, quien, como y porque se realiza cada etapa (Meyers, 2005). Para conocer lo que sucede con las materias primas y elementos que conforman un producto desde su llegada a la planta hasta la salida del producto terminado.
- **Diagrama del tipo desde-hacia.** Se hace con el fin de conocer la relación de proximidad entre las diferentes áreas de producción, la unidad de medida utilizada en el levantamiento de la matriz es el metro lineal. Con ello se procede a generar el diagrama de relaciones, En él se presenta la información cuantitativa obtenida, pues posteriormente se realizará otro diagrama con la combinación de información cualitativa y cuantitativa se utilizará el formato de nomenclatura y codificación.
- **Diagrama de máquinas.** Con ella se elaborará las fichas de información para cada una de las máquinas que se distribuyen en el diagrama. Para realizar la redistribución de la planta se tiene en cuenta los planos de planta actuales identificando sus, dimensiones tanto del área neta, de producción, como de las observaciones particulares recibidas.
- **Flujo de Materiales.** Este instrumento contribuye a analizar el nivel de relación e importancia que existe entre cada una de áreas, y de esta forma se puede interpretar por medio de una herramienta grafica la correcta ubicación de los procesos dentro del espacio destinado a la empresa APROPESCA, (Meyers, 2005). lo que permitirá diseñar estrategias que minimicen la cantidad de distancia recorrida y los costos de transporte.

3.5 FASES DE DESARROLLO DEL PROYECTO

Teniendo en cuenta que el método S.L.P. o Planeación Sistemática de la Distribución es una forma organizada para realizar la planeación de una planta, en una serie de procedimientos y símbolos

convencionales para identificar, evaluar y visualizar los elementos y áreas involucradas de la distribución, el desarrollo de la metodología, consta de seis fases: definición, análisis, búsqueda, selección, evaluación, implantación y seguimiento. Para esta propuesta, se adoptan únicamente las cuatro primeras fases, las dos restantes, no se realizan por cuanto suponen la elaboración de un mínimo de dos o tres propuestas de distribución adicionales que puedan ser enfrentadas y evaluadas para seleccionar la más eficiente, lo cual supone una demanda de tiempo superior al disponible y la implantación, no puede asumirse por costos, tiempo y otros factores.

A continuación se nombran las fases que hacen parte del proyecto, las cuales se encuentra integrada por una serie de actividades específicas así:

3.5.1 Fase I Análisis. En esta fase se desarrollaran seis actividades así:

Actividad 1. Recorrido del producto. Se basa en el plano de distribución de planta existente, para este caso, se generan dos diagramas de proceso, uno para cada planta de producción de la trucha, y la otra de producción del producto. Es decir, la de producción en serie, estos van desde la obtención de materia prima hasta producto terminado, y permite al diseñador un conocimiento claro de las dinámicas de trabajo de estas áreas y la visualización de la zonificación del trabajo.

Actividad 2. Análisis del flujo de materiales. Es el componente central de la distribución de instalaciones, y describe el recorrido de los elementos que componen el producto a través de la planta de producción. Se basa en tres parámetros: las relaciones, espacio, y producto. Sabiendo que es importante tener en cuenta la proximidad entre las áreas, las máquinas y el espacio por cantidad de elementos. Establece el flujo de materiales entre áreas con el diagrama desde-hasta.

Actividad 3. Análisis de relaciones entre actividades. En esta actividad se plantea el tipo y la intensidad de las interacciones existentes entre las diferentes actividades productivas, los medios auxiliares, los sistemas de manipulación y los diferentes servicios de la planta. Estas relaciones no se limitan a la circulación de materiales, pudiendo ser ésta irrelevante o incluso inexistente entre determinadas actividades.

Actividad 4. Elaboración del diagrama de relaciones final. La información recogida hasta el momento, referente tanto a las relaciones entre las actividades como a la importancia relativa de la proximidad entre ellas, es resumida en el diagrama de relaciones de actividades.

Actividad 5. Determinación de los requerimientos de espacio o programa de áreas. Este paso hace referencia a la información de espacio requerido para cada área, este debe ser la necesaria para que su desempeño sea normal. Esta actividad servirá para comenzar a planear el reordenamiento del Layout, ya que muestra la cantidad de espacio que se requiere por línea y componente.

Actividad 6. Verificación del espacio disponible. Se pretende ahorrar la mayor cantidad de espacio disponible sin afectar el desempeño de las distintas áreas, para obtener un ahorro de espacio, esta actividad busca contraponer las necesidades de área con aquella disponible, en caso de no ser coherente una con la otra, es en este punto donde se analiza que áreas deben y pueden reducirse.

3.5.2 Fase II. Búsqueda En la fase de búsqueda del método SLP, requiere de dos actividades, los cuales se describen a continuación:

Actividad 7. Diagrama de relación de espacio. Es similar al de actividades, sin embargo, este diagrama presenta cada área como una representación a escala, de forma que el tamaño que ocupa cada uno sea proporcional al área necesaria para el desarrollo de la actividad.

Actividad 8. Análisis de las consideraciones y limitaciones. En esta actividad, de la metodología del SLP permite incorporar tres conceptos: concepto, psicología y seguridad, siendo factores influyentes, que aportan grandes beneficios a la investigación, y determina la normativa que puede modificar el esquema inicial.

Actividad 9. Desarrollo de alternativas de localización. Es un proceso que exige creatividad y que debe desembocar en un cierto número de propuestas (2 a 3) elaboradas de forma suficientemente precisa, que resultarán de haber estudiado y filtrado un número mayor de alternativas desarrolladas solo esquemáticamente.

3.5.3 Fase III de Selección.

Actividad 10. Evaluación y selección de alternativas. Está orientada a evaluar las alternativas por medio de algún método de evaluación y posteriormente, para seleccionar la mejor y que cumple con las necesidades de la empresa.

3.6 PRODUCTOS A ENTREGAR

Los productos que se desarrollarán en la presente investigación son:

- Aplicación del método Systematic Layout Planning SLP, el cual proporcionará los elementos necesarios para la elaboración del diseño de la localización y disposición de planta a implementar.
- Evaluación de las alternativas de la disposición general de planta propuesta (simulación).

4 ANÁLISIS DE DATOS

4.1 DIAGNOSTICO DE LA DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA APROPESCA Y RECONOCIMIENTO DE LAS DIFICULTADES Y DEBILIDADES

4.1.1 Caracterización del producto a producir en la empresa APROPESCA

La materia prima es la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) que es un pez eurihalino de agua dulce y de mar de la familia de los salmónidos, distribuido de forma nativa por el norte del océano Pacífico, desde Japón pasando por el mar de Bering hasta la península de Baja California en México, Es una especie de pez que es criado en condiciones diversas, tiene una similitud al salmón, esta se reproduce tanto en cautiverio como en la intemperie, tiene la característica de adaptarse fácilmente a los climas, esto conlleva a que se tiene cambiante su color según el hábitat, edad y el momento en el que se encuentre según su reloj reproductivo.

Se distingue por tener un color verdoso amarillo con una característica línea rosada en cada lado, posee además una línea blanca en el vientre acompañada de puntos negros en el área dorsal y las aletas, estos llegan a alcanzar tamaños de entre 51 a 76 cm (National Geographic).

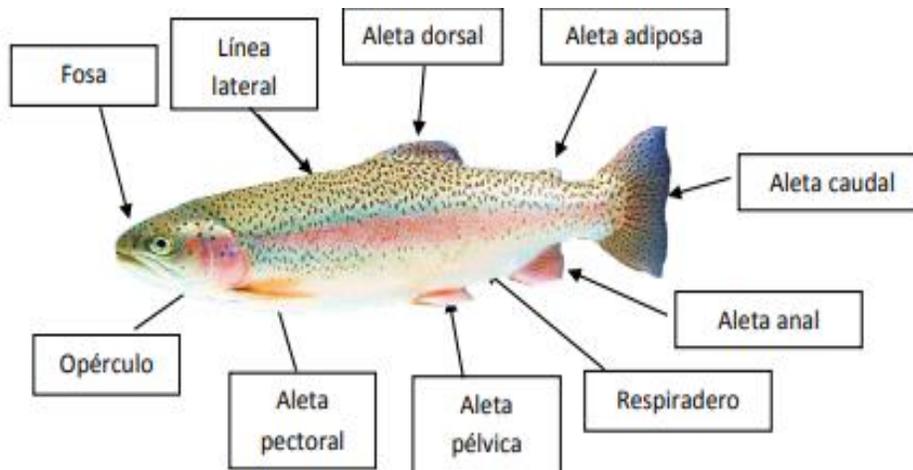


Figura 7 Partes de la trucha

Fuente: Espesca (2017)

La importancia de conocer su morfología radica en verificar que esta conserve buenas condiciones a la hora de recepción de materia prima. Las partes más importantes a tener en cuenta está en la condición en que se encuentres tanto las aletas como la cabeza, debido que el proceso de crianza

genera que estas en muchos casos terminen dañadas y no sean tratadas correctamente y pueda generar focos infecciosos que afecten la producción.

Tabla 14 Taxonomía y composición de la trucha

Nombre científico	Oncorhynchus mykiss		
Masa Corporal	12 Kg Adulto		
Clasificación superior	Oncorhynchus	Composición de la trucha.	
Categoría	Especie	Característica	Composición
Clase.	Actinopterygil	Humedad	75.8%
Orden	Salmoniformes	Grasa	3.1%
Familia	Salmonidae	Proteína	19.5%
Genero	Salmon	Sales minerales	1.2%
Especie	Trutta	La porción de 100 g contiene 139 calorías	

Fuente: Camacho (2000)

Para procesar la trucha se debe de contar con las siguientes características a fin de que se tenga productos ideales, considerando las características de la trucha a cosechar:

- Tamaño de entre 25 a 30 cm.
- Rango de peso: 250 a 330 gr.
- Grado de pigmentación entre 23 a 25.
- Edad del espécimen 5 a 6 meses
- Tener una consistencia firme

APROPESCA es una “Asociación productora y comercializadora de productos acuícolas y agrícolas de Silvia-Cauca” constituida hace 16 años y que articula 300 familias productoras indígenas y campesinas del municipio de Silvia, organizadas en 49 estaciones piscícolas dedicadas al cultivo de Trucha Arco Iris. Desde su creación, la empresa ha sufrido diferentes altibajos, lo que ha impulsado que continuamente se rediseñe,

En cuanto a requisitos para su funcionamiento la organización cuenta con:

- Registro INVIMA y permisos sanitarios, registro de marca y código de barras.
- Plan de manejo ambiental y manejo ecológico de plagas.

- Buenas Prácticas de Manipulación en todas las etapas de la producción.
- Permiso de comercialización

El filete dentro de lo que es el congelado de trucha se debe de cuidar el conservar las especificaciones de peso y características propias del espécimen. Este se puede presentar tanto en estado fresco como en congelados. Registro sanitario No: RSA-006972-2018 tanto para fabricar y vender trucha arco iris variedades: trucha entera, deshuesada, filete, ahumada, cabezas, recortes, carne deshuesada, hamburguesas, carne de trucha molida.

4.1.1.1 Componente de salubridad. Los servicios que ofrece **APROPESCA** al asociado son:

Venta de semilla: cuenta con dos estaciones reproductoras de alevinos que garantizan la calidad de la semilla y, gracias a su buen manejo técnico. Se ofrece trucha arco iris en las siguientes presentaciones: alevinos entre 2-5 cm, dedinos entre 6-8 cm y juveniles de 10 cm.

Venta de concentrado: es comprado directamente en la planta de proceso para venderla al asociado a manera de crédito para su producción.

Tecnificación de la producción: APROPESCA cuenta con 455 estanques cuya capacidad promedio de producción es de 56.400 kilos bimensuales, 268 son estanques de tierra y 187 son de concreto, aunque predominan los estanques de tierra que son menos productivos que los de concreto, en todas las estaciones se han instalado trampas de arena, bocatomas, y se planifica la producción para que las 47 estaciones oferten producto permanentemente, ya que previamente había sobreproducción en ciertos períodos del año y en otros no se contaba con producto para abastecer el mercado. Actualmente la producción es de 30.700 kilos bimensuales.

Líneas de productos: actualmente cuenta con cerca de 8 referencias de productos: trucha entera eviscerada (paquete por kilo, empacada al vacío), filete de trucha (trucha sin espinas y piel, empacada al vacío), deshuesada corte mariposa (sin cabeza, empacada al vacío), deshuesada corte mariposa (paquete por kilo, empacada al vacío), deshuesada glaseado, cabezas de trucha (paquete por libra, empacado al vacío), producto en fresco, hamburguesas de trucha, incorporando así un proceso inicial de agregación de valor en la oferta, derivado de contar con una planta de transformación.

4.1.1.2 Análisis del producto - cantidad (P - Q). El análisis de la información del producto y cantidad producida, es el punto de partida para la aplicación del método SLP, por ello, se tiene en cuenta la cantidad de kilos producidos y los días productivos al mes A fin de establecer los equipos disponibles, capacidad y tiempos de proceso, para estimar la cantidad real que APROPESCA, puede producir y de esta forma aumentar su volumen de ventas. Los resultados de

este análisis se presentan en la tabla 13, donde se observa que la capacidad de producción es de 37.500 kilos en 25 días, lo que se debe tener en cuenta en la re-distribución de la planta.

Tabla 15 Kilos de filetes de trucha que pueden producirse por mes en APROPESCA

Presentación	Producción en kilos x día	Días productivos	Kilos totales
Filete de trucha	1.400	25	37.500

Fuente. Esta investigación

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede observar que la empresa APROPESCA produce un solo producto actualmente por lo cual la distribución adecuada es la posición fija, ya que se produce en gran escala.

4.1.2 Análisis de la distribución actual de la planta.

4.1.2.1 Descripción del proceso. Un buen programa de ingeniería de métodos sigue un proceso ordenado, que inicia con la selección del proyecto y termina con su implantación. En primer paso, quizás el más importante, ya sea diseñar un nuevo centro de trabajo o mejorar una operación ya existente, es la identificación del problema en forma clara y lógica.

1. Abastecimiento de Materia Prima

Hoy en día la Asociación Productora y Comercializadora de Productos Acuícolas y Agrícolas de Silvia Cauca APROPESCA, es una organización privada sin ánimo de lucro que está conformada por productores campesinos e indígenas, en calidad de asociados, que se encuentran distribuidos en 47 estaciones piscícolas ubicadas en cinco resguardos del Municipio de Silvia y uno del municipio de Jambaló, en el departamento del Cauca, de la siguiente manera: Ambaló(5), Kizgó (3), Guambía (22), Quichayá (5) y Pitayó (5), Jambaló (2), La Aguada (1) y en zona campesina (4). Actualmente cuenta con 250 familias repartidas en las 47 estaciones, y según la base de datos de beneficiarios de APROPESCA del año 2015 en total son 746 beneficiarios entre padres y madres cabeza de hogar.

Con la orden de producción, el jefe de producción establece cual es el plan de trabajo donde se fija la secuencia de los procesos, el personal que se va a requerir y los tiempos de elaboración. También el coordinador supervisa todo el proceso para garantizar que el plan se ejecute de acuerdo a lo programado.

3. Procesamiento de la materia prima

- **Recepción de Materia prima**

La materia prima es ingresada a la planta de producción en presentación de entero y fresco; una vez descargada la materia prima se solicita el Certificado de calidad de la materia prima y la guía de remisión del transportista, una vez obtenidos los documentos el TAC (Técnico en aseguramiento de la calidad) procede a realizar el muestreo del producto la cual verificará si las especímenes tienen buena calidad no debe presentar desprendimientos de pulpa, presencia de golpes u otros que puedan generar dificultades en el procesamiento, además debe verificar el olor que desprende de este; dependiendo del resultado se aceptará o rechazará el lote. En el caso que de presentarse alguna inconformidad, informa a sus superiores y se toma una decisión de aceptación o rechazo.

