



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

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

TEMA:

**“PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA,
MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PLANIFICACIÓN
SISTEMÁTICA DE DISEÑO (SLP) EN LA EMPRESA TOSTHACHUL”**

AUTOR:

CAMPOS VALENCIA JOSUÉ JAVIER

DIRECTOR:

ING. HERRERA GRANDA ISRAEL DAVID MSC.

IBARRA, 2020



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD	100450312-2
APELLIDOS Y NOMBRES	CAMPOS VALENCIA JOSUÉ JAVIER
DIRECCIÓN	LA VICTORIA, EDUARDO GARZÓN FONSECA Y AURELIO ESPINOZA POLIT - IBARRA
EMAIL	jjcamposv@utn.edu.ec
TELÉFONO FIJO	06 2615 747
TELÉFONO MÓVIL	098 897 3018

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO	“PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PLANIFICACIÓN SISTEMÁTICA DE DISEÑO (SLP) EN LA EMPRESA TOSTACHUL”
AUTOR	CAMPOS VALENCIA JOSUÉ JAVIER
FECHA	12 DE MARZO DEL 2020
PROGRAMA	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA	INGENIERO INDUSTRIAL
ASESOR/ DIRECTOR	ING. ISRAEL DAVID HERRERA GRANDA MSC.

2. CONSTANCIA

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

Ibarra, 12 marzo del 2020

EL AUTOR:



Josué Javier Campos Valencia

C.I.: 100450312-2



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

DECLARACIÓN

Yo, Josué Javier Campos Valencia, con cédula de identidad Nro. 100450312-2, declaro bajo juramento que el trabajo de grado con el tema: “PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PLANIFICACIÓN SISTEMÁTICA DE DISEÑO (SLP) EN LA EMPRESA TOSTACHUL”. corresponde a mí autoría y que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento. Además, a través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Técnica del Norte, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la Normativa Institucional vigente

Ibarra, 12 marzo del 2020

AUTOR

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Josue Campos', is written over a horizontal line.

Josué Javier Campos Valencia

C.I.: 100450312-2



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

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

MSc. Israel David Herrera Granda director del Trabajo de Grado desarrollado por el señor estudiante **JOSUÉ JAVIER CAMPOS VALENCIA**.

CERTIFICA

Que, el proyecto de trabajo de grado titulado **“PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PLANIFICACIÓN SISTEMÁTICA DE DISEÑO (SLP) EN LA EMPRESA TOSTACHUL”**, Ha sido elaborado en su totalidad por el señor estudiante **Josué Javier Campos Valencia** bajo mi dirección, para la obtención del título de **Ingeniero Industrial**. Luego de ser revisada, considero que se encuentra concluido y cumple con las exigencias y requisitos académicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Industrial, autoriza su presentación y defensa para que pueda ser juzgado por el tribunal correspondiente

Ibarra, 12 marzo del 2020

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Israel Herrera", is written over a horizontal line.

**MSC. ISRAEL HERRERA
DIRECTOR TRABAJO DE GRADO**

DEDICATORIA

*A mis amados padres Iván y Lorena,
quienes han sido pilar fundamental de mis logros.*

*A mis queridos abuelos José y Rosario,
por sus consejos de vida y su apoyo incondicional.*

*A mis queridos hermanos David, Dangely, Theo, Moisés, Caleb, Isaac, Pablo, Luis,
a quienes quiero dejar el legado de que todo es
posible con esfuerzo, constancia y dedicación.*

-Josué Javier Campos Valencia

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a mis padres, Lorena e Iván por su apoyo incondicional. Al igual que mis abuelos, les agradezco por los valores que inculcaron en mí. Enseñanzas no solo de palabra sino de acciones. Puedo decir sin lugar a duda que el hombre que hoy pueden ver convertido en ingeniero es el reflejo de cada uno de sus consejos, de su sencillez y humildad. Quiero agradecer también a mis hermanos que estuvieron presentes y a los que no quienes a la distancia me apoyaron inmensamente, por mermar el estrés que los gajes del oficio de estudiante involucraban. Quiero agradecer especialmente a mi querida amiga, Ana Mafla, por ser la base y soporte en esta etapa de la vida, que no es nada fácil. Quien en los momentos que me he sentido abatido, ha sido la fuerza que me ayudó a continuar haciendo las cosas mejor cada día.

A la Gloriosa Técnica del Norte y a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas por haberme permitido desarrollar mis habilidades en pro de la Sociedad. Gracias a mis docentes, porque además de impartir conocimiento, compartían valores. Finalmente, agradecer a mis compañeros que, a pesar de discusiones y malentendidos, llegamos juntos a concluir la etapa universitaria y que en un futuro seremos colegas y extenderemos nuestras manos en apoyo el uno del otro.

-Josué Javier Campos Valencia

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD	II
TÉCNICA DEL NORTE	II
DECLARACIÓN	IV
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
ÍNDICE DE CONTENIDOS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
GLOSARIO	XII
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
CAPÍTULO I	1
1. GENERALIDADES	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2. OBJETIVOS	2
1.2.1. Objetivo General	2
1.2.2. Objetivos Específicos	2
1.3. ALCANCE	3
1.4. JUSTIFICACIÓN	3
CAPÍTULO II	5
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1. DISTRIBUCIONES EN EL PASADO	5
2.2. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	5
2.3. PROBLEMAS RELACIONADOS CON LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	7
2.4. OBJETIVOS DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	8
2.5. PRINCIPIOS DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	9
2.5.1. Principio de la integración	9
2.5.2. Principio de la mínima distancia recorrida	9
2.5.3. Principio de la circulación o flujo de materiales	10
2.5.4. Principio del espacio cúbico	10
2.5.5. Principio de la satisfacción y seguridad	10
2.5.6. Principio de la flexibilidad	10
2.6. FLUJO DE MATERIALES	10
2.7. TIPOS BÁSICOS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE LOS MEDIOS DE PRODUCCIÓN	11
2.7.1. Singular	11
2.7.2. Por posición fija	12
2.7.3. Por proceso, función o secciones	12
2.8. FACTORES QUE INTERVIENE EN LA DISTRIBUCIÓN	13
2.9. METODOLOGÍAS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	15
2.9.1. CORELAP (Computerized Relationship Layout Planning)	15
2.9.2. ALDEP (Automated Layout Design Program)	16
2.9.3. CRAFT (Computer Relative Allocation of Facilities Technique)	17
2.9.4. Metodología SLP- Sistematic Layout Planning	18
2.10. SISTEMATIC LAYOUT PLANNING (SLP)	18
2.10.1. Análisis P-Q	20
2.10.2. Recorrido de los productos	23

2.10.3.	Relación entre actividades	26
2.10.4.	Diagrama de relación de actividades	27
2.10.5.	Análisis de necesidades de espacios	28
2.10.6.	Diagrama Relacional de espacios	30
2.10.7.	Desarrollo y evaluación de soluciones	30
2.11.	MODELO SCOR	31
2.12.	PRODUCTIVIDAD	33
2.12.1.	Productividad multifactorial	33
CAPÍTULO III		35
3.	ANÁLISIS SITUACIONAL	35
3.1.	CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA	35
3.1.1.	Misión	35
3.1.2.	Visión	35
3.1.3.	Estructura Organizativa	35
3.1.4.	Maquinaria y Equipos	37
3.1.5.	Cartera de productos	38
3.1.6.	Diagrama SIPOC	39
3.1.7.	Geolocalización	40
3.2.	DIAGNÓSTICO SCOR	40
3.3.	DISTRIBUCIÓN EN PLANTA ACTUAL	41
CAPÍTULO IV		45
4.	PROPUESTA DE DISEÑO	45
4.1.	ANÁLISIS P-Q	45
4.1.1.	Pronóstico	45
4.1.2.	Previsión de ventas	48
4.1.3.	Clasificación ABC	48
4.2.	RECORRIDO DE LOS PRODUCTOS	50
4.2.1.	Diagramas de flujo de procesos	50
4.2.2.	Diagrama de hilos	51
4.2.3.	Diagrama multiproductos	53
4.2.4.	Diagrama origen destino	54
4.3.	RELACIÓN ENTRE ACTIVIDADES	54
4.4.	DIAGRAMA DE RELACIÓN DE ACTIVIDADES	55
4.5.	ANÁLISIS DE NECESIDADES DE ESPACIO	56
4.6.	DIAGRAMA RELACIONAL DE ESPACIOS	57
4.7.	FACTORES INFLUYENTES Y LIMITACIONES PRACTICAS	58
4.8.	DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE SOLUCIONES	59
4.8.1.	Proyecto X	59
4.8.2.	Proyecto Y	61
4.8.3.	Proyecto Z	63
4.9.	EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	65
4.9.1.	Estimación de costos	65
4.9.2.	Costo de transporte	66
4.9.3.	Valoración de expertos	67
4.10.	MEDICIÓN DE SALIDA SCOR	68
CONCLUSIONES		70
RECOMENDACIONES		71
ANEXOS		75

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Simbología ASME para diagrama de flujo de proceso</i>	23
<i>Tabla 2. Maquinaria y Equipos de la Empresa</i>	37
<i>Tabla 3. Cartera de Productos</i>	38
<i>Tabla 4. Resumen de Resultados - Diagnóstico SCOR</i>	40
<i>Tabla 5. Comparativa de métodos de pronóstico ML</i>	46
<i>Tabla 6. Precisión del pronóstico con pocos datos históricos, con regresores</i>	47
<i>Tabla 7. Previsión de ventas para el año 2020</i>	48
<i>Tabla 8. clasificación ABC</i>	49
<i>Tabla 9. Matriz multiproducto</i>	53
<i>Tabla 10. Matriz origen destino</i>	54
<i>Tabla 11. Espacio de trabajo- método Guerchet</i>	57
<i>Tabla 12. Factores influyentes y limitaciones prácticas</i>	58
<i>Tabla 13. Estimación de costos alternativa</i>	65
<i>Tabla 14. Estimación de costos alternativa 3</i>	66
<i>Tabla 15. Costo de transporte de las alternativas</i>	67
<i>Tabla 16. Valoración de las alternativas según expertos</i>	67
<i>Tabla 17. evaluación multicriterio de alternativas</i>	68
<i>Tabla 18. Medición de salida del modelo SCOR</i>	68

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Ilustración 1. Principios de la Distribución en Planta</i> _____	9
<i>Ilustración 2. Flujo de Materiales</i> _____	10
<i>Ilustración 3. Flujo de Materiales Según Vallhonrat et al.</i> _____	11
<i>Ilustración 4. Principios de la Distribución en Planta</i> _____	11
<i>Ilustración 5. Factores que Intervienen en la Distribución</i> _____	13
<i>Ilustración 6. Factores que Intervienen en la Distribución Según Muther</i> _____	14
<i>Ilustración 7. Ejemplo de Aplicación CORELAP</i> _____	16
<i>Ilustración 8. Ejemplo Método CRAFT</i> _____	17
<i>Ilustración 9. Proceso Sistemático de Metodología SLP</i> _____	20
<i>Ilustración 10. Métodos de Pronóstico</i> _____	21
<i>Ilustración 11. Análisis P-Q</i> _____	22
<i>Ilustración 12. Pareto- Clasificación ABC</i> _____	22
<i>Ilustración 13. Ejemplo de Diagrama de Flujo de Proceso</i> _____	24
<i>Ilustración 14. Ejemplo de Diagrama de Recorrido</i> _____	25
<i>Ilustración 15. Ejemplo de Diagrama Multiproducto</i> _____	25
<i>Ilustración 16. Ejemplo de Diagrama Origen/Destino</i> _____	26
<i>Ilustración 17. Ejemplo de Matriz de Relación</i> _____	26
<i>Ilustración 18. Ejemplo de Diagrama de Relación de Actividades</i> _____	28
<i>Ilustración 19. Ejemplo de Diagrama de Relación de Espacios</i> _____	30
<i>Ilustración 20. Extracto de Lista de Chequeo- Modelo SCOR</i> _____	32
<i>Ilustración 21. Ejemplo de Diagrama de Red -Resultado</i> _____	32
<i>Ilustración 22. Organigrama Estructural</i> _____	37
<i>Ilustración 23. Diagrama SIPOC</i> _____	39
<i>Ilustración 24. Geolocalización de la empresa</i> _____	40
<i>Ilustración 25. Análisis de la SC - Diagrama de red</i> _____	41
<i>Ilustración 26. Layout General de la Empresa</i> _____	42
<i>Ilustración 27. Layout Detallado de la Empresa</i> _____	43
<i>Ilustración 28. Áreas de la Empresa</i> _____	44
<i>Ilustración 29. Clasificación ABC</i> _____	49
<i>Ilustración 30. Diagrama de flujo de procesos de Maní Confitado</i> _____	50
<i>Ilustración 31. Diagrama de Hilos</i> _____	53
<i>Ilustración 32. Matriz de relación de actividades</i> _____	55
<i>Ilustración 33. Diagrama de relación de actividades</i> _____	56
<i>Ilustración 34. Diagrama relacional de espacios</i> _____	58
<i>Ilustración 35. Alternativa 1-Proyecto X</i> _____	61
<i>Ilustración 36. Alternativa 2-Proyecto Y</i> _____	63
<i>Ilustración 37. Alternativa 3- Proyecto Z</i> _____	65
<i>Ilustración 38. Comparación entre línea base y medición de salida</i> _____	69

GLOSARIO

A

ALDEP: Metodología de distribución en planta. Programa de diseño de diseño automatizado por sus siglas en inglés

B

BSTS: Serie temporal estructural bayesiana

BNN: Red neuronal Bayesiana

C

CART: Árboles de Clasificación y Regresión. Metodología de previsión

CORELAP: planificación computarizada de diseño de relaciones.

CRAFT: asignación relativa por computadora de técnicas de instalación

G

GRNN: Red Neuronal de Regresión General

GP: Red Neuronal de Procesos Gaussianos

K

KNN: Red Neuronal de clasificación K vecinos más cercanos

M

MLP: Red Neuronal Perceptrón Multicapa. Modelo de clasificación y pronóstico

MSE: Error Cuadrático Medio. Media del error de pronóstico en términos cuadrados de la unidad analizada

O

OTIDA: Diagrama que representa Operaciones, Transportes, Inspecciones, Demoras y Almacenamientos

R

RMSE: Raíz del Error Cuadrático Medio. Error de pronóstico en términos de la unidad analizada

S

SLP: Planificación Sistemática de Diseño, método de distribución en planta

SCOR: Referencia de Operaciones de la Cadena de Suministro. Modelo de evaluación de la cadena de suministro

SKU: Unidad de mantenimiento de stock. Nombre o denominación de cada producto de la empresa

SIPOC: Diagrama que muestra el flujo de material desde los proveedores, entradas, procesos, hasta la salidas y clientes

RESUMEN

El estudio analiza la distribución en planta óptima para la empresa Tosthachul mediante la implementación de la metodología SLP (Planificación Sistemática de Diseño). La observación previa muestra que la empresa no distribuyó correctamente las máquinas y equipos. Además, la necesidad de apoyo en la redistribución de su planta productiva era urgente puesto que estaba próxima a recibir maquinaria nueva.

Primeramente, se realizó un diagnóstico con la metodología SCOR donde se obtuvo los siguientes resultados: Planeación 1.41; Aprovisionamiento 0.75; Producción 1.63; Distribución 1.15; Devoluciones 0.75. Cabe recalcar que al final del trabajo estos parámetros aumentaron significativamente en un 29.8%, 65.0%, 59.5%, 17.4%, 0.0% respectivamente. Seguidamente, se desarrolló la metodología SLP con sus 8 pasos: Análisis producto- cantidad, Flujo de materiales, Relación entre actividades, Necesidad y disponibilidad de espacio, relación de espacios, factores influyentes y limitaciones prácticas, Generación de alternativas, Evaluación y selección. El análisis producto- cantidad se desarrolló mediante el pronóstico a mediano plazo con la aplicación de métodos de pronóstico modernos: para los productos con abundantes datos históricos se hizo uso de la red neuronal MLP y para los que poseían poca información se aplicó las redes neuronales bayesianas que implementaban variables exógenas como índices macroeconómicos de bases de datos confiables para mejorar la precisión del pronóstico. Finalmente, en la evaluación y selección, se escogió a la alternativa 2 debido a los resultados favorables en los criterios de evaluación siguientes: estimación de costos de \$ 1,766.40, costo de transporte anual de \$ 78. 82 y según el criterio de expertos una valoración de 8.87 de 10.

ABSTRACT

The study analyzes the optimal plant distribution for the Tosthachul company through the implementation of the SLP (Systematic Layout Planning) methodology. The previous observation shows that the company did not correctly distribute the machines and equipment. Besides, the need for support in the redistribution of its production plant was urgent since it was close to receiving new machinery.

First, a diagnosis was made with the SCOR methodology where the following results were obtained: Planning 1.41; Provision 0.75; Production 1.63; Distribution 1.15; Returns 0.75. It should be noted that at the end of the work these parameters increased significantly by 29.8%, 65.0%, 59.5%, 17.4%, 0.0% respectively. Next, the SLP methodology was developed with its 8 steps: Product-quantity analysis, Material flow, Activities relationship, Need and availability of space, spaces relationship, influencing factors and practical limitations, Generation of alternatives, Evaluation, and selection. The product-quantity analysis was developed through the medium-term forecast with the application of modern forecasting methods: for products with abundant historical data, the MLP neural network was used and for those who had little information Bayesian neural networks were applied that implemented exogenous variables such as macroeconomic indices of reliable databases to improve forecast accuracy. Finally, in the evaluation and selection, alternative 2 was chosen due to the favorable results in the following evaluation criteria: cost estimate of \$ 1,766.40, annual transportation cost of \$ 78. 82 and according to the expert criteria an assessment of 8.87 of 10.

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La empresa Tostachul, es una microempresa manufacturera dedicada a la elaboración de artículos de confitería y maní. Está ubicada en la ciudad de Otavalo, Parroquia Jordán. La empresa tiene una trayectoria de aproximadamente 2 años en el mercado y cuenta con 7 trabajadores. Esta empresa distribuye sus productos a la ciudad local, Quito, Ibarra y Cayambe. Desde su inicio esta empresa ha recibido apoyo de diferentes instituciones gubernamentales como es el caso del MIPRO (Ministerio de Industrias y Productividad) y la Prefectura de Imbabura, de ahí que ha mejorado significativamente sus actividades mostrando índices de crecimiento con relación a su producción, demanda y aumento de su cartera de productos.

Inicialmente, la empresa no planificó su volumen de producción ni considero la demanda de su nicho de mercado para la disposición de las operaciones. Además, esta recibirá maquinaria nueva, que será donada por parte de la Prefectura de Imbabura. La empresa produce actualmente, entre sus diferentes productos y presentaciones, un total de 1 548 unidades mensuales con un volumen de ventas de \$3 032.80 mensuales aproximadamente. Los socios de la empresa han mostrado gran interés en lo referente al avance tecnológico siempre y cuando estos aporten a la empresa de manera positiva. Mediante una observación participativa y experiencias en trabajos realizados anteriormente como requisito de la carrera (prácticas pre profesionales), se identificó que la empresa ha localizado las máquinas y maquinarias, como también herramientas, sin el uso de alguna metodología o siguiendo criterios técnicos. De este problema se ha identificado que la productividad es deficiente.

La propuesta de optimización de la distribución en planta que se propondrá podría aportar en gran manera al incremento de la productividad y la reducción de distancias recorridas por el

operario y los materiales. Cabe recalcar que los resultados esperados se conseguirán a cabalidad únicamente si se implementa adecuadamente dicha propuesta.

Entonces, debido a que la distribución en planta de la empresa no se basa en ninguna metodología o parámetros técnicos lo cual se debe a que no se ha planificado previamente y teniendo en cuenta que la cartera de productos ha aumentado puesto que está cercana a recibir maquinaria nueva, se propone la aplicación de metodología de distribución en planta que de ser implementada correctamente permitirá mitigar la problemática encontrada.

1.2.OBJETIVOS

1.2.1.Objetivo General

Proponer la redistribución en planta, mediante la metodología Planificación Sistemática de Diseño (SLP) para el incremento de la productividad en la empresa Tosthachul.

1.2.2.Objetivos Específicos

- i. Realizar la caracterización del problema mediante una visita para determinar las generalidades del trabajo.
- ii. Recopilar información en fuentes bibliográficas sobre metodología de distribución en planta, que sirvan de fundamento teórico para el desarrollo de la optimización de la planta productiva de la empresa.
- iii. Analizar el estado de la empresa, mediante técnicas que permitan conocer la situación actual respecto a su distribución.
- iv. Proponer la redistribución, mediante la evaluación de alternativas de la metodología de distribución en planta (SLP) que optimice dicha distribución.

1.3.ALCANCE

La empresa Tosthachul cuenta con su planta de producción ubicada en Otavalo, está dividida en: área administrativa y directiva, área productiva y área de apoyo.

La distribución en planta se realizará en el área de producción, es decir donde se realizan las actividades agregadoras de valor.

Existen varias metodologías entre las que se mencionan SLP (Sistematic Layout Planning), Craft, Aldep, Corelap. Este estudio se realizará aplicando la metodología SLP para la redistribución en planta de la empresa.

Como constancia del trabajo realizado la empresa contará con el diseño óptimo bajo parámetros técnicos que permitan aumentar su productividad.

1.4.JUSTIFICACIÓN

El trabajo por realizarse se justifica de manera práctica o también conocida como tecnológica debido a que su desarrollo propone una metodología que, de ser aplicada, contribuirá a resolver el problema de la falta de una distribución que se guie bajo criterios técnicos y metodológicos. Y que además incremente la productividad.

A continuación, se justificará la realización del trabajo de grado bajo los parámetros de pertinencia, relevancia y viabilidad.

Respecto a la pertinencia de éste, primeramente, viene dado por la intención del tesista de solucionar el problema de distribución en planta, en la mencionada empresa debido a los conocimientos y dominio del tema. Segundo, la carrera tiene pertinencia de acuerdo con la línea de investigación “Calidad, Productividad y Seguridad en la industria”. Finalmente, la Universidad Técnica del Norte tiene pertinencia alineada a su novena línea de investigación denominada “Gestión, producción, productividad, innovación y desarrollo socioeconómico.”

Este trabajo es relevante para los tres socios de la empresa, para los seis trabajadores del área de producción y para su cartera de clientes. Los socios se ven afectados por la pérdida

monetaria debido a que los trabajadores se desplazan innecesariamente lo que genera una reducción en la productividad de sus labores diarias. La producción actual de la empresa es de 1 548 unidades mensuales y volumen de ventas de \$3 032. 80 mensuales. Se ha visto una oportunidad de mejora en el incremento de la productividad mediante la realización del presente trabajo.

El trabajo a realizarse es viable debido a la disposición y compromiso por parte la junta de socios de la empresa Tosthachul para la realización del estudio de distribución en planta, asimismo el tiempo que se dispone es considerablemente suficiente para la realización del trabajo.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1.DISTRIBUCIONES EN EL PASADO

Las distribuciones son igual de antiguas como el hombre mismo, se observan en las actividades o trabajos del individuo y en diversos ámbitos que involucren el manejo de hombres, materiales y maquinaria. El hecho de ser empírico el trabajo de distribuir los elementos de producción no quiere decir que sean poco eficientes, ya que se tienen conocimiento que los métodos usados por los venecianos para la construcción naval eran en efecto, efectivo, mismo método que no fue usado sino hasta la época de la Segunda Guerra Mundial. Fue con la llegada de la revolución industrial que tomo importancia económica para los propietarios y administradores de negocios, debido a los resultados tangibles de la organización del trabajo tanto en orden y limpieza, como en la reducción el desplazamiento entre dos operaciones.(Muther, 1970)

Esta distribución primitiva realizada antes del desarrollo de metodologías complejas consiste en agrupar máquinas y procesos semejantes, ordenar linealmente las áreas y mantener estricta limpieza en estas. Así también disponer los materiales de producción en un extremo de cada proceso (de ser necesario) y en dirección al flujo del trabajo. (Muther, 1970)

2.2.DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

La distribución en planta es considerada por García & Quesada como la ubicación ordenada de los factores y elementos productivos de una organización, asimismo de la distribución de las áreas y departamentos. Para lo cual se buscará que la ubicación sea lo más eficiente posible para apoyar a los objetivos empresariales. (De la fuente García & Quesada Fernandez, 2005)

Para Vallhonrat y Corominas (1991):

“El diseño de la distribución en planta es un problema complejo de localización, el cual consiste en determinar el lugar adecuado para posicionar los diferentes elementos de producción, en un espacio definido, teniendo en cuenta la interrelación existente entre estos.”

Según Leyva, M. “El problema de distribución de planta es la determinación del arreglo físico más eficiente de un número de instalaciones que interactúan en un sistema de producción con miras de encontrar uno o más objetivos.” Estos objetivos suelen ser la reducción de manejo de materiales, de desplazamiento, aumento de productividad entre otros tantos.(Leyva, Mauricio, & Salas Bacalla, 2016)

Según Gandhi & Ansari (2015):

“La optimización del diseño de la planta significa disponer las cosas en ubicaciones adecuadas con el fin de facilitar expansiones futuras, efectividad en el tiempo y costo de manejo de materiales, utilización adecuada del espacio, seguridad y limpieza, condiciones de trabajo, utilización del equipo, rentabilidad entre otros.” (Gandhi & Ansari, 2015)

Para Sortino, por lo general la palabra layout está ligada a la definición de distribución en planta, en el ámbito industrial y será posible diseñar un mejor layout siempre y cuando no existan restricciones de ubicación y tamaño del terreno (Sortino, 2001).

Es importante acabar con el paradigma que se tiene sobre el diseño de la distribución en planta y la localización de la empresa, generalmente se cree que se debe diseñar conforme al terreno, cuando esto es, al contrario. El diseño es el primer paso antes de la localización de la empresa para contar con un diseño óptimo, flexible y adecuado (Sortino, 2001).

Layout puede definirse como “La disposición o plan para plasmar y representar en un plano las diferentes áreas que conforman una empresa o negocio (Platas García & Cervantes Valencia, 2014).

Otros de los autores consideran que es importante tomar en cuenta tanto las instalaciones, equipos y capacidad instalada, como también los edificios, equipos de oficina, muebles y enseres, vehículos y computadores (Quiceno Orozco & Zuluaga García, 2012).

Diego Mas, en su tesis doctoral, considera que: “Lograr la eficiencia y la flexibilidad demandada pasa necesariamente por una correcta ordenación de los medios productivos que permita, no sólo hacer frente con éxito a las situaciones actuales, sino también, a posibles escenarios futuros.”(Diego Mas, 2006)

Dado que la distribución en planta es un proyecto a mediano y largo plazo es importante prever los cambios futuros, teniendo en cuenta escenarios pesimistas, optimistas y medios.

2.3.PROBLEMAS RELACIONADOS CON LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Moore James (1962), considera que existen varios tipos de problemas con las distribuciones en planta, los cuales se mencionan a continuación:

- modificaciones en el diseño de los productos
- desarrollo de nuevos productos o variaciones en la demanda
- equipos, máquinas o actividades obsoletas
- accidentes frecuentes
- puestos de trabajo no adecuados para los operarios
- necesidad de reducción de costes

Todos estos problemas anteriores influyen en los procesos y recursos, afectando a la productividad. Para lo cual, sería de gran importancia que el layout tenga la característica de flexibilidad y que además se analice su rediseño cuando estos problemas antes mencionados ocurran.

Para Tate et al, los problemas de distribución en planta son:

“Un grupo de problemas de optimización consistentes en la partición de una región plana de dimensiones conocidas (generalmente rectangular) en departamentos de área conocida, de tal manera que se minimice el coste asociado con las interacciones previstas entre dichos

departamentos. Estos costes pueden deberse al transporte (incluyendo costes asociados con la construcción de los sistemas de mantenimiento), o preferencias relativas a la adyacencia entre departamentos.” (Tate & Smith, n.d.)

2.4.OBJETIVOS DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Una óptima distribución en planta genera ciertos beneficios al sistema productivo y por tanto a la empresa en general, por lo cual, es importante determinar los objetivos que se plantean con esta (Diego Mas, 2006; Moore, 1962; Palacios, 2016).

Se mencionan a continuación:

- Simplificar el proceso productivo
- Reducir costos de manejo de materiales
- Disminuir trabajo en proceso
- Aprovechar el espacio de manera óptima
- Aumentar la satisfacción y garantizar la seguridad del operario
- Evitar inversiones de capital innecesarias
- Incremento de la producción
- Reducción en retrasos de producción
- Aprovechamiento óptimo de material maquinaria y equipos

Además James Moore define que la distribución es óptima cuando genera satisfacción a las partes que intervienen en el proceso.(Moore, 1962) Estas partes son: máquina, hombre y material.

