



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN Y NUEVA LÍNEA DE EMPAQUE PARA LA  
PLANTA DE PRODUCCIÓN DE GRANOLA DE SALUVITA S.A.**

**Carlos Leonel Sánchez Díaz**

Asesorado por el Ing. Byron René del Cid Hernández

Guatemala, septiembre de 2017



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

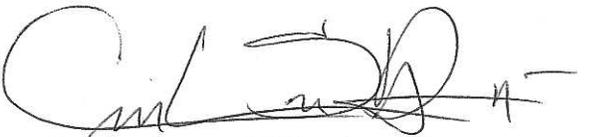
DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Laura Rosmery Briones Zelada
EXAMINADORA	Inga. Rosa Amarilis Dubón Mazariegos
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN Y NUEVA LÍNEA DE EMPAQUE PARA LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE GRANOLA DE SALUVITA S.A.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 27 de mayo de 2016.



**Carlos Leonel Sánchez Díaz**

Guatemala, 24 de mayo de 2017

Ingeniero

José Francisco Gómez Rivera

Director de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Facultad de Ingeniería

Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ing. Gómez:

Por este medio hago constar que revisé y aprobé el trabajo de graduación titulado "PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN Y NUEVA LÍNEA DE EMPAQUE PARA LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE GRANOLA DE SALUVITA, S.A.", elaborado por el estudiante Carlos Leonel Sánchez Díaz, quien se identifica con carnet número 2012-13460 y Documento Personal de Identificación 2320-82545-0501, previo a obtener el título de Ingeniero Industrial.

Considero que llena satisfactoriamente los requisitos establecidos por el reglamento de trabajos de graduación de la facultad, por lo que recomiendo su aprobación. Sin más que añadir a la presente, me es grato suscribirme,

Atentamente,

  
Byron René del Cid Hernández  
INGENIERO INDUSTRIAL  
Ing. Byron René del Cid Hernández  
Colegiado No. 4273  
Asesor



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN Y NUEVA LÍNEA DE EMPAQUE PARA LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE GRANOLA DE SALUVITA S. A.**, presentado por el estudiante universitario **Carlos Leonel Sánchez Díaz**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Saulo Moisés Méndez  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

*Saulo Moisés Méndez Garza*  
INGENIERO INDUSTRIAL  
COL. No. 7,165

Guatemala, agosto de 2017.

/mgp



REF.DIR.EMI.124.017

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN Y NUEVA LÍNEA DE EMPAQUE PARA LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE GRANOLA DE SALUVITA S. A.**, presentado por el estudiante universitario **Carlos Leonel Sánchez Díaz**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

**Ing. José Francisco Gómez Rivera**  
**DIRECTOR a.i.**  
**Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial**



Guatemala, agosto de 2017.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN Y NUEVA LÍNEA DE EMPAQUE PARA LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE GRANOLA DE SALUVITA S.A.**, presentado por el estudiante universitario: **Carlos Leonel Sánchez Díaz**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
DECANO

Guatemala, septiembre de 2017



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por darme la vida y con ella tantas bendiciones en forma de personas y oportunidades, que hoy me han permitido alcanzar este logro.
- Mi abuela** María Magdalena Abad Santizo, por brindarme cada día de mi vida su infinito e incondicional amor, por creer siempre en mí y por todos sus esfuerzos y consejos que contribuyeron a formarme como ser humano y profesional.
- Mi padre** Leonel Sánchez Abad, por su amor, esfuerzos y dedicación al inculcarme los valores necesarios para que creciera como ser humano y por darme su ejemplo para convertirme en un profesional.
- Mis tíos** Guillermo Sánchez, Harry Sánchez, Marilyn Sánchez y Tere Abad; por brindarme su cariño, apoyo y consejos en todo momento que lo necesito.
- Mis hermanos** José Andrés Sánchez y José Francisco Emiliano Sánchez, por su cariño y por ser una motivación que me impulsa a darles el mejor ejemplo posible.

**Mis primos**

María Inés Sánchez, Harry Leonel Sánchez y Valentina Sánchez; por todo el cariño sincero que me brindan.

**Mi novia**

Stephanie Mariela López, por siempre darme el cariño y aliento necesario para alcanzar esta meta.

**Mis compañeros de estudio**

Alberto Quintana, Ángel Ixcot, Ángel Palacios, Edgar Chis, Jorge Corado, Josué Beltetón, Julio Román, Luís Aguirre, Lupe Castillo, Miguel Ángel Colindres, Raúl Chang. Samuel Chis y Walter Granados; por todo el apoyo brindado y por convertirse en una segunda familia a lo largo de nuestra carrera.

**Universidad de San Carlos de Guatemala**

Por abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad de pertenecer y formarme en la Facultad de Ingeniería, institución que siempre estará en mi corazón.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	XIX
1. ANÁLISIS SOBRE LA SITUACIÓN ACTUAL EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE GRANOLA DE SALUVITA S.A. ....	1
1.1. Generalidades y antecedentes de la empresa .....	1
1.1.1. Descripción de la empresa .....	1
1.1.2. Descripción de los productos.....	1
1.1.3. Ubicación .....	2
1.1.4. Planeación estratégica .....	2
1.1.5. Misión .....	3
1.1.6. Visión.....	3
1.1.7. Organigrama.....	3
1.2. Sistema de producción actual.....	4
1.2.1. Descripción del sistema de producción .....	4
1.2.2. Personal operativo.....	5
1.2.3. Diagramas .....	6
1.2.3.1. De flujo .....	7
1.2.3.2. De recorrido.....	11
1.3. Distribución de planta .....	13
1.3.1. Distribución actual utilizada en planta.....	14