Una vez obtenido el resultado del TAC se comienza a descargar el producto e ingresa la materia prima para continuar con el proceso, que consiste en el pesaje inicial por medio de una balanza electrónica ubicada en la entrada de la planta de producción, con la finalidad de realizar el control de peso.



Figura 10 Recepción de materia prima

Fuente. Foto tomada por Harold Andrés Fernández Medina (2019)

- **Área de Lavado de Materia prima**

A continuación, es conducido para la operación de lavado, en esta área esta provistas de mesas de lavado con agua clorada a 50 ppm donde terminan de retirar la materia orgánica excedente y la sangre antes del eviscerado. Se efectúa un corte ventral hasta la abertura anal, con la finalidad de permitir el fácil acceso a la cavidad abdominal para una completa eliminación del tubo intestinal y los órganos interno, Esta técnica busca minimizar las pérdidas, dado que en ella se extrae gran cantidad de volumen. Posteriormente se hace un corte en el área del vientre de la trucha, con el apoyo de cuchillos, a fin de que se pueda extraer completamente las vísceras.

Esta operación unitaria se realiza manualmente con personal entrenado y capacitado.



Figura 11 Lavado de Materia prima

Fuente. Foto tomada por José Guillermo Muñoz Sánchez (2019)

- **Área de enhielado**

Una vez lavada la materia prima se le adiciona hielo y se lleva al área de almacenamiento a fin de minimización de tiempos de exposición al ambiente asegurando de esta manera que se conserve en las mejores condiciones la trucha, por lo que se considera el tener una temperatura de entre 0 a 4° C, para evitar que se contamine o se pierda sus características nutritivas.



Figura 12 Enhielado de la materia prima

Fuente. Foto tomada por José Guillermo Muñoz Sánchez (2019)

- **Área de deshuesado**

Esta área cuenta con 10.86 m², provista de 2 mesas grandes y una pequeña. En todo el proceso de deshuesar se cuenta con un personal altamente calificado y debidamente implementado utilizando correctamente la dotación y las condiciones higiénicas adecuadas. El personal que manipule el pescado empleará técnicas adecuadas de inspección y utilizarán los elementos necesarios para eliminar las espinas. Se procede al fileteado mediante un corte longitudinal a lo largo de la espina dorsal, obteniéndose dos filetes sin piel.



Figura 13 Área de Deshuesado

Fuente. Foto tomada por Harold Andrés Fernández Medina (2019)

- **Área de fechado**

En este proceso se coloca las fechas a las bolsas donde se va a empacar el filete, las cuales son entregadas al operario que empaca, dependiendo del tamaño y características del filete.



Figura 14 Área de fechado

Fuente. Foto tomada por José Guillermo Muñoz Sánchez (2019)

- **Área de clasificación**

Cada filete es pesado en una balanza electrónica, de acuerdo a los rangos establecidos para cada especie. Donde se establecerá el peso promedio de cada filete pesando cada uno de los productos. La balanza utilizada para pesar se calibrará periódicamente para garantizar la precisión del peso.



Figura 15 Clasificación de la materia prima

Fuente. Foto tomada por José Guillermo Muñoz Sánchez (2019)

- **Embolsada**

Posteriormente se procede al embolsado. La presentación deberá de cumplir las especificaciones que puede llegar a agruparlo en unidades de entre uno a tres filetes, con la finalidad de proceder a empacarlos en bolsas de polietileno termo encogido. El cual debe asegurar que no se deteriore o contamine el producto, el sellado.



Figura 16 Proceso de embolsado

Fuente. Foto tomada por Harold Andrés Fernández Medina (2019)

- **Área de sellado al vacío**

En este proceso se inspecciona las bolsas empacadas antes de utilizarlo para comprobar que no esté dañado o contaminado. El personal debidamente capacitado procede a sellar el producto en intervalos periódicos verificando la eficacia del cierre hermético y el correcto funcionamiento de la máquina selladora. Los filetes son colocados en la máquina, el tiempo promedio es de 5 segundos. Una vez cerrados herméticamente, los productos se trasladarán con cuidado y sin demoras excesivas al refrigerador donde se almacenarán.



Figura 17 Proceso de sellado al vacío

Fuente. Foto tomada por José Guillermo Muñoz Sánchez (2019)

- **Congelación de los filetes de pescado**

Con la finalidad de poder tener un buen producto se lleva el producto al área de congelación para que tenga una temperatura menor de -18°C a fin de que el filete permanezca en las mejores condiciones. El brindar esta temperatura permanentemente asegurara el mejor mantenimiento del producto.



Figura 18 Área de congelación 1

Fuente. Foto tomada por Harold Andrés Fernández Medina (2019)

- **Embalaje**

Después de haber congelado el producto se procede a empacar los filetes sellados a fin de terminar el proceso productivo, los pesos han de ser controlados según el requerimiento del cliente y pesos requeridos.



Figura 19 Embalaje del producto procesado

Fuente. Foto tomada por José Guillermo Muñoz Sánchez (2019)

- **Congelación de cajas**

Una vez empacadas las cajas se trasladara a la segunda cámara frigorífica a fin de mantener el filete procesado a -12° C, y de esta forma asegurar que se mantengan estas cajas en las condiciones ideales para la conservación del producto.



Figura 20 Congelación de cajas

Fuente. Foto tomada por Harold Andrés Fernández Medina (2019)

- **Despacho**

Se hace la distribución a través de un camión isotérmico en los respectivos puntos de entrega tales como supermercado Olímpica, placitas campesinas y éxito entre otros. La distribución se realizará quincenalmente los días lunes. En esta operación se verifica que el producto esté conforme a lo solicitado.



Figura 21 Área de despacho

Fuente. Foto tomada por José Guillermo Muñoz Sánchez (2019)

- **Área de desinfección**

Terminado el proceso productivo se procede a la desinfección de las canastillas, maquinaria y equipos e implementos empleados, utilizando para ello los insumos requeridos y necesarios para garantizar su aplicación.



Figura 22 Proceso de desinfección

Fuente. Foto tomada por Harold Andrés Fernández Medina (2019)

4.1.2.1 Maquinaria disponible. Para dar inicio a la planta de procesamiento de trucha para la obtención de filete congelado, se estima necesario contar con los siguientes elementos a fin de poder brindar las mejores condiciones para producción:

Tabla 16 Maquinaria disponible

1) Mobiliario <ul style="list-style-type: none"> • Mesas de acero quirúrgico. • Carrito transportador. • Estante. 	2) Medición <ul style="list-style-type: none"> • Balanza de 30 kg • Balanzas de 300 kg. • Termómetro de -20 a 110 °C. • Ictiometro de 60 cm. 	3) Almacenamiento <ul style="list-style-type: none"> • Cajas con capacidad de 30 Kg • Tanque de agua. • Canastillas plásticas. • Bolsas. • Cámara de almacenamiento. 	4) Químicos <ul style="list-style-type: none"> • Detergente. • Soda caustica. • Ácido muriático. • Insecticidas.
5) Maquinaria <ul style="list-style-type: none"> • Tangue de lavado • Tangue de Cúter • Maquina Escarchadora • Maquina fechadora • Maquina selladora • Motor de refrigeración • Máquina de sellado. • Bomba de agua. 	6) Utensilios <ul style="list-style-type: none"> • Cuchillo industrial • Tijeras. • Tableros de teflón. • Balde plástico. • Palín de acero • Afilador de cuchillos • Recipiente plástico 	7) Vestimenta <ul style="list-style-type: none"> • Botas • Delantales • Tapabocas • Gorras y zapatos desechables • Trajes de cuerpo entero. • Guantes de poliuretano. 	8) Otros <ul style="list-style-type: none"> • Papel toalla. • Dispensador de alcohol en gel y jabón. • Escobas. • Recogedor. • Alcohol en gel. • Jabón liquido • Tapetes para piso • Medidor temperatura

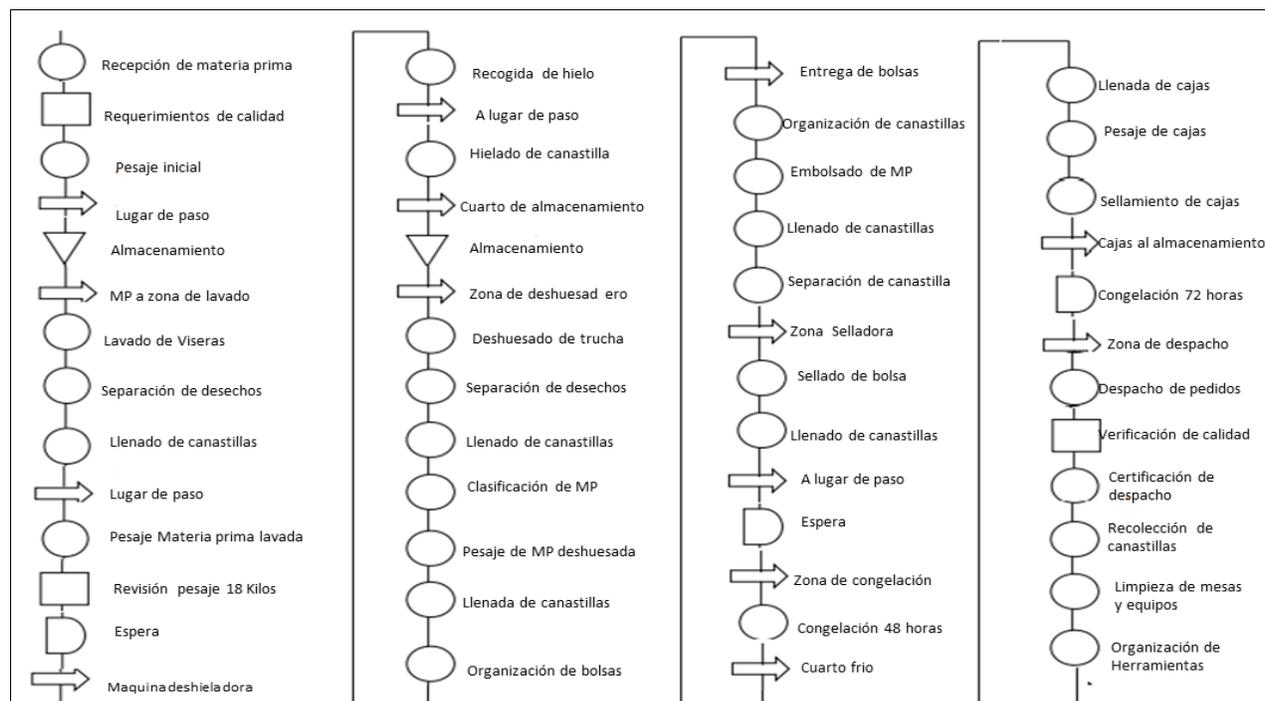
Fuente. APROPESCA (2019)

4.1.2.2 Diagrama de flujo del proceso. Se usa, para identificar cada una de las actividades que se hacen en el procesamiento del producto. Los procedimientos hacen referencia a una componente o secuencia de trabajo específicos. El diagrama de flujo de los procesos es valioso en especial para registrar costos ocultos no productivos, como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales. Los diagramas de flujo de procesos requieren de símbolos adicionales a los del diagrama de procesos de la operación.

Teniendo en cuenta las áreas de la planta de producción y la maquinaria y equipos requerido dentro del proceso de procesamiento del filete de trucha se procede a realizar el diagrama del proceso mostrando la secuencia cronológica de todas las operaciones, transportes, inspecciones y almacenamiento que se usan en el proceso de producción del filete de trucha, desde la llegada de la materia prima, hasta el empaque del producto terminado.

La figura 16 muestra el diagrama de operaciones correspondiente a la producción de 234 kilos de filete de trucha. Realizar el diagrama de operaciones es muy importante porque contribuye a diseñar un nuevo centro de trabajo o mejorar una operación ya existente, es la identificación del problema en forma clara y lógica.

Tabla 17 Diagrama de operaciones del proceso



Fuente. Esta investigación

Al construir un diagrama de flujo, se identifica cada actividad con el símbolo y número correspondiente al que aparece en el diagrama de flujo de proceso. La dirección del flujo se indica con pequeñas flechas sobre líneas.

En la tabla 17 se describe al diagrama de flujo para el procesamiento de la trucha arcoíris, con el que es posible identificar claramente el recorrido que sigue el producto por cada área del proceso, desde que ingresa a la recepción de la materia prima, hasta el almacenamiento como producto final para luego ser despachado.

Tabla 18 Diagrama de flujo de elaboración de filete de trucha

Empresa ASOPESCA										
Diagrama núm.		Hoja núm.		1 de 2		Resumen				
Producto:		PROCESO INICIAL				Actividad	Actual	Propuesta	Economía	
Actividad:		Proceso productivo elaboración de 234 kilos de filete de pescado				Operación	30			
Lugar:		Planta de producción				Transporte	13			
Operario:						Espera	2			
Fecha:						Inspección	3			
						Almacenamiento	4			
						Distancia (m)	71,05			
						Tiempo (min)	80,22			
No.	Descripción	Cant. (kg)	Dist. (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
					○	⇨	▷	□	▽	
1	Recepción de materia prima		4,3		○	⇨	▷	□	▽	1. Operario
2	Verificación requerimientos de calidad				○	⇨	▷	□	▽	
3	Pesaje inicial MP				○	⇨	▷	□	▽	
4	Traslado zona de almacenamiento		11,5		○	⇨	▷	□	▽	
5	Almacenamiento				○	⇨	▷	□	▽	
6	Traslado MP a zona de lavado		8,99		○	⇨	▷	□	▽	
7	Lavado de Viseras				○	⇨	▷	□	▽	6. Operarios
8	Separación de desechos				○	⇨	▷	□	▽	
9	Llenado de canastillas				○	⇨	▷	□	▽	
10	Traslado de lavado a lugar de paso		2,5		○	⇨	▷	□	▽	
11	Pesaje Materia prima lavada	18 Kilos			○	⇨	▷	□	▽	
12	Revisión pesaje 18 Kilos				○	⇨	▷	□	▽	
13	Espera				○	⇨	▷	□	▽	
14	Traslado a maquina descorchadora		8,15		○	⇨	▷	□	▽	1. Operario
15	Recogida de hielo				○	⇨	▷	□	▽	
16	Traslado a lugar de paso		8,15		○	⇨	▷	□	▽	
17	Hielado de canastilla				○	⇨	▷	□	▽	
18	Traslado al cuarto de almacenamiento		5,1		○	⇨	▷	□	▽	
19	Almacenamiento				○	⇨	▷	□	▽	
20	Traslado al zona de deshuesadero		4,35		○	⇨	▷	□	▽	
21	Deshuesado de trucha				○	⇨	▷	□	▽	8. Operarios
22	Separación de desechos				○	⇨	▷	□	▽	
23	Llenado de canastillas				○	⇨	▷	□	▽	
24	Clasificación de MP				○	⇨	▷	□	▽	1. Operario
25	Pesaje de MP deshuesada				○	⇨	▷	□	▽	
26	Llenada de canastillas				○	⇨	▷	□	▽	
27	Organización de bolsas por tamaños				○	⇨	▷	□	▽	