Por su parte Muther mantiene un enfoque desde la perspectiva económica, con respecto al ordenamiento de las áreas de trabajo y la maquinaria. Así como también asegurar la protección laboral del trabajador. Partiendo de una larga lista de objetivos, concluyó que son seis los objetivos básicos de la distribución, los cuales se mencionan a continuación:

1. Integración conjunta de todos los factores que intervienen en la distribución
2. Movimiento del material por distancias mínimas
3. Circulación del trabajo por la planta

4. Utilización efectiva de espacios
5. Seguridad y bienestar de los trabajadores
6. Flexibilidad para ordenaciones futuras (Muther, 1970)

2.5.PRINCIPIOS DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

El la Ilustración 1, se puede observar los seis principios de la distribución en planta que presenta Muther.



Fuente:(Muther, 1970)

Elaborado por: El autor

Ilustración 1. Principios de la Distribución en Planta

A continuación, se detallan cada uno de los principios:

2.5.1.Principio de la integración

Este principio determina que la distribución que presenta mayor posibilidad de éxito es aquella que integra todos los elementos que influyen en la misma, es decir, operarios, maquinaria, materiales, procesos, entre otros.(Diego Mas, 2006; Muther, 1970)

2.5.2.Principio de la mínima distancia recorrida

De la misma manera, es mucho mejor aquella distribución que asegure la distancia más corta posible a recorrer, entre operaciones, por los materiales y operarios. (Diego Mas, 2006; Muther, 1970)

2.5.3.Principio de la circulación o flujo de materiales

Asimismo, es óptimo que las operaciones se encuentren ordenadas de manera lineal, siguiendo el flujo de trabajo según la secuencia en la que se manufactura. (Diego Mas, 2006; Muther, 1970)

2.5.4.Principio del espacio cúbico

El uso efectivo del espacio disponible en las 3 dimensiones asegura la economía de estos y del capital invertido. (Diego Mas, 2006; Muther, 1970)

2.5.5.Principio de la satisfacción y seguridad

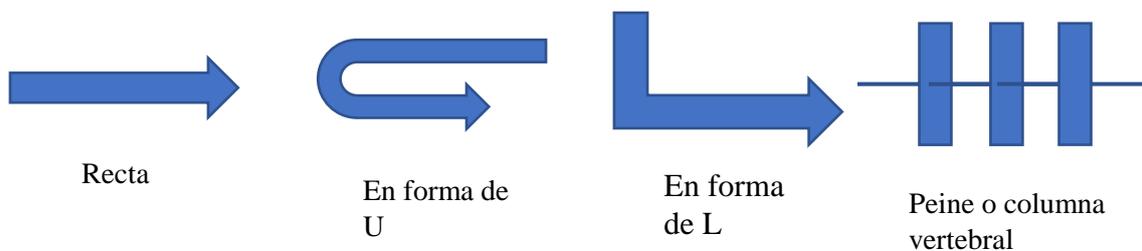
Una redistribución de éxito será aquella que además de lo antes mencionado, proporcione satisfacción y seguridad a los operarios, máquinas y materiales. (Diego Mas, 2006; Muther, 1970)

2.5.6.Principio de la flexibilidad

Dado que, por diferentes factores, la necesidad de un rediseño es una realidad inminente, la distribución deberá permitir dichos cambios con el mínimo de costos e inconvenientes. (Diego Mas, 2006; Muther, 1970)

2.6.FLUJO DE MATERIALES

Platas García & Cervantes Valencia (2014) dividen al flujo de materiales en 4 tipos diferentes. En la ilustración 2 se visualizan estos.

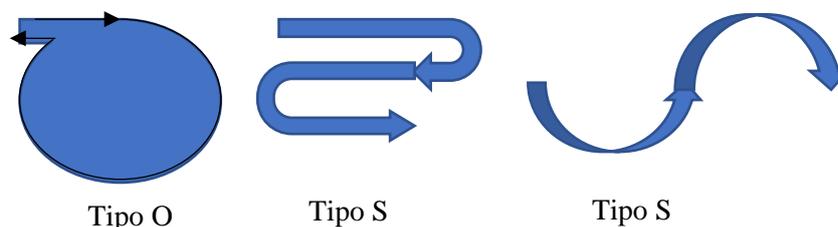


Fuente:(Palacios, 2016)

Elaborado por: El autor

Ilustración 2. Flujo de Materiales

Vallhonrat & Corominas por su parte consideran tres modelos adicionales. Véase en la ilustración 3.



Fuente: Vallhonrat & Corominas (1991)

Elaborado por: El autor

Ilustración 3. Flujo de Materiales Según Vallhonrat et al.

2.7.TIPOS BÁSICOS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE LOS MEDIOS DE PRODUCCIÓN

Los autores: Cardona, et al. y De la fuente, G. & Quezada, F. Coinciden, en gran manera, en que los tipos básicos de distribución son los que se muestran a continuación, en la ilustración 4:



Fuente: (Cardona et al., 2012)

Elaborado por: El autor

Ilustración 4. Principios de la Distribución en Planta

2.7.1.Singular

Este tipo de distribución es para productos únicos e irrepetibles, generalmente son de gran magnitud como es el ejemplo de una carretera, presa hidroeléctrica o un parque eólico. Para este tipo de distribución el material, maquinaria y talento humano se traslada al lugar, es importante la logística en este tipo de distribución. El ordenamiento de los materiales se ubica

cerca del proyecto y se mantiene en una ubicación (caso de la presa hidroeléctrica), así como también puede ir avanzando conforme al avance del proyecto (caso de carretera).

2.7.2. Por posición fija

Este tipo de distribución se debe a que el producto es de gran magnitud por lo que se debe llevar las máquinas, equipos, materiales y mano de obra, al lugar donde se realizará. Un ejemplo claro es el de la construcción de un buque. En este caso se adapta el proceso al producto. (De la fuente García & Quesada Fernandez, 2005; Peña & Garrido, 2016)

2.7.3. Por proceso, función o secciones

En este tipo de distribución, son las máquinas las que se agrupan según las características similares de funcionalidad. Esta es implementada cuando el volumen de producciones es bajo y la cartera de productos son diferentes, pero pasan por procesos similares. (De la fuente García & Quesada Fernandez, 2005; Peña & Garrido, 2016)

2.7.4. En cadena, serie, línea o producto

Para este caso de distribución, se dispone las máquinas secuencialmente de manera que son el producto semielaborado atraviesa cada una de las operaciones linealmente. Un ejemplo claro es el de ensamble de automóviles. (De la fuente García & Quesada Fernandez, 2005; Peña & Garrido, 2016)

Los formatos básicos de la distribución para la producción son de tres tipos (Chase & Jacobs, 2011), se mencionan a continuación:

Centro de trabajo. -Esta se caracteriza por la agrupación de equipamientos o máquinas similares, y el producto semielaborado se transporta a lo largo de este tipo de distribución.

Línea de ensamble. – Los equipos y maquinarias se ordenan dependiendo de las etapas de fabricación las cuales son progresivas.

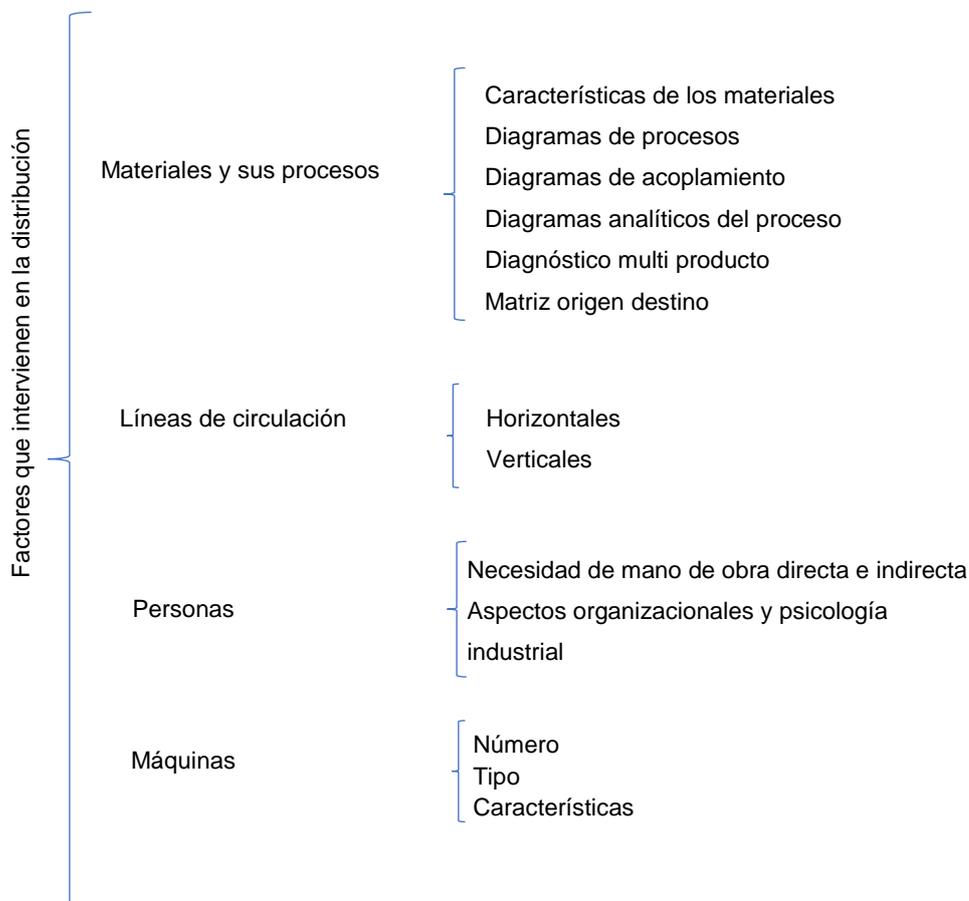
Celda de manufactura. – Esta reúne las máquinas para trabajar en los productos según su requerimiento de procesamiento similares.

Distribución por proyecto. – El producto, debido al gran volumen y peso está en un solo sitio y las máquinas y equipos se desplazan dentro de esta.

2.8.FACTORES QUE INTERVIENE EN LA DISTRIBUCIÓN

Son numerosos los factores que influyen directamente en la distribución en planta, tantos que vuelven muy complejo la resolución del problema a considerar. Varios autores coinciden en que los factores que interviene en la distribución en planta.

En la ilustración 5, se muestran estos factores:

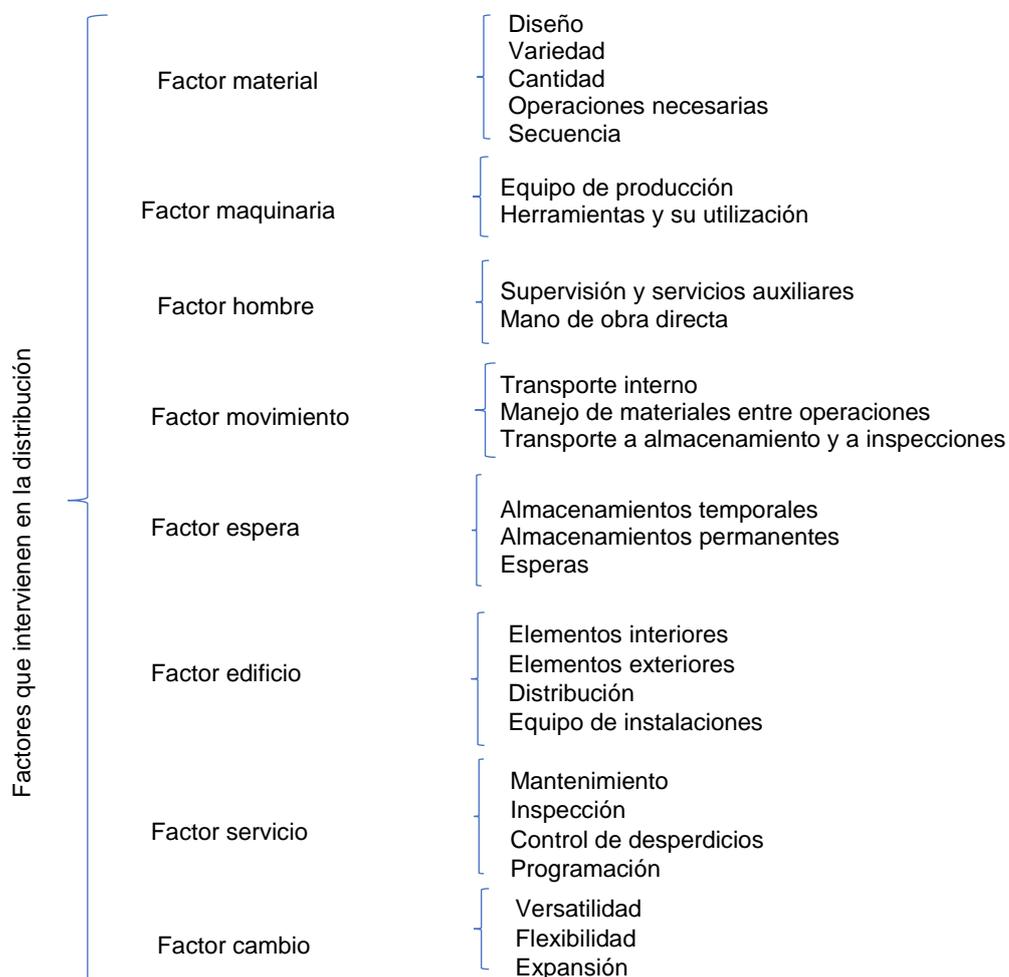


Fuente: (De la fuente García & Quesada Fernandez, 2005)

Elaborado por: El autor

Ilustración 5. Factores que Intervienen en la Distribución

Muther por su parte, considera que los factores que afectan a la distribución en planta son los siguientes:



Fuente: (Muther, 1970)

Elaborado por: El autor

Ilustración 6. Factores que Intervienen en la Distribución Según Muther

Como se observa en la ilustración 6, se desglosa e incluye más factores a la lista. Algunos autores coinciden en la mayoría de estos factores. Esto no quiere decir que uno tenga la razón y el otro no, sino que depende del análisis que el autor haya realizado en sus investigaciones.

Todos los factores mencionados en la ilustración 5 y 6 son de vital importancia para el diseño de la distribución en planta de una empresa. Conocerlos permitirá que la decisión que se tome sea acertada.

2.9.METODOLOGÍAS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Se proponen un conjunto de pasos generales que permitirán seleccionar el mejor diseño de planta para aplicarlo en un estudio de redistribución (Cardona, Palacios, Andrea, & Cardona, 2012) mencionados a continuación:

- Identificar el tipo de proyecto de planta que se quiere llevar a cabo en la empresa
- Analizar los factores críticos que corresponden al tipo de proyecto seleccionado
- Evaluar las alternativas de diseño
- Compara las alternativas y tomar la decisión óptima definitiva

Sin embargo, con el tiempo se han incorporado métodos especializados de resolución de este problema tales como SLP, Corelap, Aldep, CRAFT (entre los más conocidos).

A continuación, se detallará brevemente los métodos Corelap, Aldep y Craft. En el caso de la metodología SLP y se hará énfasis ya que el presente trabajo se realiza en torno a esta.

2.9.1.CORELAP (Computarized Relationship Layout Planning)

Esta es una técnica tradicionalmente utilizada para el análisis de distribución en planta. Fue desarrollada en 1967 por Lee y Moore, siendo pionera en la implementación asistida por computadora de la distribución. (Calderón Torres, 2018)

Para Mejía et al (2011):

“En esta metodología se ubican los departamentos de acuerdo con la calificación de cercanía total representada en trayectoria rectilínea, siendo el de mayor relación de cercanía situado en el centro de la disposición y como regla de desempate siempre se selecciona el departamento de área más grande.” (Mejia, Wilches, Galofre, & Montenegro, 2011)

Las entradas de esta técnica son: la información de los departamentos y la matriz de relación de las actividades. El TCR o índice de proximidad es la sumatoria de los valores de proximidad asignados en la matriz y se le da un orden numérico de mayor a menor, donde el mayor es de orden 1 y así sucesivamente. (Casals, Forcada, & Roca, 2012)

En la ilustración 7 se presenta un ejemplo de esta metodología.

Depto.	TCR	Orden
1	402	5
2	301	7
3	450	4
4	351	6
5	527	2
6	254	8
7	625	1
8	452	9
9	502	3

			6
8	3	5	7
2	1	9	4

Fuente: (Casals et al., 2012)

Elaborado por: El autor

Ilustración 7. Ejemplo de Aplicación CORELAP

2.9.2.ALDEP (Automated Layout Design Program)

Este fue desarrollado por Seehof & Evans en 1967 y es considerado como un algoritmo de barrido (Casals et al., 2012). Los pasos que sigue este método, Según Leyva et al. (2016), son: “Seleccionar una instalación al azar y posicionarla en la esquina superior izquierda del diagrama, se elige posteriormente a una instalación con un valor de relación de cercanía mayor al especificado por el cliente o usuario.” (Leyva et al., 2016) Por lo cual, se hará uso del diagrama de relaciones de actividades con su codificación, pero dándole un peso numérico para facilitar la valoración. (Casals et al., 2012)

Las entradas para aplicar esta metodología son: Información de las zonas, tabla de relación de actividades, dimensiones de la planta y elementos fijos. El resultado de esta son 20 distribuciones, de las cuales se seleccionará la que resulte mejor, desde el punto de vista del cliente. (Casals et al., 2012)

2.9.3.CRAFT (Computer Relative Allocation of Facilities Technique)

Este método fue desarrollado por Armour, Buffa & Vollman en el año 1963. Tiene como objetivo minimizar el costo total de transporte de una distribución en planta. (Armour & Buffa, 1963)

El costo de transporte se puede definir como: “El producto del número de viajes realizados entre ellos por un valor de coste por unidad de distancia” (Casals et al., 2012)

El algoritmo que sigue este método:

“Inicia con la determinación de los costos de las instalaciones y la determinación del centroide de cada una de las áreas, luego evalúan todas las posibles ubicaciones de las áreas que pueden ser adyacentes entre sí o ser del mismo departamento.” (Mejia et al., 2011)

En la ilustración 8, se puede observar estos cambios que se realizan con el método CRAFT:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1	1	1	1	1	8	8	8	8	8	10	10	10	10	10
2	2	2	2	2	2	8	8	8	8	8	10	10	10	10	10
3	2	2	2	2	2	7	7	7	7	7	10	10	10	10	10
4	3	3	3	3	3	6	6	6	6	6	10	10	10	10	10
5	3	3	3	3	3	6	6	6	6	6	10	10	9	9	9
6	3	3	3	3	3	5	5	5	5	5	10	10	9	9	9
7	3	3	3	3	3	5	5	5	5	5	10	10	9	9	9
8	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	10	10	9	9	9
9	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	10	9	9	9	9
10	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	10	9	9	9	9
11	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0	0	0	0

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1	1	1	1	1	8	8	8	8	8	10	10	10	10	10
2	3	3	3	3	3	8	8	8	8	8	10	10	10	10	10
3	3	3	3	3	3	7	7	7	7	7	10	10	10	10	10
4	3	3	3	2	2	6	6	6	6	6	10	10	10	10	10
5	3	3	3	2	2	6	6	6	6	6	10	10	9	9	9
6	3	3	2	2	2	5	5	5	5	5	10	10	9	9	9
7	3	3	2	2	2	5	5	5	5	5	10	10	9	9	9
8	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	10	10	9	9	9
9	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	10	9	9	9	9
10	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	10	9	9	9	9
11	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0	0	0	0

Fuente: (Casals et al., 2012)

Elaborado por: El autor

Ilustración 8. Ejemplo Método CRAFT

Como se puede ver en la ilustración 8, en el recuadro rojo se realiza una iteración entre la estación 2 y 3.

Las entradas para implementar este método, por tanto, son número de zonas, superficie y medidas de la planta y de las zonas, número de viajes y costes por cada uno, distribución inicial. (Casals et al., 2012)

El resultado que se elige es aquel que, después de varias iteraciones, arroje el menor costo. Hicks & Cowen (1976) discreparon del proceso de cambio ya que puede formular instalaciones de formas irregulares. (Hicks & Cowen, 1976)

2.9.4. Metodología SLP- Systematic Layout Planning

Esta metodología fue propuesta por Muther, siendo este un proceso sistemático multicriterio práctico y sencillo para resolver problemas de distribución en planta. Este involucra factores cuantitativos y cualitativos. (Naqvi, Fahad, Atir, Zubair, & Shehzad, 2016) Además, tiene varias aplicaciones tanto en el área industrial, como el comercial, de almacenes, entre otros. (Máximo, David, & Bacallas, 2013)

Es importante realizar un diagnóstico como parte del planteamiento de la distribución y continuar con el desarrollo de alternativas. Para validar los resultados es recomendable aplicar métodos cuantitativos para corroborar la eficiencia de la distribución ya que SLP es un método cualitativo. (Santos, Torres, Leyva, Granda, & Orges, C. A. M. Piarpuezan, 2019)

2.10. SISTEMATIC LAYOUT PLANNING (SLP)

El SLP se sustenta de información (P, Q, R, S, T) del problema mediante un algoritmo de 10 pasos que permitirán tener, al término de su realización, la distribución óptima o aceptable que resuelva el problema planteado. (Máximo et al., 2013)

Este consta de tres etapas importantes: Análisis, búsqueda y solución. Ha sido muy utilizada para la resolución de los problemas de distribución en planta mediante el análisis de criterios cualitativos. Este método puede ser aplicado a instalaciones inexistentes como las ya existentes (Arcila, Castaño, Cesar, & Amador, 2016). Son cuatro las fases que se deben seguir para conseguir los resultados esperados, según Arcila & Amador:

Fase 1: localización geográfica de la planta

Esta fase es esencial para plantas que ha de construirse desde cero, por lo cual es indispensable determinar el área geográfica óptima para su ubicación. Se iniciará de lo general a lo particular, es decir los detalles de la distribución. (Arcila et al., 2016)

En el caso de trabajar en una instalación ya construida previamente, este paso se debería obviar.

Fase 2: Distribución general del conjunto

En esta fase se determina el flujo para la distribución, así como el tamaño, relación y configuración de la actividad principal. Aquí no se dará importancia a los detalles, sino más adelante. (Arcila et al., 2016)

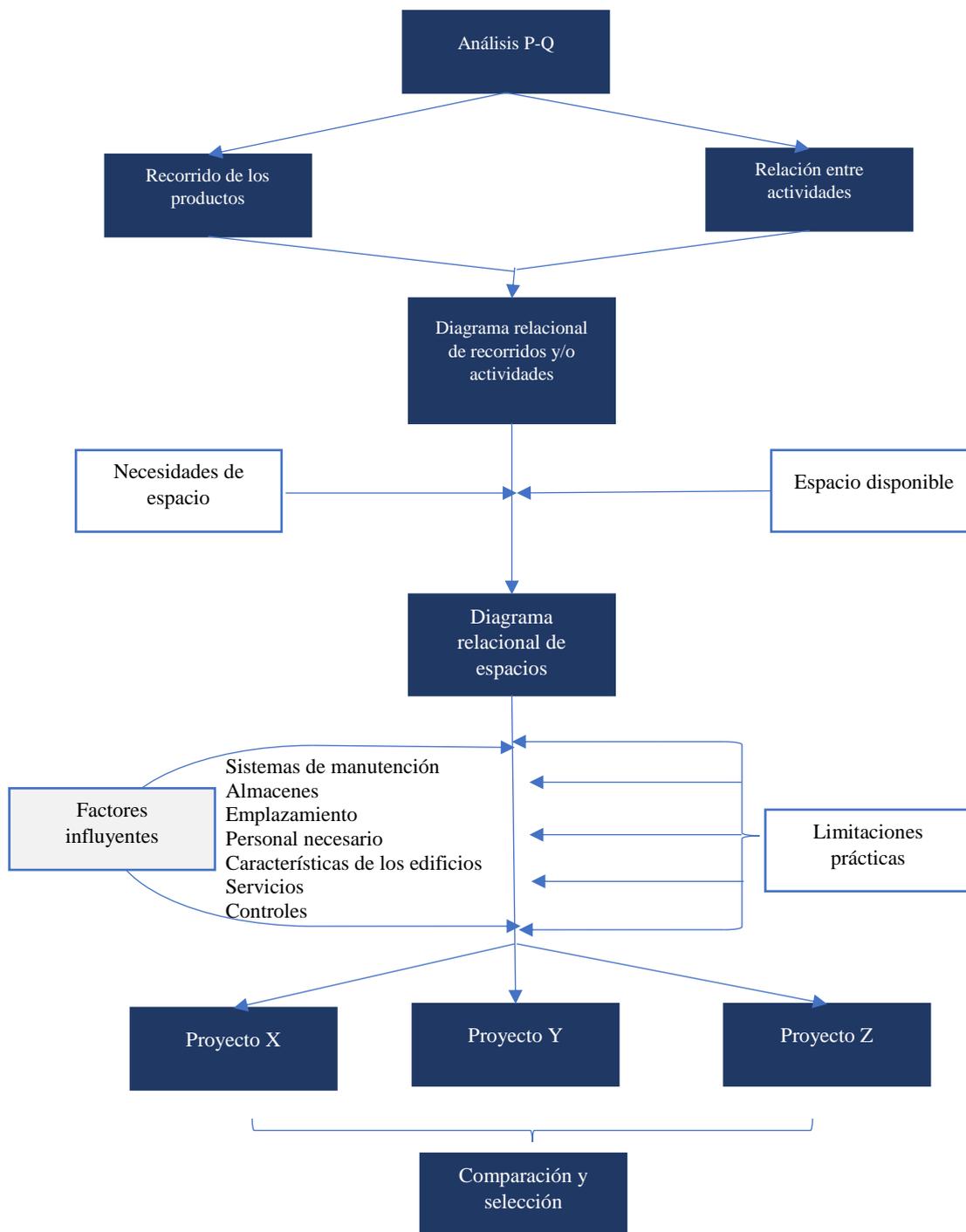
Fase 3: Plan de distribución detallada

Es una planificación a mayor detalle, de la colocación de los puestos de trabajo, la maquinaria y equipos. (Arcila et al., 2016)

Fase 4: Instalación

En esta última fase, se realizan los cambios y ajustes de la distribución para lograr lo planificado y que resuelva la problemática. (Arcila et al., 2016)

En la ilustración 9, se presenta los pasos a seguir que corresponde a dicha metodología:



Fuente: (Muther, 1968)

Ilustración 9. Proceso Sistemático de Metodología SLP

A continuación, se detallará cada uno de los pasos a seguir:

2.10.1. Análisis P-Q

Richard Muther (1968) en su libro recomienda realizar un pronóstico y previsión de ventas, para realizar un análisis P-Q de calidad. (Muther, 1968) Para lo cual existen herramientas para

pronosticar como RStudio, el cual es un software potente, útil y versátil de análisis estadístico. Contiene varios paquetes entre ellos el de pronóstico. Este paquete proporciona métodos y herramientas para mostrar y analizar pronósticos de series temporales univariantes. (Team, 2019)

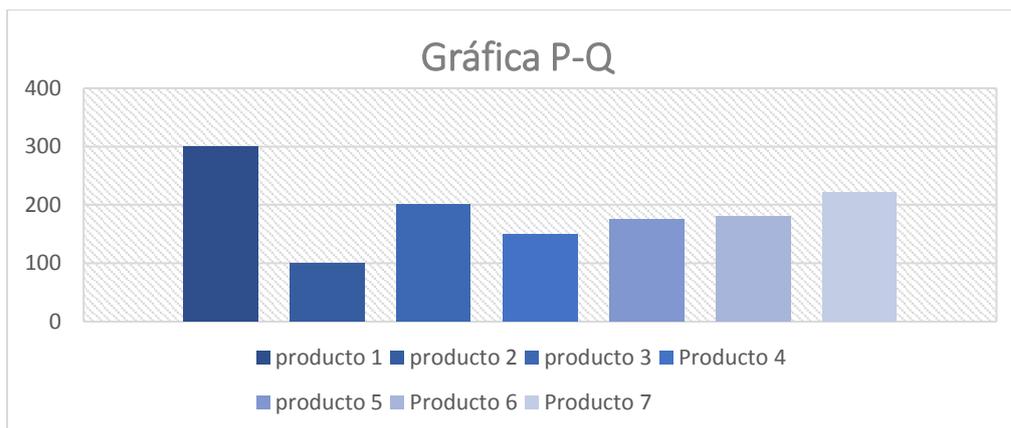
Existen varias técnicas de pronóstico y se dividen en cualitativas y cuantitativas: para el presente trabajo se tendrá en cuenta las cuantitativas. En la ilustración 10, se observan los tipos de pronósticos. Es importante indicar que se han desarrollado nuevos métodos de pronóstico conocidos como Machine Learning (ML) entre los cuales se encuentra las redes neuronales MLP (Perceptrón Multicapa) y BNN (Redes Neuronales Bayesianas), las cuales son métodos de aprendizaje automático frecuentemente usado para análisis de series de tiempo y predicción de los mismos.