1.3.2.	Consecuencias de la distribución actual de la planta.....	16
1.4.	Línea de empaque .....	16
1.4.1.	Maquinaria utilizada en la línea de empaque .....	17
1.4.2.	Estudio de tiempos en línea de empaque .....	20
1.4.3.	Eficiencia de la línea de empaque.....	27
2.	DISEÑO DE NUEVA LÍNEA DE EMPAQUE .....	31
2.1.	Análisis de distribución en planta .....	31
2.1.1.	Análisis de distribución por proceso en el área de horneado .....	32
2.1.2.	Análisis de distribución por producto en el área de empaque .....	34
2.2.	Distribución propuesta.....	37
2.2.1.	Método de Layout aplicado a las distintas áreas de la planta.....	41
2.2.2.	Análisis de diagramas de relaciones de área de horneado .....	45
2.2.3.	Análisis de diagramas de parrilla de área de horneado .....	47
2.2.4.	Elección de esquema de distribución .....	49
2.2.5.	Diagrama de recorrido antes de la instalación de la nueva línea de empaque .....	50
2.3.	Diseño de línea de empaque .....	53
2.3.1.	Maquinaria utilizada .....	54
2.3.2.	Análisis de diagramas de relaciones de líneas de empaque .....	55
2.3.3.	Análisis de diagramas de parrilla de líneas de empaque .....	57

2.3.4.	Diagrama de recorrido con nueva línea de empaque instalada .....	59
2.4.	Análisis financiero-económico .....	61
2.4.1.	Costos de implementación.....	61
2.4.2.	Costos de operación.....	62
2.4.3.	Depreciación y valor de salvamento de maquinaria.....	63
2.4.4.	Análisis de costo – beneficio.....	65
3.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	75
3.1.	Compromiso de la Dirección.....	75
3.1.1.	Recursos necesarios .....	75
3.1.2.	Personal involucrado .....	76
3.2.	Nueva distribución .....	77
3.2.1.	Área de horneado .....	78
3.2.2.	Área de empaque .....	78
3.2.3.	Área de materia prima .....	78
3.2.4.	Área de producto terminado .....	79
3.3.	Nueva línea de empaque.....	79
3.3.1.	Requisitos de la nueva maquinaria.....	79
3.3.2.	Cantidad de operarios necesarios para la nueva línea de empaque .....	80
3.3.3.	Capacitación de operarios de nueva línea de empaque.....	80
4.	MEDIO AMBIENTE .....	81
4.1.	Listado taxativo.....	81
4.1.1.	Identificación de listado taxativo antes de la implementación del proyecto .....	82

4.1.2.	Identificación de listado taxativo después de la implementación del proyecto.....	82
4.2.	Análisis de condiciones ambientales en el área de empaque .....	82
4.2.1.	Ruido.....	83
4.2.2.	Iluminación .....	84
4.2.3.	Ventilación.....	85
4.3.	Descripción de contaminantes biológicos .....	86
4.3.1.	Desechos área de horneado .....	86
4.3.2.	Desechos área de empaque .....	87
4.4.	Identificación de peligros y riesgos .....	87
4.4.1.	Para la comunidad .....	87
4.4.2.	Para los operarios .....	88
4.5.	Plan de control ambiental.....	88
4.5.1.	Medidas preventivas .....	88
4.5.2.	Medidas de mitigación.....	89
4.5.3.	Plan de contingencia .....	89
5.	SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA .....	91
5.1.	Distribución de planta.....	91
5.1.1.	Diagrama de relaciones.....	91
5.1.2.	Operaciones cruzadas .....	92
5.1.3.	Operaciones adyacentes.....	92
5.1.4.	Operaciones no adyacentes.....	93
5.2.	Nueva línea de empaque .....	93
5.2.1.	Tiempos de empaque.....	94
5.2.2.	Capacidad de producción de línea de empaque .....	95
5.2.3.	Rutinas de mantenimiento para maquinaria .....	96
5.3.	Aplicación de metodología 5s .....	96

5.3.1.	Área de horneado .....	97
5.3.2.	Área de empaque .....	97
5.3.3.	Área de almacenaje de materia prima .....	98
5.3.4.	Área de almacenaje de producto terminado .....	98
5.4.	Condiciones ambientales en el área de empaque .....	98
5.4.1.	Niveles de ruido .....	99
5.4.2.	Niveles de iluminación .....	99
5.4.3.	Niveles de ventilación .....	100
5.5.	Control y manejo de desechos .....	100
5.5.1.	Área de horneado .....	100
5.5.2.	Área de empaque .....	101
CONCLUSIONES .....		103
RECOMENDACIONES .....		105
BIBLIOGRAFÍA.....		107
ANEXOS .....		111



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Organigrama de Saluvita S.A.....	3
2.	Diagrama de flujo del proceso de producción de avena horneada .....	8
3.	Diagrama de flujo del proceso de producción de coco horneado.....	9
4.	Diagrama de flujo del proceso de empaque de granola Saluvita .....	10
5.	Diagrama de recorrido del proceso de producción de granola Saluvita .....	12
6.	Esquema de distribución actual utilizado en la planta de la empresa Saluvita S.A.....	15
7.	Dosificadora .....	18
8.	Balanza digital.....	19
9.	Selladora vertical de banda continua .....	19
10.	Esquema de distribución para las áreas específicas de horneado .....	33
11.	Esquema de distribución de las distintas áreas de empaque.....	36
12.	Ejemplificación del diagrama de parrillas .....	41
13.	Esquema de distribución de planta de producción utilizando calificaciones de tabla XI.....	44
14.	Diagrama de parrillas aplicado al área de horneado .....	48
15.	Esquema de distribución por diagrama de parrillas .....	49
16.	Esquema de distribución propuesto para la planta de producción de granola de Saluvita S.A.....	51
17.	Diagrama de recorrido propuesto (método <i>Layout</i> ).....	52
18.	Operaciones de la línea de empaque.....	54
19.	Diagrama de parrilla de área de empaque .....	58

20.	Diagrama de recorrido con nueva línea de empaque instalada .....	60
21.	Nuevo organigrama de la empresa Saluvita, S.A. ....	77
22.	Plantilla propuesta para análisis de relaciones entre estaciones.....	91
23.	Plantilla propuesta para análisis de operaciones cruzadas .....	92
24.	Plantilla análisis operaciones adyacentes.....	92
25.	Plantilla de análisis para operaciones no adyacentes.....	93
26.	Plantilla para estudio de tiempos de línea de empaque.....	94
27.	Plantilla control de horas extra utilizadas por líneas de empaque .....	95
28.	Plantilla para control de producción de líneas de empaque.....	95
29.	Plantilla para control de mantenimiento de maquinaria de líneas de empaque.....	96
30.	Plantilla de mediciones de ruido en área de empaque .....	99
31.	Plantilla de mediciones de iluminación en área de empaque .....	99
32.	Plantilla de calificación de niveles de ventilación en área de empaque.....	100
33.	Plantilla de registro de extracción de desechos de área de horneado.....	101
34.	Plantilla de registro de extracción de desechos de área de empaque.....	101