Fuente. Esta investigación

Continuación Tabla 17 Diagrama de flujo de elaboración de filete de trucha

Empresa ASOPESCA										
Diagrama núm.		Hoja núm. 2 de 2			Resumen					
Producto:		Hoja núm. 2 de 2			Resumen					
Filete de trucha PROCESO INICIAL		Hoja núm. 2 de 2			Resumen					
Actividad:		Hoja núm. 2 de 2			Resumen					
Proceso productivo elaboración de 234 kilos de filete de pescado		Hoja núm. 2 de 2			Resumen					
Lugar: Planta de producción		Hoja núm. 2 de 2			Resumen					
Operario:		Hoja núm. 2 de 2			Resumen					
Fecha:		Hoja núm. 2 de 2			Resumen					
No.	Descripción	Cant. (kg)	Dist. (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
					○	⇨	D	□	▽	
28	Colocación de fechas				○	⇨	D	□	▽	
29	Entrega de bolsas área de embolsado				○	⇨	D	□	▽	1. Operario
30	Organización de canastillas pequeñas				○	⇨	D	□	▽	
31	Embolsado de Materia prima				○	⇨	D	□	▽	1. Operario
32	Llenado de canastillas				○	⇨	D	□	▽	
33	Traslado canastillas zona selladora		2,25		○	⇨	D	□	▽	
34	Sellado de bolsa				○	⇨	D	□	▽	1 Operarios
35	Llenado de canastillas				○	⇨	D	□	▽	
36	Traslado de canastillas a lugar de paso		3,01		○	⇨	D	□	▽	
37	Espera				○	⇨	D	□	▽	
38	Traslado de zona de congelación		4,25		○	⇨	D	□	▽	1. Operario
39	Almacenamiento 48 horas				○	⇨	D	□	▽	
40	Traslado del cuarto frío al almacenamiento		3,4		○	⇨	D	□	▽	
41	Llenada de cajas				○	⇨	D	□	▽	
42	Pesaje de cajas				○	⇨	D	□	▽	
43	Sellamiento de cajas				○	⇨	D	□	▽	
44	Traslado de cajas cuarto frío 2		3,6		○	⇨	D	□	▽	
45	Espera 72 horas				○	⇨	D	□	▽	
46	Traslado a zona de despacho		1,5		○	⇨	D	□	▽	
47	Despacho de pedidos				○	⇨	D	□	▽	
48	Verificación de calidad del despacho				○	⇨	D	□	▽	
49	Certificación de despacho				○	⇨	D	□	▽	
50	Recolección de canastillas				○	⇨	D	□	▽	
51	Limpieza y desinfección de mesas y equipos				○	⇨	D	□	▽	
52	Organización de Herramientas				○	⇨	D	□	▽	

Fuente. Esta investigación

4.1.2.3 *Diagrama de recorrido.* En la figura 23 se hace una representación pictórica de la distribución actual de la planta donde se muestra la localización de todas las áreas y el flujo de proceso.

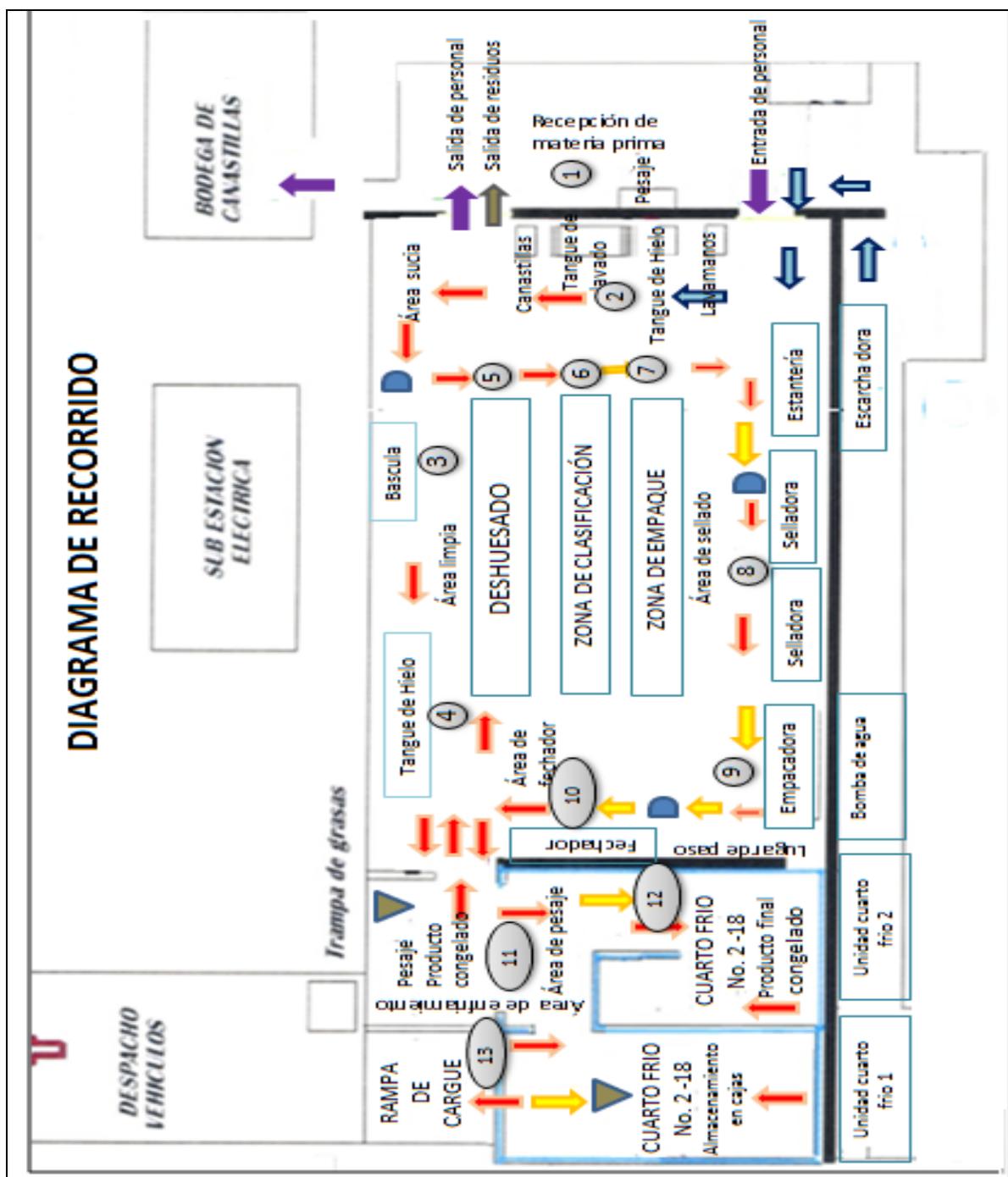


Figura 23 Diagrama de recorrido del producto procesamiento del filete de trucha

Fuente. Esta investigación

La figura muestra el diagrama de recorrido donde se puede identificar claramente, la ruta que sigue el producto por cada proceso, desde la recepción de la M.P. Hasta ser empacado en cajas el producto final. Para proponer alternativas que contribuyan a simplificar el flujo y hacer el proceso más rápido; como también definir las áreas faltantes, los cuales se tendrán en cuenta para incluirlos en la nueva distribución. De este diagrama no se desprende una distribución en planta, pero si se convierte en un punto de partida para su planteamiento.

4.1.2.4 Recorrido del producto (flujo de producción).- El material que se mueve dentro de una planta de producción puede ser medida cuantitativamente y se refiere a la cantidad de materia prima y desechos que transita entre las diversas áreas de la planta productiva. El diagrama desde – hasta es una herramienta que permite registrar estos flujos. Se hizo una matriz de las áreas que tiene la planta y ahí se registra el flujo que se hacen de forma vertical y horizontal.

Tabla 19 Diagrama desde – hasta Flujo de producción lote de 234 kilos

Distribución actual Desde	Hasta													
	Oficinas	Almacén	Recepción MP	Lavado	Enhielado	Deshuesado	Fecha	Embolsado	Clasificación	Sellado	Cuarto frío 1	Embalaje	Cuarto frío 2	Despachos
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4
Recepción de MP	0	0	0	234	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lavado de MP	0	0	234	0	655	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enhielado	0	0	0	655	0	327	0	0	0	0	0	0	0	0
Deshuesado	0	0	0	0	327	0	421	0	0	0	0	0	0	0
Fecha	0	0	0	0	0	421	0	655	0	0	0	0	0	0
Embolsado	0	0	0	0	0	0	655	0	195	0	0	0	0	0
Clasificación	0	0	0	0	0	0	0	195	0	234	0	0	0	0
Sellado al vacío	0	0	0	0	0	0	0	0	234	0	327	0	0	0
Congelación 1,	0	0	0	0	0	0	0	0	0	327	0	421	0	0
Embalaje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	421	0	655	
Congelación 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	655	0	234
Despacho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	234	0

Fuente. Esta investigación

Como se puede observar, los recuadros que están en blanco, representan áreas que no presentan una relación muy significativa, por lo tanto no tienen un peso importante en la distribución. Sin embargo, esto no significa que no presenten algún tipo de relación con otras áreas.

4.1.2.5 Relaciones entre actividades. Una vez conocido el recorrido del producto por las diferentes actividades productivas, se procede a desarrollar el diagrama de relación de actividades para los procesos de producción del filete de trucha de APROPESCA, por ello se planteó la intensidad de las interacciones existentes, los sistemas de manipulación y áreas de la planta productiva, se tiene como criterio buscar la mejor relación entre ellos ya que se busca minimizar los tiempos de desplazamiento tanto de personal como de producto, materias primas e insumos. Siendo de gran utilidad al momento de realizar la nueva distribución de planta.

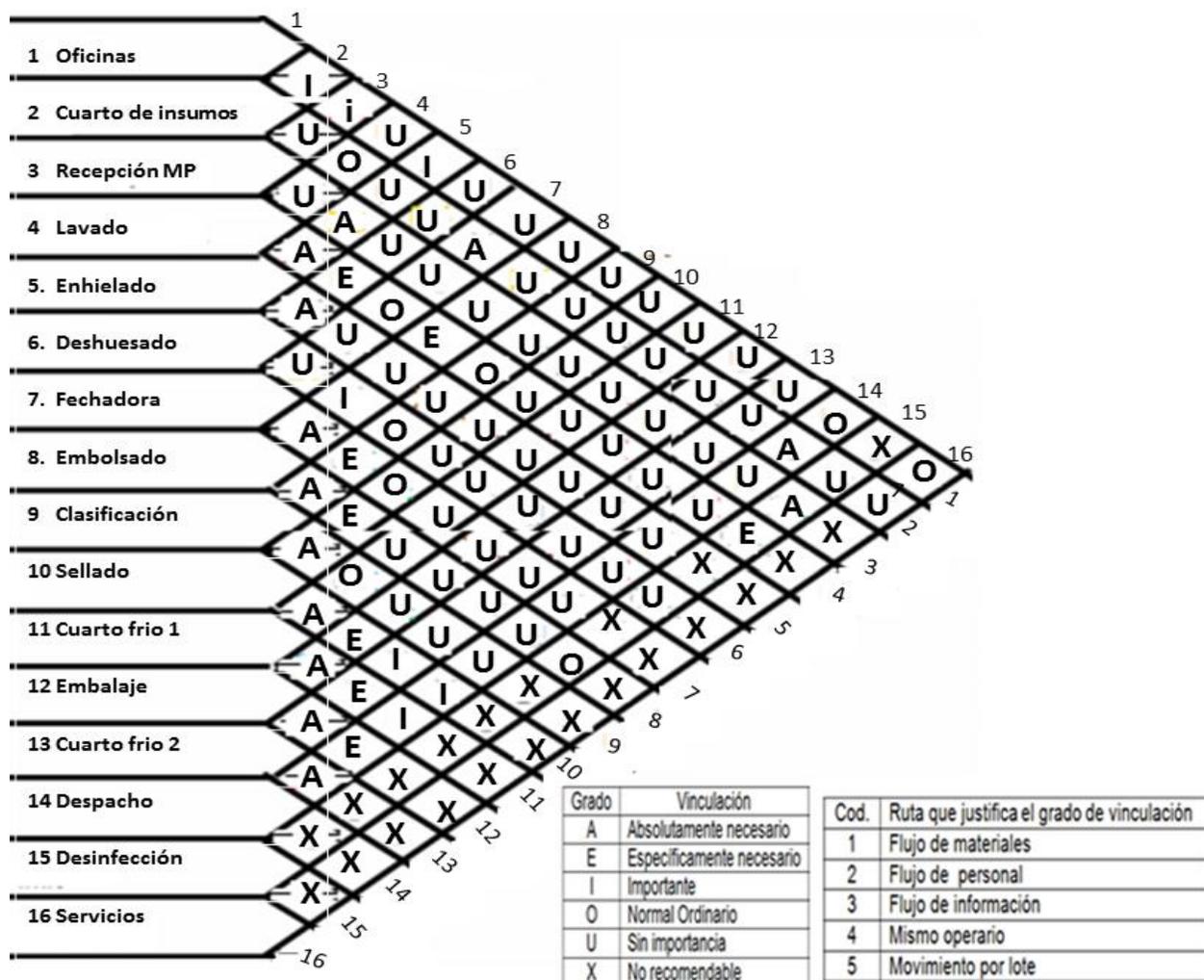


Figura 24 Diagrama de relación de actividades

Fuente. Esta investigación

Se elabora un diagrama de doble entrada, en el que quedan plasmadas las necesidades de proximidad entre cada actividad y las restantes según los factores de proximidad definidos a tal efecto, mediante un código de letras, siguiendo una escala que decrece con el orden de las cinco vocales: A (absolutamente necesaria), E (especialmente importante), I (importante), O (importancia ordinaria), U (no importante); y X (indeseable), también se hace por medio de una fórmula matemática, es importante mencionar que los códigos más importantes son el A y E por lo

cual son los que se deberán tener en cuenta para elegir la distribución de planta final. La forma de determinar este número es por medio de la siguiente formula.

$$\# \text{proximidad} = \frac{n(n-1)}{2} \times 2$$

Donde n: número de actividades o áreas de la planta

$$\# \text{proximidad} = \frac{16(15-1)}{2} = 120$$

Tabla 20 Conteo de códigos del diagrama de relación de actividades

No.	Actividad	Factores de proximidad					
		A	E	I	O	U	X
1	Oficinas					1	
2	Almacén de insumos			3	2	9	1
3	Recepción de materia prima	2				11	1
4	Lavado de MP	2				10	1
5	Enhielado	1				9	2
6	Deshuesado	1	1			8	1
7	Fechadora		1	1		7	1
8	Embolsado	1	1			5	2
9	Clasificación	1	1		1	4	1
10	Sellado al vacío	1			1	3	2
11	Congelación 1,	1	1	2			2
12	Embalaje	1	1	1			2
13	Congelación 2	1	1				2
14	Despacho	1					2
15	Limpieza y desinfección						2
16	Servicios						1
Total códigos		13	7	7	4	67	22
Total códigos A y E		20					
Suma total de códigos		120					

Fuente. Esta investigación

En la tabla 19 se puede evidenciar que el número total de relación es el mismo que arroja la fórmula 120, según el número de actividades o áreas que se utilizan en la planta productiva del filete de trucha. También se hizo el diagrama en base a la información que proporcionaron los operarios y jefes de la empresa APROPESCA. Las actividades son representadas por nodos unidos por líneas. La intensidad de la relación quedo reflejada con el color de la línea (Tabla 19). La ordenación se hizo de tal manera que se minimice el número de cruces entre las líneas que

representa las relaciones entre las actividades, o por lo menos entre aquellas que representa una mayor intensidad relacional. De esta forma se trata de conseguir una mejor distribución en las que las actividades con mayor flujo de materiales estén lo más próximas posible (cumpliendo el principio de la mínima distancia recorrida) y en las que la secuencia de las actividades sea similar a aquella con la que se tratan, elaboran o ensamblan los materiales (principio de la circulación o flujo de materiales).