Elaborado por: El autor

Ilustración 10. Métodos de Pronóstico

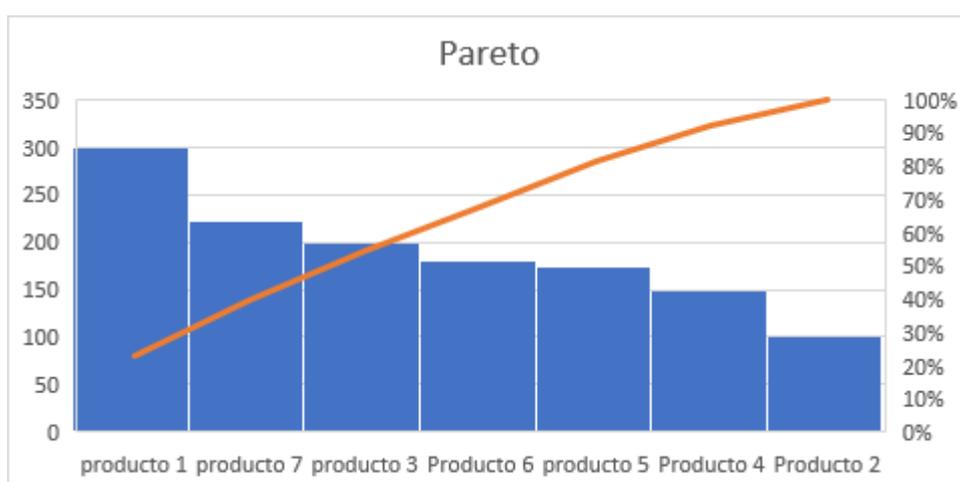
Este análisis es de vital importancia para la elaboración del trabajo debido a que permite visualizar cómo funciona el sistema, y el tratamiento que hay que darle a cada uno de los productos según su importancia en el negocio.(Muther, 1968) Para lo cual se representa mediante un diagrama de barras o histograma donde se tendrá en el eje de las “x” a los productos y en de las “y” las cantidades (ilustración 11). Complementariamente se realiza un análisis de Pareto de productos y cantidades.



Elaborado por: El autor
Ilustración 11. Análisis P-Q

El autor de un trabajo similar, Oscar Calderón hace uso de la herramienta Pareto como un análisis complementario al de producto y cantidad en el cual permite visualizar una clasificación ABC e identificar los productos de mayor importancia para la empresa. (Calderón Torres, 2018)

Como se puede observar en el diagrama de Pareto (ilustración 12), se clasifica los productos en A, B y C respecto al volumen de ventas que representa. El principio de Pareto expresa que el 20% de los productos genera al 80% de ganancias (productos A), el 29.7% de los productos corresponde a el 15 % de ventas y 50% de los productos corresponde a el 5% de las ventas al.(Krajewski, Ritzman, Malhotra, Villareal, & del Pilartr, 2008)



Elaborado por: El autor
Ilustración 12. Pareto- Clasificación ABC

2.10.2.Recorrido de los productos

Este paso sirve para identificar el flujo, secuencia y cantidad de los materiales a través de los procesos industriales. Ya que existen diferentes productos para un sistema productivo Job - shop se pueden implementar diferentes herramientas conocidas para describir los procesos (Pena & Zumelzu, 2006). Estos son:

- Diagramas de flujo de procesos
- Diagrama de operaciones
- Diagrama de hilos
- Diagrama multiproductos
- Diagrama de recorrido
- Cursogramas analíticos
- Diagrama origen destino

Para el presente trabajo, se implementará los diagramas de recorrido, multiproductos, de hilos y origen-destino. A continuación, se detallan.

Diagrama de flujo de proceso

Este diagrama es una herramienta que permite visualizar globalmente los elementos que intervienen en la fabricación de un producto. También permite sacar a la luz costos ocultos, manejo excesivo de material, producto en proceso, entre otros. Este diagrama se emplea para definir la mejor disposición de las estaciones de trabajo, reducir movimientos de material, diseñar procedimientos económicos y ubicar inspecciones correctamente.(López, 2014)

A continuación, en la tabla 1, se puede observar los elementos estándar del diagrama propuestos por la ASME (American Society Mechanical Engineering).

Tabla 1. Simbología ASME para diagrama de flujo de proceso

Simbología ASME para diagrama de flujo de proceso		
Tipo de operación	Símbolo	Descripción de uso
Operación		Se usa cuando ocurre transformación intencional física o química de la materia, información u objeto, entre otros cambios.
Transporte		Se utiliza cuando el material, información u elementos se desplazan de un puesto de trabajo a otro, o entre áreas.

Inspección		Se usa cuando se realiza una prueba de cualquier tipo de característica al concluir una operación de transformación, transporte, demora o almacenamiento.
Demora		Se usa cuando existe una espera ya sea por necesidad de modificar las características y aquella que interrumpe con la continuidad de flujo de las operaciones.
Almacenamiento		Se usa cuando se resguarda el material en un recipiente o área específica por determinado período de tiempo hasta que sea solicitado por una operación, inspección o transporte.

Fuente:(Palacios, 2016)

La ilustración 13 muestra un ejemplo de diagrama, en el cual especifica si es con respecto al operario, material o equipo. Seguidamente, establece el nombre del producto o proceso, la cantidad de actividades por cada tipo de operación. En la parte central e inferior del diagrama se coloca las actividades que se llevan a cabo y una señal en la operación que corresponda (operación, transporte, inspección, etc.) y finalmente estos se unen con una línea de arriba hacia abajo.(López, 2014)

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO		OPERARIO □	MATERIAL ■	EQUIPO □	
DIAGRAMA NÚM. 06	RESUMEN				
	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMÍA	
PRODUCCIÓN DE TOSTADO CONFITADO	Operación	6			
	Transporte	7			
	Espera	1			
	Inspección	1			
	Almacenamiento	2			
DESCRIPCIÓN	Símbolo				
Recibir la materia prima					
Almacenar MP					
Transportar MP a limpieza					
Limpiar MP					
Inspeccionar MP					
Transportar a producción					
Tostar MP					
Transportar a confitura					
Confitar MP					
Transportar a reposo/enfriamiento					
Enfriar o reposar					
Transportar a empaçado					
Empacar según especificación					
Transporte a etiquetado					
Etiquetar producto					

Ilustración 13. Ejemplo de Diagrama de Flujo de Proceso

Diagrama de Hilos

El diagrama de hilos o de recorrido, brinda información sobre el proceso de fabricación en la planta de producción. Esta se complementa con el layout con el fin de encontrar oportunidades de mejora. Esta herramienta permite eliminar costos ocultos, reducir manejo de materiales, mejorar la distribución en planta, entre otros.(López, 2014; Palacios, 2016)

Como se observa en la ilustración 14, los símbolos son similares al diagrama de flujo de proceso con la diferencia del layout. Estos hilos se conectan con las operaciones según la secuencia para cada producto.

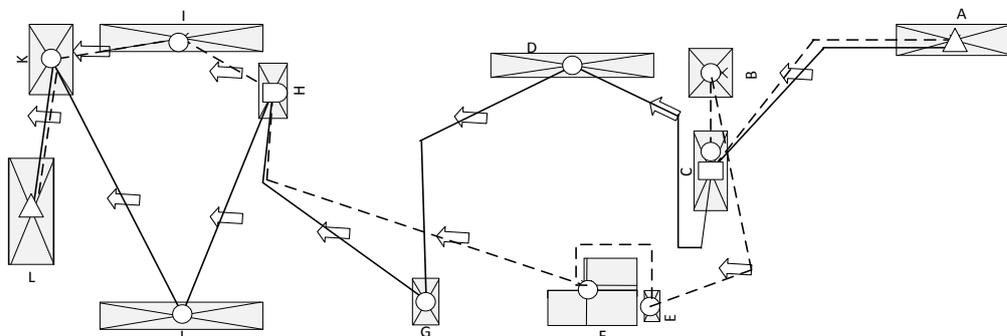


Ilustración 14. Ejemplo de Diagrama de Recorrido

Diagrama multiproducto

Este diagrama es útil cuando la variedad de productos es amplia, y condensa la información de cada uno permitiendo visualizar las operaciones desde un nivel macro. Este al igual que los anteriores, es útil para develar costos ocultos y para disponer medir las estaciones de trabajo. A continuación, se presenta la ilustración 15.

DIAGRAMA MULTIPRODUCTO												
Operación Producto	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
SKU001	1				2	3	4			5		6
SKU002	1				2	3	4			5		6
SKU003	1							2		3		4
SKU004	1							2	3		4	5
SKU005	1		1	2				3		5		6

Ilustración 15. Ejemplo de Diagrama Multiproducto

Diagrama origen destino

Este diagrama brinda información concreta de intensidad de interacciones entre operaciones. Es útil cuando existe gran cantidad de productos diferentes. Este diagrama contabiliza la cantidad de viajes (interacciones) entre operaciones. Este permite definir la posición del puesto de trabajo, identificar cuellos de botella, identificar maquinaria y equipos de vital importancia

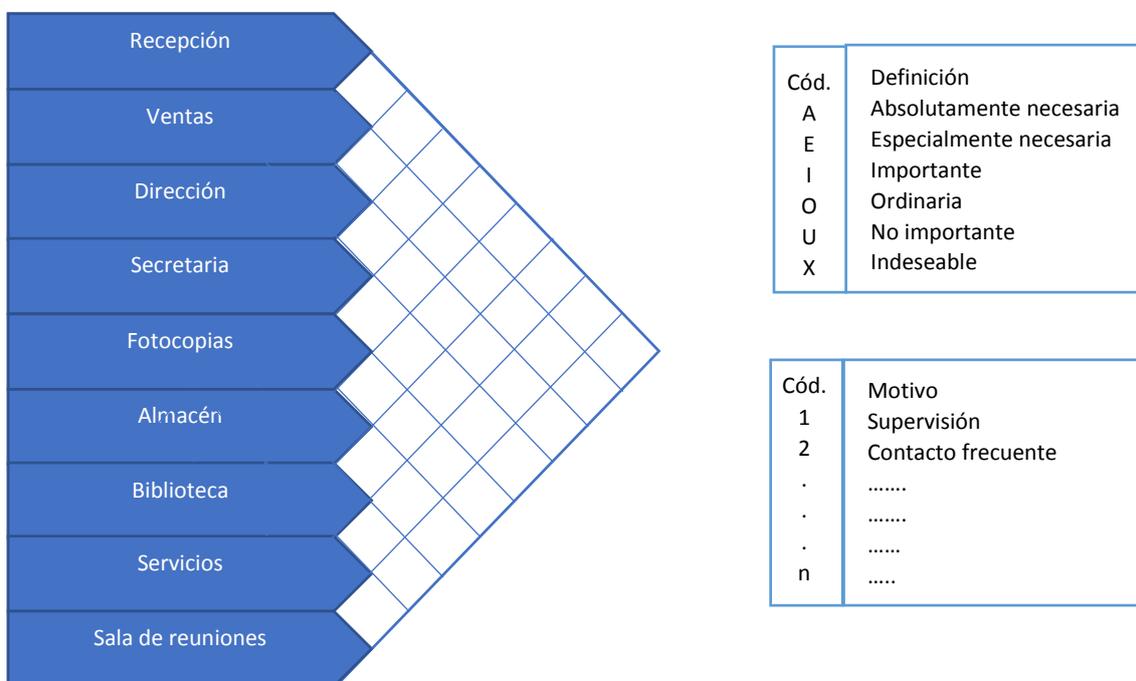
y reducir movimiento de material. A continuación, se presenta un ejemplo de diagrama origen destino.

DESTINO	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
ORIGEN										
(1) ALMACÉN	-	3.67	4.38	7.65	-	-	-	-	-	-
(2) LIMPIEZA	-	-	-	-	-	2.69	-	-	8.9	-
(3) PELADO 1	-	1.67	-	-	-	-	-	-	-	-
(4) REBANADO	-	-	-	-	-	-	-	3.38	-	-
(5) FRITURA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(6) ENFRIADO	-	2.45	-	-	-	-	-	-	-	-
(7) EMPAQUETADO 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(8) EMPAQUETADO 2	-	-	3.56	-	1.45	-	-	-	-	-
(9) ETIQUETADO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.45
(10) ALMACÉN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Ilustración 16. Ejemplo de Diagrama Origen/Destino

2.10.3.Relación entre actividades

Para realizar este paso, es importante elaborar un listado de las actividades y colocarlos en un diagrama o matriz de relación. En la ilustración 17 se muestra el diagrama junto con el código que utiliza para definir la relación entre estas, así como el motivo para dicha relación.



Fuente:(Naqvi et al., 2016)

Ilustración 17. Ejemplo de Matriz de Relación

Dentro de los motivos para definir la relación de unas áreas con otras, es importante acudir a reglamentos de alimentos que apliquen en el Ecuador. Un ejemplo de este tenemos que, el reglamento de alimentos (1988), artículo 61:

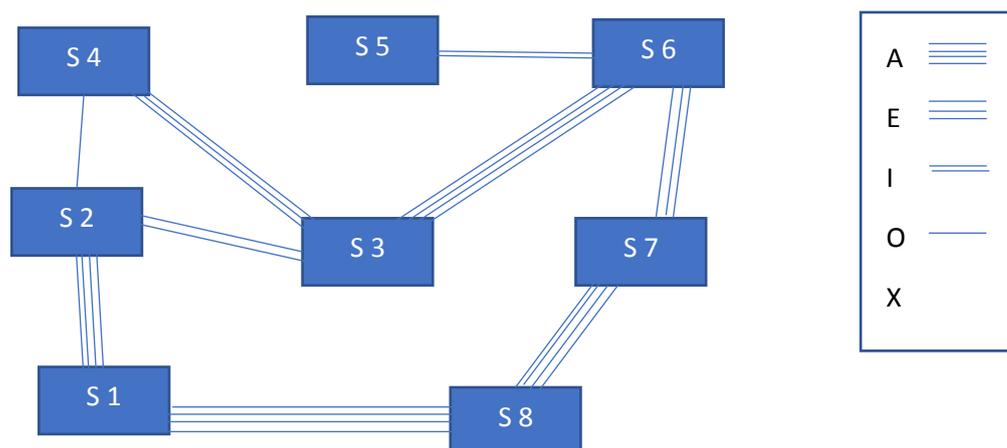
“Las plantas industriales procesadoras de alimentos, dispondrán básicamente de las siguientes áreas:

1. Recepción y selección de materia prima
2. Elaboración
3. Envase y embalaje
4. Almacenamiento
5. Control de calidad
6. Departamento administrativo y de servicios
7. Mantenimiento.” (Febres & Rivadeneira, 1988)

Y en el artículo 62 determina que: “El área de recepción y selección de materia prima estará separada convenientemente del área de procesamiento” (Febres & Rivadeneira, 1988)

2.10.4. Diagrama de relación de actividades

Partiendo de los pasos anteriores, se puede prever la distribución en planta. Aquí se sintetiza la información previa para considerar posiciones relativas, mediante iteraciones hasta obtener la óptima, pero antes hay que considerar ciertas restricciones que se verán en los siguientes pasos. En este diagrama se unen los símbolos mediante líneas simples, dobles o triples según la nomenclatura o simbología que se utilice. En la ilustración 18. se muestra un ejemplo de dicho diagrama de relación de actividades.



Fuente:(Vallhonrat & Corominas, 1991)

Ilustración 18. Ejemplo de Diagrama de Relación de Actividades

2.10.5. Análisis de necesidades de espacios

En este punto se debe determinar la necesidad de superficie que cada centro de trabajo presenta para su normal desempeño. (Arcila et al., 2016; Vallhonrat & Corominas, 1991)

Para lo cual es importante el asesoramiento de experto en temas tanto en distribución en planta como en aquellos inmersos en el área productiva afín al tipo de empresa que se esté analizando.

Vallhonrat y Corominas también consideran importante tener en cuenta cálculos matemáticos para el análisis de áreas, que incluyan la cantidad de trabajadores por operación, dimensión de las máquinas, previsiones futuras, entre otros. Además, menciona lo siguiente: “También cabe la posibilidad de realizar croquis a escala o utilizar plantillas de los elementos productivos y situarlas en diversas posiciones hasta alcanzar una disposición satisfactoria a partir de la cual se puede estimar el espacio necesario.” (Vallhonrat & Corominas, 1991).

Se ha de tomar en cuenta los reglamentos ecuatorianos que apliquen como es el caso del Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo ((IESS, 1986)

Existen diferentes tipos de métodos para calcular la superficie necesaria de trabajo. Entre ellos se tiene al método Guerchet, el cual analiza tres superficies, la primera es la estática u

ocupada por la máquina, la segunda es gravitacional que es la ocupada por el operario y materiales, la última es la evolutiva que es para el desplazamiento del personal y manutención. (Suárez, 2014)

A continuación, se expresan las fórmulas que involucran dicho cálculo:

Superficie estática

$$S_s = (l \cdot a) * N \quad (1)$$

Donde:

S_s= Superficie estática (m²)

l = Longitud de la máquina

a= ancho de la máquina

N= Número de máquinas

Superficie gravitacional

$$S_g = S_s \cdot N \quad (2)$$

Donde:

S_g= Superficie gravitacional (m²)

S_s = Superficie estática (m²)

N= Número de lados por los cuales se puede operar la máquina

Superficie evolutiva

$$S_e = k \cdot (S_s + S_g) \quad (3)$$

Donde:

S_e= Superficie evolutiva (m²)

K= coeficiente según tipo de industria.

S_s = Superficie estática (m²)

S_g= Superficie gravitacional (m²)

Para esta última se considera valor de k definidos, entre los que se toma el coeficiente para industria alimenticia. Esto es: $0.05 < k \leq 0.15$

Finalmente se suma estas tres anteriores y se obtiene la superficie de trabajo necesaria por operación.

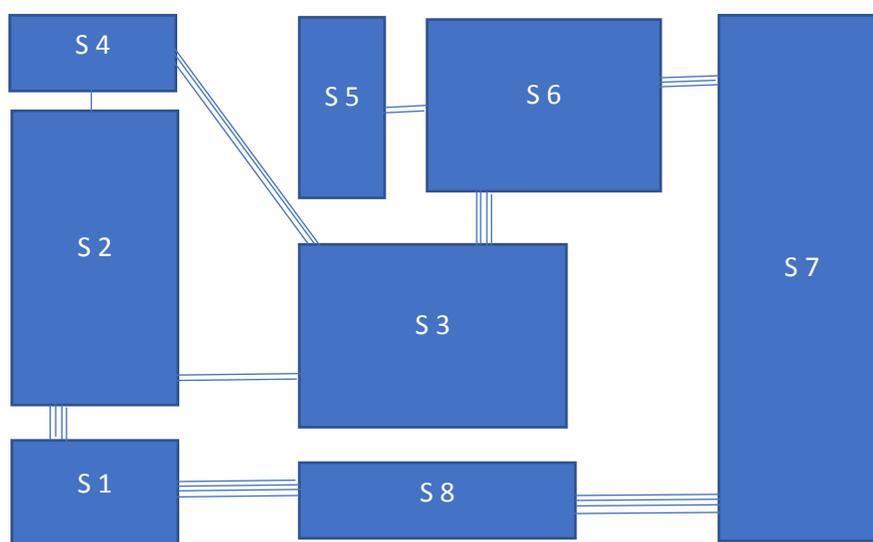
$$S_t = S_s + S_g + S_e \quad (4)$$

2.10.6. Diagrama Relacional de espacios

Este diagrama tiene similitud con el diagrama de relación de espacios, con la diferencia que en esta se presenta a escala los requerimientos de espacios para cada actividad, de manera en que cada espacio se encuentra a escala y permita visualizarla de mejor manera. (Arcila et al., 2016)

Vallhonrat & Corominas (1991) expresan que si ya se conoce el espacio físico disponible se debe colocar sobre él para posteriormente evaluar diferentes alternativas.

En la ilustración 19, se presenta el diagrama de relación de espacios:



Fuente: (Arcila et al., 2016)
Ilustración 19. Ejemplo de Diagrama de Relación de Espacios

2.10.7. Desarrollo y evaluación de soluciones

En esta etapa se realizan manualmente la ubicación física de los espacios hasta hallar la óptima, según ciertos criterios para tener en cuenta como el espacio físico disponible.

Calderón Oscar (2018) menciona ciertos aspectos para tener en cuenta al proponer la distribución adecuada, entre los que menciona se tiene:

- Comunicación directa de los almacenes de entrada y de salida
- Proximidad del despacho de producción a la entrada de la zona de producción para facilitar el control de las entradas y salidas de los trabajadores

- Simplicidad de las edificaciones y confort de los trabajadores
- Posibilidad de ampliaciones futuras
- Sencillez del tráfico de vehículos para la carga y descarga de materiales (Calderón Torres, 2018)

Una vez establecidos estos parámetros de evaluación, mediante una matriz de evaluación ponderada, dando un porcentaje a cada uno y luego evaluando cada parámetro para elegir aquel que presente una mejor disposición o redistribución.

2.11.MODELO SCOR

SCOR, por su sigla significa: Modelo de referencia de las operaciones de la cadena de suministro. Fue desarrollado por el consejo de la cadena de suministro y cuenta con métricas para cada nivel de la SC (Supply Chain) para medir su desempeño.(Vinajera, 2017)

SCOR es una herramienta para el modelado y la gestión de los procesos de SC (cadena de suministro), con el fin de mejorar las prácticas y el rendimiento de estos y por tanto de la organización. Este modelo abarca los procesos de la SC, tales como: Planeación, Abastecimiento, Manufactura, Distribución y Devolución. Permitiendo así, mejorar el flujo de material, información y estrategia de operaciones. Según Santander et al. (2014): "El modelo SCOR puede definirse a términos breves como un marco de referencia y diagnóstico de los procesos globales para que las compañías mejoren sus sistemas".(Santander, Amaya, & Vilorio, 2014)

Tal como lo indica Santander et al. Esta herramienta permite un diagnóstico global. El presente trabajo lo implementará como un diagnóstico, es decir, de manera que nos permita conocer la situación actual de la empresa.

Dicho diagnóstico se lo ha realizado en diversos trabajos de grado como: Diagnóstico y Propuesta de Mejora de los Procesos de la Cadena de Suministro de los Restaurantes del Centro Naval del Perú.(Razuri Ramírez, Montero Ortega, & Pinto Nicho, 2019) y Modelo SCOR para la gestión en la cadena logística de una empresa importadora de juguetes(Pineda Carvallo,

2018). La primera incluye un fuerte componente de manufactura por el contrario el segundo es de carácter comercial.

En tales trabajos se evidencia el modelo de evaluación, el cual es a través de listas de chequeo para cada uno de los componentes o procesos de la SC. Las respuestas son de tipo cerradas (SI o NO), en cada bloque de preguntas se pondera con un total de tres puntos como máximo. En la ilustración 20 se muestra un extracto de lo mencionado anteriormente. Y seguido un diagrama de red (ilustración 21) para observar el estado y resultado de la lista de chequeo.

Planeación		2.5
Planeación de la SC	se ha Identificado y priorizado las necesidades de la SC	SI
	Se ha identificado y valorado los recursos de la SC	SI
	Se encuentra balanceados los recursos con las necesidades de la SC	SI
	Se ha elaboración de planes de la SC	NO
	Puntaje	2.25
Planeación del aprovisionamiento	Se ha identificado y priorizado las necesidades de los productos	SI
	Se ha identificado y valorado los recursos de los productos	SI
	Se encuentra balanceado los recursos con las necesidades de los productos	SI
	Se ha elaborado planes de aprovisionamiento	NO
	Puntaje	2.25
Planeación de la producción	Se ha Identificado y priorizado las necesidades de producción	SI
	Se ha identificado y valorado los recursos de producción	SI
	se encuentra balanceado los recursos con las necesidades de producción	SI
	Se ha planificado la adquisición de maquinaria necesaria para producción	SI
	Se ha elaborado planes de producción	SI
	Puntaje	3.00

Ilustración 20. Extracto de Lista de Chequeo- Modelo SCOR

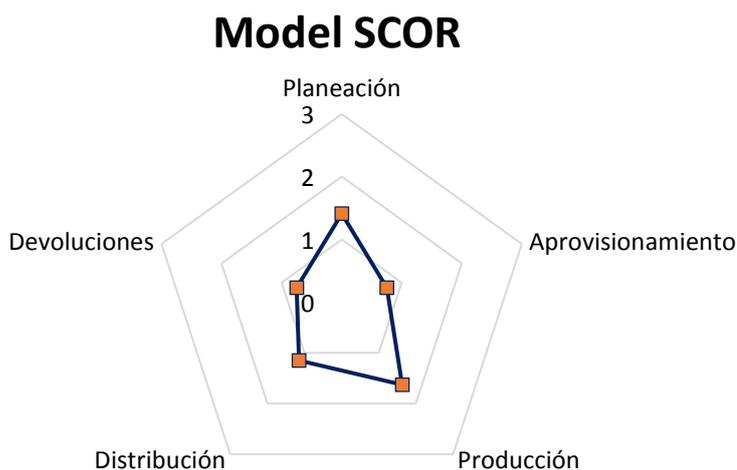


Ilustración 21. Ejemplo de Diagrama de Red -Resultado

2.12.PRODUCTIVIDAD

Es la relación entre lo producido y los insumos que intervienen en su elaboración. También puede definirse como la razón entre los resultados y el tiempo que fue necesario para obtenerlos.(Prokopenko, 1989)

La fórmula que expresa esta relación es la siguiente:

$$Productividad = \frac{Producto}{Insumo} \quad (5)$$

El mejoramiento de la producción depende de los siguientes factores: Puesto de trabajo, recursos, medio ambiente. (Prokopenko, 1989)

Se puede dividir de la siguiente manera: factores internos y externos. Internos son los factores duros y blandos; mientras que los externos son los ajustes estructurales, recursos naturales y la administración e infraestructura. (Prokopenko, 1989)

Para Fernández (2010), Las mejoras que se realicen de manera preventiva o medioambiental mejorar la productividad lo que conlleva a la sostenibilidad. (Fernández García, 2010)

2.12.1.Productividad multifactorial

Para Hernández (2007), la productividad multifactorial se puede medir de la siguiente manera:

“El desplazamiento anual de la función de producción puede medirse como la diferencia entre la tasa de crecimiento del producto y la tasa (combinada) de crecimiento de los insumos de factores, ponderadas cada una de ellas por su respectiva participación en el ingreso. Entonces todo lo que se necesita para medir los cambios (anuales y acumulados) en la productividad multifactorial son las series de producto por hora-hombre, capital por hora-hombre y la participación de los ingresos de capital en el valor del producto bruto nacional” (Hernandez, 2007)

Se puede entender, por tanto, que la productividad multifactorial no tiene unidad definida, ya que tanto el numerador como el denominador llevan la misma unidad, anulándose.

CAPÍTULO III

3. ANÁLISIS SITUACIONAL

3.1. CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

3.1.1. Misión

La empresa “TosThaChul” es una microempresa dedicada a la elaboración de snacks saludables y nutritivos, con materia prima de calidad, equipos adecuados y mano de obra calificada. La empresa tiene un compromiso social y ambiental en la realización de sus actividades, así como el compromiso de asegurar el cumplimiento de las expectativas y los requisitos legales aplicables, de los clientes de toda edad.

3.1.2. Visión

Para el 2023 la empresa “TosThaChul” será una asociación industrial reconocida a nivel nacional por la elaboración de productos alimenticios de calidad y nutritivos, brindando al consumidor amplia variedad de estos. Además, se proyecta a ganar confianza con sus proveedores, empleados, clientes, consumidores y las demás partes interesadas. Para ello, trabajará con responsabilidad social y ambiental, garantizando también productos elaborados con materia prima que cumpla con estándares de calidad.

3.1.3. Estructura Organizativa

El organigrama estructural que se presenta en la Ilustración 22 representa la jerarquía que se maneja dentro de la empresa TosThaChul. A continuación, se detalla las funciones.

- a) Gerencia General. – Encargado de dirección, organización, control, coordinación de las actividades dentro de la empresa.

b)Contabilidad y finanzas. – Encargado del recopilar, registrar, interpretar y comunicar la información referente a los movimientos contables de la empresa. Así como, de la captación y gestión de recursos financieros (inversión, financiación).

c)Almacenista. – Encargado de colocar la materia prima que llega a las instalaciones, así como, de la ubicación del producto terminado en los respectivos almacenes.

d)Cocinero. – Encargado de la cocción, confite, tostado, cocinado del producto semielaborado.

e)Ayudante de cocina. – Encargado del pelado, limpieza y selección de materia prima, así como de la preparación de los insumos para los productos.