## **TABLAS**

I.	Simbología de diagramas de flujo y recorrido .....	7
II.	Tabla de factores de nivelación de Westinghouse.....	21
III.	Estudio de tiempos de la operación de llenado .....	24
IV.	Estudio de tiempos de la operación de pesado y agregado de pepitoria .....	24
V.	Estudio de tiempos de la operación de sellado de bolsas .....	25

VI.	Estudio de tiempos de la operación de llenado y embalaje de cajas de 24 unidades.....	26
VII.	Resumen de tiempos normales y tiempos estándar en operaciones de la línea de empaque.....	26
VIII.	Eficiencia de producción de línea de empaque.....	28
IX.	Ponderaciones método de <i>layout</i> .....	38
X.	Ejemplificación de diagrama de relaciones .....	39
XI.	Calificación de <i>layout</i> en las áreas de planta de producción.....	42
XII.	Actividades realizadas entre las distintas áreas de la estación de horneado .....	46
XIII.	Diagrama de relaciones en área de horneado .....	47
XIV.	Información de maquinaria y equipo a utilizar en la nueva línea de empaque .....	55
XV.	Actividades realizadas entre las distintas estaciones del área de empaque .....	56
XVI.	Diagrama de relaciones en área de empaque .....	57
XVII.	Horas extras necesarias en el área de empaque para cubrir la demanda en los siguientes cinco años.....	61
XVIII.	Costos de implementación del proyecto de nueva distribución e instalación de nueva línea de empaque, para la producción de granola de Saluvita.....	62
XIX.	Costos de operación mensual de una línea de empaque de Saluvita..	63
XX.	Valor de depreciación y valor de salvamento de maquinaria .....	64
XXI.	Depreciación de maquinaria.....	64
XXII.	Estimaciones de venta y costo unitario de granola Saluvita, del 2018 al 2022 .....	65
XXIII.	Flujo de efectivo del proyecto en los próximos cinco años.....	68
XXIV.	Flujo de efectivo de la forma actual.....	71
XXV.	Comparativa de VPN y B/C entre alternativas .....	73

XXVI.	Identificación de empresas por el número de empleados.....	82
XXVII.	Mediciones de ruido en área de empaque.....	83
XXVIII.	Niveles de iluminación área de empaque .....	84

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>dB</b>	Decibel
<b>h</b>	Hora
<b>kWh</b>	Kilowatt-hora
<b>Lb</b>	Libra
<b>MP</b>	Materia prima
<b>m</b>	Metro
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado
<b>min</b>	Minuto
<b>%</b>	Porcentaje
<b>PT</b>	Producto terminado
<b>Q</b>	Quetzales
<b>s</b>	Segundo
<b>Tc</b>	Tiempo cronometrado
<b>Tn</b>	Tiempo normal
<b>Ts</b>	Tiempo estándar



## GLOSARIO

<b>Batch</b>	Lote de producción.
<b>Consecuencia</b>	Hecho inevitable que es el resultado de otro.
<b>Control</b>	Observación periódica que se realiza a procesos con el fin de comprobar si se realiza de una forma favorable o no.
<b>Desecho</b>	Materiales que sobran en el proceso y que no tienen utilidad alguna para la empresa.
<b>Diagrama</b>	Representación gráfica que facilita la interpretación de un determinado proceso o procedimiento.
<b>Eficiencia</b>	Capacidad de cumplir un objetivo o tarea utilizando la menor cantidad de recursos posibles.
<b>Embalaje</b>	Procedimiento de protección de un producto para facilitar su manipulación.
<b>Impacto ambiental</b>	Efecto o consecuencia derivada de actividad humana sobre el medio ambiente.

<b>Inocuidad</b>	Aseguramiento de que un producto destinado a consumo humano no causará peligro o daño alguno a quien lo consuma.
<b>Layout</b>	Cuadrícula imaginaria que es dividida por espacios para facilitar la distribución de elementos.
<b>Listado taxativo</b>	Según MARN, es un instrumento utilizado para identificar el impacto ambiental de un proyecto según la actividad que realice.
<b>MARN</b>	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
<b>MINTRAB</b>	Ministerio de Trabajo y Previsión Social
<b>Preparación</b>	Serie de tareas que se realizan previamente a una actividad con el fin de que esta sea realizada de una manera exitosa.
<b>Proceso</b>	Sucesión de actividades realizadas con un orden lógico y secuencial con una misma finalidad.
<b>Productividad</b>	Es la capacidad de producción que se tiene con respecto a algún recurso utilizado.
<b>Sticker</b>	Etiqueta que se utiliza para dar información importante, como fecha de producción o vencimiento de un alimento.
<b>VPN</b>	Valor presente neto.

## RESUMEN

El presente trabajo de graduación se refiere a un análisis sobre el esquema de distribución de la planta productora de granola, Saluvita S.A. Enfoca el estudio en el área de empaque, el cual, en la actualidad, impide realizar una ampliación adecuada para sus líneas, asimismo, considerando la propuesta de la nueva línea.

El análisis parte de los diagramas de flujo y de recorrido. A partir de ellos, se identificó que la distribución espacial de la planta evidencia desorden. Además, algunas áreas de procesos no son adecuadas para un funcionamiento adecuado, dada la lejanía entre ellas. Como consecuencia, se corren riesgos de accidentes y se incrementa el tiempo de ciclo de los procesos. Por esta razón, el sistema de producción es deficiente y representa costos. En este contexto está el transporte de materia prima y los procesos de empaque.

Para analizar la distribución se utilizaron dos métodos, el de diagramas de relaciones y parrillas y el de *layout*, dos opciones para elegir la mejor solución a la problemática de la empresa Saluvita, S.A.