4.1.2.6 Diagrama de bloques. Con el fin de evaluar la factibilidad de la anterior alternativa ya expuestas por medios del diagrama de relaciones se procede a representar dos posibles distribuciones de planta, por medio del diagrama adimensional de bloques. Después de obtener el área completa requerida para la distribución de planta se procede a realizar una representación de áreas en bloques teniendo en cuenta el área requerida para cada departamento con su respectiva ubicación.

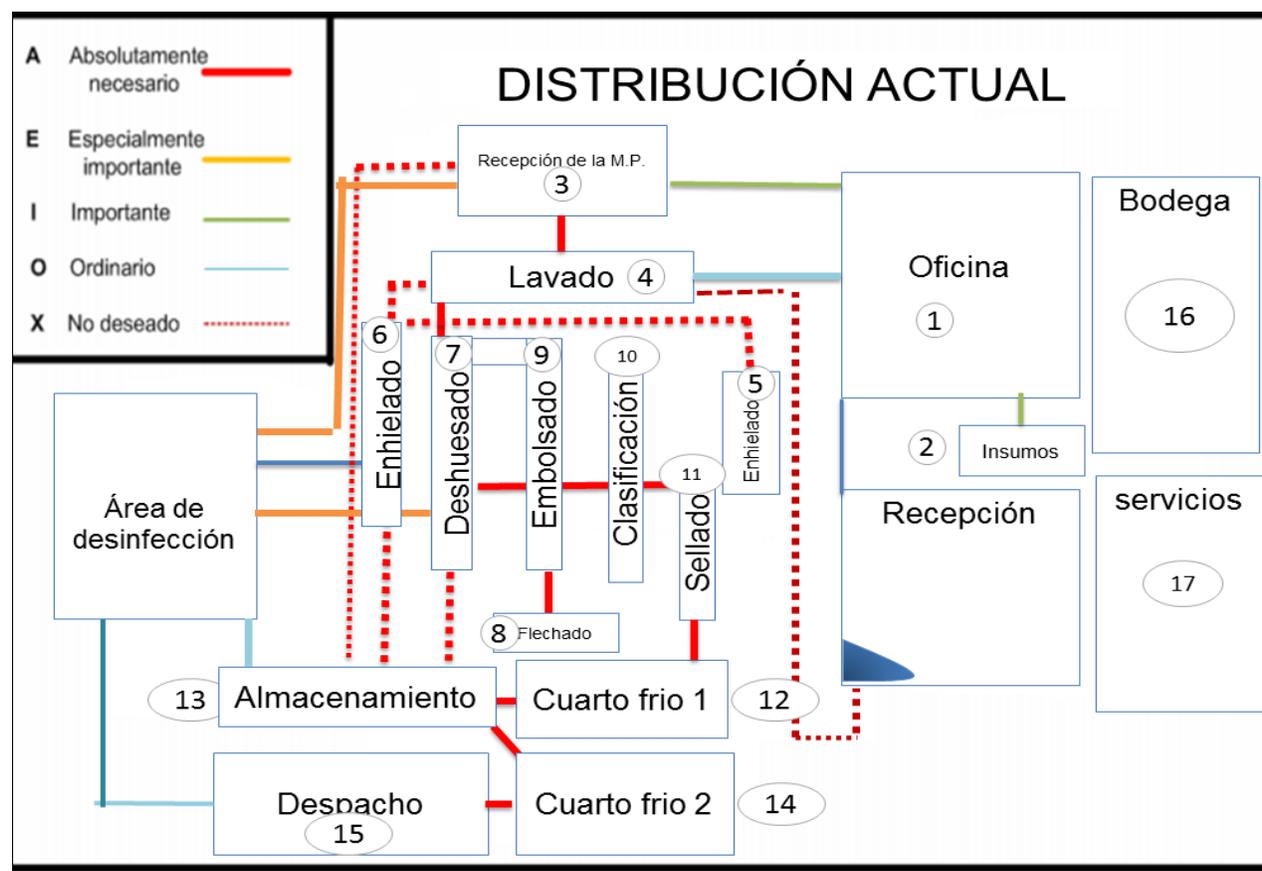


Figura 25 Diagrama relacional de actividades

Fuente. Esta investigación

Este primer diagrama de relación de actividades brinda la primera imagen de cómo están distribuidas las áreas de la planta de producción de APROPESCA, cabe mencionar que no se ha

tenido en cuenta los espacios requeridos por áreas. Cada área está representada por un cuadrado y en cada esquina de éste se coloca el número del departamento con el cual tiene algún grado de cercanía (Meyers 2006), las relaciones marcadas con la letra U no se colocan ya que no son de importancia. El diagrama se empleó para plasmar de manera gráfica las relaciones encontradas en la tabla de relación de actividades.

4.1.3 Análisis de las áreas requeridas y disponibles. Después de haber realizado el diagrama de relaciones se procede a definir el espacio (m²) necesario para cada actividad y es valorado el espacio destinado para el total de actividades incluidas en este proyecto.

4.1.3.1 Áreas requeridas. La planta de procesamiento de la trucha cuenta con un área de 123.75 m² donde tiene instalada la maquinaria y equipos, también se tiene en cuenta la información proporcionada por (Tomplkins, 1984) de requerimiento de personal, por lo que éstos serán estimados de acuerdo a las recomendaciones y tablas proporcionadas.

Para ello se incluye a todo el personal que hace parte de la planta productiva, esto es los involucrados en los procesos de procesamiento de la trucha, son 8 en el área de deshuesado, 1. Operario que recepción, almacenamiento, embalaje y despacho, 1 flechador, 2 clasificadores, 1 sellador. Esto es un total de 13 operarios, sin incluir directivos que cuentan con instalaciones propias. En resumen, la planta será diseñada para laborar 4 hombres y 9 mujeres, es importante anotar que el mismo personal que hace el proceso de deshuesar, inicialmente han hecho el proceso de lavado de la trucha.

Para determinar el espacio que requieren las máquinas que se emplean en el procesamiento del filete de trucha, se optó por utilizar el método de Guercher, el cual especifica un área total del equipo o estación de trabajo teniendo en cuenta el espacio que ocupa, la operación que realiza el operario y el desplazamiento de los materiales y para el mantenimiento del equipo, en el que también se tiene en cuenta el espacio de conexiones tanto eléctricas como hidráulicas.

Con relación a los espacios de los pasillos será de un 20% de la dimensión del área cuando se transporta material y del 10% cuando no. Los requerimientos de personal son calculados en base a tablas que ya toman en consideración del espacio de pasillos Para tal fin se usan las siguientes ecuaciones:

Ecuación 1: *Área del equipo (S_s) = largo x ancho*

Ecuación 2: *Área de gravitación (S_g) = S_s x N* donde N corresponde al número de caras por las que se puede operar el equipo.

Ecuación 3: $Area\ de\ evolucion = (Ss + Sg) K$, donde K corresponde a una constante que se determina entre la relación entre la altura promedio de los equipos que se van a utilizar y la altura promedio de los operarios que manipulan las máquinas.

Para este trabajo se calculó K de la siguiente forma

$$K = \frac{Altura\ promedio\ de\ los\ operarios}{2 \times Altura\ promedio\ de\ los\ equipos}$$

$$K = \frac{1.65}{2(1.5)} = 0.5$$

Ecuación 4: $Area\ total = Ss + Sg + Se$

Se toma el área del equipo (Ss) como aquella que ocupa éste en el espacio. Luego de esto se calcula el área de gravedad (Sg) teniendo en cuenta el número de caras por las que se puede operar este equipo, dando de esta forma el área por la cual el trabajador operará la máquina. Luego de esto se calcula un área de evolución (Se) por la que transitará el operario y la materia prima.

El objetivo de este valor es el de determinar un espacio por el cual se pueda transitar el operario y la materia prima entre las distintas operaciones. Se repite el cálculo de estas áreas (Ss, Sg y Se) para el elemento auxiliar que ayudará al operario entre cada proceso, ya que este elemento también necesitara una superficie de transito sin interrumpir la función de la maquinaria o la ergonomía del trabajador.

Teniendo en cuenta las anteriores ecuaciones, se logró determinar el área total de la planta de producción teniendo en cuenta el cálculo estimado de espacio que requieren los equipos, la holgura que necesita el operario para la correcta puesta en funcionamiento, así como el espacio para su transporte y el de la materia prima entre las distintas etapas o puestos de trabajo.

El resumen de los requerimientos de espacio que se requieren en la planta de producción se muestra en la tabla 21. Para las áreas que no están dentro del proceso de producción de empresa se tomaron las dimensiones de la planta actual, por recomendaciones de la jefe de producción de APROPESCA, las cuales dan el total de espacio requerido. (Tompkins, White, Bozer & Tanchoco, 2010)

Se eligió la distribución en U, ya que facilita un mejor flujo de proceso y se acondiciona mejor al tipo de infraestructura que se encuentra en el mercado inmobiliario (bodega rectangular). Para observar con mayor detalle lo dicho, el siguiente diagrama muestra características singulares de recorrido. Como espacio requerido la superficie ocupada por cada proceso (Tabla 20), esta será el punto de partida del diagrama de bloques inicial.

Tabla 21 Cálculo de áreas mínimas requeridas en el procesamiento de la MP

No.	Áreas	Áreas mínimas requeridas m ²	Áreas disponibles m ²
1	Bodega de concentrados	43,21	43,21
2	Zona de recepción	11,19	11,19
3	Zona técnica	7,15	7,15
4	Zona state	13,94	13,94
5	Zona de vestir	6,73	6,73
6	Zonas de servicios y sanitarios	6,36	6,36
7	Oficinas	32,42	32,42
8	Almacén de insumos	9,55	38,20
9	Recepción de materia prima	18,06	18,06
10	Limpieza y desinfección	26,39	26,39
11	Servicios	6,36	6,36
12	Lavado de MP	14,31	18,81
13	Enhielado	6,59	8,69
14	Deshuesado	22,96	27,16
15	Fechadora	6,93	6,93
16	Embolsado	15,15	15,38
17	Clasificación	15,31	15,38
18	Sellado al vacío	8,53	8,69
19	Congelación 1,	8,82	8,82
20	Embalaje	7,30	7,30
21	Congelación 2	6,85	6,85
22	Despacho	11,01	11,01
Áreas totales		305,11	345,03

Fuente. Esta investigación

El área requerida en la planta de producción es 132.98 m² es mayor que el área actual (123.75 m²) por lo que se tendrá que hacer una extensión de construcción para que se pueda hacer mejor el procesamiento del filete de trucha.

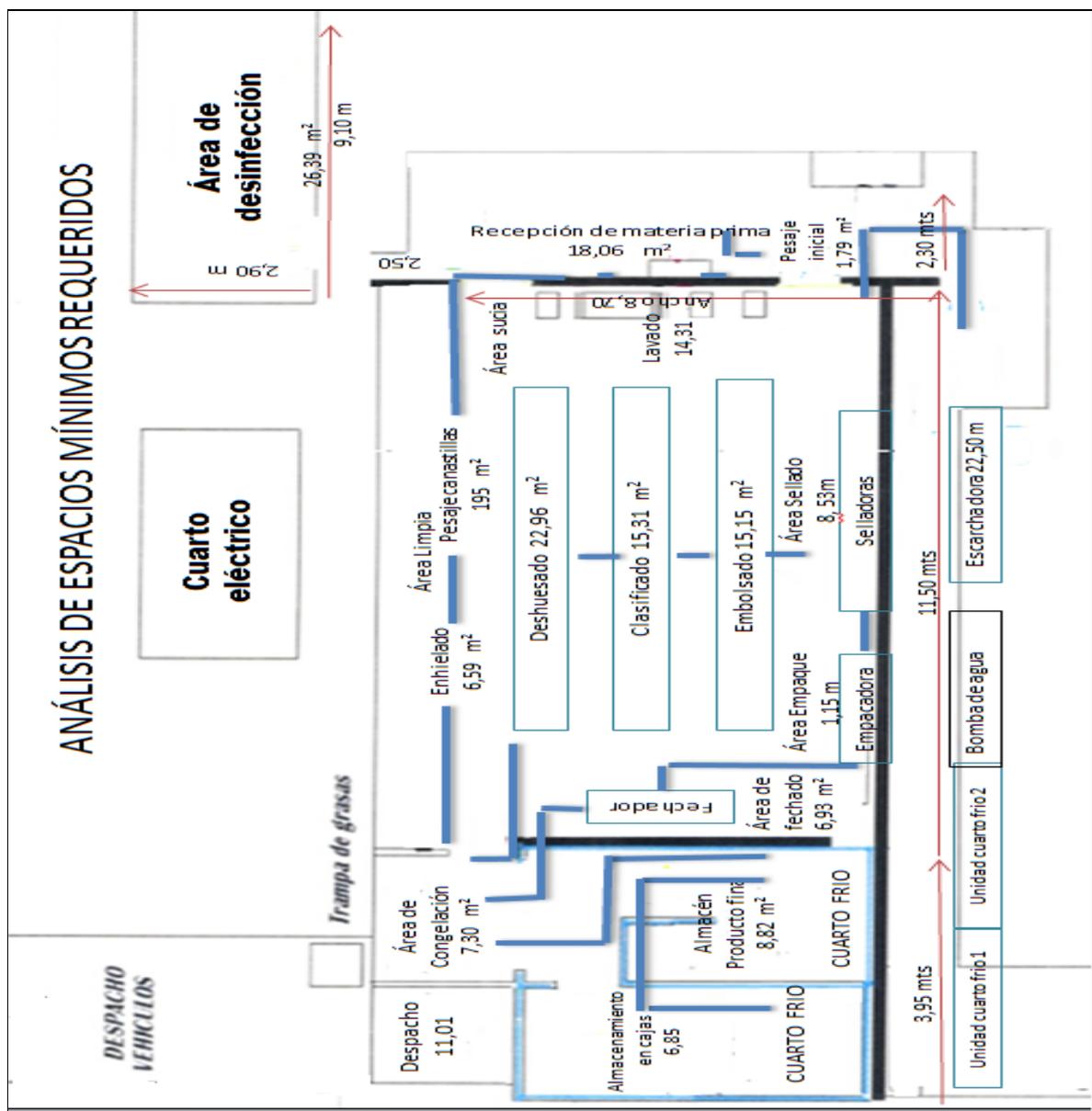


Figura 26 Análisis de espacios mínimos requeridos de APROPESCA

Fuente. Esta investigación

4.1.3.2 Verificación del Espacio Disponible. Una vez que se determinó el espacio total requerido para la distribución de la planta fue necesario verificar si la empresa cuenta con el suficiente espacio para satisfacer las necesidades del nuevo diseño.

El terreno en el que se planea hacer la redistribución de la planta tiene una superficie de 1.120 m² (35 x 32 metros), por lo tanto se puede concluir que la superficie con que se cuenta es suficiente para los requerimientos. Incluso, se puede observar que hay espacio de sobra el cual se puede aprovechar para dar mayor aprovechamiento a aquellas áreas que sean más importantes en el proceso.