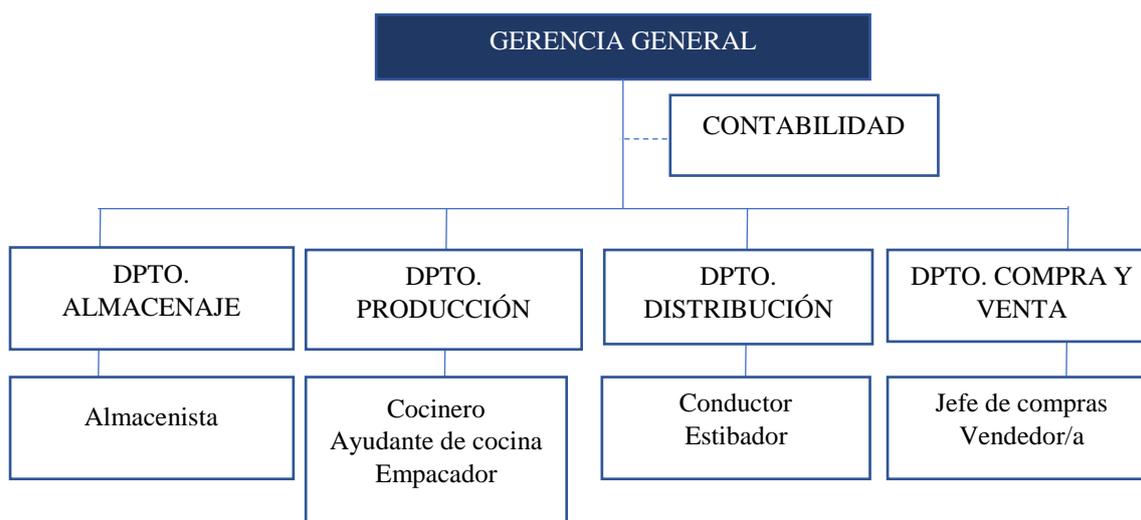
f)Empacador. _ Encargado de la colocación del producto dentro de los envases correspondientes, en cantidad y tipo de producto. Además, se encarga de el sellado y etiquetado del producto.

g)Conductor. –Es el encargado de conducir los productos hacia el cliente.

h)Estibador. – Persona encargada de colocar los productos dentro del vehículo, ya acompañar al conductor hasta el cliente y realizar el despacho del pedido.

i)Jefe de compras. – Encargado de contactar al proveedor y seleccionar según precios convenientes, y realizar la compra en cantidad y calidad requerida.

j)Vendedor/a. – Encargado de conseguir clientes, presentar, presentar los productos y registrar los pedidos.



Fuente: Empresa Tosthachul

Ilustración 22. Organigrama Estructural

3.1.4. Maquinaria y Equipos

La maquinaria empleada en todo el proceso de elaboración de los diferentes productos se detalla a continuación en la tabla 2. En la cual se diferencia según las diferentes áreas, así también se detalla su modelo, dimensiones y cantidad.

Tabla 2. Maquinaria y Equipos de la Empresa

<i>Maquinaria y Equipos de la Empresa</i>					
Equipo o maquinaria	Marca/modelo	Dimensiones* (m)			Cant.
		Ø	L	A	
Área de almacenamiento inicial					
Pesa	Century	-	0.50	0.40	1
Área de Limpieza					
Peladora	Mao Yuan-1000	-	1.2	0.77	1
Mesa de limpieza	FN	-	2.05	0.82	1
Tinas	FN	-	1.32	1.14	1
Área de producción					
Cocina industrial 2 quemadores	FN	-	1.4	0.61	1
Cocina industrial 3 quemadores	FN	-	2	0.62	1
Mesa de trabajo 1	FN	-	2	0.7	1
Mesas de trabajo 2	FN	-	0.8	0.7	2
Rebanadora	FN	-	0.8	0.38	1
Freidora	FN	-	1.3	0.73	1
Mesa chiflera	FN	-	2.19	0.96	1
Confitera	Inoxi	-	1.2	0.65	1
Ollas	Umco	0.32 0.37 0.42	NA	NA	3
Pailas	Umco	0.36 0.42 0.50	NA	NA	3
Área de empacado					
Carro porta bandejas	FN	-	1.42	0.62	2

Bandejas	FN	-	0.6	0.4	30
Selladora	FRD- 1000	-	0.94	0.3	2
Mesas de acero	FN	-	2	0.7	4
Mesa de madera	FN	-	1.81	1.07	1
Balanzas/pesas		0.23	NA	NA	2
Área de almacenamiento final					
Estanterías de producto terminado	FN	-	1.13	0.7	3
Estanterías de insumos de empaque	FN	-	0.93	0.91	1
Cajas de transporte	FN	-	0.6	0.25	17
ND	No definida				
NA	No aplica				
FN	Fabricación nacional				
*	Las medidas son tomadas de los puntos que más sobresalen del cuerpo de la máquina				

3.1.5. Cartera de productos

La empresa elabora 30 productos o SKU (stock-keeping unit) diferentes. Estos se pueden agrupar por familias de acuerdo con el tipo de producto: tostado, tostado confitado, habas de sal, habas confitadas, nutrimix, mix de sal, maní de sal, maní de dulce, chifle de sal y chifle de dulce. Y se diferencian por su presentación, ya sea esta de 30g (tiras de 10 u); 60g (tiras de 8 unidades); 200g, tarrina; entre otros. Cabe recalcar que los SKU: 5, 18,19 fueron retirados de su cartera, recientemente, debido al bajo nivel de ventas. Mientras los SKU del 27 al 30 son nuevos productos que se lanzaron en el transcurso de la realización del presente trabajo.

Tabla 3. Cartera de Productos

Código	SKU	Código	SKU	Código	SKU
sku_1	Tostado 60g	sku_11	Habas de sal 30g	sku_21	Maní de sal 60g
sku_2	Tostado 30g	sku_12	Habas de sal 200g	sku_22	Maní de sal tarrina
sku_3	Tostado 200g	sku_13	Habas de sal tarrina	sku_23	Maní de dulce 60g
sku_4	Tostado tarrina	sku_14	Habas confitadas 60g	sku_24	Maní de dulce 30g
sku_5	Tostado confitado 30g	sku_15	Habas confitadas 30g	sku_25	Maní de dulce 130g
sku_6	Chulpi 60g	sku_16	Habas confitada tarrina	sku_26	Maní de dulce tarrina
sku_7	Chulpi 30g	sku_17	Nutrimix 60g	sku_27	Chifle de sal 64g
sku_8	Chulpi 200g	sku_18	Mix 60g	sku_28	Chifle de sal 185g
sku_9	Chulpi tarrina	sku_19	Mix 30g	sku_29	Chifle de dulce 64g
sku_10	Habas de sal 60g	sku_20	Maní de sal 30g	sku_30	Chifle de dulce 185g

Fuente: Empresa

3.1.6. Diagrama SIPOC

A continuación, se presenta el diagrama SIPOC. En el cual se muestran los proveedores, entradas, proceso, salida y clientes de la empresa.

Como se puede ver, en la ilustración 23, son 7 los proveedores de las 8 materias primas, 6 insumos de cocina y 4 insumos de empaque. El proceso es generalizado, sin embargo, hay pequeñas variaciones en los mismos dependiendo de cada producto. Para lo cual, en el anexo B, se presentan los diagramas OTIDA de cada uno de los productos. Como salidas se tienen 11 grupos de productos, 2 de los cuales actualmente han salido de la cartera de productos (MIX y tostado confitado) y dos de ellos son productos nuevos para la empresa (chifle de sal y dulce). Los clientes se han dividido por sectores entre los que se tiene: Quito, Otavalo, Ibarra y Cayambe.

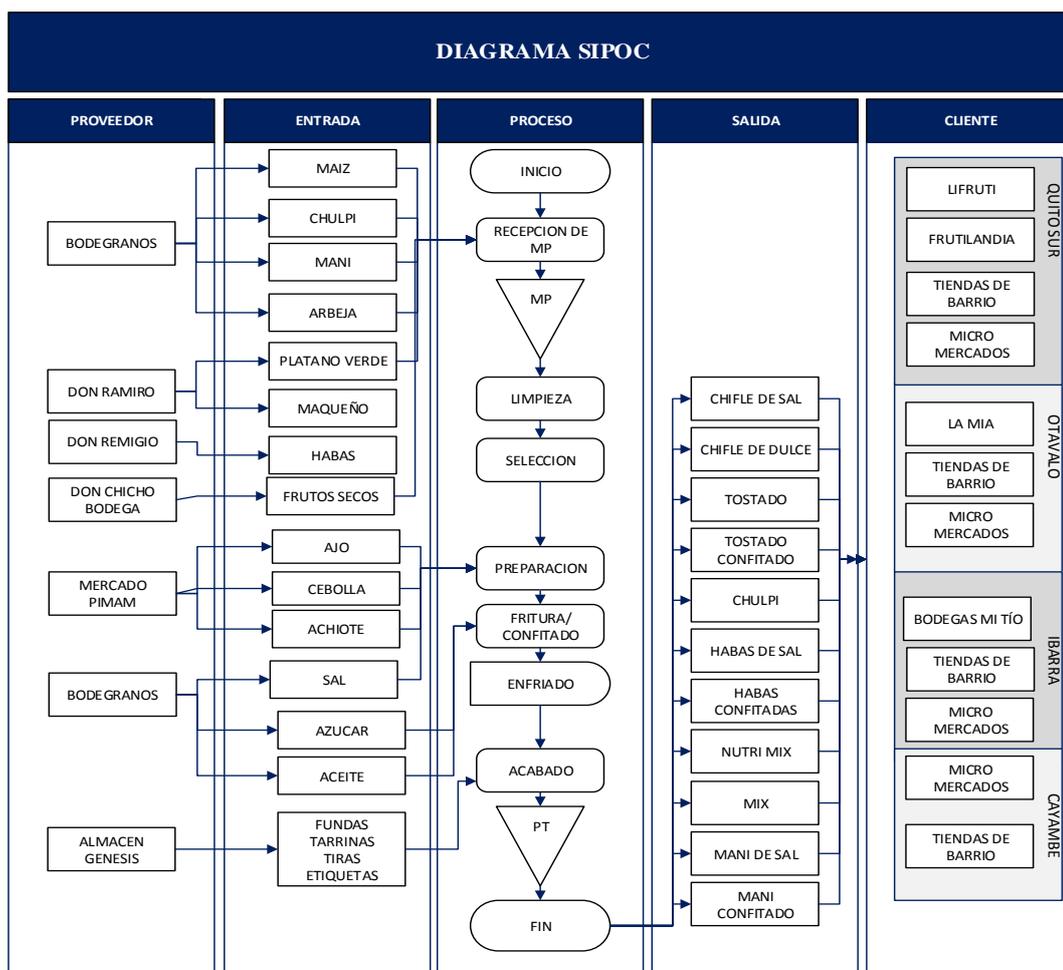
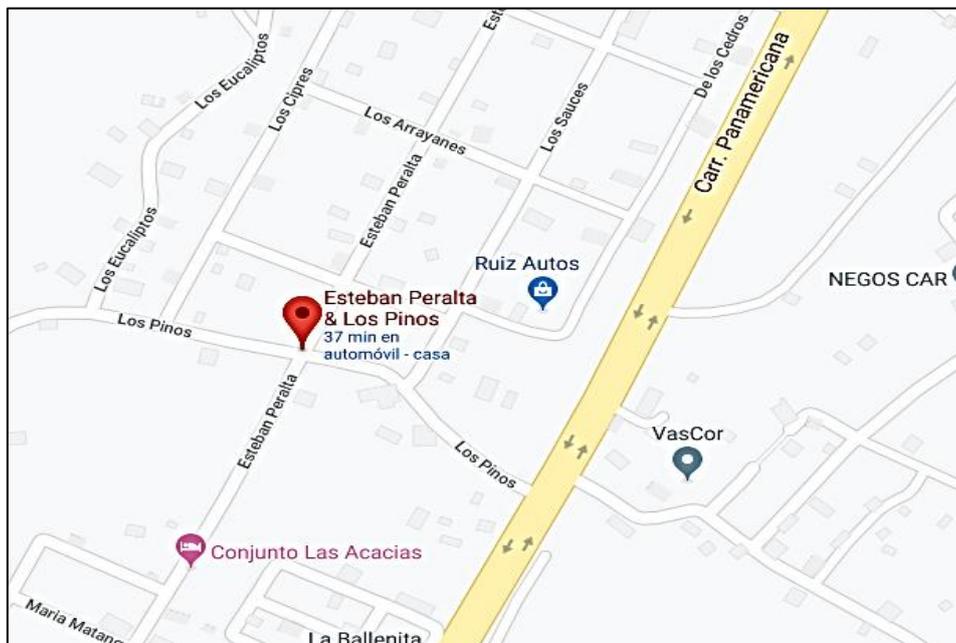


Ilustración 23. Diagrama SIPOC

3.1.7. Geolocalización

Las instalaciones se encuentran ubicadas en la ciudad de Otavalo, parroquia el Jordán. En las calles los Pinos y Esteban Peralta, ciudadela Miravalle. En la Ilustración 24 se puede observar la localización geográfica con la ayuda de la herramienta “Google Maps”



Fuente: Google Maps sector: Ibarra- Otavalo

Ilustración 24. Geolocalización de la empresa

3.2. DIAGNÓSTICO SCOR

A continuación, se presentan los resultados de la aplicación de la lista de chequeo (Anexo D) para diagnóstico de la cadena de suministro SCOR, en la tabla 4 se presentan los resultados, donde el valor máximo es 3.

Tabla 4. Resumen de Resultados - Diagnóstico SCOR

Tabla resumen	
Planeación	1.41
Aprovisionamiento	0.75
Producción	1,63
Distribución	1.15
Devoluciones	0.75

Como se puede observar en la figura 26. el parámetro de devoluciones y aprovisionamiento son deficientes, mientras que producción y planeamiento tienen un puntaje relativamente alto.

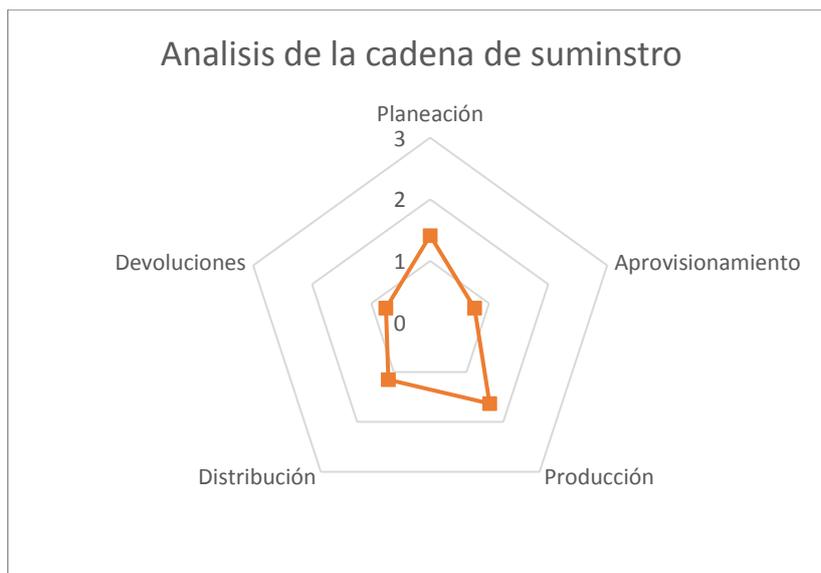


Ilustración 25. Análisis de la SC - Diagrama de red

3.3.DISTRIBUCIÓN EN PLANTA ACTUAL

Mediante observación y medición de la planta se realizó la gráfica del Layout de la empresa. En la ilustración 26 se visualiza a nivel macro la empresa, con sus áreas y en la ilustración 27 se observa a detalle las partes que conforman la empresa y específicamente su sistema productivo.

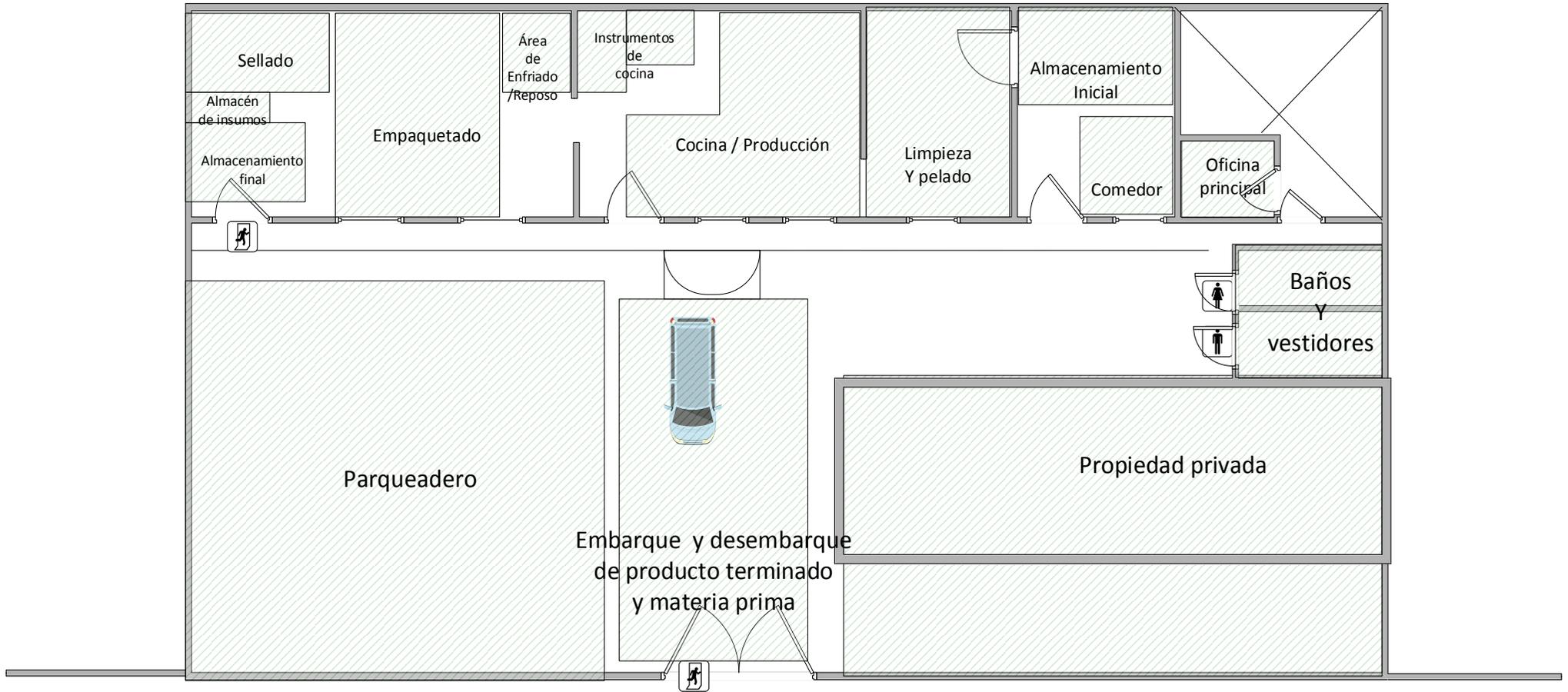


Ilustración 26. Layout General de la Empresa

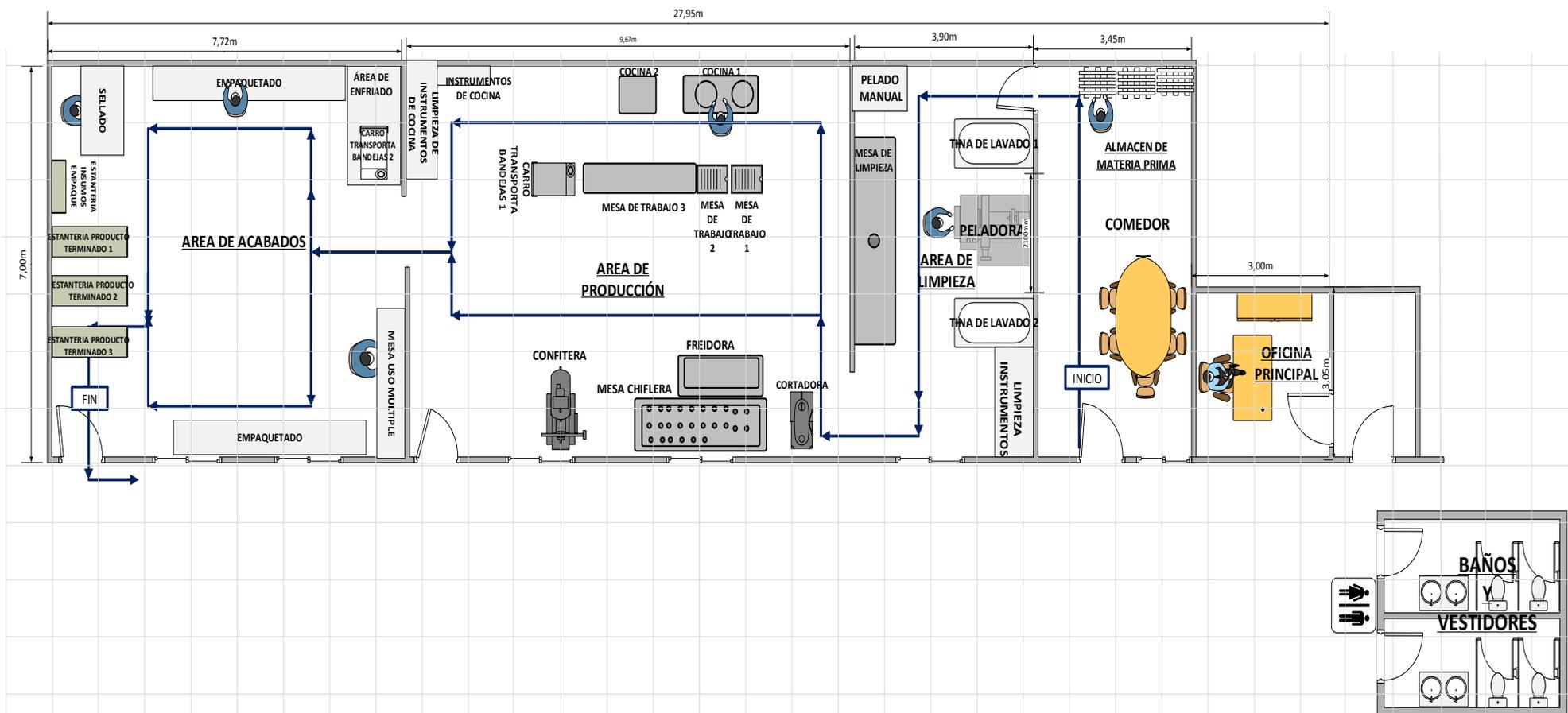


Ilustración 27. Layout Detallado de la Empresa

En la ilustración 28 se muestra a detalle la planta, además muestra el flujo que sigue el material, desde que ingresa a las instalaciones hasta que sale, lista para ser distribuida.

Como se puede observar en el layout, la empresa cuenta con las siguientes áreas:

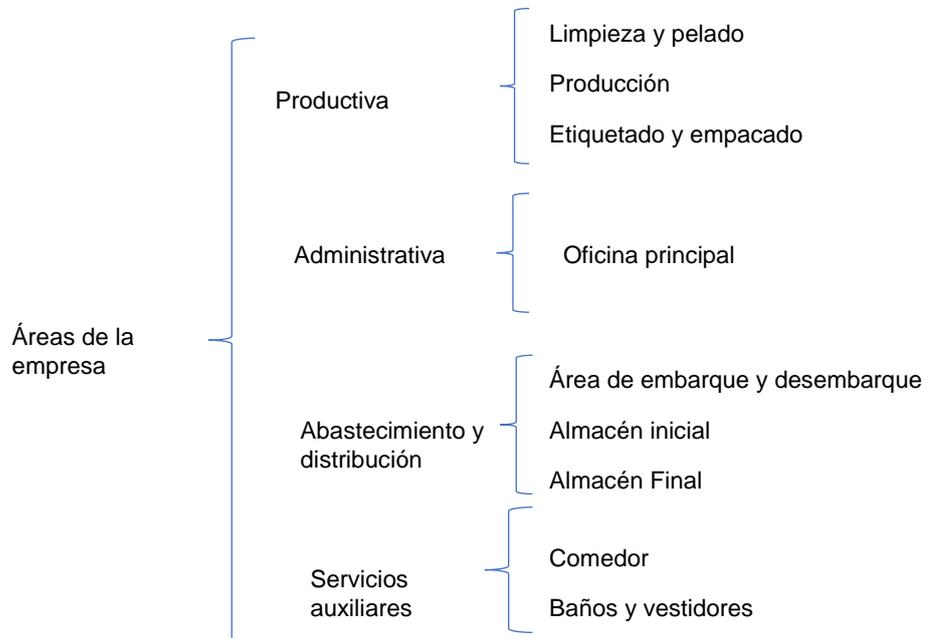


Ilustración 28. Áreas de la Empresa

CAPÍTULO IV

4. PROPUESTA DE DISEÑO

4.1. ANÁLISIS P-Q

4.1.1. Pronóstico

Para iniciar con el análisis P-Q, se tuvo en cuenta el pronóstico del año 2020, ya que el planteamiento es a mediano plazo (1 año). Para lo cual se realizó una comparativa entre los diferentes métodos de pronóstico ML (Machine Learning). Basándose en la comparación de métodos que realiza Makridakis et al. (2018), se tomó en cuenta a los modelos ML que arrojaban menor error de pronóstico y por ende una mayor precisión en el mismo. (Makridakis, Spiliotis, & Assimakopoulos, 2018).

A continuación, en la tabla 5 se puede observar la caracterización, ventajas y desventajas de los métodos ML para pronóstico: MLP (Perceptrón Multicapa), BNN (Redes Neuronales Bayesianas), GRNN (Red Neuronal de Regresión Generalizada), KNN (Regresión del vecino K más cercano), CART, GP (Procesos Gaussianos).

Tabla 5. Comparativa de métodos de pronóstico ML

Método	Características	Ventajas	Desventajas
MLP	Red supervisada unidireccional	Aprendizaje mediante retro propagación	No realiza una extrapolación adecuada
	Error de pronóstico más bajo Aprendizaje por refuerzo tres capas: entrada, oculta y salida (Gonzales Garcia, 2015)	Capaz de crear modelos no lineales Se puede entrenar en tiempo real	No se entrena de manera óptima Presenta salidas imprecisas Difíciles de interpretar las capas ocultas (Makridakis et al., 2018)
BNN	Modelo con segundo error más bajo	Optimiza parámetros con criterios bayesianos	Estructura difícil de describir e interpretar
	Es similar a MLP Grafo dirigido acíclico Describe dependencia e independencia entre variables cualitativas y cuantitativas (Makridakis et al., 2018)	Pronostica con pocos datos Completa información poca o inexistente óptima inferencia y aprendizaje Inferencia bidireccional (Ghofrani, Ghayekhloo, Arabali, & Ghayekhloo, 2015)	Variables ocultas no tomadas en cuenta por relación poco evidente Con probabilidades inconsistentes se tiende a la mala estimación de parámetros En minería de datos se tiene varias fuentes de error (Correa, Bielza, Pamies-Teixeira, & Alique López, 2008)
GRNN	Método supervisado (entrenamiento controlado)	Usado cuando hay datos faltantes o pocos datos	Se debe conocer de antemano: número de nodos, núcleos, distancia de radio
	No es paramétrico parámetro de suavización Hace uso de técnicas bayesianas (Makridakis et al., 2018)	No requiere entrenamiento iterativo	Tiene capacidad de aprendizaje variable Estimación a partir de datos de entrenamiento establecidos
KNN	Método supervisado (entrenamiento controlado)	Es sencillo de aprender	Algoritmo lento
	Mide la similitud entre valores y mide distancias Predice valores continuos Busca los datos con mayor similitud	Es sencillo de implementar no tiene supuestos Evoluciona constantemente	Necesita características homogéneas Elección de número óptimo de vecinos No tiene tratamiento de valores perdidos
CART	Analiza la interrelación entre sus reglas de decisión Realiza predicciones binarias Genera arboles de fácil interpretación con resultados óptimos (CUJI, GAVILANES, & SANCHEZ, 2017)	Robustez en la estructura de árbol Invariancia en la estructura de árbol Fácil interpretación Selección automática de variables según su importancia (Sepúlveda & Correa, 2013)	Difícil de implementar en R Paquetes estadísticos poco accesibles Programas específicos de poca difusión
	Tercer error más bajo La variable destino se asocia a una o más variables aleatorias de distribución normal multi variable Regresión no paramétrica (Makridakis et al., 2018)	Interpolación de las observaciones Predicción probabilística con intervalos de confianza versátil al especificar kernels	Utiliza información completa para realizar predicciones

A partir del análisis anterior se seleccionó el método MLP para los sku con suficientes datos históricos (sku 1 al sku 26) y NNB para aquellos sku con pocos datos históricos (sku27 al sku30). En el anexo E se visualiza la base de datos para el desarrollo del pronóstico.

En el anexo F se muestra una tabla resumen con los errores de pronóstico y gráficas respectivas realizadas con ayuda del software RStudio (Team, 2019), cabe recalcar que los sku 5, 18 y 19 se excluyen de este análisis y de cualquier otro, debido a que fueron retirados del mercado y de la cartera de productos de la empresa. Los Errores son significativamente bajos por lo que se aceptan sus resultados para posteriores análisis.