Para el análisis de la línea de empaque se hizo un estudio de tiempos los cuales determinaron si está trabajando a su máxima capacidad de producción. Por otro lado, para la nueva línea se analizó qué maquinaria es la más adecuada, tomando en cuenta requisitos de instalación, costos de implementación y de operación a lo largo de la vida útil. Se consideraron las recomendaciones que se deben tomar en cuenta durante su implementación,

para ofrecer un punto de vista distinto de necesidades importantes y que no deberían olvidarse.

Para la implementación de la nueva línea también se han considerado los aspectos ambientales, para cumplir con la Normativa vigente del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

El instrumento de evaluación ambiental que se presentó a la institución, para obtener la resolución de licencia ambiental, se basó en el que utiliza el MARN. Para el estudio ambiental se ha considerado el área de trabajo y el riesgo del proyecto durante su implementación, considerando las medidas de mitigación, preventivas, correctivas y contingencias.

Por último, se consideran las herramientas que pueden ayudar a la empresa a llevar un correcto control y seguimiento de sus procesos con el objeto de que sus costos sean eficientes.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Proponer a Saluvita S.A. un nuevo diseño de distribución y una nueva línea de empaque de granola en su planta de producción.

### **Específicos**

1. Determinar cuál es la situación actual de la planta para conocer cuál es su eficiencia y capacidad de producción.
2. Establecer cuáles son los síntomas de necesidad de una distribución en la planta de producción.
3. Definir cuál es el mejor tipo de distribución para la planta de producción.
4. Determinar cuál es la maquinaria que mejor se adaptaría a las necesidades de la empresa para su nueva línea de empaque.
5. Determinar los indicadores de capacidad de producción de la nueva línea de empaque para que la empresa dé el seguimiento respectivo al proyecto.
6. Analizar los costos y beneficios de la implementación del proyecto por medio de un estudio financiero.
7. Establecer cuáles serían los contaminantes potenciales al implementar la nueva distribución y la nueva línea de empaque, así como sus respectivas medidas de mitigación.



## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las empresas tienen varios propósitos, por ejemplo, genera utilidad, ofrecer productos y servicios de calidad para el cliente externo e interno, entre otros; y para conseguirlo se basan en estrategias de mercado, de producción, en técnicas y metodologías.

La participación en el mercado de granola de la empresa Saluvita S.A. se ha incrementado en los últimos años. Como consecuencia, también se ha incrementado la demanda de Granola Saluvita, su producto principal. Como consecuencia, la capacidad de su planta de producción debe aumentar, principalmente, en el área de empaque.

Para solucionar la problemática de la capacidad instalada en el área de empaque, se analizaron opciones de redistribución espacial en planta para tener una mejor organización y eficiencia. Posteriormente, se instalará una nueva línea de empaque paralela a la que funciona actualmente.

Este trabajo de investigación está dividido en cinco capítulos:

Capítulo 1, Análisis sobre la situación actual en la planta de producción de granola de Saluvita, S.A: describe el análisis de la situación actual de la empresa Saluvita S.A., específicamente, en la producción de granola que se enmarca en generalidades y antecedentes de su sistema de producción actual y su distribución de planta, por último, su línea de empaque. Con esto se determinará las deficiencias en su producción.

Capítulo 2, Diseño de una nueva línea de empaque. Se enmarca en el diseño de una nueva línea de empaque, que involucra el análisis de distribución en planta propuesto y su análisis financiero, que determinará la viabilidad de la implementación.

Capítulo 3, Implementación de la propuesta. Alude a las recomendaciones para implementar la propuesta en caso de que la empresa lo decida, desde el compromiso de la Dirección de la empresa Saluvita S.A. hasta el proceso que se debe realizar para redistribuir la planta, para poder instalar la nueva línea de empaque.

Capítulo 4, Medio Ambiente: Se basa en el análisis ambiental considerando la actual Normativa del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), los distintos contaminantes que emitiría la nueva línea de empaque, la identificación de los riesgos y amenazas, considerando las respectivas medidas de mitigación, además de un análisis de las condiciones ambientales de trabajo en el área de empaque.

Capítulo 5, Seguimiento y mejora continua. Los indicadores para medir la eficiencia de la nueva línea de empaque, la distribución de planta y de la maquinaria de la línea. Por otro lado, se diseñan instrumentos que ayudarán a la empresa a llevar el seguimiento y control de lo implementado.

# **1. ANÁLISIS SOBRE LA SITUACIÓN ACTUAL EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE GRANOLA DE SALUVITA S.A.**

## **1.1. Generalidades y antecedentes de la empresa**

- Tipo de empresa: mediana empresa
- Tiempo en el mercado: 25 años
- Tipo de industria: alimenticia (cereales)
- Producto líder: granola Saluvita

### **1.1.1. Descripción de la empresa**

Saluvita S.A. es una empresa mediana, que se dedica a la producción de alimentos, específicamente del tipo granola. Lleva compitiendo en el mercado, aproximadamente, veinticinco años. Ofrece dos productos principales: la Granola Saluvita de 454 g y 350 g. El producto líder es la presentación de 454 g. La distribución de sus productos está tercerizada con una empresa distribuidora, que distribuye los productos a todos los supermercados y tiendas del país.

### **1.1.2. Descripción de los productos**

La granola es un alimento compuesto por la mezcla de varios cereales con miel, a la que puede ser añadidos distintos frutos, como maní, banano, pasas, entre otros.

La granola fabricada por la empresa Saluvita S.A. está compuesta por avena horneada, coco horneado, pasas, maní, ajonjolí y pepitoria. La granola Saluvita presenta varios beneficios, entre ellos destacan sus altos niveles de fibra por su contenido de hojuelas enteras de avena y frutos secos, lo cual facilita la digestión. Además, aporta bajos niveles de grasa ya que sus componentes principales son la avena y el coco horneados.

Tanto la granola de 454 gramos como la de 350 gramos, están producidas con la misma materia prima: avena, coco rallado, maní, pasas, ajonjolí, pepitoria y panela derretida. La elaboración de granola consiste en remojar la avena y el coco rallado en panela derretida y hornearlos. Luego, se mezclan con el resto de materiales. Finalmente, el producto terminado se empaca.