Una vez realizados los respectivos análisis de relaciones y requerimientos de proximidad, se consideró necesario adicional a la propuesta la construcción de espacios adyacentes a las áreas críticas con el fin de mejorar el flujo de materiales y productos o reducir los tiempos de operación. Como áreas disponibles, se seleccionaron dos áreas en la empresa APROPESCA de las cuales ampliar el área del lavado A1 no tiene ningún tipo de restricción para su uso, pues se tiene la autorización de la directiva de la empresa, ya que se tiene un espacio y el área del almacén de insumos A2 es ocupar la parte alta que se encuentra en la cámaras para ubicar el almacén de insumos.

4.1.3.3 Diagrama de Relación de Espacio. Este diagrama muestra las relaciones entre las áreas que se determinaron anteriormente, además del tamaño de cada uno de ellos. Esto sirve para verificar que la distribución se puede acomodar dentro del espacio disponible. El Diagrama Relacional de Espacio se muestra los símbolos distintivos de cada actividad representados a escala, de forma que el tamaño que ocupa cada uno sea proporcional al área necesaria para el desarrollo de la actividad (Figura 28).

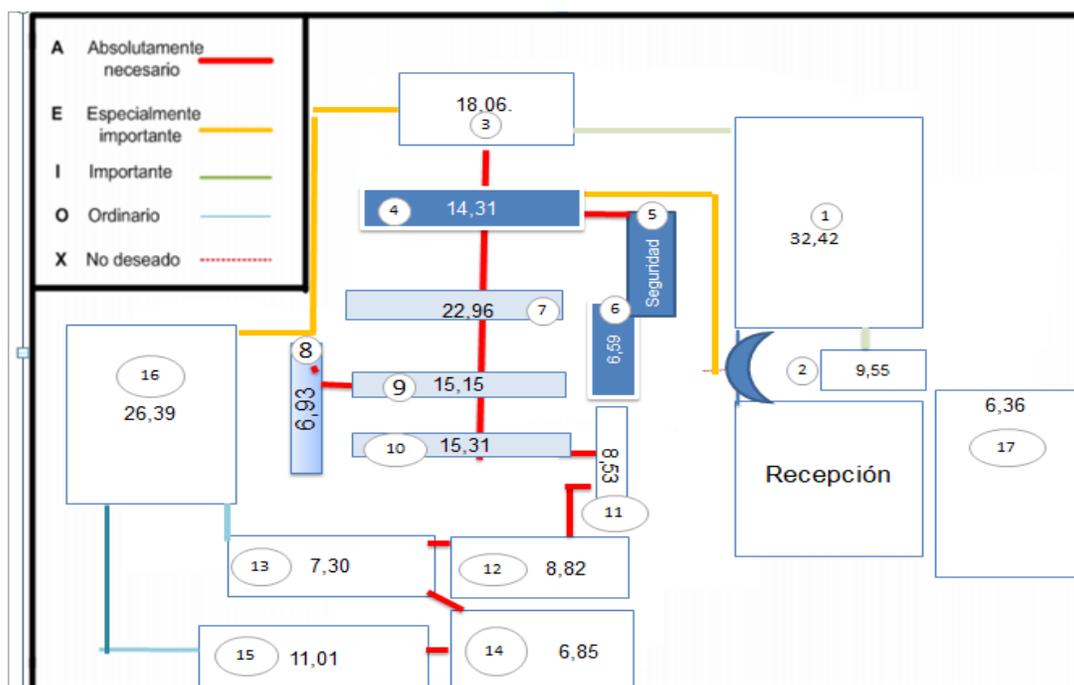


Figura 28 Diagrama relacional de espacios con indicación del área requerida para cada actividad

Fuente. Esta investigación

4.1.4 Planteamiento de alternativas

4.1.4.1 Modificaciones. Una vez hecho el diagrama de relación de espacio se procede a comprobar que no existe ninguna limitación que impida un acomodo. Por cuanto hay diferentes circunstancias que deben ser consideradas antes de ser reubicados tales como: El proceso de

enhielado se lleva a cabo a través de la maquina escarchadora. La cual se encuentra ubicada en la parte exterior de la planta procesadora, por ello, y para aprovechar la ubicación de esta máquina, las instalaciones eléctricas e hidráulicas, medidas del muro y altura del techo, se ubicara la maquina en este mismo espacio, cortando el muro para voltearla a la parte interior de la planta de procesamiento, esto con el fin de minimizar tiempos en los procesos.

Al ubicar el área de lavado a la parte exterior, se tendrán que hacer varias modificaciones en la zona limpia, como cambiar cortinas por puertas, ventilación y acondicionar la temperatura para mantener el frio y de esta manera asegurar a la materia prima un ambiente ideal. Por ultimo está el proceso de lavado que se encuentra en la parte interna de la planta de procesamiento. El cual será trasladado a la parte externa para aprovechar las instalaciones hidráulicas en especial tiene soportar de alta presión y flujo que requiere para su funcionamiento la máquina de lavado.

Tabla 22 Factibilidad de reubicación de procesos

Proceso	Factibilidad	Causas de no factibilidad
Oficinas	No	Información centralizada
Almacén de insumos	Si	
Recepción de materia prima	Si	
Lavado de MP	Si	
Enhielado	Si	
Deshuesado	Si	
Fechadora	Si	
Embolsado	Si	
Clasificación	Si	
Sellado al vacío	No	Instalaciones eléctricas
Congelación 1,	No	Instalaciones eléctricas
Embalaje	No	Instalaciones eléctricas
Congelación 2	No	Instalación de equipos
Despacho	No	Instalación de equipos
Limpieza y desinfección	No	Instalación de equipos

Fuente: Este estudio

También existen procesos que no pueden ser reubicados como, los dos cuartos fríos y el área de limpieza y desinfección y la oficina, pues son espacios centralizados del proceso de procesamiento de la trucha, por ello no es conveniente moverlos. Por lo anterior se consideran esos procesos no factibles para ser reubicados, en la tabla 21 se muestra el Layout donde se indica la ubicación actual de las áreas que son factibles de reubicar y las que no.

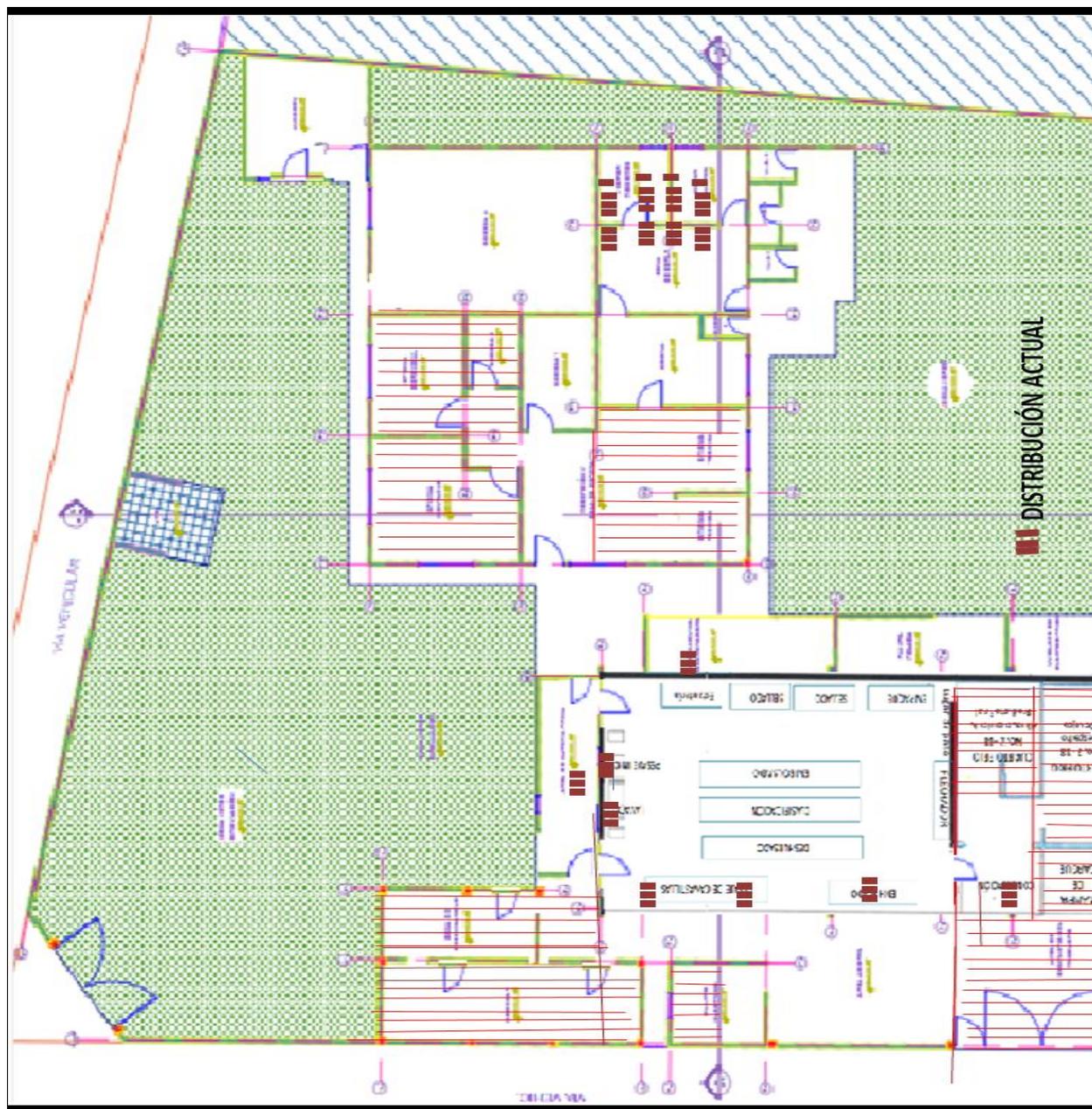


Figura 29 Layout de las áreas que son factibles de reubicar

Fuente. Esta investigación

Como idea central de esta propuesta es buscar la mejor re-distribución de la planta de producción que ya existe, y se dispone de suficiente espacio para construir y hacer adecuaciones; esto supone un alto costo adicional que la empresa APROPESCA no está en condiciones de asumir. Por este motivo el planteamiento inicial de las mejoras están enfocadas en organizar los procesos dentro de las áreas disponibles que ya están construidas (Tabla 21), Por lo anterior no se considera conveniente realizar nuevas construcciones.

4.1.4.2 Limitaciones prácticas. Así mismo se considera como limitaciones las siguientes consideraciones

- Los cuartos fríos no se puede mover en la distribución, debido al tamaño y por su construcción especial con equipos diseñados para conservar el frío.
- El área de almacenamiento de productos terminados no se puede mover en la distribución, debido a que es compartida por otros procesos.
- El Lugar de paso no se puede incluir dentro de las zonas de producción, porque es un pasillo por lo que debe de quedar completamente despejado para libre circulación.
- El área de limpieza y desinfección de canastillas no se debe incluir dentro de la planta de procesamiento porque se trata de un espacio con alta humedad, y queda cerca de la planta de producción.

En escenarios reales es necesario tener en cuenta algunas restricciones importantes durante la planeación del diseño para mejorar la distribución existente, algunos casos típicos son los siguientes:

- La resistencia requerida en los pisos para el traslado de maquinarias pesadas.
- Las construcciones especiales para maquinas especiales y de servicios industriales por que puede resultar algunas veces complejo y muy costoso.
- Las condiciones de seguridad industrial, como la cercanía a las fuentes de calor, las concentraciones de vapores o aire acondicionado, la alta humedad, los esfuerzos para realizar operaciones en áreas que no cuentan con sistemas de manejo de cargas y de difícil acceso.
- El cumplimiento de la regulación legal exigida por la autoridad sanitaria y las normas de calidad para empresas que procesan alimentos, en Colombia aplica el decreto 3075 de 1997, la norma de buenas prácticas de manufactura.
- Así mismo se tuvo en cuenta otras normas técnicas y de calidad con las cuales está comprometida la empresa, y con las que debe cumplir una serie de requisitos como la norma HACCP a fin de evitar que se presenten riesgos para la inocuidad de los alimentos derivados de riesgos químicos, físicos o biológicos.

4.2 IDENTIFICAR ALTERNATIVAS DE RE-DISTRIBUCIÓN DE PLANTA QUE SE AJUSTAN A LAS NECESIDADES DE LA EMPRESA APROPESCA.

En esta etapa de la metodología SLP consiste en evaluar las diferentes alternativas que se generaron en el punto anterior, además de la distribución actual para comparar resultados y observar las mejoras alcanzadas. Para ello se toman en cuenta los diferentes criterios descritos en el capítulo anterior; al final se hace una suma total de las calificaciones de cada criterio para elegir la mejor alternativa de Layout.

En esta etapa del método se evalúa tres alternativas desarrolladas a partir de la elaboración de la metodología SLP, dependiendo de los resultados, se selecciona la mejor que cumpla con las necesidades actuales de la empresa APROPESCA. En la que se tenga en cuenta la reubicación de los procesos y el flujo del material.

Debido a la extensión de la planta y su distribución, las áreas que no son factibles de reubicar se identifican en las figuras 30, 31 y 32 de las tres alternativas.