Para los Sku 27; 28; 29; 30, se realizó la predicción con el método de redes bayesianas, al igual que el anterior con el software RStudio, paquete “Bsts” (Scott & Varian, 2014). Véase los resultados en el anexo G. Es importante recalcar que se hizo un análisis a los predictores, de entre los que se consideró: La serie temporal, índice de precio al consumidor (IPC), PIB sector manufactura, Índice de actividad económica coyuntural (IDEAC), índice de desempleo y Tasa de empleo bruto. Finalmente, se seleccionó aquellos que reducían el error del pronóstico. (BCE, 2019; CEPAL, n.d.; INEC, 2019)

En la tabla 6 se observa los resultados.

Tabla 6. Precisión del pronóstico con pocos datos históricos, con regresores

Predictores	RMSE			
	SKU 27	SKU 28	SKU 29	SKU 30
Serie de tiempo	57.41	18.52	66.4	18.04
Índice de precio al consumidor				
PIB manufactura				
IDEAC	52.89	18.03	64.52	17.79
Índice de desempleo				
Tasa de empleo bruto				
Índice de precio al consumidor	60.66	18.3	64.85	22.29
Productos similares				
PIB manufactura	47.15	18.86	60.56	14.87
IDEAC	56.76	17.89	64.49	18.04
Índice de desempleo	55.86	17.47	65.15	15.66
Tasa de empleo bruto	56.06	18.36	66.03	18.04
Índice de precio al consumidor	68.59	18.3	64.88	18.22

4.1.2.Previsión de ventas

En la tabla 7 se puede observar la previsión de ventas para el año 2020, que se obtuvo del pronóstico. Si se desea mayor detalle véase el anexo H.

Tabla 7. Previsión de ventas para el año 2020

SKU	TOTAL (2020)
sku_1	\$ 2,472.67
sku_2	\$ 2,558.85
sku_3	\$ 639.00
sku_4	\$ 772.09
sku_6	\$ 2,845.13
sku_7	\$ 2,805.66
sku_8	\$ 803.10
sku_9	\$ 600.11
sku_10	\$ 3,475.78
sku_11	\$ 3,887.75
sku_12	\$ 598.21
sku_13	\$ 605.91
sku_14	\$ 958.52
sku_15	\$ 536.27
sku_16	\$ 183.71
sku_17	\$ 2,757.73
sku_20	\$ 2,242.89
sku_21	\$ 1,364.59
sku_22	\$ 226.30
sku_23	\$ 4,565.52
sku_24	\$ 4,656.30
sku_25	\$ 846.20
sku_26	\$ 974.73
sku_27	\$ 3,872.14
sku_28	\$ 1,069.00
sku_29	\$ 4,006.30
sku_30	\$ 1,299.24
Total	\$ 51 623.70

4.1.3.Clasificación ABC

Posteriormente, en la ilustración 29 se presenta la clasificación ABC a partir de los resultados del pronóstico para el año 2020, como se puede ver el 20 % de los productos genera la mayor cantidad de ganancia para la empresa. El análisis se realizó de la siguiente manera: El **20%** de artículos genera el 47.4 % de ganancia, el **30%** genera el 35.53% y el **50%** genera el 17.07%.

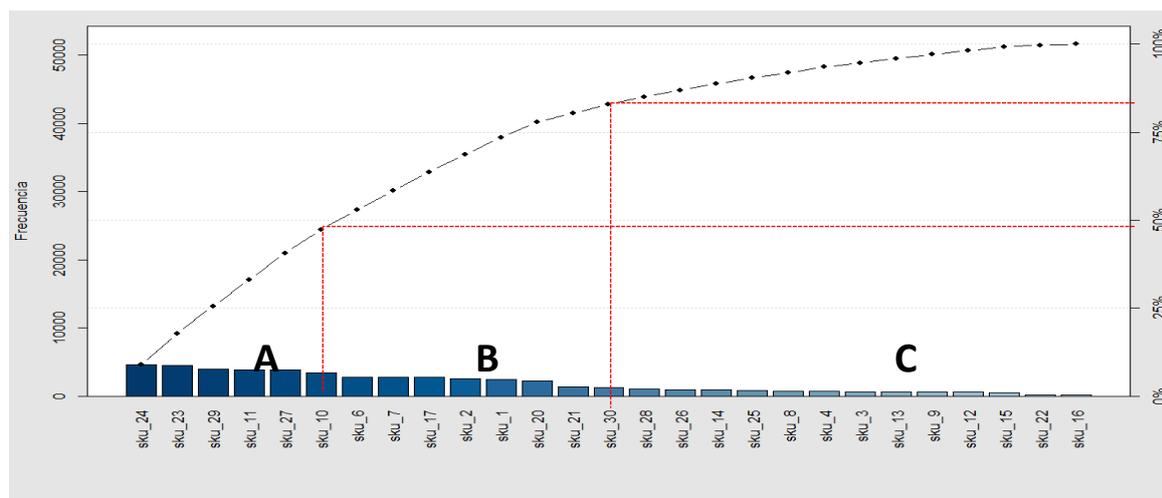


Ilustración 29. Clasificación ABC

Como se ve en la tabla 8, los 6 primeros artículos forman parte del grupo A, los 8 siguientes del grupo B y el resto del C.

Tabla 8. clasificación ABC

SKU	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumulado	Grupo
sku_24	4656.3	4656.3	9.02%	9.02%	A
sku_23	4565.52	9221.82	8.84%	17.86%	
sku_29	4006.3	13228.12	7.76%	25.62%	
sku_11	3887.75	17115.87	7.53%	33.16%	
sku_27	3872.14	20988.01	7.50%	40.66%	
sku_10	3475.78	24463.79	6.73%	47.39%	
sku_6	2845.13	27308.92	5.51%	52.90%	B
sku_7	2805.66	30114.58	5.43%	58.33%	
sku_17	2757.73	32872.31	5.34%	63.68%	
sku_2	2558.85	35431.16	4.96%	68.63%	
sku_1	2472.67	37903.83	4.79%	73.42%	
sku_20	2242.89	40146.72	4.34%	77.77%	
sku_21	1364.59	41511.31	2.64%	80.41%	
sku_30	1299.24	42810.55	2.52%	82.93%	
sku_28	1069	43879.55	2.07%	85.00%	C
sku_26	974.73	44854.28	1.89%	86.89%	
sku_14	958.52	45812.8	1.86%	88.74%	
sku_25	846.2	46659	1.64%	90.38%	
sku_8	803.1	47462.1	1.56%	91.94%	
sku_4	772.09	48234.19	1.50%	93.43%	
sku_3	639	48873.19	1.24%	94.67%	
sku_13	605.91	49479.1	1.17%	95.85%	
sku_9	600.11	50079.21	1.16%	97.01%	
sku_12	598.21	50677.42	1.16%	98.17%	
sku_15	536.27	51213.69	1.04%	99.21%	
sku_22	226.3	51439.99	0.44%	99.64%	
sku_16	183.71	51623.7	0.36%	100.00%	

4.2.RECORRIDO DE LOS PRODUCTOS

A continuación, se presenta el análisis de recorrido de los productos, que será de vital importancia para la elaboración de planteamiento de la redistribución de la planta.

4.2.1.Diagramas de flujo de procesos

En la figura 30 se visualiza el diagrama de flujo de proceso del producto más representativo dentro del grupos A (SKU_24), mientras que el resto de los diagramas de flujo se pueden observar en el Anexo I.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO		OPERARIO □	MATERIAL ■	EQUIPO □	
DIAGRAMA NÚM. 07	RESUMEN				
	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMÍA	
PRODUCCIÓN DE MANÍ CONFITADO	Operación	8			
	Transporte	9			
	Espera	1			
	Inspección	1			
	Almacenamiento	2			
DESCRIPCIÓN	Simbolo				
Recibir la materia prima	●	➡	■	□	▲
Almacenar MP	●				●
Transportar MP a limpieza		●			
Limpiar MP	●				
Inspeccionar MP		●			●
Transportar a tueste		●			
Tostar MP	●				
Transportar a limpieza/pelado		●			
Limpiar /pelar	●				
Transportar a tueste		●			
Tostar maní	●				
Transportar a confitura		●			
Confitar MP	●				
Transportar a reposo/enfriamiento		●			
Enfriar o reposar		●			●
Transportar a empacado		●			
Empacar según especificación	●				
Transporte a etiquetado		●			
Etiquetar producto	●				
Transportar a almacén de PT		●			
Almacenar producto terminado		●			●

Ilustración 30. Diagrama de flujo de procesos de Maní Confitado

Del análisis anterior se tiene que existe demasiado manejo de material, por lo que sería conveniente enfocarse en reducirlos. Adicionalmente se debería ver la posibilidad de combinar la operación de empacado con la de etiquetado.

4.2.2.Diagrama de hilos

En la ilustración 31, se puede visualizar con hilos, las conexiones y el flujo que siguen los productos por las operaciones. Se vuelve a identificar el exceso de transporte y la operación que puede ser combinada (empaque y etiquetado), así como la línea naranja en la operación de pelado 2, el material regresa para seguir avanzando posteriormente. La solución a esta última podría ser la ubicación de dicha operación próxima a la entrada a producción (después de la mesa de limpieza). Así mismo, la operación de confitura debería estar cercana a la de tueste, para reducir la distancia de transporte de material. Cabe recalcar que, la operación de tueste tiene intensidad de recorrido elevado, es decir que varios de los productos transitan por esta, a diferencia de fritura en la que pocos productos lo hacen. Se recomienda reducir esta distancia.

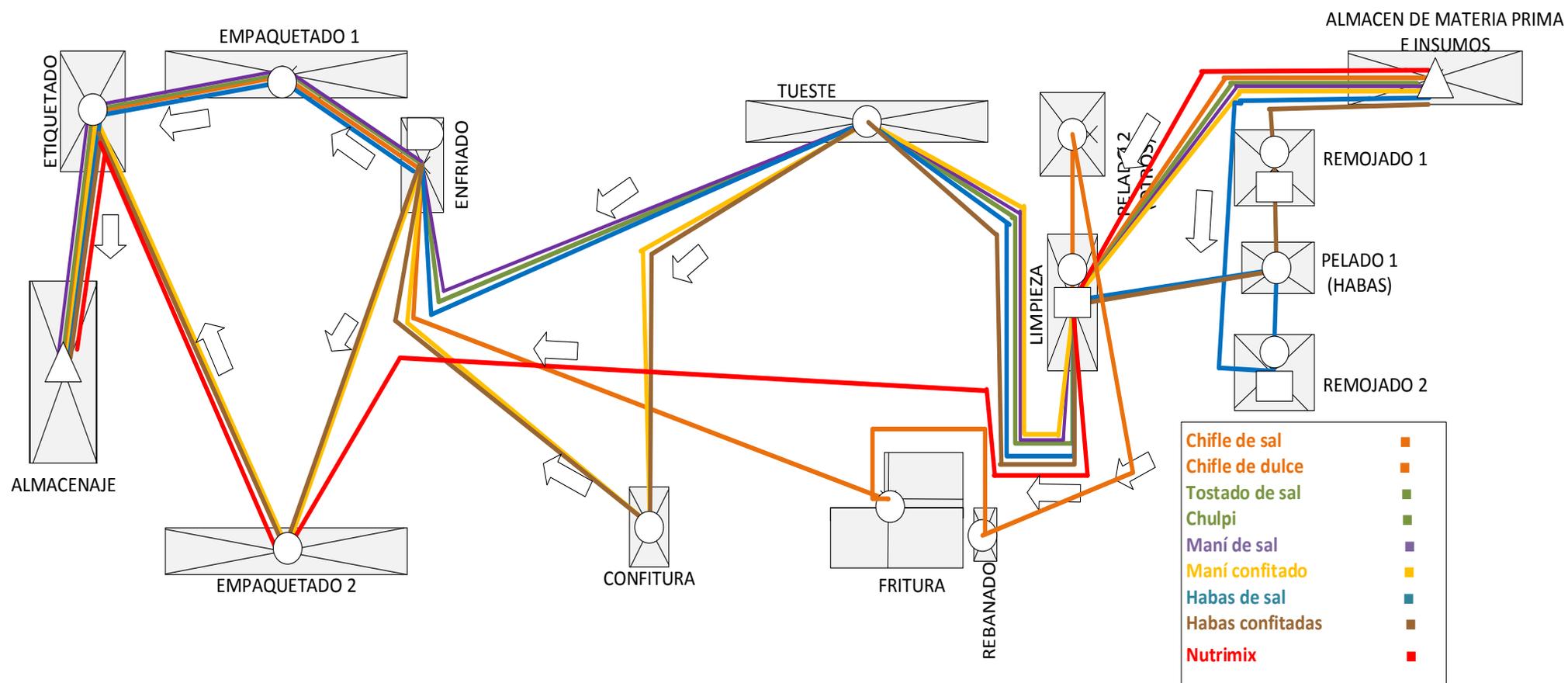


Ilustración 31. Diagrama de Hilos

4.2.3. Diagrama multiproductos

El siguiente diagrama fue realizado debido a que son varios los productos que se desarrollan en las instalaciones, por lo que según la literatura se recomienda la aplicación de este diagrama. Como se puede observar en la tabla 9, para los grupos de productos se puede visualizar claramente la relación entre operaciones que servirá de gran ayuda en la matriz de relación de actividades.

Se identifica como la operación de limpieza está fuertemente relacionada con la de tueste y también, pelado 2. Además, se puede ver que el área de limpieza no tiene ninguna relación con la de remojo.

Tabla 9. Matriz multiproducto

DIAGRAMA MULTIPRODUCTO												
Operación Producto	Limpieza y Selección	Remojo 1	Remojo 2	Pelado 1	Pelado 2	Rebanado	Filtra	Tueste	Confitura	Empacado 1	Empacado 2	Etiquetado
Chile de sal	1				2	3	4			5		6
Chile de dulce	1				2	3	4			5		6
Tostado	1							2		3		4
Tostado confitado	1							2	3		4	5
Chupí	1							2		3		4
Habas de sal	3		1	2				4		5		6
Habas confitadas	3	1		2				4	5		6	7
Nutimix	1							2		3		4
Manidosal	1							2		3		4
Maní confitado	1							2	3		4	5

4.2.4. Diagrama origen destino

En la tabla 10, se tiene la matriz origen destino en la cual las filas identifican al origen y las columnas al destino. Y en cada intersección se muestra las distancias en metros, cabe recalcar que los valores ausentes son debido a que no tienen relación en el flujo del proceso productivo.

Tabla 10. Matriz origen destino

MATRIZ ORIGEN DESTINO															
DESTINO	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
ORIGEN															
(1) ALMACÉN INICIAL	-	667	438	765	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(2) LIMPIEZA	-	-	-	-	-	269	-	-	89	-	-	-	182	-	-
(3) REMOJADO 1	-	-	-	-	1.63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(4) REMOJADO 2	-	-	-	-	1.63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(5) PELADO 1	-	1.67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(6) PELADO 2	-	-	-	-	-	-	662	-	-	-	-	-	-	-	-
(7) REBANADO	-	-	-	-	-	-	-	338	-	-	-	-	-	-	-
(8) FRITURA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.59	-	-	-	-
(9) TUESTE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.94	9.27	-	-	-	-
(10) CONFITURA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.54	-	-	-	-
(11) ENFRADO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	222	5.35	-	-
(12) EMPAQUETADO 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	281	-
(13) EMPAQUETADO 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	582	-
(14) ETIQUETADO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	343
(15) ALMACÉN FINAL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* los números de las columnas hacen referencia a los nombres de las filas

Como resultado del análisis de recorrido se ha tomado la decisión de combinar las operaciones de etiquetado, con las de empaçado. Esto es posible ya que se cuenta con dos selladoras/etiquetadoras. Además, el espacio en las operaciones de empaçado permite que se combinen.

4.3. RELACIÓN ENTRE ACTIVIDADES

Seguido, del análisis de recorrido de los productos se desarrolló la matriz de relación entre actividades (ilustración 32), en la cual se tiene listada las operaciones, servicios auxiliares, y áreas complementarias (Cabe recalcar que la oficina es tomada como área complementaria debido a que el objetivo del estudio está enfocado al área productiva). Se tiene una lista de 21 componentes en los cuales, en cada intersección, donde se forma un rombo, se determina un código (A, E, I, O, U, X) que indica el grado de importancia de proximidad de cada una con el

resto. En la parte inferior de este rombo se define el motivo para la importancia de su proximidad.

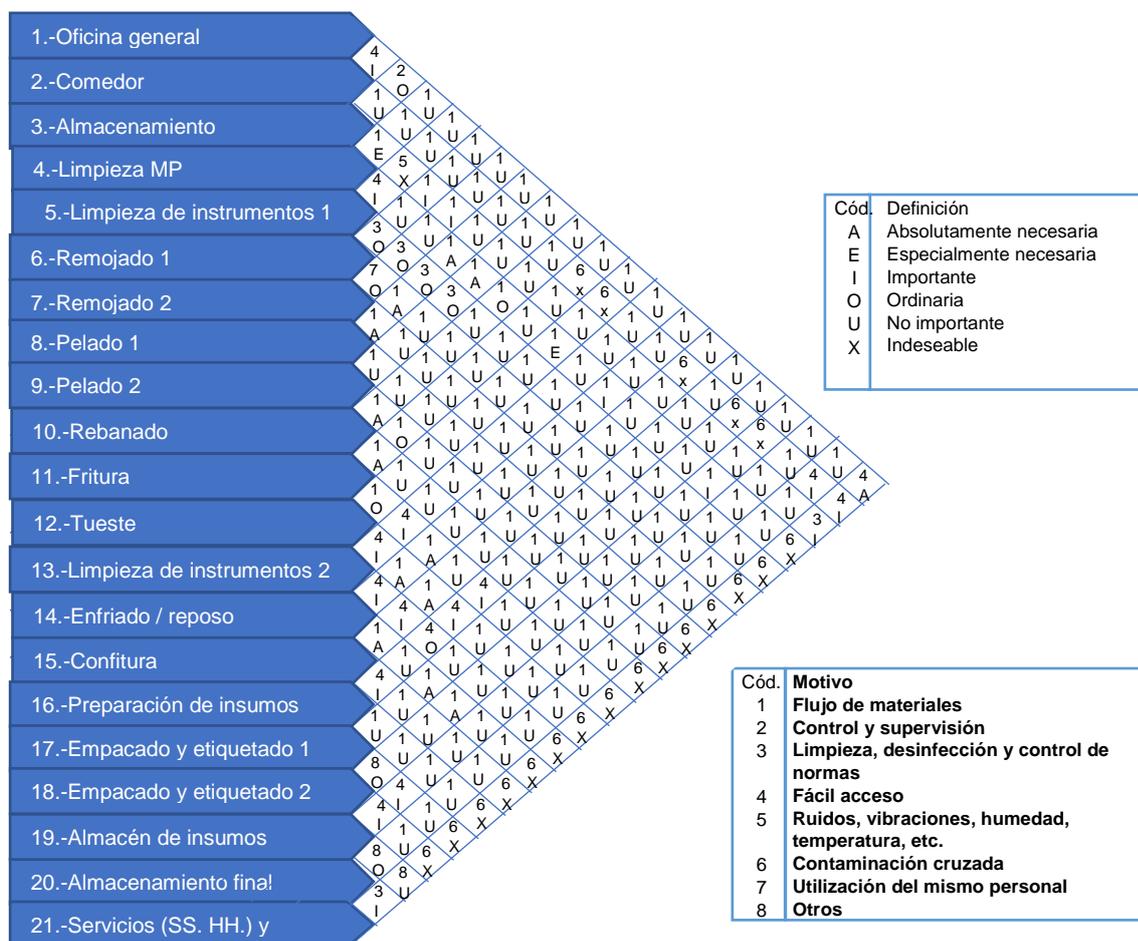


Ilustración 32. Matriz de relación de actividades

4.4. DIAGRAMA DE RELACIÓN DE ACTIVIDADES

Continuando con el estudio, se presenta en la ilustración 33, el diagrama de relación de actividades, en la cual se visualiza las relaciones según el código utilizado anteriormente, dándole una característica diferenciadora a cada una. “A”, será representada con 4 líneas e indica alto grado de necesidad de proximidad, seguido de “E” con 3 líneas, “I” con dos, “O”

con una y “U” con ninguna línea. El objetivo de este diagrama es Identificar aquellas líneas A que se intersecan y posteriormente hallar una solución que reduzca dichos cruces.

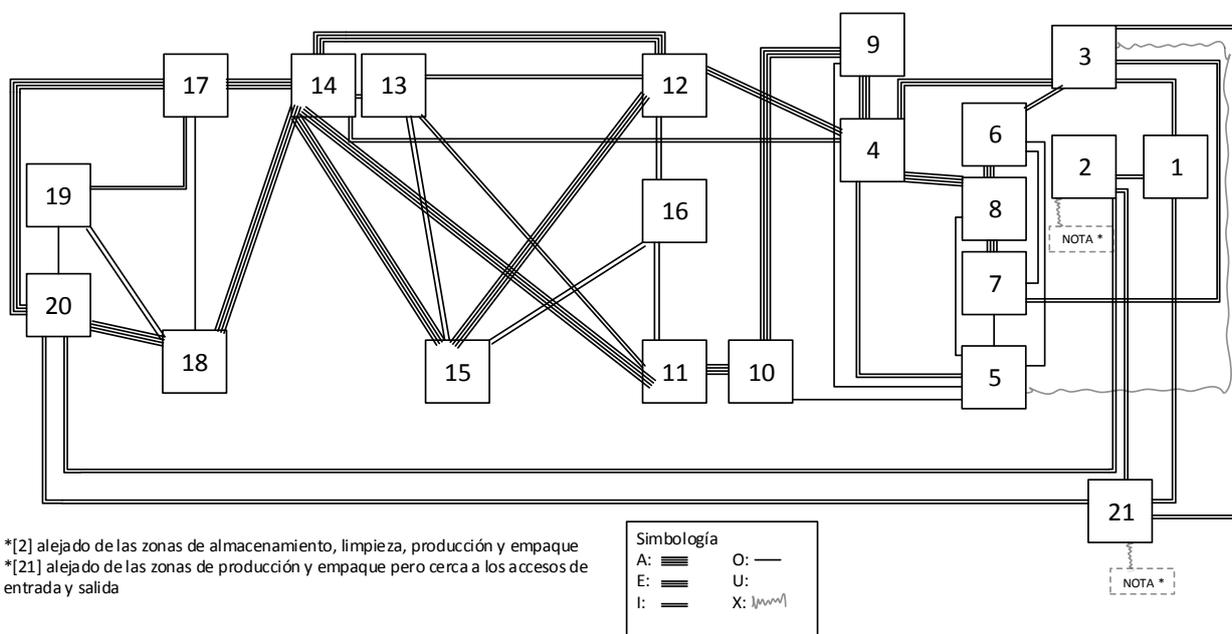


Ilustración 33. Diagrama de relación de actividades

4.5. ANÁLISIS DE NECESIDADES DE ESPACIO

Tomando como referencia el diagrama anterior, se procede a determinar la necesidad de espacio para cada una de las operaciones, servicios auxiliares y áreas complementarias. Para lo cual se hizo uso del método Guerchet para el cálculo de área de trabajo.

En la tabla 11 se muestran las dimensiones. Para el área administrativa (oficina) se tiene que la necesidad es de cuatro metros cuadrados como mínimo. (Lansink, 2019). Para el espacio en el área productiva se usó el método Guerchet, y para los servicios auxiliares se hizo la medición in situ.

Tabla 11. Espacio de trabajo- método Guerchet

Administrativo					
Cód.	Área	Largo (m)	Ancho (m)	Superficie (m ²)	
1	Oficina	2	2	4	
Producción					
Cód.	Operación	Ss (m ²)	Sg (m ²)	Se (m ²)	St (m ²)
3	Almacenamiento	1.92	NA	0.19	<u>2.11</u>
4	Limpieza MP	1.68	1.68	0.34	<u>3.70</u>
6	Remojado 1	1.50	1.50	0.30	<u>3.31</u>
7	Remojado 2	1.50	1.50	0.30	<u>3.31</u>
8	Pelado 1	0.92	0.92	0.18	<u>2.03</u>
9	Pelado 2	1.00	1.00	0.5	<u>2.5</u>
10	Rebanado	0.30	0.61	0.09	<u>1.00</u>
11	Fritura	3.05	3.05	0.61	<u>6.71</u>
12	Tueste	2.09	2.09	0.42	<u>4.61</u>
14	Enfriado/Reposo	0.88	0.88	0.18	<u>1.94</u>
15	Confitura	0.78	0.78	0.16	<u>1.72</u>
17	Empacado y etiquetado 1	2.80	2.80	0.56	<u>6.16</u>
18	Empacado y etiquetado 2	2.80	2.80	0.56	<u>6.16</u>
20	Almacén Final	2.37	NA	1.13	<u>3.55</u>
auxiliares		Ss (m ²)	Sg (m ²)	Se (m ²)	St (m ²)
5	limpieza de instrumentos 1	0.96	0.96	0.19	<u>2.11</u>
13	limpieza de instrumentos 2	1.80	1.80	0.36	<u>3.96</u>
16	Preparación de insumos (cocina)	3.36	6.72	1.01	<u>11.09</u>
19	Almacén de insumos (empaque)	0.85	NA	0.08	<u>0.94</u>
Servicios					
Cod.	Área	Largo (m)		Ancho (m)	Superficie (m ²)
21	Baños y vestidores	4		3.6	14.4
2	Comedor	2		1.2	2.4

4.6. DIAGRAMA RELACIONAL DE ESPACIOS

En la ilustración 34, se observa las relaciones entre elementos que conforman el estudio, pero esta vez se toma en consideración sus dimensiones, mismas que fueron calculadas previamente y que se observa en la tabla 11.

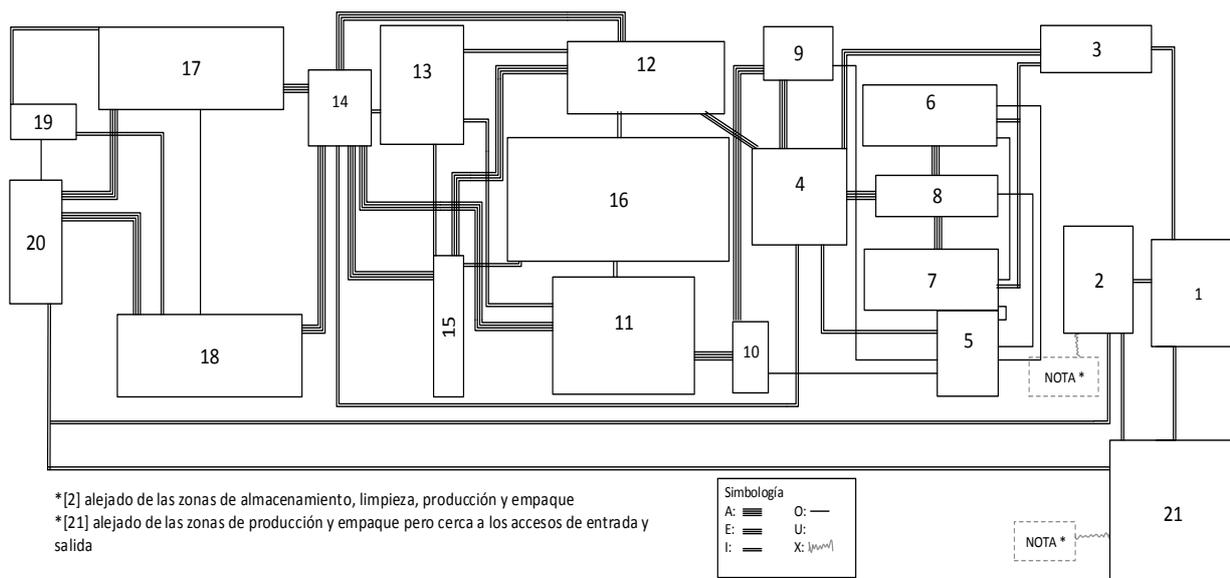


Ilustración 34. Diagrama relacional de espacios

4.7.FACTORES INFLUYENTES Y LIMITACIONES PRACTICAS

A continuación, en la tabla 12 se presenta los factores influyentes y limitaciones prácticas que se consideraron para determinar el planteamiento de la distribución de la planta.