### **1.1.3. Ubicación**

La empresa se ubica a la altura del kilómetro 40 de la carretera Interamericana, dentro de la lotificadora *Oklahoma*, Sector *Nebraska*, Lote 20, en jurisdicción del municipio de Sumpango, departamento de Sacatepéquez.

### **1.1.4. Planeación estratégica**

La empresa cuenta con una planeación estratégica que los orienta a cumplir con sus objetivos a corto y mediano plazo. Para ello se basan en su misión y visión. La estructura de su organización se muestra en un organigrama con lo cual evidencia su calidad de empresa organizada y con actividades definidas dentro del mercado.

### 1.1.5. Misión

Somos una empresa cuya pasión es llevar a las familias guatemaltecas alimentos que sean de beneficio para su salud y accesibles para sus bolsillos, buscando ante todo la mejora continua e innovando en nuestros productos para satisfacer las necesidades de todos y cada uno de nuestros clientes y consumidores.

### 1.1.6. Visión

Abastecer de nuestros productos a todo el mercado de la industria alimenticia en Centroamérica y Norteamérica, manteniendo estándares de calidad de nivel mundial, para dar a nuestros clientes alimentos inocuos que cuiden su salud.

### 1.1.7. Organigrama

Figura 1. Organigrama de Saluvita S.A.



Fuente: Saluvita S.A.

La empresa está conformada por nueve empleados cuyos puestos se muestran en la figura 1. Su esquema organizacional se compone de:

- Gerencia General. Responsable de guiar las actividades de la empresa, a través de la coordinación de las finanzas, contratos, procesos administrativos, representación legal y otros inherentes.

- Supervisión de Producción. Responsable del manejo de la planta y de la dirección de los operarios.
- Operarios. Encargados del horneado y empaque del producto.

## **1.2. Sistema de producción actual**

Un sistema de producción es aquel que da una directriz que facilita la descripción, planteamiento y ejecución de un proceso industrial, cualquiera que sea su rama. Los sistemas de producción son los principales responsables de que hoy en día exista una gran industrialización en la mayoría de países, por ende, que la comercialización de bienes y servicios se facilite.<sup>1</sup>

Actualmente, la empresa Saluvita S.A. cuenta con un sistema de producción que es una mezcla entre producción por lotes y producción en línea. Esto se debe a que los lotes de granola que se fabrican contienen grandes cantidades de unidades y el producto nunca varía. Además, se respeta un orden secuencial del proceso para su fabricación.

### **1.2.1. Descripción del sistema de producción**

El proceso de producción de granola de la empresa Saluvita S.A. inicia con el pesaje de la avena, la cual se mezcla con panela previamente triturada y derretida. Luego, la mezcla se hornea. Se revisa constantemente para evitar que se adhiera a las bandejas. Después de horneada, la avena pone a enfriar y se almacena en cajas plásticas. El mismo procedimiento se realiza con el coco luego de limpiarlo y rayarlo.

---

<sup>1</sup> GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. p. 31.

Después de hornear la avena y el coco, se mezclan junto con las pasas y la manía; finalmente, se empacan.

Para iniciar el proceso de empaque, primero se carga la llenadora (dosificadora) con el producto mezclado. El operario encargado de la dosificadora llenará las bolsas de 454 g. este es el empaque primario; el siguiente operario revisa la bolsa y verifica, con la ayuda de una balanza digital, que el peso concuerde con las especificaciones de la empresa y agrega la pepitoria.

El siguiente operario, con la ayuda de una selladora vertical de banda continua, sella la bolsa pesada y con la pepitoria incorporada. Una vez sellada la bolsa, el último operario de la línea de empaque, le adherirá una etiqueta que incluye el número de lote y fecha de vencimiento. Luego se coloca en una caja de embalaje con capacidad para 24 unidades. Finalmente, se traslada al área asignada para producto terminado.

### **1.2.2. Personal operativo**

Para realizar las distintas operaciones, la empresa Saluvita S.A. dispone de siete operarios. Están distribuidos en las áreas de horneado y empaque. En el área de horneado hay 3 operarios, que trituran y derriten la panela; limpian y revisan el coco; mezclan hornean el coco, avena y panela. En el área de empaque hay 4 operarios. Uno que se encarga de cargar y operar la dosificadora, otro de la inspección y pesaje de las bolsas de 454 g, otro de sellar y uno más de etiquetar, para luego proceder a embalarlas.

### **1.2.3. Diagramas**

Un diagrama es una herramienta útil en ingeniería para representar gráficamente el orden secuencial de procesos de todo tipo: industriales, de producción, de proyectos, informáticos, entre otros. En la industria y en labores científicas se aplican porque facilitan el descubrimiento de oportunidades de mejora. Normalmente, para representar un proceso, los diagramas utilizan simbología para distinguir las actividades que podrían desarrollarse. Asimismo, utilizan flechas para indicar la secuencia lógica y ordenada de los procesos que se desea representar.

Para propósitos de esta investigación se utilizan dos diagramas: el diagrama de flujo donde se describen las tareas que involucran un procedimiento y el diagrama de recorrido, que plasma la ubicación en la planta de cada una de las tareas que componen el proceso. Por medio de estos programas se analizan los procesos industriales para identificar oportunidades de mejora. En la tabla I, se incluyen los símbolos utilizados en la creación de estos diagramas y qué pueden representar.

Es importante mencionar que la estructura básica de estos diagramas es: encabezado, donde se menciona qué proceso se analiza, situación del proceso (actual o propuesta de mejora), área a la que pertenece el proceso, autor del diagrama; el diagrama en cuestión y un resumen donde se menciona cuántas veces se repitió cada símbolo. Además, los diagramas deben tener una línea que conecte los símbolos, de manera que sea fácil determinar la secuencia lógica del proceso que representa el diagrama.