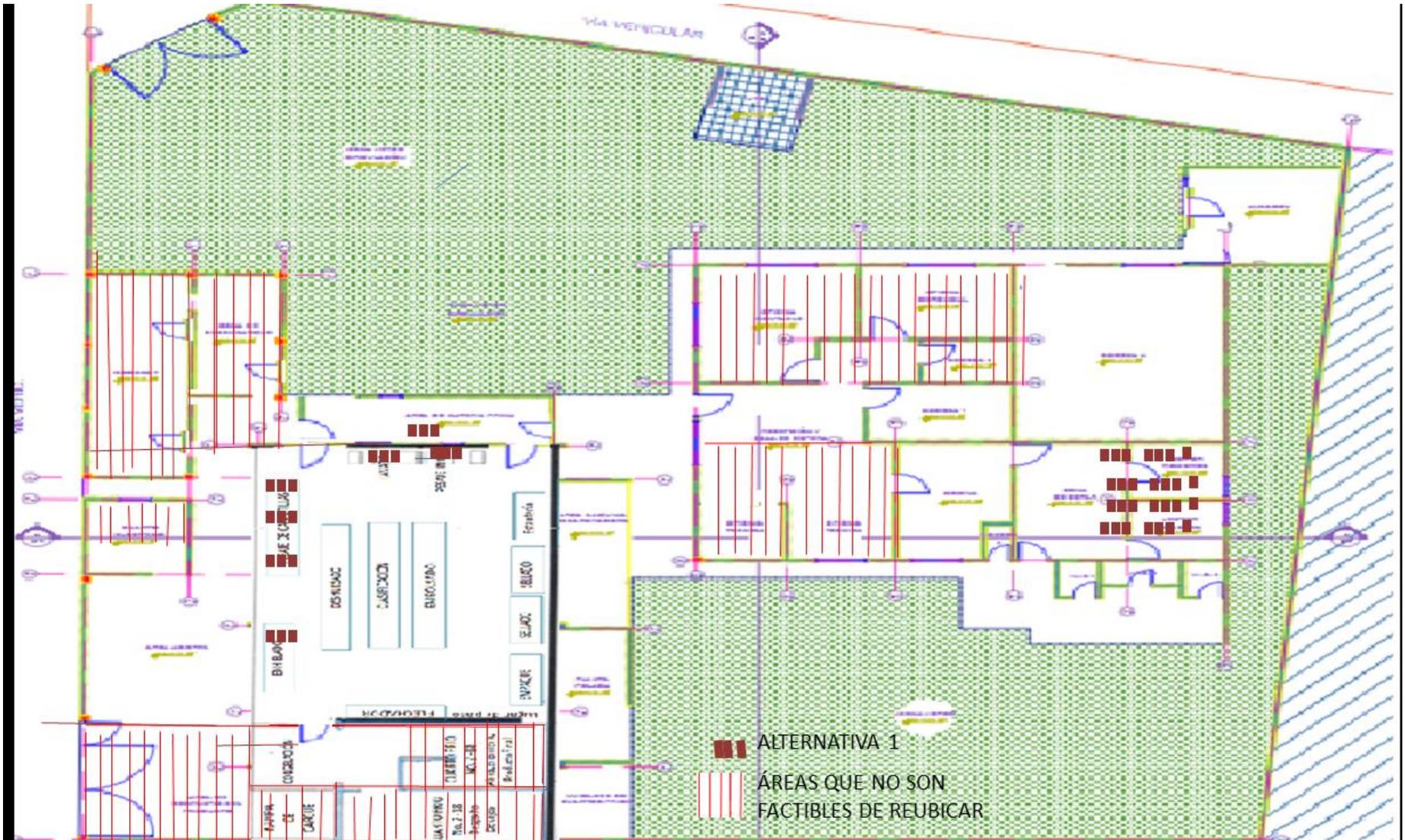


Figura 1 Layout distribución actual

Fuente. Esta investigación

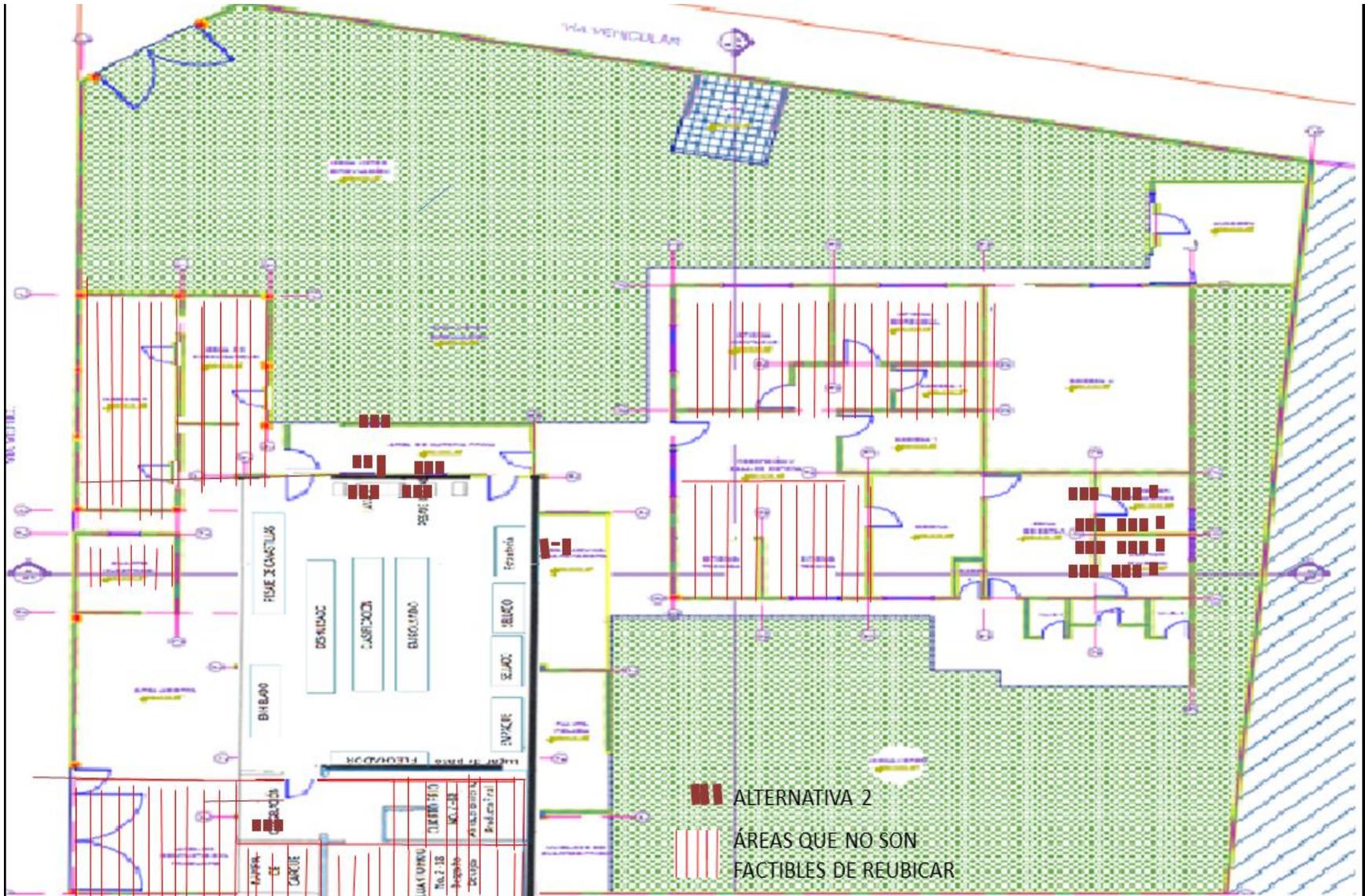


Figura 30 Layout de la alternativa 2

Fuente. Esta investigación

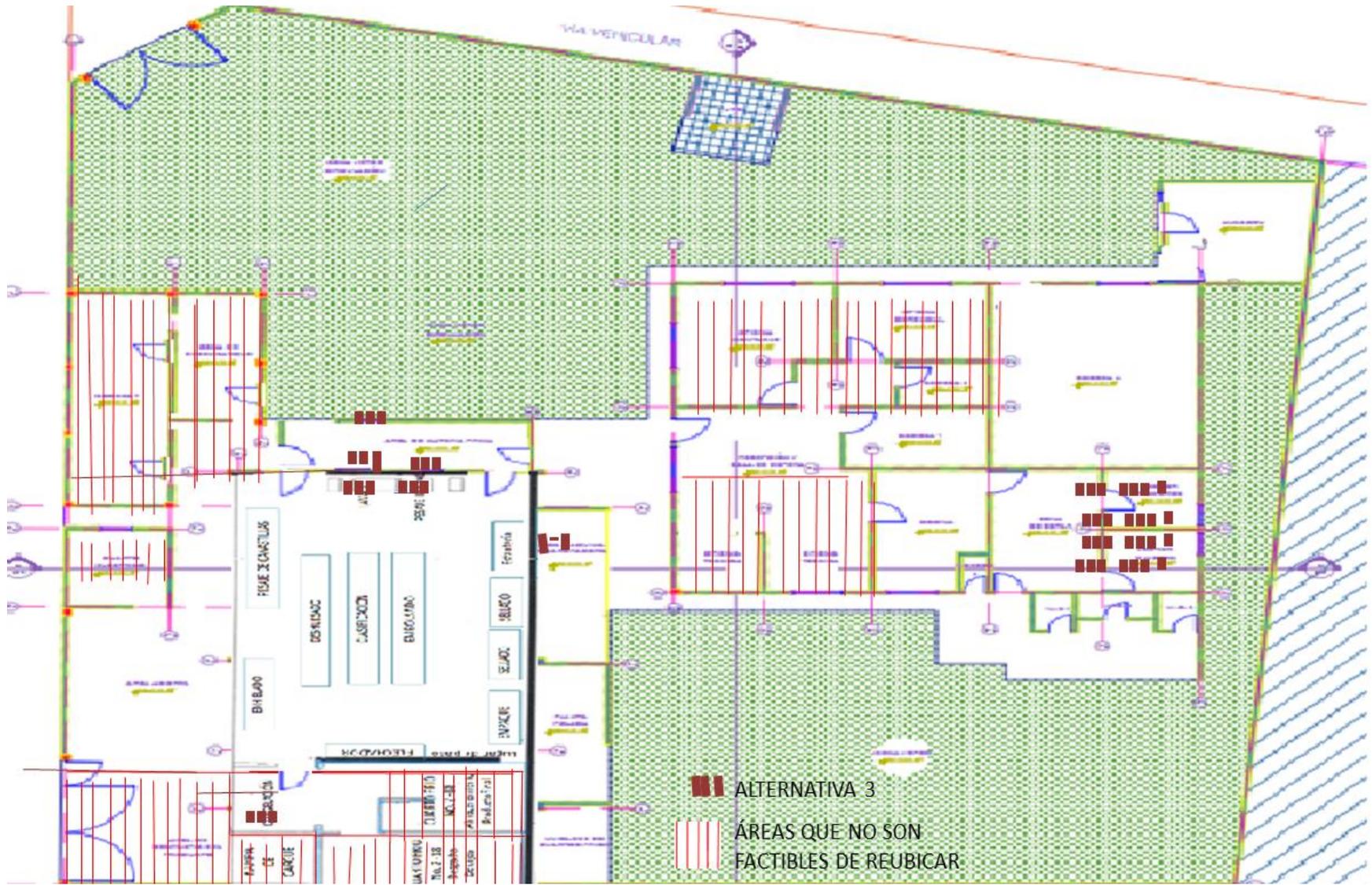


Figura 31 Layout de la alternativa 3

Fuente. Esta investigación

4.2.1 Métodos de evaluación

4.2.1.1 Evaluación por Adyacencia entre áreas. Teniendo en cuenta que la Evaluación por Adyacencia entre procesos califica cuando las relaciones de cercanías establecidas en el Diagrama de relaciones de Actividades se cumple.

Para la realización de esta evaluación se comparan cada una de las alternativas propuestas con el diagrama de relaciones; evaluando la verificación de las adyacencias cumplidas, posteriormente se halla el número de adyacencias cumplidas según corresponda (A, E, I, O, U).

Se toma como punto de referencia:

- La suma de puntaje posible, (se multiplica el valor de cada tipo de adyacencia por el número deseado).
- La suma de Puntaje Alcanzado (la suma de los puntos obtenidos por cada relación cumplida para cada tipo de adyacencia).
- Por último se calcula la eficiencia para cada alternativa y el Layout actual que se calcula como sigue:

$$E = \left(\frac{\sum \text{Puntaje Alcanzado}}{\sum \text{Puntaje Posible}} \right)$$

Después de haber obtenido la información necesaria (número de adyacencias cumplidas, multiplicadas por cada calificación) se suman las calificaciones de cada alternativa. Se compara el valor obtenido en cada una de las alternativas con la eficiencia teórica, con el fin de conocer la eficiencia de cada alternativa.

Tabla 23 Evaluación por adyacencia

Relación	Puntaje por relación	Número de relaciones	Número de relaciones cumplidas	Total de relaciones	Total de relaciones cumplidas	Eficiencia
A	20	13	7	260	140	71,34%
E	15	7	2	105	30	
I	10	7	4	70	40	
O	5	4	4	20	20	
U	0	67	67	0	0	
X	15	22	22	330	330	
Subtotal				785	560	
Alternativa 2						
A	20	13	7	260	140	73,89%
E	15	7	2	105	30	
I	10	7	6	70	60	
O	5	4	4	20	20	
U	0	67	67	0	0	
X	15	22	22	330	330	
Subtotal				785	580	
Alternativa 3						
A	20	13	7	260	140	70,06%
E	15	7	2	105	30	
I	10	7	3	70	30	
O	5	4	4	20	20	
U	0	67	67	0	0	
X	15	22	22	330	330	
Subtotal				785	550	
Alternativa Actual						71,93
A	20	13	7	260	140	72,61%
E	15	7	4	105	60	
I	10	7	2	70	20	
O	5	4	4	20	20	
U	0	67	67	0	0	
X	15	22	22	330	330	
Subtotal				785	570	
Situación actual						59,65

Fuente: Esta investigación

4.2.1.2 Evaluación Forma de los departamentos. La Evaluación de la Forma de los Departamentos se realiza para elegir la alternativa que tenga el mayor número, con una adecuada organización interna eficiente y efectiva, ya que la forma dentro del Layout es muy importante porque dependiendo de ésta, se obtiene una mejor distribución y manejo de materiales dentro de él.

Según se muestra en las Alternativas 2 y 3 todos los departamentos cumplen con la forma adecuada En donde P= Perímetro A= Área.

$$F = \frac{P}{4\sqrt{A}}$$

En siguiente resumen se exponen los resultados del análisis de F para cada una de las alternativas propuestas y la distribución actual.

Si $1 \leq F \leq 1.4$ la forma del departamento es aceptable. De acuerdo a Tompkins, el departamento estudiado tendrá una forma rectangular, y por ende se tendrá un buen aprovechamiento de espacio y flujo eficiente, mientras el valor de F se encuentre entre.

1 y 1.4. La eficiencia de cada alternativa/distribución se calcula dividiendo el número de veces que F se encuentra dentro de este rango, sobre el número total de áreas de análisis.

Tabla 24 Evaluación por Forma de las áreas

Distribución actual				
Departamento	Área	Perímetro	Cociente de forma	$1 \leq F \leq 1.4$
Oficinas	32,42	23,68	1,04	SI
Almacén de insumos	9,55	12,72	1,03	Si
Recepción de materia prima	18,06	17	1,00	Si
Servicios	6,36	11,76	1,17	Si
Lavado de MP	13,1	12,9	0,89	No
Enhielado	6,59	10,48	1,02	SI
Deshuesado	22,96	19,4	1,01	Si
Fechadora	6,93	10,8	1,03	Si
Embolsado	15,15	17,66	1,13	Si
Clasificación	15,31	17,84	1,14	Si
Sellado al vacío	8,53	12,32	1,05	SI
Congelación 1,	8,82	13	1,09	Si
embalaje	7,3	11,42	1,06	Si
Congelación 2	6,85	10,82	1,03	Si

Despacho	11,01	14,94	1,13	Si
Alternativa 1				
Oficinas	30,41	24,68	1,12	SI
Almacén de insumos	10,66	13,82	1,06	Si
Recepción de materia prima	19,07	18,1	1,04	Si
Servicios	7,46	12,86	1,18	Si
Lavado de MP	14,41	15,22	1,00	NO
Enhielado	7,69	11,58	1,04	SI
Deshuesado	24,06	20,2	1,03	Si
Fechadora	8,03	11,9	1,05	Si
Embolsado	16,17	16,55	1,03	Si
Clasificación	18,2	18,3	1,07	Si
Sellado al vacío	10,2	13,1	1,03	SI
Congelación 1,	9,62	13,11	1,06	Si
embalaje	8,1	12,1	1,06	Si
Congelación 2	7,585	11,82	1,07	Si
Despacho	10,01	13,5	1,07	Si
Alternativa 2				
Oficinas	31,5	24,1	1,07	SI
Almacén de insumos	10,11	12,9	1,01	Si
Recepción de materia prima	20,07	18	1,00	Si
Servicios	8,5	11,9	1,02	Si
Lavado de MP	16,5	16,22	1,00	Si
Enhielado	9,2	12,45	1,03	SI
Deshuesado	34,09	24,2	1,04	Si
Fechadora	9,06	12,8	1,06	Si
Embolsado	17,2	16,55	1,00	Si
Clasificación	21,2	18,7	1,02	Si
Sellado al vacío	11,7	14,1	1,03	SI
Congelación 1,	10,7	13,2	1,01	Si
embalaje	9,3	13,1	1,07	Si
Congelación 2	8,6	12,1	1,03	Si
Despacho	11,01	13,7	1,03	Si
Alternativa 3				
Oficinas	32,6	23,5	1,03	Si
Almacén de insumos	11,02	13,7	1,03	Si
Recepción de materia prima	21,06	18,9	1,03	Si
Servicios	9,7	12,4	1,00	Si
Lavado de MP	17,2	15,1	0,91	No

Enhielado	10,1	13,12	1,03	Si
Deshuesado	36,1	24,1	1,00	Si
Fechadora	10,2	13,12	1,03	Si
Embolsado	18,3	17,1	1,00	Si
Clasificación	22	19,2	1,02	Si
Sellado al vacío	12,2	14,1	1,01	Si
Congelación 1,	11,2	14,1	1,05	Si
embalaje	9,8	12,5	1,00	Si
Congelación 2	9,2	12,3	1,01	Si
Despacho	11,54	13,6	1,00	Si

Fuente: Esta investigación

En las alternativas uno y dos se logra 100% de cumplimiento, acercándose más a la forma cuadrada o rectangular, reflejándose esto en un mejor aprovechamiento del espacio, en la que se busca una mínima distancia entre los flujos eficientes de personas y materiales, además de facilitar la demarcación de áreas y su organización interna.