Tabla 12. Factores influyentes y limitaciones prácticas

Factores influyentes

- Productos más importantes
 - Enfocar el planteamiento a los productos A
- Seguridad y Salud de los Trabajadores
 - Normativa y reglamento de salud, seguridad y ambiente de trabajo (decreto 2393)
 - Ley de prevención contra incendios
- Espacio necesario
 - Métodos de cálculo de espacio mínimo de trabajo
- Tipo de máquina
 - Maquinaria ligera
- Sistemas de mantenimiento
 - sistema directo, de origen a destino
- Características de los edificios
 - Edificio construido o proyecto desde cero, flujo productivo, condiciones aceptables de ventanas, pisos paredes. Paredes que intervienen con el flujo lineal del recorrido
- Servicios y controles
 - Servicios higiénicos y de vestuario, servicio de mantenimiento, control de calidad, etc.

limitaciones prácticas

- Prácticas operativas
Proceso operativo y consideraciones de este
 - Consideraciones de seguridad
No se consideran elementos de prevención contra incendios y accidentes
Normativa de seguridad no implementada
 - Irregularidades del suelo
No cuenta con gradas, desniveles, etc. En el área de producción
 - Espacio disponible y estructuras
Espacio amplio en la mayor parte del flujo productivo, suelos resistentes y no resbaladizos, paredes de azulejo hasta la altura reglamentaria, puertas de acceso, ventanas que eviten acumulación de polvo.
-

4.8.DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE SOLUCIONES

4.8.1.Proyecto X

El primer proyecto (ilustración 35), es la distribución actual, es tomada a consideración para compararla con las otras alternativas. Como se puede observar esta no considera aspectos de seguridad laboral, ni reglamentos como la ley de defensa contra el fuego y el decreto 2393(IESS, 1986; Incendios, 2010). Como se observa, el comedor se encuentra en relación directa con el almacén, las bombonas de GLP están dentro de las instalaciones, algunos de los pasillos no tienen el ancho reglamentario (área de limpieza). Así también, se observa que no cuentan con extintores de incendio ni botiquines de primeros auxilios.

Para mejor comprensión note que se hace una diferenciación entre el centro de trabajo y el espacio que ocupa la máquina dentro del mismo, así también, se dispuso de una cuadrícula a escala 1:100

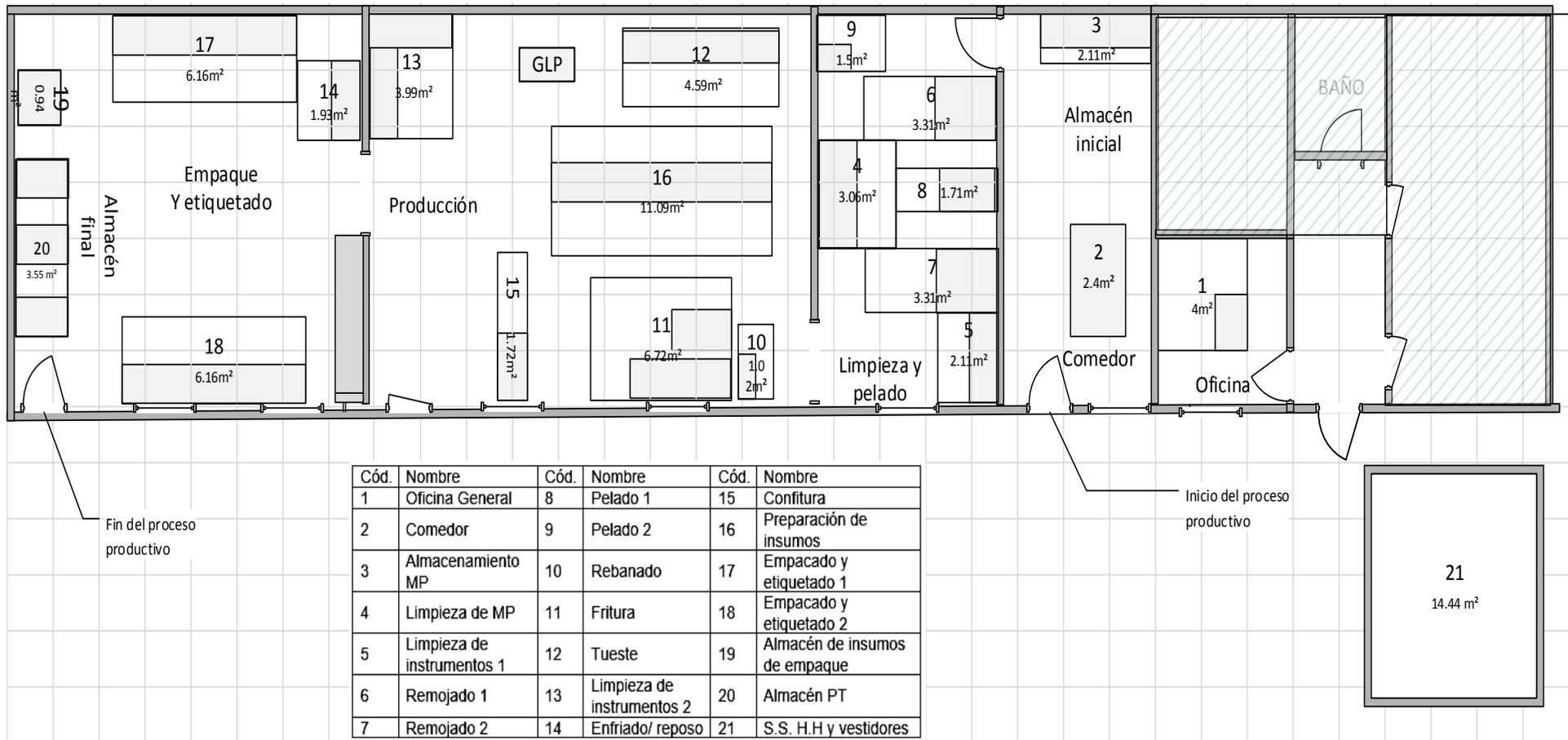


Ilustración 35. Alternativa 1-Proyecto X

4.8.2. Proyecto Y

En el proyecto Y (ilustración 36), se realizan modificaciones de lugar de las máquinas para evitar retrocesos (elemento 9), y se propone la implementación de un acceso adicional del área de limpieza al área de producción. Este permitirá que los productos que se dirigen a la operación 12 no se desplacen innecesariamente. También, se retira el comedor (elemento 2) y se ubica lejos del almacén.

Al elemento 19 (almacén de insumos de empaque) se cambia su posición al inicio de empaque y etiquetado para suministrar eficientemente los insumos del mismo. Finalmente, el elemento 15 (confitura) se dispone linealmente a el 12 (tueste) que según el flujo de producción es importante que este cerca de ésta mas no de la 11 (fritura) como se disponía anteriormente.

El problema de la anchura de los pasillos se mantiene en el área de limpieza, sin embargo, se considera la distancia entre máquinas (según decreto 2393). Se propone la distribución de los extintores y botiquines en cada área según la necesidad. Las bombonas de GLP se las dispone fuera de las instalaciones en una pared ciega según lo indicado en la ley de defensa contra incendios.

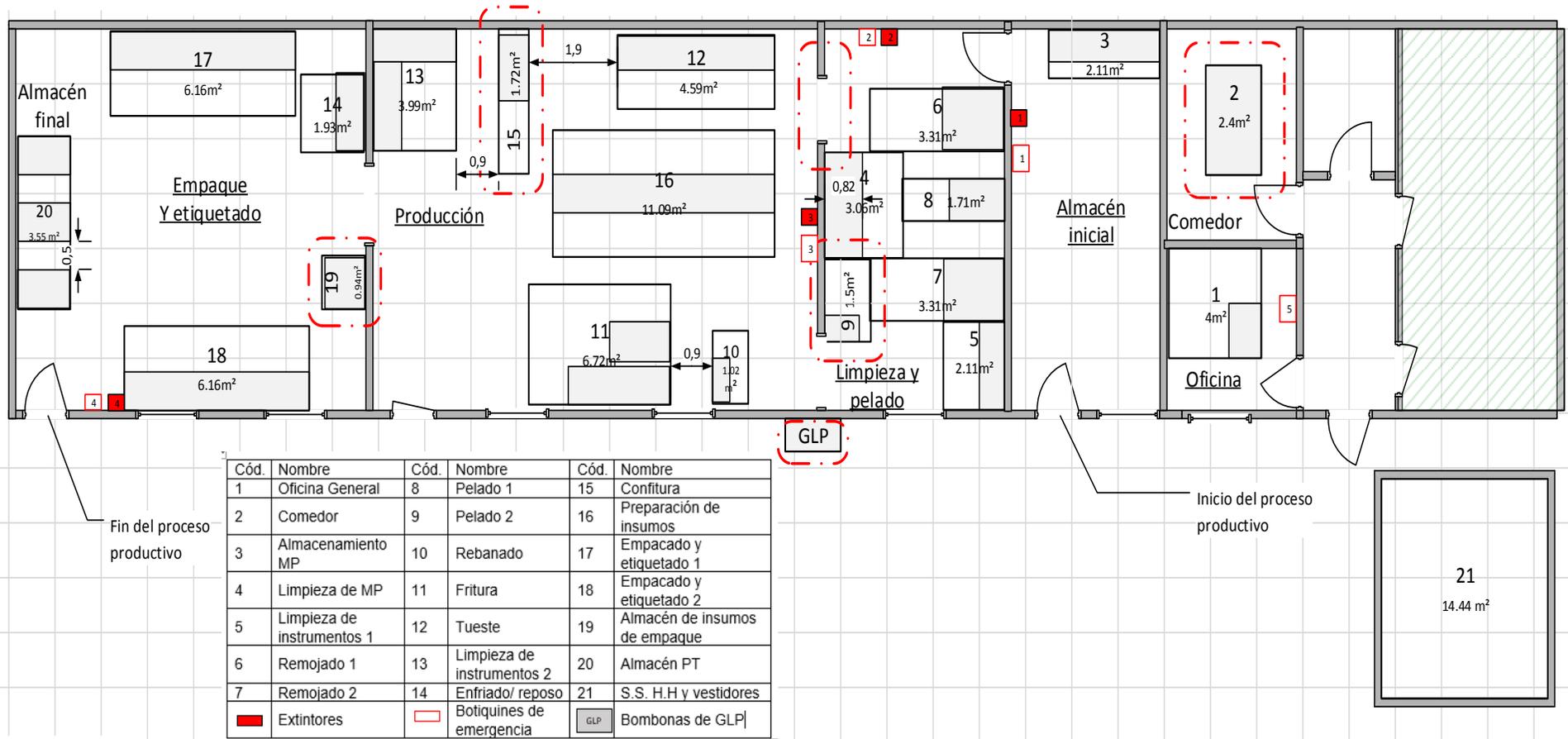


Ilustración 36. Alternativa 2-Proyecto Y

4.8.3. Proyecto Z

Para el proyecto Z (ilustración 37), los cambios que se proponen son: Separar el comedor del área de almacenamiento y designar ese espacio en caso de aumento de la producción.

Además, se propone incrementar el área de limpieza en 1,20 m para cumplir con la anchura mínima reglamentaria para los pasillos y mantener el mismo acceso adicional de limpieza a producción.

El cambio de posición de 11 (Fritura) y 10 (rebanado) con 12 (tueste) de manera que este más cercana a 15 (confitura) para mejorar el flujo productivo. Se dispone a 19 (almacenamiento de insumos de empaque) al inicio de la actividad.

Como se mencionó anteriormente se propone la ubicación para extintores y botiquines, así como de las bombonas de GLP según las distancias máximas (9,15 m de la zona de riesgo en caso de extintores) o mínimas (3 m de cualquier abertura en el caso de GLP) según corresponde.

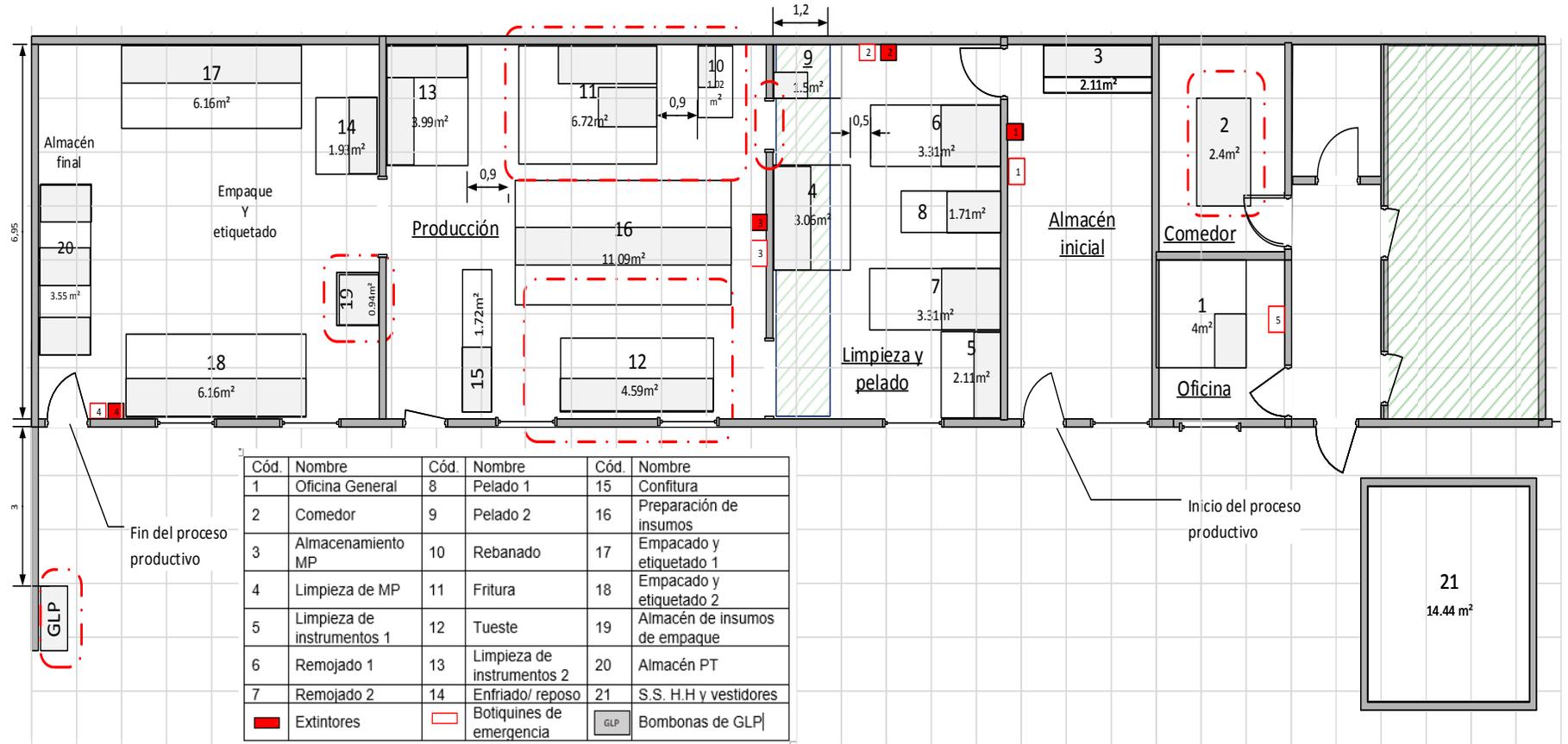


Ilustración 37. Alternativa 3- Proyecto Z

4.9.EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Para la evaluación de las alternativas antes desarrolladas, se presenta a continuación la valoración según: la estimación de costos, cálculo de costo de transporte y valoración de expertos. La cual se contrastará en una tabla multicriterio para seleccionar la alternativa que cumpla con el objetivo de trabajo.

4.9.1.Estimación de costos

Para cada una de las alternativas, se identificaron los costos que involucran teniendo en cuenta que la alternativa 1 es la distribución actual de la empresa lo que implica que no se generan costos para la misma. En la tabla 13 y 14 se puede observar dichos costos:

Tabla 13. Estimación de costos alternativa

Estimación de costos	Costo unitario	Cantidad	Total
Alternativa 2			
Mano de obra			\$ 179.00
Metalmecánico	\$ 30.00	4 días	\$ 120.00
Electricista	\$ 15.00	1 días	\$ 15.00
Plomero	\$ 15.00	2 días	\$ 30.00
Operarios	\$ 14.00	1 días	\$ 14.00
Materiales			\$ 1,587.40
Campana confitera	\$ 210.00	1 u	\$ 210.00
Campana Freidora	\$ 230.00	1 u	\$ 230.00
Motor de extracción	\$ 450.00	2 u	\$ 900.00
Depósito de GLP	\$ 80.00	1 u	\$ 80.00
Tubería para GLP	\$ 13.10	4 tubos	\$ 52.40
Extintores	\$ 20.00	4 u	\$ 80.00
Botiquines	\$ 7.00	5 u	\$ 35.00
		Total	\$ 1,766.40

Tabla 14. Estimación de costos alternativa 3

Estimación de costos	Costo unitario	Cantidad	Total
Alternativa 3			
Mano de obra			\$ 315.00
Metalmecánico	\$ 30.00	4 día	\$ 120.00
Electricista	\$ 20.00	1 día	\$ 20.00
Plomero	\$ 20.00	2 día	\$ 40.00
Albañil	\$ 20.00	5 día	\$ 120.00
Operarios	\$ 15.00	1 día	\$ 15.00
Materiales			\$ 1,698.75
Campana confitera	\$ 210.00	1 u	\$ 210.00
Campana Freidora	\$ 230.00	1 u	\$ 230.00
Motor de extracción	\$ 450.00	2 u	\$ 900.00
Depósito de GLP	\$ 80.00	1 u	\$ 80.00
Tubería para GLP	\$ 13.10	5 tubos	\$ 65.50
Bloque	\$ 0.30	227 u	\$ 68.10
Cemento	\$ 8.10	2 saco	\$ 16.20
Arena	\$ 1.95	1 saco	\$ 1.95
Cerámica	\$ 6.00	2 caja	\$ 12.00
Extintores	\$ 20.00	4 u	\$ 80.00
Botiquines	\$ 7.00	5 u	\$ 35.00
		Total	\$ 2,013.75

Como se puede observar la alternativa 2 es la que representa menores costos para la implementación de una distribución en planta adecuada.

4.9.2. Costo de transporte

Primero, Se determinó que el costo por unidad de distancia es de \$ 0.002 con ayuda del gerente, teniendo en cuenta el tiempo que un operador tarda en transportar dicha cantidad en un metro y la cantidad de su salario que corresponde a dicho tiempo.

Subsiguientemente, se determinó la cantidad de flujo mensual entre centros de trabajo, considerando la media anual del pronóstico y convirtiéndola en kg de producción para estandarizar los movimientos con el tamaño de lote de 25 kg por transferencia de material. Véase en el anexo K los resultados de la cantidad de flujo.

Finalmente, se realizó la medición real o la que más se asemeje de la distancia que el operario recorre de origen a destino entre centros de trabajo (véase el anexo L) para realizar la multiplicación de estos tres (costo por unidad de distancia, cantidad de movimientos mensuales

y distancia entre centros de trabajo) para obtener el costo total de transporte para cada alternativa (anexo M).

En la tabla 15 se puede observar los resultados de los costos de transporte para cada alternativa.

Tabla 15. Costo de transporte de las alternativas

ALTERNATIVA	COSTO TOTAL MENSUAL	COSTO TOTAL ANUAL
1	\$ 7.49	\$ 89.93
2	\$ 6.55	\$ 78.82
3	\$ 6.44	\$ 77.29

Nótese que la alternativa 2 y 3 representan reducción en costos de transporte respecto a la alternativa 1 (distribución actual)

4.9.3. Valoración de expertos

En la tabla 16, se presentan los puntajes promedios de los resultados de la evaluación de las diferentes alternativas con ayuda de varios expertos de distribución en planta y seguridad laboral (véase anexo J). Se evaluó respecto a diferentes criterios recomendados por Richard Muther y otros trabajos similares. (Calderón Torres, 2018; Muther, 1968)

A cada criterio se le asignó un peso de importancia (porcentual), con la ayuda del presidente de la empresa. Se le dio un valor a cada alternativa entre 0 y 10 donde 0 es deficiente y 10 es el óptimo.

Tabla 16. Valoración de las alternativas según expertos

ALTERNATIVAS	PUNTAJE PROMEDIO
1	7.05
2	8.87
3	8.18

Como se observa en la puntuación la alternativa 2 (proyecto Y) es la que arrojó un resultado mayor al resto. Por lo que se acepta la propuesta 2 como la óptima o adecuada para desarrollar en la empresa.

Para contrastar los resultados, en la tabla 17 se muestra una matriz multicriterio para seleccionar la alternativa adecuada.

Tabla 17. evaluación multicriterio de alternativas

	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Estimación de costos	NA	\$ 1,766.40	\$ 2,013.75
Costos de transporte	\$ 89.93	\$ 78.82	\$ 77.29
Valoración de expertos	7.05	8.87	8.18

La alternativa 2 es aceptada, debido a que los costos involucrados son menores, el costo de transporte es menor que la distribución actual y la valoración según expertos es mayor.

4.10.MEDICIÓN DE SALIDA SCOR

Finalmente se hace una segunda medición con la metodología SCOR para determinar los cambios y mejoras que han surgido con el desarrollo del presente trabajo. Como se puede ver en la tabla 18, existe un incremento en los primeros 4 parámetros.

Tabla 18. Medición de salida del modelo SCOR

Tabla resumen	Línea base	Medición de salida	Variación
Planeación	1.41	1.83	29,8 %
Aprovisionamiento	0.75	1.24	65.0 %
Producción	1.63	3	59.5 %
Distribución	1.15	1.35	17.4 %
Devoluciones	0.75	0.75	0.0 %

La ilustración 38 permite visualizar ese cambio entre la línea base (naranja) y la medición actual (azul).

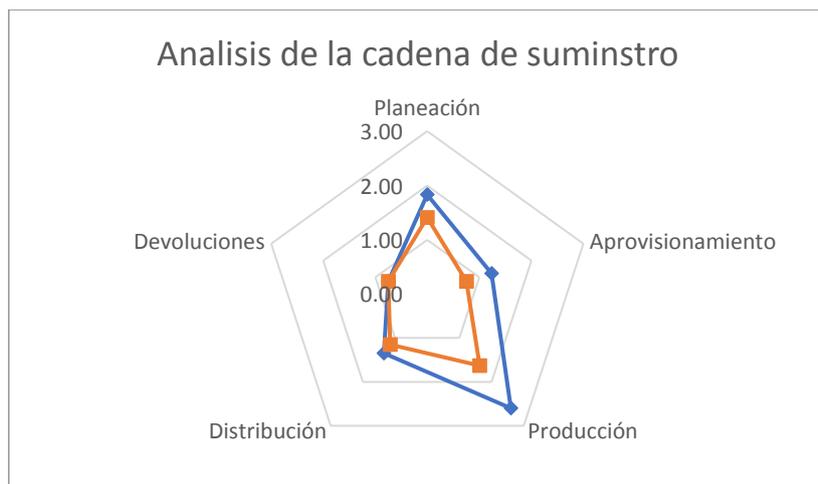


Ilustración 38. Comparación entre línea base y medición de salida

Al finalizar el trabajo, se encontró que hubo un incremento de 29.8%, 65.0%, 59.5%, 17.4% y 0.0% para los cinco parámetros respectivamente (planeación, aprovisionamiento, producción, distribución y devolución).

CONCLUSIONES

- Del análisis de la problemática se concluyó que a la empresa TosThachul requería urgentemente un estudio de distribución en planta para ubicar la maquinaria existente y aquella maquinaria nueva que le sería entregado por la prefectura de Imbabura. Y de esta manera aumentar la productividad de la empresa.
- De la revisión bibliográfica se determinó que entre los métodos más conocidos están: SLP, CORELAP, CRAFT, ALDEP. El trabajo fue realizado con la metodología SLP debido a que se encontró que esta no solo involucra el flujo productivo, sino también las áreas auxiliares, servicios complementarios y aspectos de seguridad laboral.
- Del análisis situacional se concluyó que, según la herramienta de diagnóstico SCOR, los valores de los parámetros aprovisionamiento y devoluciones son deficientes con un puntaje de 0.75 para ambos, mientras que planeamiento, producción y distribución tienen un puntaje relativamente alto de 1.42; 1.63 y 1.15 respectivamente. Al finalizar el trabajo se realizó una medición de salida en la que se incrementó 29.7%, 65.0%, 59.5%, 17.4% y 0.0% para los cinco parámetros respectivamente (planeación, aprovisionamiento, producción, distribución y devolución).
- De la propuesta de diseño se determinó que:
 - Los métodos MLP y BNN, que son metodologías modernas de pronóstico, fueron útiles para el desarrollo de la previsión ya que presentan alto nivel de precisión. MLP es eficaz trabajando con gran cantidad de datos y BNN con poca cantidad.
 - El proyecto Y (alternativa 2) fue seleccionada para implementar debido a los resultados de evaluación: estimación de costos de \$ 1,766.40, costos de transporte de \$ 78. 82 anual (\$ 11. 11 menor al actual) y valoración de expertos más alta con 8.87 puntos de 10 (versus 7.05 de la distribución actual).

RECOMENDACIONES

- Implementar otra metodología, como por ejemplo JIT (Justo a Tiempo), para complementar el trabajo realizado y asegurar el incremento de la productividad.
- Realizar la revisión bibliográfica de métodos modernos de distribución en planta y contrastar sus beneficios y desventajas con los revisados en el presente trabajo.
- Aplicar los resultados del análisis de la cadena de suministro para el desarrollo de la metodología SCOR con el fin de elevar al máximo el valor de sus 5 parámetros: planeación, aprovisionamiento, producción, distribución y devolución
- Realizar un seguimiento de la precisión del pronóstico y realizar los respectivos ajustes. Además, se recomienda implementar la alternativa seleccionada como óptima para corroborar el aumento de la productividad.