Tabla I. **Simbología de diagramas de flujo y recorrido**

<b>Actividad</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Interpretación</b>
Operación		Se altera o transforman los materiales
Transporte		Se cambia de lugar o se mueve un objeto
Inspección		Se verifica la calidad o cantidad de un producto
Demora		Existe una espera
Almacenaje		Almacenaje de producto o materiales
Combinada		Operación combinada con inspección

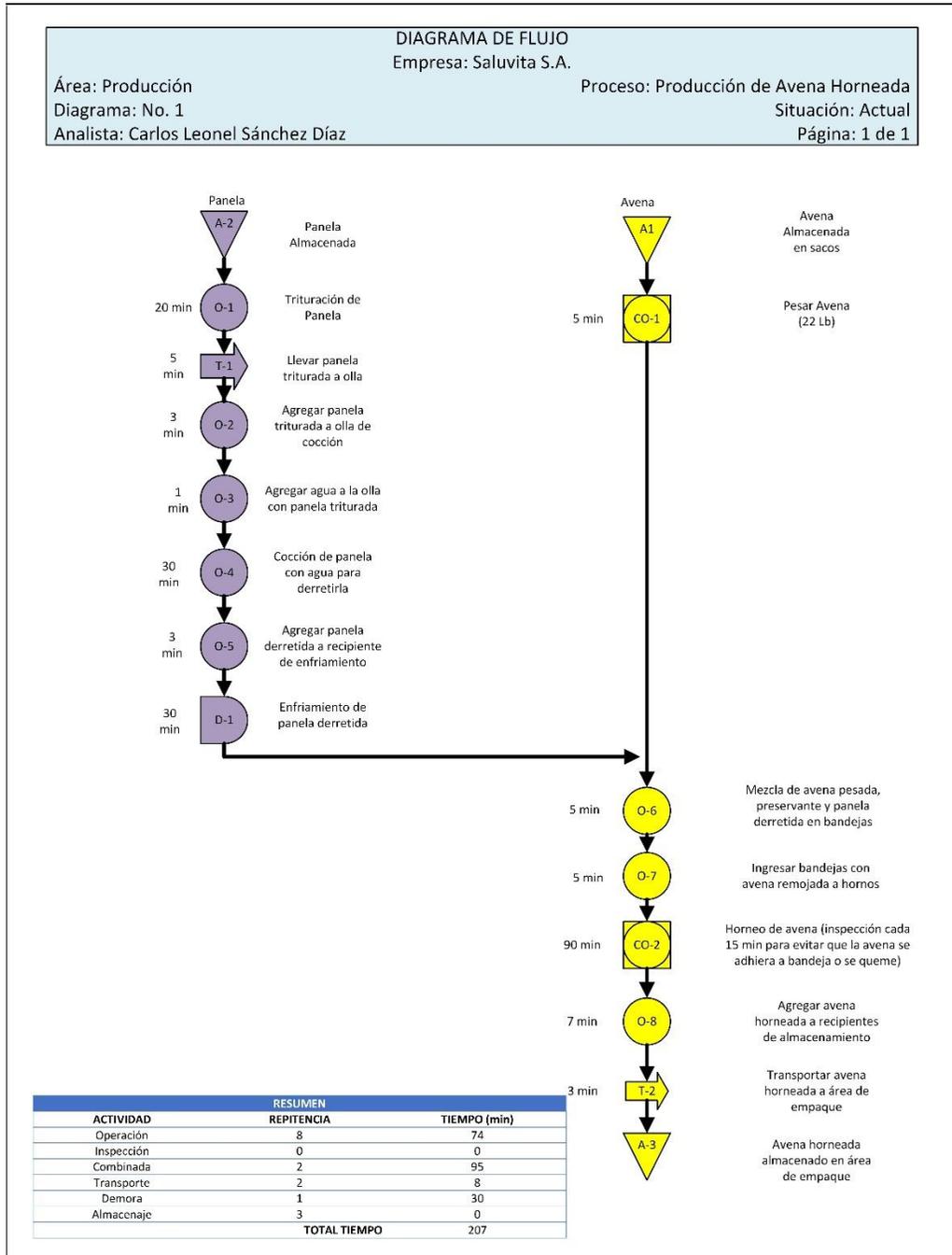
Fuente: elaboración propia.

### **1.2.3.1. De flujo**

El diagrama de flujo, por medio de símbolos gráficos (tabla I), ayuda a entender los procesos y procedimientos para representar las tareas que forman parte de un proceso, como operaciones, inspecciones, transportes, demoras y almacenaje. La ventaja principal del diagrama de flujo es que por su medio es posible analizar el proceso de producción porque muestra la secuencia de las actividades que lo componen.

En las figuras 2, 3 y 4; se puede apreciar los diagramas de flujo que representan los procesos para la producción y empaque de la granola Saluvita.

Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de producción de avena horneada