La alternativa tres por su parte presenta un 91% de calificación puesto que el área de lavado de materia prima no presenta la forma descrita. Aun cuando es importante anotar que la forma actual de las áreas, no esta tan alejada de los criterios de formas cuadradas y rectangulares que serían lo idóneo, pero se evidencia la mala utilización del espacio y el desaprovechamiento del mismo.

La distribución Actual presenta 89% desempeño, este resultado demuestra que hay que tenerse en cuenta diversos criterios de evaluación puesto que uno solo arrojará datos aislados que requieren ser confirmados o apoyados a través de otros métodos evaluativos; en este caso la forma de la mayoría de las áreas es cuadrada o rectangular y la adyacencia entre ellos sea la más idónea.

4.2.1.3 Evaluación por Costo de Manejo de Materiales. El último criterio de evaluación de las alternativas es por medio del costo de manejo o traslado de materiales. Para esto, es necesario calcular las distancias entre las áreas más importantes en el proceso, que es por donde fluye la mayor cantidad de materiales. Las distancias entre cada alternativa se muestran en las siguientes tablas

Para la evaluación de los costos de manejo de materiales se calcula teniendo en cuenta el costo total unitario de manejo de materiales para cada una de las tres alternativas y para la distribución actual, a través de la siguiente fórmula.

$$C = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m C_{ij} f_{ij} d_{ij}$$

Dónde:

C = Costo total unitario por manejo de materiales

c_{ij} = Costo de manejo de materiales entre departamentos i y j (en este caso es desprendible).

f_{ij} = Flujo de materiales entre los departamentos i y j. (del diagrama desde-hasta)

d_{ij} = Distancia entre los departamentos i y j. (metros)

m = Número de departamentos

Para la aplicación de la fórmula fue necesario realizar los diagramas desde - hasta la distancia de las áreas en metros (tabla 23), el diagrama desde - hasta de flujo de materiales, que está dado por la cantidad de canastillas que se transportan de las áreas de 1 al 12, y el costo unitario de mover el material una unidad de distancia. En todas las alternativas las áreas de deshuesado, clasificado y embolsado quedan adyacentes, por lo que se determina manejar la misma cantidad de kilos que es de 234 kilos, pasando de un proceso a otro y de esta forma se va eliminando inventario, que se va liberando, en las tablas 24.25.26 se muestra los diagramas desde - hasta de flujo de materiales para la distribución actual y las tres alternativas propuestas, con los nuevos tamaños del lote

Tabla 25 Flujo de materiales de la distribución actual

Distribucion actual Desde	Hasta													
	Oficinas	Almacén	Recepción MP	Lavado	Enhielado	Deshuesado	Fechado	Embolsado	Clasificación	Sellado	Cuarto frio 1	Embalaje	Cuarto frio 2	Despachos
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4
Recepción de MP	0	0	0	234	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lavado de MP	0	0	234	0	655	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enhielado	0	0	0	655	0	327	0	0	0	0	0	0	0	0
Deshuesado	0	0	0	0	327	0	421	0	0	0	0	0	0	0
Fechadora	0	0	0	0	0	421	0	655	0	0	0	0	0	0
Embolsado	0	0	0	0	0	0	655	0	195	0	0	0	0	0
Clasificación	0	0	0	0	0	0	0	195	0	234	0	0	0	0
Sellado al vacío	0	0	0	0	0	0	0	0	234	0	327	0	0	0
Congelación 1,	0	0	0	0	0	0	0	0	0	327	0	421	0	0
Embalaje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	421	0	655	
Congelación 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	655	0	234
Despacho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	234	0

Fuente: Esta investigación

Tabla 26 Flujo de materiales de las alternativas

De las Alternativa Desde	Hasta													
	Oficinas	Almacén	Recepción MP	Lavado	Enhielado	Deshuesado	Fecha	Embolsado	Clasificación	Sellado	Cuarto frío 1	Embalaje	Cuarto frío 2	Despachos
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4
Recepción de MP	0	0	0	234	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lavado de MP	0	0	234	0	655	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enhielado	0	0	0	655	0	327	0	0	0	0	0	0	0	0
Deshuesado	0	0	0	0	327	0	421	0	0	0	0	0	0	0
Fechadora	0	0	0	0	0	421	0	655	0	0	0	0	0	0
Embolsado	0	0	0	0	0	0	655	0	195	0	0	0	0	0
Clasificación	0	0	0	0	0	0	0	195	0	234	0	0	0	0
Sellado al vacío	0	0	0	0	0	0	0	0	234	0	327	0	0	0
Congelación 1,	0	0	0	0	0	0	0	0	0	327	0	327	0	0
Embalaje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	327	0	327	
Congelación 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	327	0	234
Despacho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	234	0
Embalaje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	421	0	655	
Congelación 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	655	0	234
Despacho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	234	0

Fuente: Esta investigación

Tabla 27 Distancias entre las áreas alternativa 1

Alternativa 1 Desde	Hasta											
	Recepción MP	Lavado	Enhielado	Deshuesado	Fecha	Embolsado	Clasificación	Sellado	Cuarto frío 1	Embalaje	Cuarto frío 2	Despachos
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2
Recepción de MP		2,3	3,4	4,1	4,2	4,3	6,2	8,7	10,3	12,3	14,3	17,5
Lavado de MP	2,3		2,3	3,4	4,1	4,2	4,3	6,2	8,4	10,2	12,1	14,1
Enhielado	3,40	2,3		2,0	3,1	4,1	4,1	4,2	6,1	8,2	10,1	11,8
Deshuesado	4,11	3,4	2,0		2,1	4,0	4,1	4,3	5,8	7,3	9,7	10,9
Fechadora	4,24	4,1	3,1	2,1		3,9	4,1	4,6	4,9	5,8	9,4	11,2
Embolsado	4,32	4,2	4,1	4,0	3,9		4,2	4,6	5,5	7,6	9,9	11,5
Clasificación	6,21	4,3	4,1	4,1	4,1	4,2		2,2	4,1	9,2	10,8	11,5
Sellado al vacío	8,71	6,2	4,2	4,3	4,6	4,6	2,2		4,8	5,6	9,7	11,4
Congelación 1,	10,30	8,4	6,1	5,8	4,9	5,5	4,1	4,8		2,5	2,8	4,3
Embalaje	12,25	10,2	8,2	7,3	5,8	7,6	9,2	5,6	2,5		2,8	4,1
Congelación 2	14,28	12,1	10,1	9,7	9,4	9,9	10,8	9,7	2,8	2,8		2,8
Despacho	17,45	14,1	11,8	10,9	11,2	11,5	11,5	11,4	4,3	4,1	2,8	

Fuente: Esta investigación

Tabla 28 Distancias entre las áreas alternativa 2 (metros)

Alternativa 2 Desde	Hasta											
	Recepción MP	Lavado	Enhielado	Deshuesado	Fechado	Embolsado	Clasificación	Sellado	Cuarto frío 1	Embalaje	Cuarto frío 2	Despachos
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2
Recepción de MP		2,3	3,7	4,8	4,2	4,3	6,2	8,7	10,7	12,9	14,6	17,5
Lavado de MP	2,3		3,0	4,3	4,1	4,2	4,3	6,2	9,3	11,8	13,9	14,1
Enhielado	3,68	3,0		3,7	3,1	4,1	4,1	4,2	6,9	8,2	11,1	11,8
Deshuesado	4,79	4,3	3,7		2,1	4,0	4,1	4,3	6,3	8,2	10,2	10,9
Fechadora	4,24	4,1	3,1	2,1		3,9	4,1	4,6	5,3	6,3	10,2	11,2
Embolsado	4,32	4,2	4,1	4,0	3,9		4,2	4,6	5,9	8,5	10,6	11,5
Clasificación	6,21	4,3	4,1	4,1	4,1	4,2		2,2	5,2	9,9	11,5	11,5
Sellado al vacío	8,71	6,2	4,2	4,3	4,6	4,6	2,2		5,6	6,5	12,1	11,4
Congelación 1,	10,69	9,3	6,9	6,3	5,3	5,9	5,2	5,6		3,2	2,5	4,3
Embalaje	12,89	11,8	8,2	8,2	6,3	8,5	9,9	6,5	3,2		3,5	4,1
Congelación 2	14,58	13,9	11,1	10,2	10,2	10,6	11,5	12,1	2,5	3,5		2,8
Despacho	17,45	14,1	11,8	10,9	11,2	11,5	11,5	11,4	4,3	4,1	2,8	

Fuente: Esta investigación

Tabla 28 Distancias entre las áreas alternativa 3 (metros)

Alternativa 3 Desde	Hasta											
	Recepción MP	Lavado	Enhielado	Deshuesado	Fechado	Embolsado	Clasificación	Sellado	Cuarto frío 1	Embalaje	Cuarto frío 2	Despachos
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2
Recepción de MP		2,3	5,7	6,8	4,2	4,3	6,2	8,7	12,7	14,9	14,6	17,5
Lavado de MP	2,3		5,0	6,3	4,1	4,2	4,3	6,2	11,3	13,8	13,9	14,1
Enhielado	5,68	5,0		5,7	3,1	4,1	4,1	4,2	8,9	10,2	11,1	11,8
Deshuesado	6,79	6,3	5,7		2,1	4,0	4,1	4,3	8,3	10,2	10,2	10,9
Fechadora	4,24	4,1	3,1	2,1		3,9	4,1	4,6	7,3	10,3	10,2	11,2
Embolsado	4,32	4,2	4,1	4,0	3,9		4,2	4,6	7,9	8,5	10,6	11,5
Clasificación	6,21	4,3	4,1	4,1	4,1	4,2		2,2	7,2	9,9	12,5	11,5
Sellado al vacío	8,71	6,2	4,2	4,3	4,6	4,6	2,2		7,6	6,5	14,1	11,4
Congelación 1,	12,69	11,3	8,9	8,3	7,3	7,9	7,2	7,6		3,2	4,5	4,3
Embalaje	14,89	13,8	10,2	10,2	10,3	8,5	9,9	6,5	3,2		7,5	4,1
Congelación 2	14,58	13,9	11,1	10,2	10,2	10,6	12,5	14,1	4,5	7,5		2,8
Despacho	17,45	14,1	11,8	10,9	11,2	11,5	11,5	11,4	4,3	4,1	2,8	

Fuente: Esta investigación

4.3. SELECCIONAR LA ALTERNATIVA QUE SE AJUSTA A LAS NECESIDADES DE LA EMPRESA APROPESCA

De acuerdo a los resultados obtenidos en las tres alternativas bajo los tres criterios se selecciona la alternativa más conveniente para la empresa APROPESCA es la segunda en la tabla 29 se resumen los resultados obtenidos en los métodos aplicados

Tabla 29 Resultados de las evaluaciones de alternativas

	Evaluación por adyacencia de áreas	Evaluación por la forma de los departamentos	Evaluación por el costo del manejo de materiales
Alternativa 1	71.34	100%	\$ 9.690.720
Alternativa 2	73.89	100%	\$ 10.836.687
Alternativa 3	70.06	0,91	\$ 6.988.820
Distribución actual	72.61	0,89	\$ 7.634.890

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos de los tres métodos de evaluación se obtuvo lo siguiente:

Evaluación por adyacencia de departamentos: de acuerdo con este análisis, la distribución actual de la planta presenta una eficiencia de 72.61% con respecto a la teórica la cual posee el 100% de eficiencia con una diferencia de 37.39%; las alternativas 1 y 3 presenta una eficiencia de 70.06% y 71.34% que son menores a la actual por tal razón se descartan como primera opción para realizar la distribución, la alterativa dos obtuvo un porcentaje de 73.89% lo que representa un grado de eficiencia mayor al de la distribución actual.

Evaluación por la forma de los departamentos: en las alternativas uno y dos se logra 100% de cumplimiento, acercándose más a la forma cuadrada o rectangular, reflejándose esto en un mejor aprovechamiento del espacio, una mínima distancia entre las personas y materiales, además facilita la organización interna de cada área. La alternativa tres por su parte presenta un 91% de calificación puesto que el área de la bodega de materia prima no presenta la forma descrita. Cabe destacar que la forma actual de los departamentos no esta tan alejada de los criterios de formas cuadradas y rectangulares que serían lo ideal.

Evaluación según distancias entre departamentos: a diferencia de las demás evaluaciones, aquí se toma la que menor valor arroje dado a que una menor distancia recorrida tanto para el material como la del personal le da una mejor valoración a la alternativa de distribución, valor que está dado en unidades de distancias (metros) y que es importante para la empresa APROPESCA

porque con él se estima qué tanto se está desplazando el personal, de un lugar a otro. Lo que representa en tiempos y costos.

En la distribución actual la distancia recorrida entre área es de 71.05 m, contrastando con las alternativas propuestas, estas arrojaron distancias menores a la actual así: 29.78 m para la alternativa uno, 25.47 m para la alternativa dos y 32.87 para la tres. Según este análisis la mejor opción sería la alternativa dos, la que también cumple con los criterios de adyacencia de tal forma que es la más óptima para implementarse. La distancia de la alternativa uno aunque no es la que menor distancia de recorrido. Muestra (29.78 m) se encuentra muy por debajo de la distancia de recorrido actual (71.05 m) con una diferencia de 41.27 m que equivalen a un ahorro de 41.9% que también es muy bueno.

En términos generales y con base en los resultados del análisis cuantitativo realizado según adyacencia, forma y distancia la mejor alternativa para este caso es la dos, ya que brinda un mejor aprovechamiento del espacio, tiene en cuanto la forma y la adyacencia de las áreas y presenta una economía razonable en la distancia de recorridos en comparación con la distribución actual de la planta, además de que el costo de manejo de materiales es el más bajo. Como se puede observar en la figura 32 y 33.