BIBLIOGRAFIA

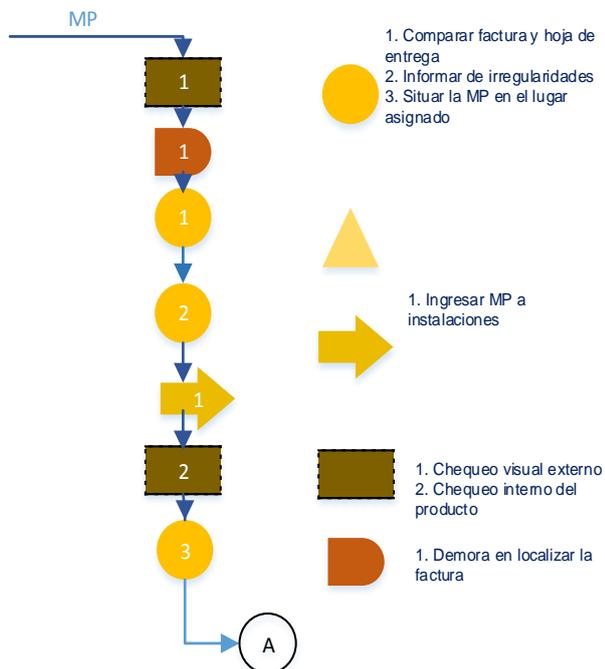
- Arcila, W. R., Castaño, S., Cesar, M., & Amador, R. (2016). Metodología De La Planeación Sistemática De La Distribución En Planta (Systematic Layout Planning) De Muther.
- Armour, G., & Buffa, E. (1963). A heuristic algorithm and simulation approach to relative allocation of facilities. *Management Science*, 9(2), 294–300.
- BCE. (2019). *INDICE DE ACTIVIDAD ECONOMICA COYUNTURAL*. Quito. Retrieved from <https://www.bce.fin.ec/index.php/component/k2/item/313-indice-de-actividad-economica-coyuntural-ideac>
- Calderón Torres, O. V. (2018). *DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA PARA LA LINEA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA TEJIDOS MARKO 'S*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.
- Cardona, F., Palacios, V., Andrea, M., & Cardona, L. F. (2012). Selección de alternativas de redistribución de planta desde las orga.
- Casals, M., Forcada, N., & Roca, X. (2012). *Diseño de complejos industriales : Fundamentos*. (P. E. Central, Ed.). Catalunya: Universitat Politècnica de Catalunya.
- CEPAL. (n.d.). CEPALSTAT. Retrieved January 5, 2020, from <https://cepalstat-prod.cepal.org/cepalstat/tabulador/ConsultaIntegrada.asp?idIndicador=1684&idioma=e>
- Chase, R. B., & Jacobs, F. R. (2011). *Administración de Operaciones. Journal of Experimental Psychology: General* (Vol. 136). Mexico: Mc Graw Hill.
- Correa, M., Bielza, C., Pamies-Teixeira, J., & Alique López, J. R. (2008). Redes Bayesianas vs redes neuronales en modelos para la predicción del acabado superficial.
- CUJI, B., GAVILANES, W., & SANCHEZ, R. (2017). Modelo predictivo de deserción estudiantil basado en arboles de decisión. *Espacios*, 38, 17–26.
- De la fuente García, D., & Quesada Fernandez, I. (2005). *Distribución en planta*. Oviedo: Universidad de Oviedo.
- Diego Mas, J. A. (2006). Optimización de la distribución en planta de instalaciones industriales mediante algoritmos genéticos. Aportación al control de la geometría de las actividades, (January 2006), 444. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10107.72486>
- Febres, L., & Rivadeneira, C. (1988). Reglamento de Alimentos, 27.
- Fernández García, R. (2010). La productividad y el riesgo psicosocial o derivado de la organización del trabajo. *Editorial Club Universitario*, 43.
- Gandhi, A., & Ansari, Z. (2015). *Optimización del diseño de la planta*. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/39e2/988951ca3c374c0ce8c6c58fc4682be19e96.pdf>
- Ghofrani, M., Ghayekhloo, M., Arabali, A., & Ghayekhloo, A. (2015). Un pronóstico de carga híbrido a corto plazo con un nuevo marco de selección de entrada. *Energy*, 81, 777–786.
- Gonzales García, J. Y. (2015). *Pronóstico de la demanda a través de una Red Neuronal Artificial Perceptrón Multicapa Pensamiento*. Universidad de Holguin.
- Hernandez, E. (2007). La productividad multifactorial: concepto, medición y significado. In *Economía: Teoría y práctica* (Vol. 26).
- Hicks, P. E., & Cowen, T. E. (1976). CRAFT-M for layout Rearrangement. *Industrial Engineering*, 8, 30–35.
- IESS. (1986). Decreto Ejecutivo 2393 -Reglamento De Seguriad Y Salud De Los Trabajadores Del Medio Ambiente De Trabajo, 1–92. Retrieved from <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/12/Reglamento-de-Seguridad-y-Salud-de-los-Trabajadores-y-Mejoramiento-del-Medio-Ambiente-de-Trabajo-Decreto-Ejecutivo-2393.pdf>
- Incendios, L. D. D. C. Ley de Defensa Contra Incendios. (2010).
- INEC. (2019). *Boletín Técnico N° 09-2019-IPC*. Quito. Retrieved from

- https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Inflacion/2019/Septiembre-2019/Boletin_tecnico_09-2019-IPC.pdf
- Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., Malhotra, M. K., Villareal, C., & del Pilartr, M. (2008). *Administración de operaciones: procesos y cadenas de valor/Operations management*. Educación, Pearson.
- Lansink, J. (2019). SKEPP. Retrieved from <https://skepp.com/es/blog/consejos/cantidad-de-metros-cuadrados-por-persona-que-necesitas-para-la-oficina>
- Leyva, M., Mauricio, D., & Salas Bacalla, J. (2016). Una taxonomía del problema de distribución de planta por procesos y sus métodos de solución. *Industrial Data*, 16(2), 132. <https://doi.org/10.15381/idata.v16i2.11930>
- López, P. J. (2014). *Estudio del trabajo : Una nueva visión*.
- Makridakis, S., Spiliotis, E., & Assimakopoulos, V. (2018). Métodos de pronóstico estadístico y de aprendizaje automático: preocupaciones y formas de avanzar. *PloS One*, 13(3).
- Máximo, L., David, M., & Bacallas, J. (2013). Una taxonomía del problema de distribución en planta por procesos y sus métodos de solución. *Industrial Data*, 16(2), 132–143.
- Mejia, H., Wilches, M., Galofre, M., & Montenegro, Y. (2011). Aplicación de metodologías de distribución de plantas para la configuración de un centro de distribución Application of Distribution Plants methodologies for setting up a Distribution Center. *Redalyc*, (1–49), 7. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84922625011>
- Moore, J. M. (1962). *Plant layout and design*. Macmillan.
- Muther, R. (1968). *Planificación y proyección de la empresa industrial (método SLP)*. (E. T. A. S.A., Ed.). Barcelona. <https://doi.org/10.1192/bjp.111.479.1009-a>
- Muther, R. (1970). *DISTRIBUCION EN PLANTA: TRATADO SOBRE LA ORDENACION RACIONAL DE LOS ELEMENTOS DE PRODUCCION INDUSTRIAL* (2da ed.). Barcelona: McGrawhill Book Company. Retrieved from <http://hpcinc.com/wp-content/uploads/2016/07/Spanish-PPL.pdf>
- Naqvi, S. A. A., Fahad, M., Atir, M., Zubair, M., & Shehzad, M. M. (2016). Productivity improvement of a manufacturing facility using systematic layout planning. *Cogent Engineering*, 3(1), 1207296. <https://doi.org/10.1080/23311916.2016.1207296>
- Palacios, L. (2016). *Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos, ?docID=4870547*. (E. Ediciones, Ed.) (2 da).
- Peña, M. L. M., & Garrido, E. D. (2016). *Fundamentos de dirección de operaciones en empresas de servicios*. ESIC Editorial.
- Pena, V., & Zumelzu, L. (2006). *Estado del Arte del Job Shop Scheduling Problem*. Universidad Técnica Federico Santa María Valparaíso.
- Pineda Carvallo, M. V. (2018). *Modelo SCOR para la gestión en la cadena logística de una empresa importadora de juguetes (Master's thesis)*. Universidad de Carabobo.
- Platas García, J. A., & Cervantes Valencia, M. I. (2014). 5 Planteamiento del Layout. In *Planeación, Diseño y Layout de Instalaciones: Un enfoque por competencias*. Mexico: Grupo Editorial Patria.
- Prokopenko, J. (1989). *La gestión de la productividad*. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo.
- Quiceno Orozco, O. D., & Zuluaga García, N. (2012). 3 Distribución en planta. In *Propuesta de mejoramiento para la distribución de planta en una empresa del sector lácteo*. (pp. 55–59).
- Razuri Ramírez, C. A., Montero Ortega, C. A., & Pinto Nicho, B. (2019). *Diagnóstico y propuesta de mejora de los procesos de cadena de suministro de los restaurantes del Centro Naval del Perú*. Universidad ESAN.
- Santander, M. A., Amaya, L. J., & Vilorio, N. C. (2014). *Diseño de cadena de suministros resilientes*. Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com>

- Santos, Y. M., Torres, O. V. C., Leyva, L. L. L., Granda, I. D. H., & Orges, C. A. M. Piarpuezan, R. V. S. (2019). Improvement plant layout of production line in textile company: A case study. *Paper Presented at the Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 741–750. Retrieved from www.scopus.com
- Scott, S. L., & Varian, H. R. (2014). Predicting the present with Bayesian structural time series. *International Journal of Mathematical Modelling and Numerical Optimisation*, 5(1–2), 4–23. <https://doi.org/10.1504/IJMMNO.2014.059942>
- Sepúlveda, J. F. D., & Correa, J. C. (2013). Comparación entre árboles de regresión CART y regresión lineal. *Comunicaciones En Estadística*, 6(2), 175–195.
- Sortino, R. A. (2001). Radicación y Distribución de Planta (Layout) como Gestión Empresarial. *Invenio*, 125–139. Retrieved from https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=16&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj7tq48MzUAhWMSyYKHZY-AkgQFghnMA8&url=https%3A%2F%2Fdialnet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F3330316.pdf&usg=AFQjCNEClrV6jBsEiy4ag_Q6nVsxocCLpQ&sig2=PVEv3vxfx
- Suárez, M. (2014). Distribución de planta. *Catedra de Ingeniería de Métodos*.
- Tate, D. M., & Smith, A. E. (n.d.). Unequal-area facility layout by genetic search. *IIE Transactions*, 27(4), 465–472. Retrieved from <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07408179508936763>
- Team, Rs. (2019). RStudio: Integrated Development for R. Boston: RStudio, Inc. Retrieved from <http://www.rstudio.com/>
- Vallhonrat, J. M., & Corominas, A. (1991). *Localización, distribución en planta y manutención*. (B. Editores, Ed.). Barcelona: MARCOMBO S.A.
- Vinajera, Z. A. (2017). *Contribución a la mejora del desempeño en cadenas de suministro cubanas*. Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas. Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com>

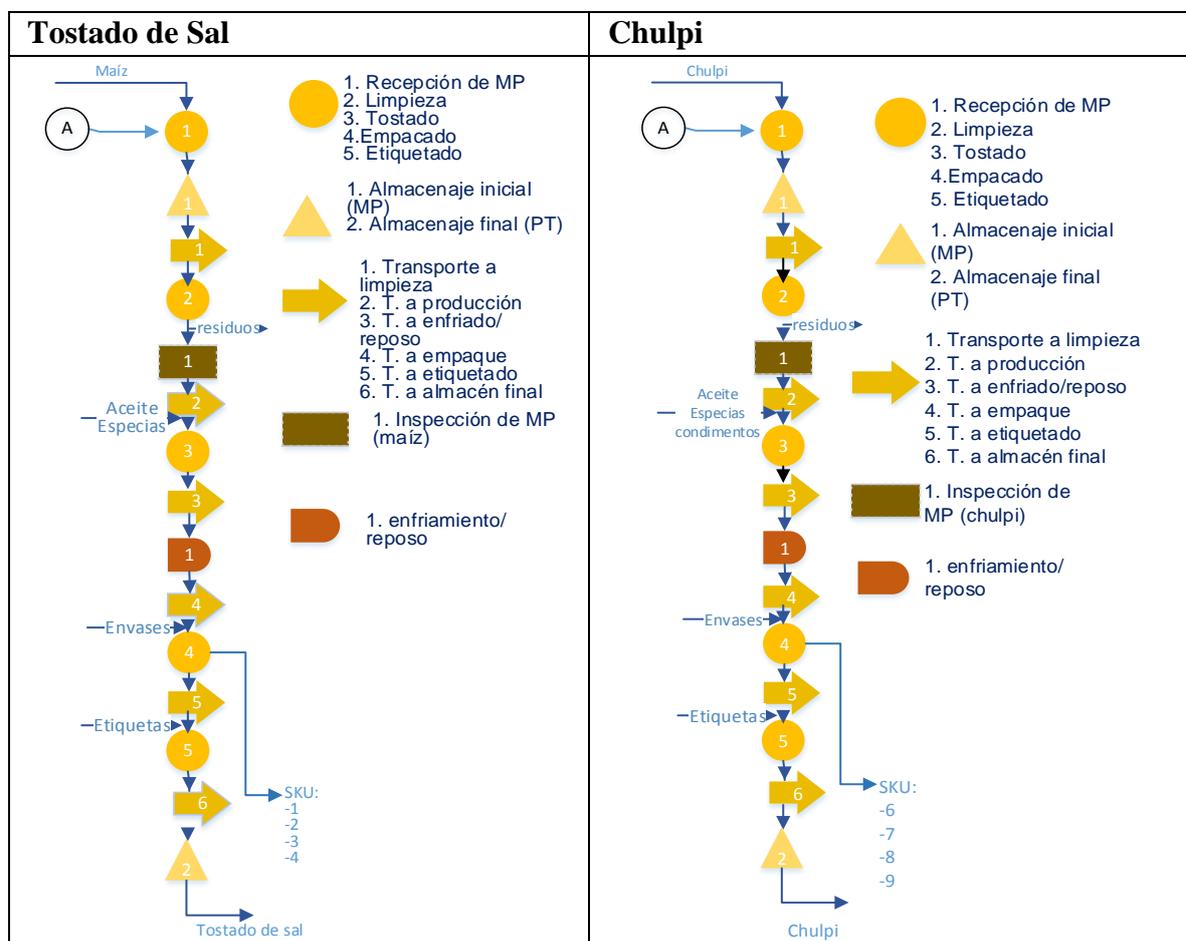
ANEXOS

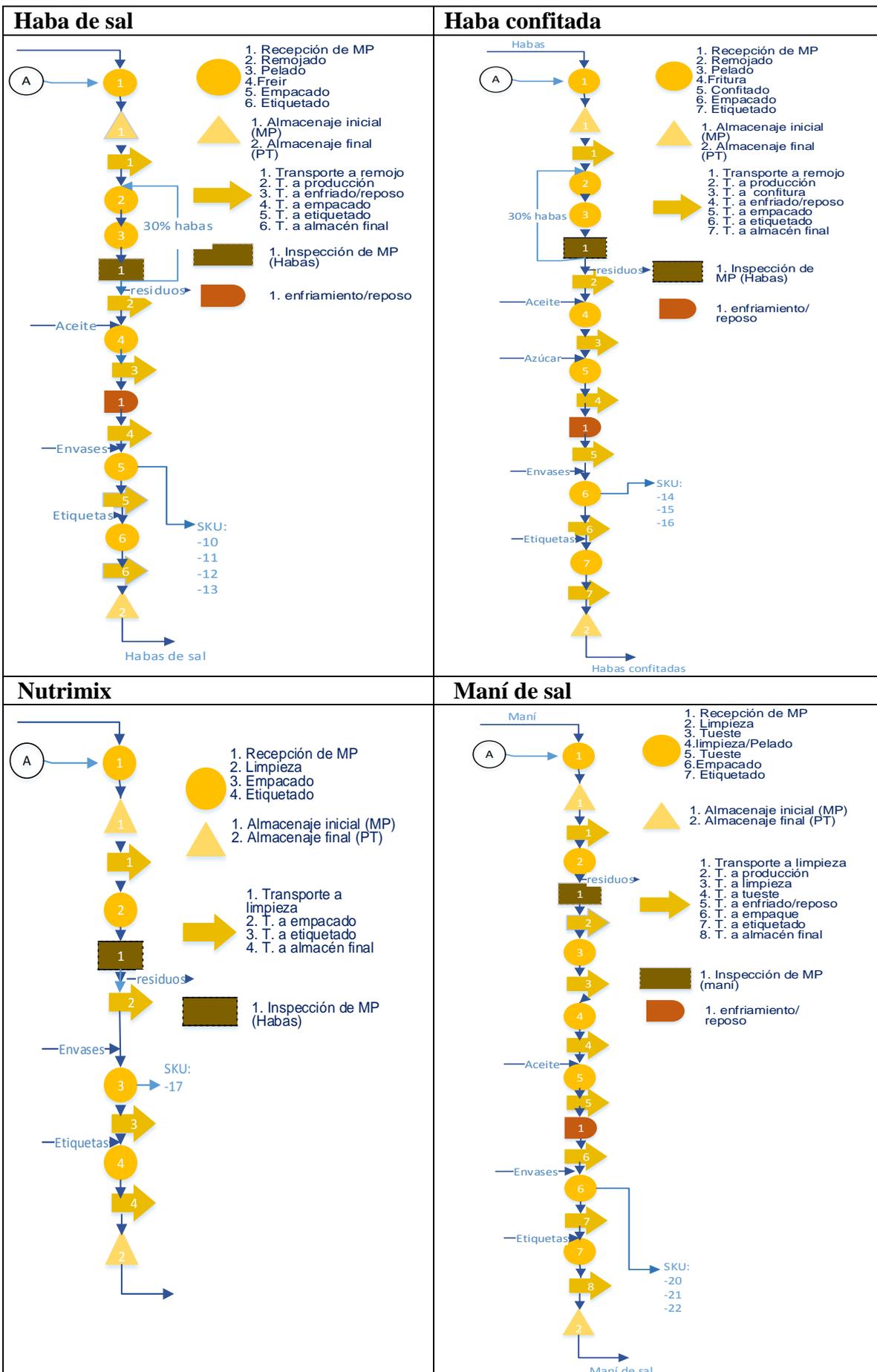
ANEXO A
OTIDA de recepción de materia prima

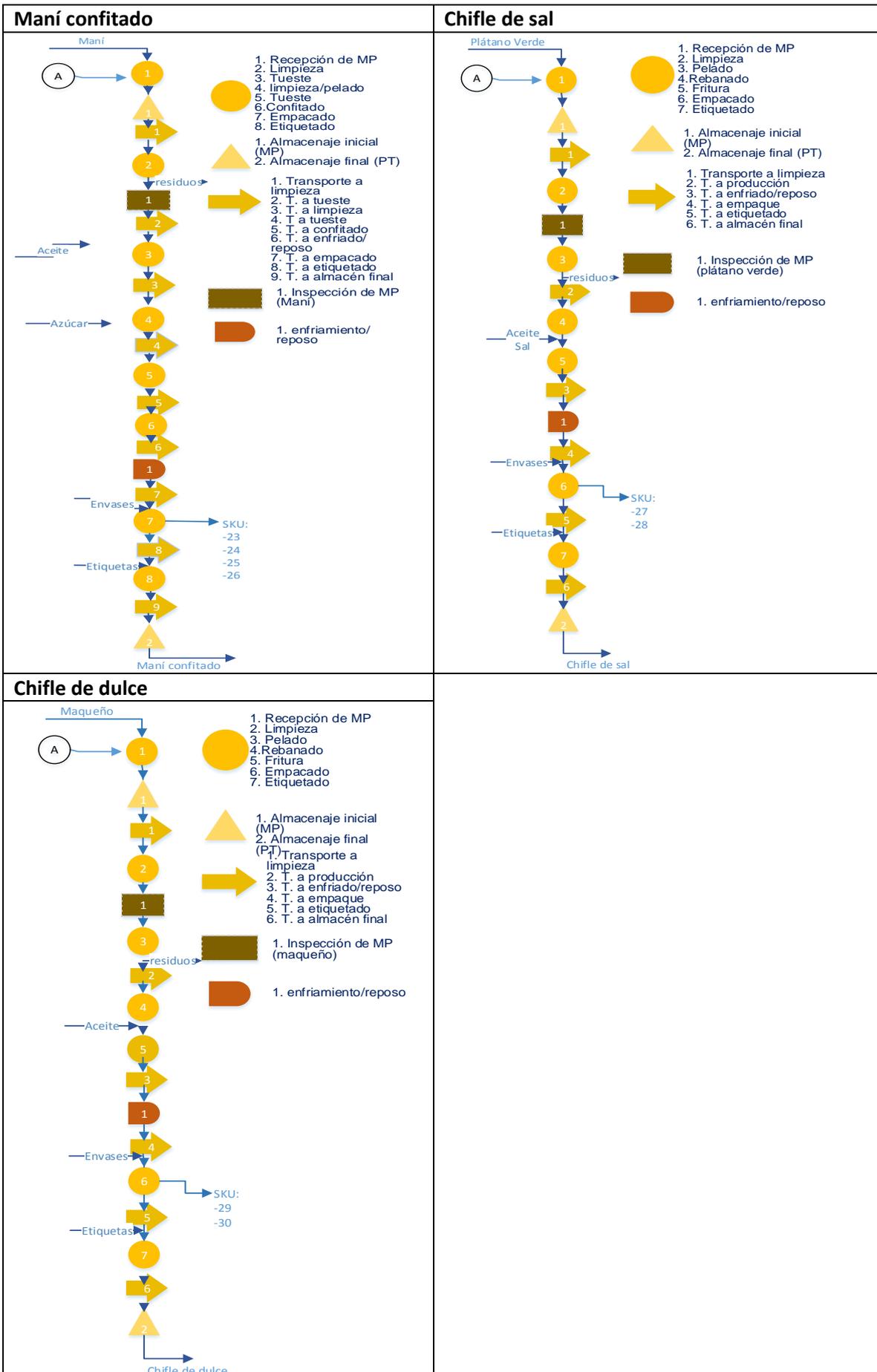


ANEXO B

Diagramas OTIDA del proceso de los diferentes SKU

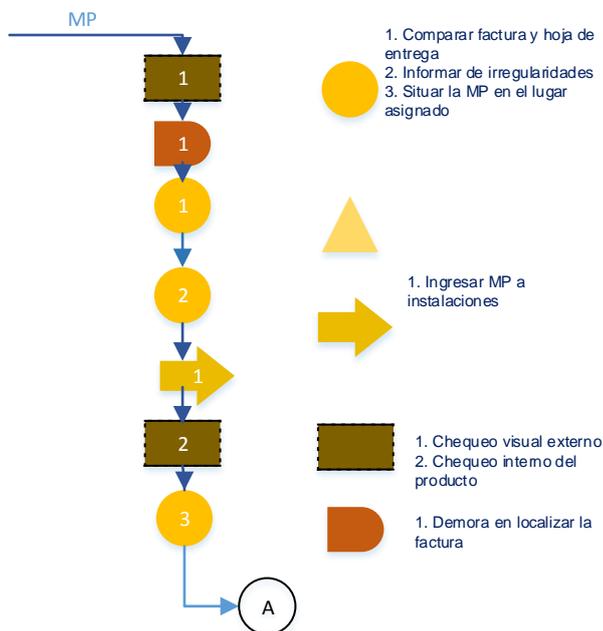






ANEXO C

Diagrama OTIDA de la distribución del producto terminado



ANEXO D

MODELO SCOR – DIAGNÓSTICO

planeación		1.41	1.83
Planeación de la SC	se ha Identificado y priorizado las necesidades de la SC	NO	SI
	Se ha identificado y valorado los recursos de la SC	NO	SI
	Se encuentra balanceados los recursos con las necesidades de la SC	NO	NO
	Se ha elaboración de planes de la SC	NO	NO
	Puntaje	0	1.5
Planeación del aprovisionamiento	Se ha identificado y priorizado las necesidades de los productos	SI	SI
	Se ha identificado y valorado los recursos de los productos	SI	SI
	Se encuentra balanceado los recursos con las necesidades de los productos	SI	SI
	Se ha elaborado planes de aprovisionamiento	NO	NO
	Puntaje	2.25	2.25
Planeación de la producción	Se ha Identificado y priorizado las necesidades de producción	SI	SI
	Se ha identificado y valorado los recursos de producción	SI	SI
	se encuentra balanceado los recursos con las necesidades de producción	NO	NO
	Se ha planificado la adquisición de maquinaria necesaria para producción	SI	SI
	Se ha elaborado planes de producción	NO	SI
	Puntaje	1.8	2.4
Planeación de la distribución	Se ha identificado y priorizado las necesidades de la distribución	SI	SI
	Se ha identificado y valorado los recursos de la distribución	SI	SI
	Se encuentra balanceado los recursos con las necesidades de la distribución	SI	SI
	Se ha elaborado planes de la distribución	NO	NO
	Puntaje	2.25	2.25

Planeación de las devoluciones	Se ha identificado y priorizado las necesidades de las devoluciones	SI	SI
	Se ha identificado y valorado los recursos de las devoluciones	NO	NO
	Se encuentra balanceado los recursos con las necesidades de las devoluciones	NO	NO
	Se ha elaborado planes de las devoluciones	NO	NO
	Puntaje	0.75	0.75

Aprovisionamiento		0.75	1.2375
Gestión de proveedores	Se realiza cotizaciones previas a la adquisición de productos	NO	NO
	Se cuenta con acceso a una base de datos de distribuidores, fabricantes de los productos	NO	NO
	Se tiene una evaluación de proveedores	NO	NO
	Puntaje	0	0
Gestión de inventarios	Se cuenta con una correcta clasificación de los tipos de productos	NO	SI
	Se cuenta con un registro de existencias en inventario	NO	NO
	El área de ventas, financiera, logística mantienen intercambio de información para la adecuada gestión	NO	NO
	Se mantiene indicadores logísticos para medir la eficiencia en la gestión de inventarios	NO	NO
	Puntaje	0	0.75
Compras	Existe un procedimiento para realizar las compras	SI	SI
	Se cuenta con respaldo financiero para adquisición de capital de trabajo	NO	NO
	Se consideran estrategias para adquirir los productos de manera óptima	NO	NO
	Se mantienen informados y existe un plan de acción a los cambios del mercado	NO	NO
	Se tiene identificado compras por tipo de productos	SI	SI
	Puntaje	1.2	1.2
Almacenamiento	Se dispone de procedimiento para gestionar el ingreso de productos	NO	SI
	Existe un registro de entradas y salidas de productos	NO	SI
	La distribución del almacén permite el ingreso adecuado de productos	SI	SI
	Se realiza la verificación e inspección de las entradas de productos	SI	SI
	La ubicación de los productos está de acuerdo a criterios de rotación	SI	SI
	Puntaje	1.8	3

Producción		1.63	2.6
Producción contra stock y pedido	Se realiza la programación de las actividades de producción	SI	SI
	Se realiza la selección y traslado del material de producción adecuadamente	SI	SI
	Se produce y se controla la calidad	SI	SI
	Se empaca el producto para conservarlo adecuadamente	SI	SI
	Se organiza según importancia los productos en almacén de producto terminado	NO	SI
	Se tiene un procedimiento para alistar el producto para la distribución	NO	SI
	Puntaje	2	3.00
Maquinaria	Se dispone de máquinas adecuadas para la producción	SI	SI
	Los espacios entre maquinas adecuado	SI	SI
	La disposición de las maquinas asegura el flujo continuo de materiales	SI	SI
	La cantidad de máquinas y equipos es adecuada para la producción	SI	SI
	Se conoce la capacidad de las maquinas	NO	SI
	Puntaje	2.4	3

Condiciones	La iluminación, ventilación y ruido son optimas	SI	SI
	El piso y paredes son adecuados para la actividad del negocio	SI	SI
	La planta de producción es un lugar de trabajo seguro	SI	SI
	La planta permite evitar la contaminación cruzada	NO	SI
	La distribución de la planta es optima	NO	SI
	Se cuenta con equipos de primeros auxilios y extintores de fuego	NO	NO
	Puntaje	1.5	2.5
Movimientos	El patrón de flujo permite la producción continua	SI	SI
	Se ha identificado cuellos de botella	NO	NO
	Existe manejo adecuado y económico del material o producto en proceso	NO	SI
	Existe métodos de manejo de material adecuados	NO	SI
	Puntaje	0.75	2.25
Servicios auxiliares	Se realiza el control de calidad del producto	SI	SI
	Se tiene control sobre la producción	NO	SI
	Se tiene control sobre los rechazos, mermas y desperdicios	NO	NO
	Se realiza el mantenimiento adecuado de máquinas y equipos	SI	SI
	Puntaje	1.5	2.25

Distribución		1.15	1.35
Picking de productos	Se cuenta con un procedimiento para el correcto picking de productos	NO	NO
	Se realiza estudios de tiempo para medir la gestión de búsqueda de pedidos	NO	NO
	La distribución de almacén permite realizar un perfecto picking	SI	SI
	Se tiene regularizada la actividad de picking con estándares de seguridad	NO	NO
	Puntaje	0.75	0.75
Gestión de salidas de productos	Se mantiene registrada la salida de productos del almacén	NO	SI
	Hay un correcto intercambio de información con el almacén y compras sobre el stock de productos	NO	NO
	Se realizan informes periódicos sobre la gestión de salida de productos	NO	NO
	Puntaje	0	1
Infraestructura del despacho	La infraestructura de almacén permite un flujo óptimo de salida de productos	SI	SI
	Los pasillos, equipos son los adecuados a la infraestructura de despacho	SI	SI
	Las estanterías existentes son adaptables a variaciones y picos de demanda	NO	NO
	Los equipos son adecuados a la infraestructura del almacén	SI	SI
	Puntaje	2.25	2.25
Disposición de almacenes	La capacidad del almacén es adecuada para la cantidad de producción	SI	SI
	Existe una metodología de ubicación idónea para la distribución	NO	NO
	Se cuenta con posibilidades de ubicación de almacenes	NO	NO
	La estrategia de distribución es la adecuada para responder a la necesidad de los clientes	NO	NO
	Puntaje	0.75	0.75
Gestión de transporte	Existe un estudio de rutas que permita optimizar la distribución de los productos	NO	NO
	La ubicación del almacén es la adecuada a los puntos de los clientes	SI	SI
	Se tienen adecuados equipos para el transporte del producto	SI	SI
	Puntaje	2	2

Devolución		0.75	0.75
Gestión de devoluciones	Se cuenta con un procedimiento para la devolución de productos	NO	NO
	Existe un lugar habilitado en almacén para los productos devueltos	NO	NO
	Se tiene prevista una provisión por productos no conformes	NO	NO
	Se maneja un plan para la gestión de productos no conformes	NO	NO
	Existe una política de devolución de productos no conformes	no	NO
	Puntaje	0	0
reparación de productos	Se reparan los productos no conformes	SI	SI
	Se realiza la disposición de los productos no conformes	NO	NO
	Puntaje	1.5	1.5