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016





### **1.2.3.2. De recorrido**

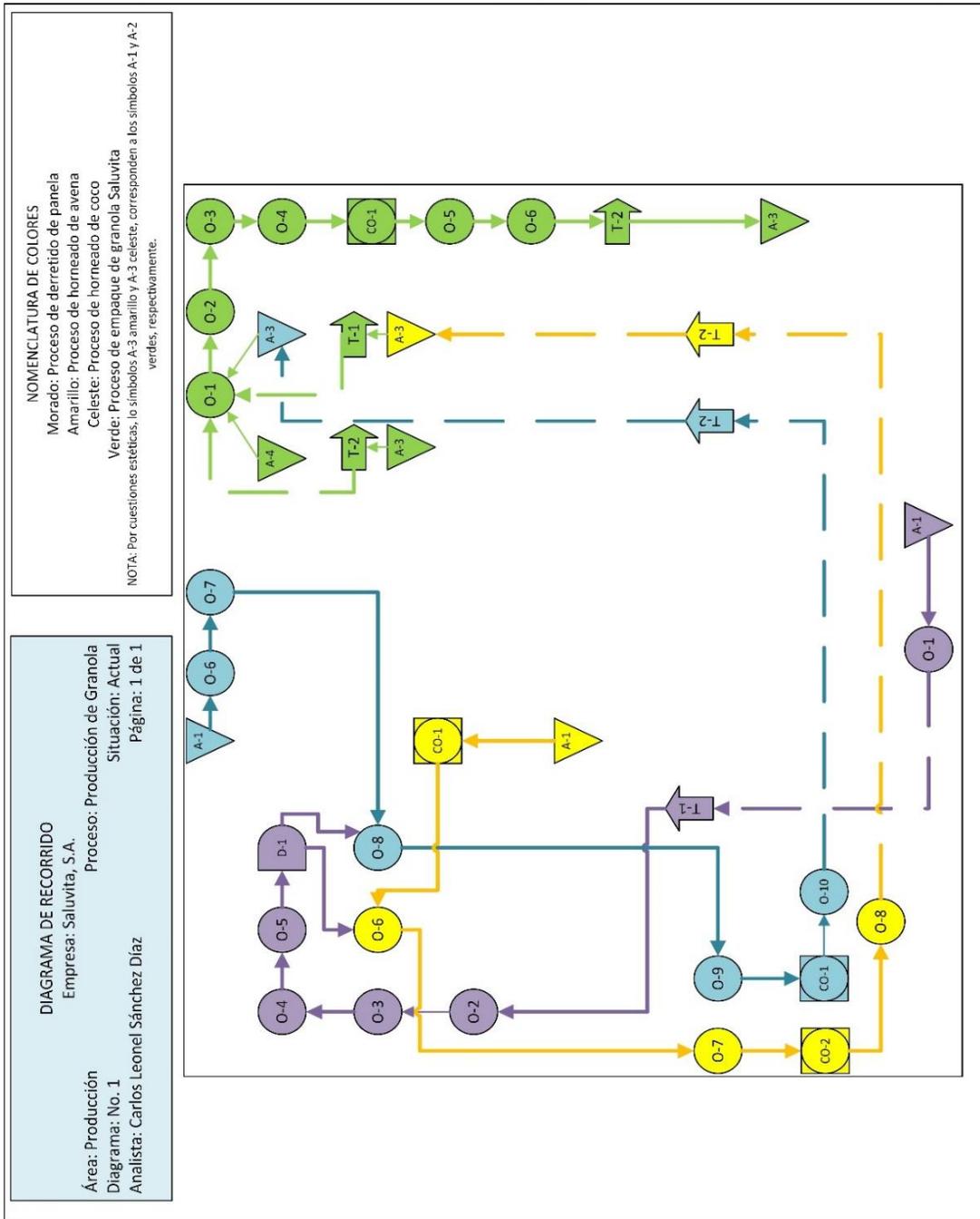
El diagrama de recorrido es una representación gráfica del esquema de distribución que existe en planta y, a su vez, muestra la localización exacta de las actividades incluidas en un diagrama de flujo. Es muy útil en actividades de distribución porque ofrece una perspectiva de la planta que facilita el ordenamiento de las actividades (que están identificadas), de manera que sean cercanas a sus actividades anteriores y posteriores.

En la figura 5, se aprecia el diagrama de recorrido de la planta de producción de granola de la empresa Saluvita S.A. Las actividades identificadas en él corresponden a las plasmadas en los diagramas de flujo de las figuras 3, 4 y 5.

Al analizar el diagrama de recorrido de la figura 5, se puede observar que en la planta de producción de la empresa Saluvita S.A. no existe un orden lógico y secuencial del proceso. Por ejemplo, en el proceso de cocción de la panela, un transporte puede eliminarse con la redistribución y facilitar la realización de las tareas a los operarios encargados.

Otra deficiencia son los largos recorridos en los procesos de horneado de avena y coco. Ejemplo de ello es el traslado de la avena y coco horneados hacia el área de empaque. La distribución adecuada del espacio podría eliminar ese transporte.

Figura 5. Diagrama de recorrido del proceso de producción de granola Saluvita



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016.

### 1.3. Distribución de planta

La distribución en planta es el ordenamiento o colocación física de la capacidad instalada; de modo que esté ordenada de una manera secuencial al proceso, que ayude a que este tenga la mayor eficiencia posible. <sup>2</sup>

Existen tres tipos de distribución básicos:

- Distribución por posición fija

El material permanece fijo en lugar y los operarios, maquinaria y equipo lo llevan al espacio físico de trabajo, en consecuencia, la estructura final toma la forma de un producto acabado. Este tipo de distribución presenta deficiencias porque los operarios pierden mucho tiempo en buscar herramientas, equipo y máquinas.

- Distribución por proceso

Las operaciones del mismo tipo se realizan dentro de una sola área. Este tipo de distribución es utilizada en procesos flexibles a la fabricación de productos similares. Una de sus características es que está conformado por varios departamentos definidos, que se dedican a pocas o una sola tarea específica.

- Distribución por producto

Es también conocida como distribución en línea. En esta el proceso es continuo para facilitarlos y que los operarios, si bien puedan realizar varias operaciones, la mayoría del tiempo se dedicarán a realizar únicamente una, de manera repetitiva. Esto supone ventajas y desventajas; la ventaja es que la capacitación es menor y la adaptación del operario al trabajo es mucho más fácil, la desventaja es que el proceso es poco flexible para fabricar productos distintos.