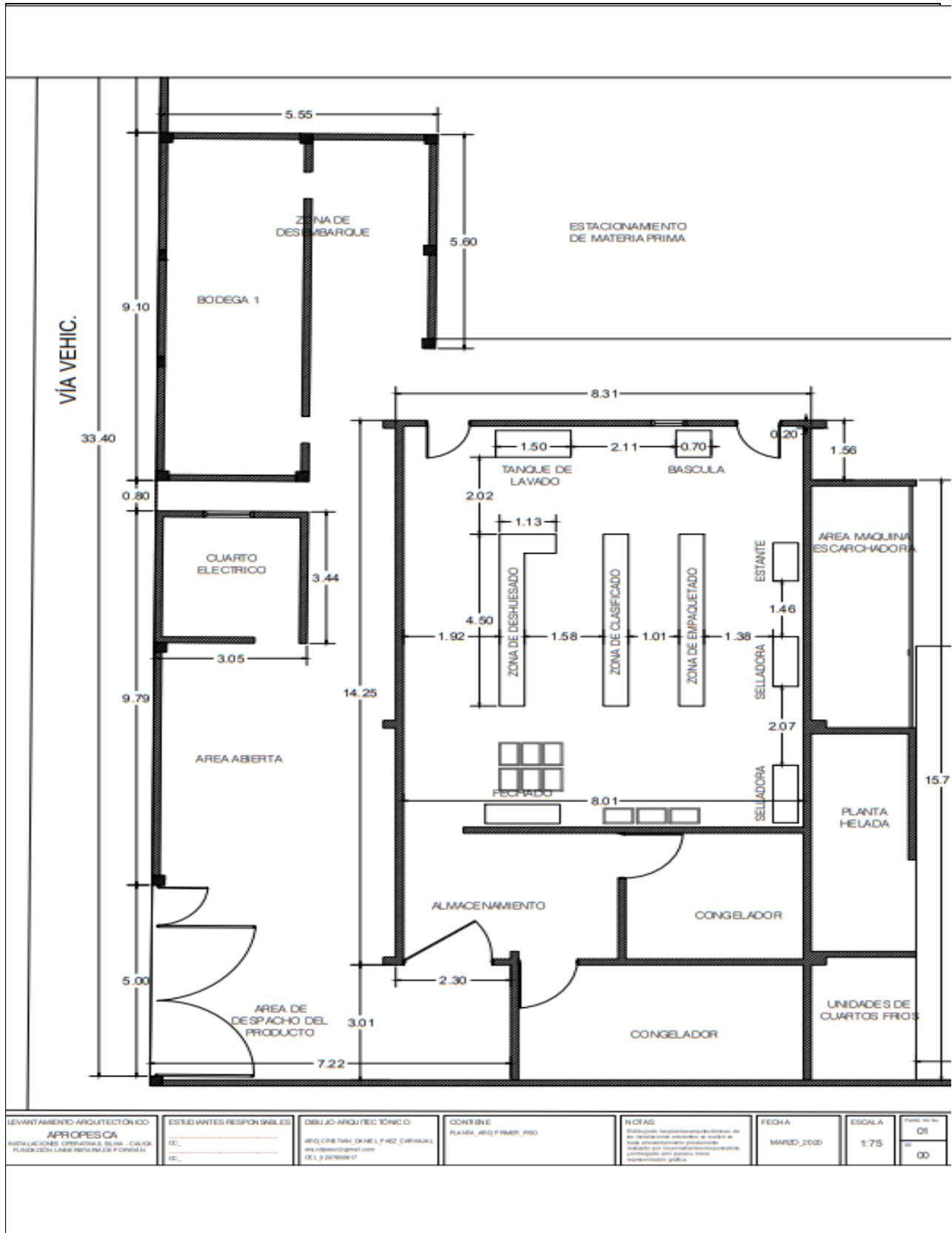


Figura 32. Plano Actual Distribución de la planta APROPESCA

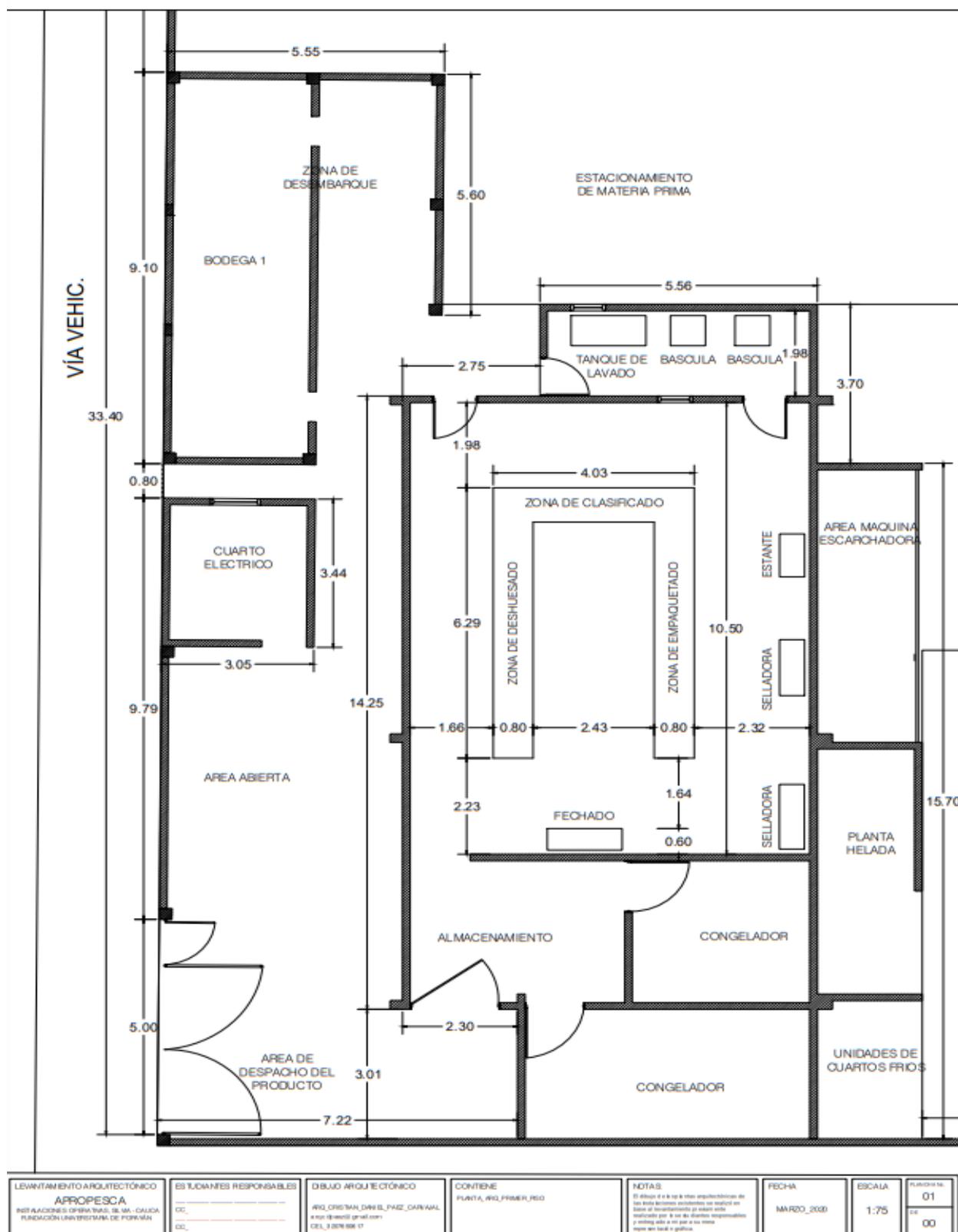


Figura 33. Plano redistribución de planta Alternativa 2

6. CONCLUSIONES

- De acuerdo al diagnóstico de distribución de planta de la empresa APROPESCA se pudo evidenciar que tiene muchas debilidades, dentro del procesamiento del filete de trucha, reflejado en la mala utilización del espacio dentro de esta en diferentes áreas, también la desorganización de los materiales, De igual forma la falta de áreas claramente demarcadas para la realización de los procesos y el desplazamiento del personal.
- Dentro del desarrollo del presente trabajo, se pudo evaluar las condiciones en las que opera actualmente la empresa APROPESCA a fin de determinar diferentes alternativas que le permitiera a la empresa incrementar su producción y por ende, el aumento en las utilidades. A partir de la información recolectada se conocieron los procesos y actividades realizadas tanto por las máquinas como por los operarios, Se identificaron tres alternativas de redistribución de planta a las cuales se le aplicaron los tres métodos de evaluación de alternativas SLP, se ubicaron las áreas de forma conveniente para el proceso, para disminuir los recorridos del personal y de los materiales. Además de aprovechar mejor los espacios y recursos que tienen disponibles.
- Se seleccionó la alternativa dos propuesta ya que según los resultados obtenidos, optimiza la continuidad de flujo productivo; brindando de esta manera la mínima distancia recorrida entre las áreas, teniendo en cuenta el grado de importancia respecto a la cercanía entre estas, se brindó una distancia mínima, siendo esta 25.47 metros por turno de cada operario, se mejoró la distancia que se tenía, que eran 71.08 metros por turno de 8 horas. Además de reducir las distancias.
- Dentro de las modificaciones que se sugieren están el traslado de la zona sucia o área de lavado en la parte de la entrada, trasladar el cuarto de insumos a la parte de arriba de los cuartos fríos que ya está construido dentro de la planta de producción y reubicar la maquina encorchadora de hielo, en la parte interior de la zona de producción a fin de disminuir tiempos de traslados y operaciones, este espacio que queda se utilizara como cuarto de seguridad, donde los operarios podrán guardar todos sus implementos de trabajo.

7 RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar mejoras continuas en cuanto a la actualización de distribución de planta por si se adquieren nuevas tecnologías o se cambia la cantidad de personal o de horarios, o si se procesan nuevos productos dentro del ciclo productivo.
- Dentro de la re-distribución de la planta de producción es importante tener en cuenta las normas de bioseguridad de los operarios, dentro de la ejecución de los procesos y el manejo de materiales, siendo fundamentales en el momento de diagnosticar las condiciones actuales de la empresa.
- Para determinar la elección de una alternativa deben utilizarse diferentes métodos y criterios evaluativos; puesto que si se usa un solo método, éste arrojará un resultado que no puede ser comparado con otra magnitud bajo otro criterio, que deben tenerse en cuenta al momento de tomar una decisión, y que cumpla con los tres criterios de evaluación propuestos por el método SLP, para de esta manera obtener mejoras notoria dentro de procesamiento de los productos.

BIBLIOGRAFÍA

Acero palacios, Luis Carlos (2009). Ingeniería de Métodos, movimientos y tiempos. Bogotá: Ecoe Ediciones. p. 140

Álvarez Fernández, C. J. (2009). Métodos de trabajo. Obtenido de Métodos de trabajo, 2009. <http://www.elergonomista.com/dom06.html>

Camacho, J. P. M., Sharbel, T. F. and Beukeboom, L. W. (2000). B chromosome evolution. *Phil Trans R Soc B*, **355**: 163–178.

Camones A, Vásquez R y Norman R. (2013). Localización y disposición de planta utilizando el Método SLP en una Embotelladora, Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas, Lima –Perú..

Collazos Valencia Cesar Julio (2013). Rediseño del sistema productivo utilizando técnicas de distribución de planta. Caso de estudio planta procesadora de alimentos, Maestría en Ingeniería Industrial Universidad Nacional de Colombia, Facultad, de Ingeniería y Arquitectura, Manizales,

CuatrecasaS, Luis. (2009). Diseño avanzado de procesos y plantas de producción flexible [en línea]. Barcelona: Bresca Editorial, p. 35, [fecha de consulta: 16 de agosto 2016]. Disponible en: <https://goo.gl/gRvrIV> ISBN 9788492956852

De La Fuente, David y Fernández, Isabel. (2005). Distribución en planta. p. 6 [en línea]. Oviedo: Universidad de Oviedo, [fecha de consulta: 18 de agosto 2016]. Disponible en: <https://goo.gl/m9u3XI>

Díaz, Bertha, Jarufe, Benjamín y Noriega, María. (2007). Disposición de planta. 2a. ed. Lima: Fondo Editorial Universidad de Lima,. p. 116.

Huillca María y Monzón Alberto (2015). Propuesta de distribución de planta nueva y mejora de procesos aplicando las 5s's y mantenimiento autónomo en la planta metalmecánica que produce hornos estacionarios y rotativos. Tesis de Pregrado (Ingeniería Industrial). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. p 95.

Industrial, I. (2014). Planeación y diseño de instalaciones. Obtenido de Planeación y diseño de instalaciones: http://alexrosete.orgfree.com/materiales_2004/07-

Martínez J. C. y Valencia Soto M. (2018). Viabilidad y factibilidad de una empresa piscícola en el municipio de Dosquebradas, Risaralda” recuperado el 1 de mayo de 2018, en:<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/6158/63931M385.pdf?seq>

Meyers, Fred E. (2005). Manufacturing facilities design and material handling. Columbus, Ohio: Pearson Prentice Hall.

Muther, R. (1981). Distribución en planta. Ed. Hispano Europea.. p. 472

Regalado A, Castaño S, Ramírez A, C. (2016). Metodología de la planeación sistemática de la distribución en planta (Systematic Layout Planning) de Muther Universidad Santiago de Cali. Facultad de Ingeniería Santiago de Cali, Valle del Cauca. Santiago de Cali, Valle del Cauca.

Salazar, T. (2012) *ingenieriaindustrialonline*. Obtenido de *ingenieriaindustrialonline*: 2016 <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingenieroindustrial/dise%C3%B1o-y-distribuci%C3%B3n-en-planta/> Trabajo.

Tapia E M., Arroyo R, A. Luna G, S. Goytia Acevedo, J. L. García A. (2015). Implementación del método S.L.P. en una empresa de la región Bajío en México., VII Congreso Internacional en Innovación y Desarrollo Tecnológico, 7 al 9 de octubre de 2009, Cuernavaca, Morelos, México.

Tompkins, J. A.; White, J.A.; Bozer Y.A. & Tanchoco, J.M (2010). Facilities Planning, NJ, fourth edition, John Wiley & Sons inc. chapter 6, Layout planning models and Layout algorithms, p. 292

Valderrama, Santiago. (2015). Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. 2a. ed. Lima: San Marcos., 163 p. ISBN: 9786123028787

http://bibliotecadigital.usb.edu.co:8080/bitstream/10819/1138/1/Propuesta_Dise%C3%B1o_Carretes_Cossio_2012.pdf

Anexo A Cronograma de implementación de la mejora

ACTIVIDADES	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Fase I. Caracterización del área de producción de la empresa APROPESCA																				
A.1. Actividad 1 Recolección de datos																				
Fase II Análisis.																				
A. 2. Recorrido del producto																				
A. 3 Análisis del flujo de materiales																				
A. 4 Análisis de relaciones entre actividades																				
A. 5 Elaboración del diagrama de relaciones final																				
A.6 Determinación de los requerimientos de espacio																				
A. 7 Verificación del espacio disponible.																				
Fase II. Búsqueda																				
A. 8 Diagrama de relación de espacio.																				
A. 9 Análisis de las consideraciones y limitaciones.																				
A. 10 Desarrollo de alternativas de localización																				
Fase III de Selección.																				
A. 11 Evaluación y selección de alternativas.																				
A. 12 Verificación de correcciones errores.																				
A.13 Elaboración de documento final, formatos y documentos de inspección.																				

Fuente: El autor

Anexo B Presupuesto

Rublos	Universidad		Estudiante	
	Efectivo	Recursos	Efectivo	Recursos
Personal	\$0	\$180.000		\$0
Equipo	\$0	\$100.000	\$200.000	\$0
Software	\$0	\$0	\$50.000	\$100.000
Materiales	\$0	\$0	\$100.000	\$120.000
Transporte	\$0	\$0	\$300.000	\$0
S. técnico	\$0	\$0	\$80.000	\$300.000
Impresiones	\$0	\$0	\$50.000	\$30.000
Subtotal	\$0	\$280.000	\$780.000	\$550.000
Total				\$1.610.000

Anexo C Modificaciones plateadas



Construcción de Bodega de implementos piscícolas



Ampliación del Área de lavado en la entrada de la planta productiva



Cambio de puerta de entrada para las oficinas y el cuarto de insumos

Reubicación de cuarto de implementos de seguridad



Reubicación del cuarto de insumos que está en el área de oficinas a la planta de producción