ANEXO E - 1. BASE DE DATOS DE VENTAS PARA PRONOSTICO CON MÉTODO MLP																							
	sku_1	sku_2	sku_3	sku_4	sku_6	sku_7	sku_8	sku_9	sku_10	sku_11	sku_12	sku_13	sku_14	sku_15	sku_16	sku_17	sku_20	sku_21	sku_22	sku_23	sku_24	sku_25	sku_26
2017	165.00	174.00	42.75	49.50	156.00	122.00	27.00	24.00	249.00	246.00	36.75	38.25	75.00	24.00	16.50	128.00	57.00	21.60	11.25	328.00	253.60	41.25	48.00
	144.00	160.60	39.00	51.75	141.00	154.00	34.00	23.25	222.00	258.00	37.50	40.50	75.00	33.60	16.50	116.00	48.00	33.60	11.25	298.00	217.60	43.50	46.50
	153.00	187.00	41.25	53.25	201.00	175.80	54.00	37.50	273.00	279.60	45.00	35.25	75.00	48.00	10.50	120.00	66.00	69.60	11.25	364.00	253.60	57.00	61.50
	162.00	189.60	48.75	51.00	156.00	142.20	42.00	29.25	285.00	265.20	36.75	38.25	81.00	28.80	14.25	152.00	30.00	43.20	16.50	319.00	282.40	50.25	57.00
	174.00	193.60	46.50	57.00	183.00	168.60	58.00	37.50	225.00	282.00	41.25	39.75	60.00	31.20	17.25	188.00	69.00	60.00	13.50	307.00	359.20	59.25	60.75
	159.00	176.20	44.25	58.50	153.00	163.60	53.00	33.75	216.00	260.40	38.25	37.50	57.00	33.60	16.50	152.00	45.00	52.80	11.25	373.00	356.80	54.00	69.00
	150.00	181.00	48.00	56.25	174.00	158.00	51.00	30.00	216.00	265.20	40.50	47.25	75.00	26.40	14.25	168.00	51.00	60.00	9.00	382.00	260.80	52.50	60.00
	180.00	166.60	49.50	57.00	171.00	166.20	55.00	37.50	255.00	262.80	45.00	42.00	54.00	38.40	18.75	208.00	87.00	69.60	15.00	331.00	359.20	54.00	59.25
	168.00	192.00	50.25	51.00	177.00	159.20	50.00	33.00	270.00	274.80	40.50	39.75	57.00	31.20	11.25	220.00	87.00	50.00	8.25	316.00	316.00	56.25	57.00
	174.00	180.60	50.25	53.25	183.00	157.20	49.00	34.50	240.00	289.20	45.75	41.25	48.00	33.60	9.00	236.00	102.00	72.00	15.00	310.00	306.40	52.50	63.75
183.00	174.80	43.50	52.50	210.00	169.60	59.00	33.00	216.00	289.20	49.50	38.25	60.00	31.20	11.25	224.00	102.00	72.00	12.75	283.00	294.40	54.75	65.25	
180.00	162.20	45.00	57.00	168.00	145.60	36.00	27.00	262.00	248.40	45.00	45.75	84.00	67.20	14.25	168.00	87.00	48.00	17.25	316.00	196.00	67.50	64.50	
2018	198.00	183.60	48.75	54.75	183.00	148.40	36.00	29.25	301.00	265.20	44.25	45.00	105.00	43.20	24.00	160.00	62.00	60.00	16.50	358.00	277.60	47.25	52.50
	174.00	181.00	47.25	59.25	174.00	161.40	43.00	28.50	262.00	279.60	45.00	47.25	99.00	60.00	21.00	160.00	60.00	48.00	15.00	325.00	236.80	49.50	54.00
	174.00	193.20	48.75	61.50	222.00	202.00	61.00	42.00	313.00	301.20	52.50	42.00	96.00	62.40	18.75	164.00	85.00	86.40	15.75	394.00	268.00	61.50	66.00
	195.00	203.40	54.00	59.25	183.00	159.00	51.00	36.75	322.00	279.60	45.00	46.50	102.00	50.40	21.75	184.00	97.00	62.40	19.50	337.00	299.20	55.50	61.50
	198.00	193.00	52.50	64.50	207.00	193.80	64.00	42.75	277.00	298.80	49.50	44.25	93.00	45.60	22.50	216.00	70.00	74.40	16.50	325.00	380.80	64.50	68.25
	183.00	189.60	52.50	63.00	183.00	180.20	61.00	39.75	256.00	284.40	43.50	43.50	87.00	52.80	24.00	188.00	80.00	59.60	15.75	394.00	376.00	59.25	74.25
	177.00	200.20	54.00	64.50	195.00	184.60	60.00	37.50	262.00	282.00	46.50	51.75	96.00	48.00	20.25	212.00	69.00	66.80	14.25	406.00	280.00	58.50	65.25
	210.00	190.60	57.75	63.00	189.00	180.60	63.00	42.00	301.00	289.20	50.25	46.50	84.00	57.60	23.25	232.00	90.00	76.40	18.75	349.00	376.00	58.50	63.75
	195.00	221.20	54.75	57.75	210.00	183.60	61.00	41.25	310.00	301.20	48.75	45.00	90.00	48.00	18.75	244.00	102.00	65.00	13.50	346.00	340.00	62.25	65.25
	204.00	193.00	54.75	58.50	200.00	181.80	60.00	41.25	277.00	310.80	50.25	46.50	81.00	43.20	17.25	272.00	108.00	76.40	20.25	328.00	320.80	60.00	68.25
204.00	195.00	48.75	60.75	218.00	187.40	66.00	39.75	262.00	313.20	54.00	43.50	87.00	50.40	16.50	264.00	120.00	78.80	18.00	313.00	318.40	61.50	69.75	
189.00	198.80	48.75	60.75	236.00	186.00	70.00	42.00	271.00	318.00	54.75	53.25	90.00	31.20	16.50	252.00	141.00	90.00	15.00	337.00	272.80	59.25	74.25	
2019	204.00	204.20	54.75	58.50	230.00	178.20	67.00	39.75	313.00	270.00	45.75	48.00	99.00	52.80	21.75	252.00	112.00	76.40	16.50	379.00	292.00	69.75	78.75
	183.00	179.80	49.50	61.50	209.00	153.80	53.00	37.50	274.00	289.20	46.50	45.00	93.00	38.40	18.75	252.00	91.00	83.60	22.50	337.00	256.00	61.50	75.00
	186.00	209.00	50.25	64.50	248.00	169.60	65.00	37.50	349.00	310.80	55.50	49.50	90.00	57.60	16.50	312.00	155.00	98.00	18.00	415.00	282.40	63.75	76.50
	195.00	204.80	54.00	63.00	251.00	180.20	57.00	39.75	331.00	286.80	45.75	48.75	93.00	43.20	19.50	252.00	128.00	100.40	21.00	349.00	340.00	74.25	73.50
	198.00	207.00	53.25	65.25	225.00	182.60	57.00	40.50	289.00	303.60	50.25	47.25	87.00	40.80	21.00	260.00	134.00	107.60	18.75	346.00	388.00	78.75	65.25
	195.00	200.20	54.00	63.75	251.00	196.20	61.00	39.75	265.00	289.20	44.25	46.50	81.00	48.00	21.75	244.00	150.00	102.80	18.00	397.00	400.00	70.50	87.75
	189.00	215.80	54.75	65.25	245.00	190.20	65.00	41.25	274.00	291.60	48.75	54.75	90.00	40.80	18.75	244.00	110.00	107.60	15.75	418.00	325.60	86.25	71.25
	210.00	220.60	59.25	63.75	230.00	212.80	62.00	50.25	307.00	294.00	51.75	49.50	78.00	48.00	21.00	252.00	156.00	129.20	21.00	355.00	402.40	78.75	75.00
	201.00	232.60	54.75	59.25	227.00	206.80	60.00	45.00	319.00	308.40	51.75	48.00	81.00	43.20	17.25	268.00	168.00	100.40	15.75	349.00	354.40	62.25	65.25
	216.00	200.20	55.50	60.75	210.00	201.00	59.00	44.25	289.00	318.00	51.75	48.75	75.00	36.00	15.75	260.00	165.00	100.40	22.50	340.00	335.20	74.25	70.50
210.00	195.00	51.00	63.75	230.00	209.60	63.00	45.00	268.00	322.80	54.75	45.00	90.00	40.80	15.00	240.00	150.00	110.00	20.25	331.00	340.00	66.75	72.75	
196.44	208.31	49.90	62.86	243.06	207.12	66.97	53.26	261.75	334.88	54.85	54.40	84.74	35.70	14.54	215.07	190.69	104.73	15.64	350.81	335.07	63.17	76.04	

*Los valores de la tabla esta en dólares americanos (\$)

2. BASE DE DATOS DE VENTAS PARA PRONÓSTICO CON MÉTODO DE REDES BAYESIANAS

	sku_27	sku_28	sku_29	sku_30
2019	\$ 154.00	\$ 56.25	\$ 198.00	\$ 44.25
	\$ 166.00	\$ 54.75	\$ 194.00	\$ 45.75
	\$ 200.00	\$ 51.75	\$ 200.00	\$ 67.50
	\$ 203.11	\$ 53.54	\$ 206.12	\$ 69.51

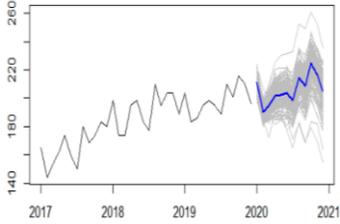
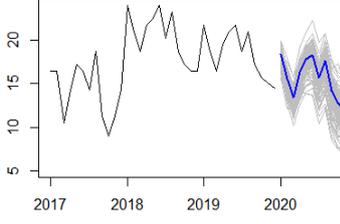
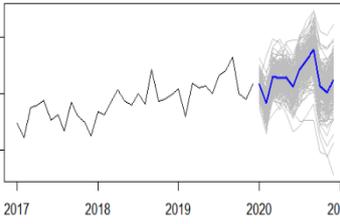
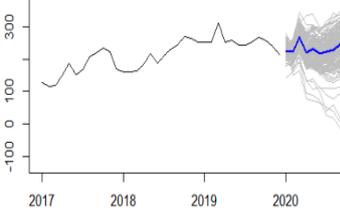
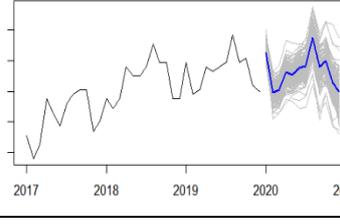
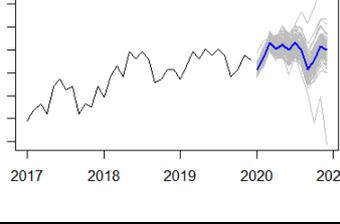
ANEXO F

TABLA DE ERRORES Y GRAFICAS DE PRONÓSTICOS –MLP

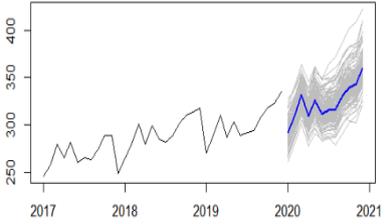
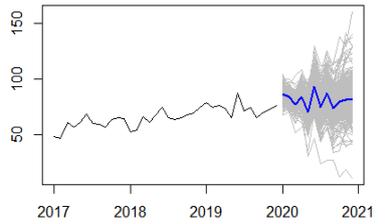
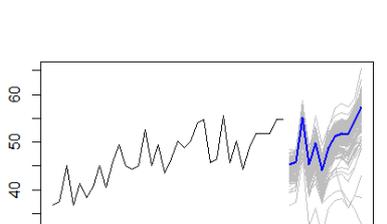
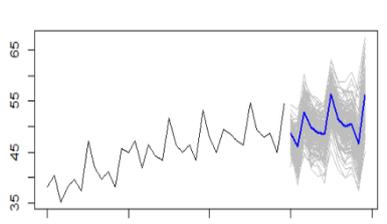
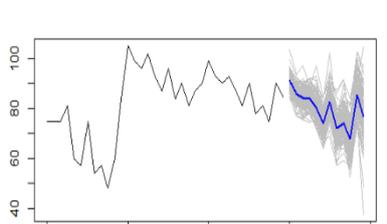
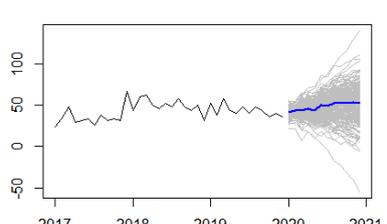
3 capas ocultas, de 22,28 y 12 neuronas respectivamente

200 repeticiones

Simulación estacional determinística incluida

SKU	Error (MSE)	Gráfica	SKU	Error (MSE)	Gráfica
1	0.002		16	0.0005	
2	0.0002		17	0.0079	
3	0.0002		18	NA	NA
4	0.0012		19	NA	NA

5	NA	NA	20	0.003	
6	0.0057		21	0.001	
7	0.0017		22	0.0001	
8	0.0007		23	2.526	
9	0.0029		24	0.078	
10	0.0549		25	0.0043	

11	0.002		26	0.0018	
12	0.0001		27	NA	NA
13	0.0004		28	NA	NA
14	0.0016		29	NA	NA
15	0.002		30	NA	NA

ANEXO G PRONÓSTICO CON NNB

SKU	Gráfica	Error MSE	Error RMSE	Gráfica errores
27		2,223.12	47.15	
28		305.20	17.47	
29		3,667.51	60.56	
30		221.11	14.87	

ANEXO H
RESULTADO DEL PRONÓSTICO

SKU	ene-20	feb-20	mar-20	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20
sku_1	\$ 211.15	\$ 189.95	\$ 194.66	\$ 201.85	\$ 202.59	\$ 204.03	\$ 198.35	\$ 214.52	\$ 208.44	\$ 224.98	\$ 216.78	\$ 205.36
sku_2	208.36	191.05	215.40	213.93	213.99	206.16	221.45	230.03	239.34	206.67	200.51	211.96
sku_3	56.25	49.79	50.26	53.11	52.74	53.80	54.06	58.69	53.94	55.02	51.43	49.90
sku_4	60.69	63.30	66.46	65.11	66.06	64.95	66.51	64.99	60.68	62.65	65.78	64.91
sku_6	239.16	223.18	246.64	244.68	223.23	241.48	245.37	239.66	235.81	224.67	238.73	242.51
sku_7	235.25	218.47	228.72	227.51	225.01	235.61	229.74	242.34	239.64	239.30	245.47	238.61
sku_8	72.64	64.04	69.22	67.22	64.48	63.05	69.36	69.54	67.31	65.99	67.37	62.87
sku_9	46.93	44.88	45.83	53.25	47.45	45.10	47.12	59.13	50.75	47.91	50.35	61.40
sku_10	305.36	269.48	354.10	323.46	284.36	259.16	269.44	297.98	313.78	286.60	263.03	249.02
sku_11	292.19	310.85	331.75	309.34	325.70	311.79	315.70	316.70	331.06	339.39	343.52	359.76
sku_12	45.11	45.69	54.96	45.08	49.57	43.78	48.74	51.15	51.58	51.29	54.29	56.99
sku_13	48.63	46.11	52.83	49.81	48.83	48.44	56.33	51.56	49.91	50.54	46.69	56.23
sku_14	91.42	85.84	84.09	83.96	80.45	74.17	82.65	71.96	74.01	67.76	85.31	76.89
sku_15	42.04	42.80	42.72	44.53	40.72	46.90	43.78	48.83	45.89	45.44	46.81	45.81
sku_16	18.42	15.61	13.40	16.36	17.84	18.32	15.70	17.65	14.21	12.74	12.05	11.40
sku_17	227.21	221.81	267.97	221.44	231.92	217.92	221.56	228.93	247.71	238.04	223.18	210.05
sku_20	155.51	143.62	196.20	169.87	180.10	194.19	157.95	193.63	215.75	207.71	196.09	232.27
sku_21	97.45	94.60	112.84	112.25	118.36	108.48	112.36	133.84	110.54	112.84	121.72	129.31
sku_22	16.52	23.15	18.20	20.69	18.87	18.12	15.50	20.88	15.71	22.09	20.18	16.39
sku_23	394.76	352.40	430.27	365.30	364.04	412.22	436.11	372.56	366.12	356.83	350.47	364.44
sku_24	343.00	312.30	337.15	400.75	425.21	444.72	386.36	449.99	397.56	381.01	388.10	390.15
sku_25	75.99	68.01	63.97	70.15	65.98	66.60	72.63	68.43	71.74	75.61	71.98	75.09
sku_26	86.31	83.49	77.05	84.85	70.69	92.38	74.90	86.44	74.48	79.07	82.33	82.74
sku_27	204.88	250.75	259.46	266.82	278.47	287.89	298.57	303.82	309.95	450.18	464.40	496.96
sku_28	54.50	69.18	72.12	73.55	75.85	78.13	80.91	82.34	82.44	134.46	133.79	131.71
sku_29	208.25	260.63	270.44	275.15	285.02	293.91	303.29	308.18	310.14	495.51	493.27	502.52
sku_30	78.35	82.00	85.25	88.78	91.56	94.13	96.46	96.58	136.39	137.29	155.98	156.47
total	3916.35	3822.98	4241.97	4148.84	4149.09	4225.46	4220.88	4380.34	4374.90	4671.60	4689.59	4781.72

ANEXO I
DIAGRAMAS DE FLUJO DE PROCESO
 Chifle de sal

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO		OPERARIO □	MATERIAL ■	EQUIPO □	
DIAGRAMA NÚM. 01	RESUMEN				
	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMÍA	
PRODUCCIÓN DE CHIFLE DE SAL	Operación	7			
	Transporte	6			
	Espera	1			
	Inspección	1			
	Almacenamiento	2			
DESCRIPCIÓN	Símbolo				
	●	➡	◐	■	▲
Recibir la materia prima	●				
Almacenar MP					▲
Transportar MP a limpieza		➡			
Limpiar MP	●				
Inspeccionar MP					●
Pelar MP	●				
Transportar a producción		➡			
Rebanar MP	●				
Freir MP	●				
Transportar a reposo/enfriamiento		➡			
Enfriar o reposar					●
Transportar a empaçado		➡			
Empacar según especificación	●				
Transporte a etiquetado		➡			
Etiquetar producto	●				
Transportar a almacen de PT		➡			
Almacenar producto termiando					▲

Chifle de dulce

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO		OPERARIO □	MATERIAL ■	EQUIPO □	
DIAGRAMA NÚM. 02	RESUMEN				
	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMÍA	
PRODUCCIÓN DE CHIFLE DE DULCE	Operación	7			
	Transporte	6			
	Espera	1			
	Inspección	1			
	Almacenamiento	2			
DESCRIPCIÓN	Símbolo				
	●	➡	◐	■	▲
Recibir la materia prima	●				
Almacenar MP					▲
Transportar MP a limpieza		➡			
Limpiar MP	●				
Inspeccionar MP					●
Pelar MP	●				
Transportar a producción		➡			
Rebanar MP	●				
Freir MP	●				
Transportar a reposo/enfriamiento		➡			
Enfriar o reposar					●
Transportar a empaçado		➡			
Empacar según especificación	●				
Transporte a etiquetado		➡			
Etiquetar producto	●				
Transportar a almacen de PT		➡			
Almacenar producto termiando					▲

Maní de sal

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO		OPERARIO □	MATERIAL ■	EQUIPO □	
DIAGRAMA NÚM. 03	RESUMEN				
	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMÍA	
PRODUCCIÓN DE MANÍ DE SAL	Operación	7			
	Transporte	8			
	Espera	1			
	Inspección	1			
	Almacenamiento	2			
DESCRIPCIÓN	Símbolo				
	●	➡	◐	■	▲
Recibir la materia prima	●				
Almacenar MP					●
Transportar MP a limpieza		●			
Limpiar MP	●				
Inspeccionar MP					●
Transportar a tueste		●			
Tostar MP	●				
transportar a limpieza/pelado		●			
Limpiar /Pelar	●				
Transportar a tueste		●			
tostar maní	●				
Transportar a reposo/enfriamiento		●			
Enfriar o reposar					●
Transportar a empaçado		●			
Empacar según especificación	●				
Transporte a etiquetado		●			
Etiquetar producto	●				
Transportar a almacen de PT		●			
Almacenar producto terminado					●

Tostado

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO		OPERARIO □	MATERIAL ■	EQUIPO □	
DIAGRAMA NÚM. 04	RESUMEN				
	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMÍA	
PRODUCCIÓN DE TOSTADO	Operación	5			
	Transporte	6			
	Espera	1			
	Inspección	1			
	Almacenamiento	2			
DESCRIPCIÓN	Símbolo				
	●	➡	◐	■	▲
Recibir la materia prima	●				
Almacenar MP					●
Transportar MP a limpieza		●			
Limpiar MP	●				
Inspeccionar MP					●
Transportar a producción		●			
Tostar MP	●				
Transportar a reposo/enfriamiento		●			
Enfriar o reposar					●
Transportar a empaçado		●			
Empacar según especificación	●				
Transporte a etiquetado		●			
Etiquetar producto	●				
Transportar a almacen de PT		●			
Almacenar producto terminado					●

Chulpi

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO		OPERARIO □	MATERIAL ■	EQUIPO □	
DIAGRAMA NÚM. 05	RESUMEN				
	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMÍA	
PRODUCCIÓN DE CHULPI	Operación	●	5		
	Transporte	➡	6		
	Espera	⌚	1		
	Inspección	■	1		
	Almacenamiento	▲	2		
DESCRIPCIÓN	Simbolo				
Recibir la materia prima	●	➡	⌚	■	▲
Almacenar MP					
Transportar MP a limpieza					
Limpiar MP					
Inspeccionar MP					
Transportar a producción					
Tostar MP					
Transportar a reposo/enfriamiento					
Enfriar o reposar					
Transportar a empacado					
Empacar según especificación					
Transporte a etiquetado					
Etiquetar producto					
Transportar a almacen de PT					
Almacenar producto terminado					

Maní confitado

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO		OPERARIO □	MATERIAL ■	EQUIPO □	
DIAGRAMA NÚM. 07	RESUMEN				
	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMÍA	
PRODUCCIÓN DE MANÍ CONFITADO	Operación	●	8		
	Transporte	➡	9		
	Espera	⌚	1		
	Inspección	■	1		
	Almacenamiento	▲	2		
DESCRIPCIÓN	Simbolo				
Recibir la materia prima	●	➡	⌚	■	▲
Almacenar MP					
Transportar MP a limpieza					
Limpiar MP					
Inspeccionar MP					
Transportar a tueste					
Tostar MP					
Transportar a limpieza/pelado					
Limpiar /pelar					
Transportar a tueste					
Tostar maní					
Transportar a confitura					
Confitar MP					
Transportar a reposo/enfriamiento					
Enfriar o reposar					
Transportar a empacado					
Empacar según especificación					
Transporte a etiquetado					
Etiquetar producto					
Transportar a almacen de PT					
Almacenar producto terminado					

Habas de sal

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO		OPERARIO □	MATERIAL ■	EQUIPO □	
DIAGRAMA NÚM. 08	RESUMEN				
	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMÍA	
PRODUCCIÓN DE HABAS DE SAL	Operación	6			
	Transporte	7			
	Espera	1			
	Inspección	1			
	Almacenamiento	2			
DESCRIPCIÓN	Símbolo				
	●	➡	◐	◑	▲
Recibir la materia prima	●				
Almacenar MP					●
Transportar MP a remojo		●			
Remojar MP	●				
Pelar MP	●				
Inspeccionar MP					●
Transportar a producción		●			
Freir/tostar MP	●				
Transportar a reposo/enfriamiento		●			
Enfriar o reposar					●
Transportar a empaçado		●			
Empacar según especificación	●				
Transporte a etiquetado		●			
Etiquetar producto	●				
Transportar a almacen de PT		●			
Almacenar producto termiando					●

Habas confitadas

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO		OPERARIO □	MATERIAL ■	EQUIPO □	
DIAGRAMA NÚM. 09	RESUMEN				
	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMÍA	
PRODUCCIÓN DE HABAS CONFITADAS	Operación	6			
	Transporte	7			
	Espera	1			
	Inspección	1			
	Almacenamiento	2			
DESCRIPCIÓN	Símbolo				
	●	➡	◐	◑	▲
Recibir la materia prima	●				
Almacenar MP					●
Transportar MP a Remojo		●			
Remojar MP	●				
Pelar MP	●				
Inspeccionar					●
Transportar a producción		●			
Freir MP	●				
Transportar a confitura		●			
Confitar MP	●				
Transportar a reposo/enfriamiento		●			
Enfriar o reposar					●
Transportar a empaçado		●			
Empacar según especificación	●				
Transporte a etiquetado		●			
Etiquetar producto	●				
Transportar a almacen de PT		●			
Almacenar producto termiando					●

Nutrimix

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO		OPERARIO □	MATERIAL ■	EQUIPO □	
DIAGRAMA NÚM. 10	RESUMEN				
	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMÍA	
PRODUCCIÓN DE NUTRIMIX	Operación		4		
	Transporte		4		
	Espera		0		
	Inspección		1		
	Almacenamiento		2		
DESCRIPCIÓN	Símbolo				
					
Recibir la materia prima	●				
Almacenar MP					●
Transportar MP a limpieza		●			
Limpiar MP	●				
Inspeccionar MP					●
Transportar a empaçado		●			
Empacar según especificación	●				
Transportar a etiquetado		●			
Etiquetar producto	●				
Transportar a almacén final		●			
Almacenar producto terminando					●

ANEXO J

EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Experto 1

Criterios	peso (%)	alternativas		
		1	2	3
Eficacia de recorrido de los productos	25%	4	6	8
Incrementar maquinaria	15%	7	7	8
Utilización de las superficies	10%	6	7	7
Salud y seguridad	15%	5	6	8
Flexibilidad de ajustar y reordenar la distribución	15%	7	7	8
Incremento de la productividad	20%	4	6	8
Puntuación	100%	5.4	7.5	8.05

Experto 2

Criterios	peso (%)	alternativas		
		1	2	3
Eficacia de recorrido de los productos	25%	8	10	6
Incrementar maquinaria	15%	8	10	7
Utilización de las superficies	10%	10	10	9
Salud y seguridad	15%	8	10	10
Flexibilidad de ajustar y reordenar la distribución	15%	9	10	8
Incremento de la productividad	20%	7	10	8
Puntuación	100%	8.15	10	7.75

Experto 3

Criterios	peso (%)	Alternativas		
		1	2	3
Eficacia de recorrido de los productos	25%	7	9	8
Incrementar maquinaria	15%	6	9	8
Utilización de las superficies	10%	7	8	7
Salud y seguridad	15%	6	9	10
Flexibilidad de ajustar y reordenar la distribución	15%	7	9	9
Incremento de la productividad	20%	9	10	9
Puntuación	100%	7.1	9.1	8.55

Experto 4

Criterios	peso (%)	Alternativas		
		1	2	3
Eficacia de recorrido de los productos	25%	7	9	8
Incrementar maquinaria	15%	7	9	8
Utilización de las superficies	10%	9	8	7
Salud y seguridad	15%	7	10	10
Flexibilidad de ajustar y reordenar la distribución	15%	8	8	8
Incremento de la productividad	20%	8	9	9
Puntuación	100%	7.55	8.9	8.4

ANEXO K

MATRIZ DE FLUJO ENTRE CENTROS DE TRABAJO

O/D	3	4	6	7	8	9	10	11	12	15	14	17	18	20
3		87	4	17										
4						30			76				2	
6					4									
7					17									
8		21												
9							30							
10								30						
11											30			
12										21	55			
15											21			
14												85	23	
17														85
18														23
20														

*Unidad: viajes por mes

ANEXO L
MATRIZ DE DISTANCIA ENTRE CENTROS DE TRABAJO

ALTERNATIVA 1

O/D	3	4	6	7	8	9	10	11	12	15	14	17	18	20
3		6.67	4.38	7.65										
4						2.69			8.90				18.20	
6					1.63									
7					1.63									
8		1.67												
9							6.62							
10								3.38						
11											9.59			
12										5.94	9.27			
15											6.54			
14												2.22	5.35	
17														4.71
18														3.68
20														

*Unidad: metros

ALTERNATIVA 2

O/D	3	4	6	7	8	9	10	11	12	15	14	17	18	20
3		6.67	4.38	7.65										
4						1.65			5.12				16.88	
6					1.63									
7					1.63									
8		1.67												
9							3.67							
10								3.57						
11											7.97			
12										4.08	9.55			
15											5.81			
14												2.86	5.35	
17														4.16
18														4.60
20														

*Unidad: metros

ALTERNATIVA 3

O/D	3	4	6	7	8	9	10	11	12	15	14	17	18	20
3		7.05	4.38	7.65										
4						2.69			5.12				15.95	
6					1.63									
7					1.63									
8		2.87												
9							3.00							
10								3.57						
11											6.62			
12										3.65	8.41			
15											4.89			
14												2.86	5.35	
17														4.16
18														4.60
20														

*Unidad: metros

ANEXO M**MATRIZ DE COSTO DE TRANSPORTE****ALTERNATIVA 1**

O/D	3	4	6	7	8	9	10	11	12	15	14	17	18	20
3		1.16	0.04	0.26										
4						0.16			1.35				0.07	
6					0.01									
7					0.06									
8		0.07												
9							0.40							
10								0.20						
11											0.58			
12										0.25	1.02			
15											0.27			
14												0.38	0.25	
17														0.80
18														0.17
20														

*Unidad: dólares

ALTERNATIVA 2

O/D	3	4	6	7	8	9	10	11	12	15	14	17	18	20
3		1.16	0.04	0.26										
4						0.10			0.78				0.07	
6					0.01									
7					0.06									
8		0.07												
9							0.22							
10								0.21						
11											0.48			
12										0.17	1.05			
15											0.24			
14												0.49	0.25	
17														0.71
18														0.21
20														

*Unidad: dólares

ALTERNATIVA 3

O/D	3	4	6	7	8	9	10	11	12	15	14	17	18	20
3		1.23	0.04	0.26										
4						0.16			0.78				0.06	
6					0.01									
7					0.06									
8		0.12												
9							0.18							
10								0.21						
11											0.40			
12										0.15	0.93			
15											0.21			
14												0.49	0.25	
17														0.71
18														0.21
20														

*Unidad: dólares