---

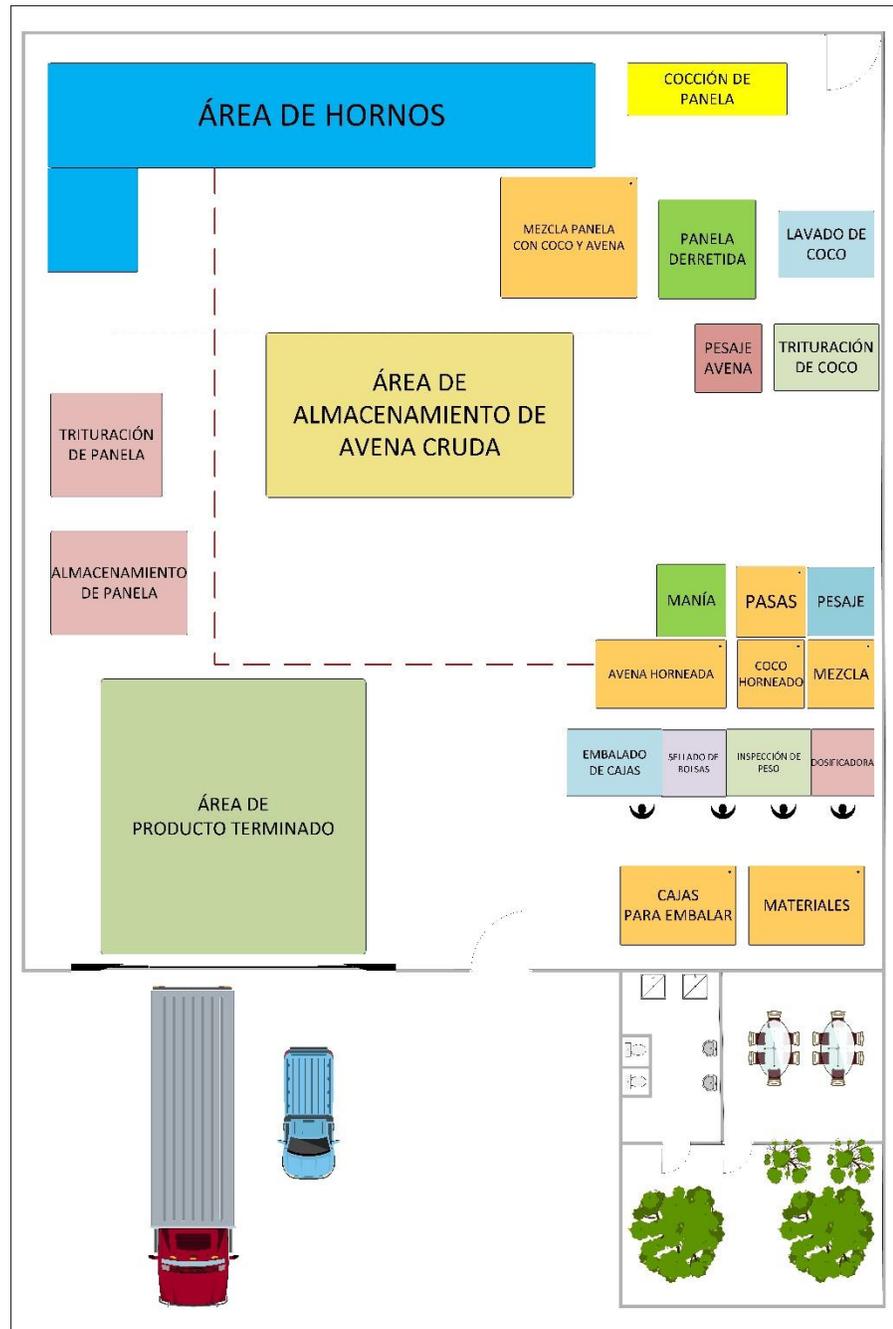
<sup>2</sup> DE LA FUENTE GARCÍA, David. *Distribución en Planta*. p. 30.

El esquema de distribución de la planta de la empresa Saluvita S.A (ver figura 6), no muestra características de una distribución por posición fija, proceso o producto. Sin embargo, sobre la base de los tipos de distribución de planta que existen, se acoplará muy bien a una distribución por proceso para el área de horneado, donde se procesa la avena y coco horneado; y, por producto, para el área de empaque, debido a que el proceso en esta área funciona como una línea.

### **1.3.1. Distribución actual utilizada en planta**

Actualmente, la distribución de la planta de la empresa es inadecuada porque algunas tareas o actividades que deberían realizarse en lugares próximos entre sí, se llevan a cabo espacios distantes. Esto provoca desorden en el proceso y, en consecuencia, la eficiencia disminuye e imposibilita el montaje de una segunda línea de empaque. En la figura 6 se muestra el esquema de distribución actual de la planta.

Figura 6. Esquema de distribución actual utilizado en la planta de la empresa Saluvita S.A.



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016.

### **1.3.2. Consecuencias de la distribución actual de la planta**

Entre las más destacadas se mencionan:

- La panela almacenada y su área de trituración se encuentran lejos del área de derretido. Esto provoca un tránsito de operarios entre quienes llevan a cabo los procesos de cocción de panela, control de hornos y quienes pesan la avena esto incrementa los riesgos de colisión.
- El área donde se almacena la avena y el coco horneado se encuentra a una distancia considerable de la zona de empaque. Esto genera desorden en el proceso, descontrol de operaciones y recorridos de transporte que podrían ser evitados.
- En el área de empaque, los materiales y la línea de empaque podrían distribuirse y posicionarse de manera que haya un mejor control de los inventarios existentes y de la rotación de los materiales de empaque y materia prima.

### **1.4. Línea de empaque**

Una línea de producción es un espacio físico en una planta, que está formado de estaciones, que trabajan de manera secuencial para poder dar vida al proceso de fabricación de un bien o un servicio.<sup>3</sup>

Una línea de empaque es una secuencia de estaciones integradas por operaciones para empacar un producto. El empaque de Granola Saluvita se encarga de agregar la granola al empaque primario (bolsa de 454 g) y el empaque secundario es donde se coloca en cajas de 24 unidades, para luego embalarla.

---

<sup>3</sup> NIEBEL, Benjamin. *Métodos, estándares y diseño del trabajo*. p. 75.

En el período de febrero a noviembre, la demanda del producto se incrementa. En consecuencia, el problema principal de la línea de empaque se genera porque es incapaz de cumplir con la demanda y durante largos períodos se trabajan horas extras, incluso los fines de semana. Esta problemática genera costos adicionales para la empresa.

#### **1.4.1. Maquinaria utilizada en la línea de empaque**

La maquinaria de la línea de empaque de la planta de la empresa consiste en una dosificadora accionada por medio de pedal para llenar las bolsas de granola, una balanza digital utilizada para verificar que la cantidad empacada por la dosificadora sea correcta (16 oz.) y una selladora de banda continua vertical para sellar las bolsas. La banda las deposita en un recipiente para que se les adhiera una etiqueta que indica su fecha de producción y caducidad. Después de este proceso, las granolas pueden apilarse en una caja de 24 unidades para luego, embalarlas.

Figura 7. **Dosificadora**



Fuente: Saluvita S.A.

Figura 8. **Balanza digital**



Fuente: Saluvita S.A.

Figura 9. **Selladora vertical de banda continua**



Fuente: Saluvita S.A.

### 1.4.2. Estudio de tiempos en línea de empaque

El estudio de tiempos, también conocido como medición del trabajo, es una técnica que generalmente es utilizada para saber con mayor certeza posible y basándose en un limitado número de observaciones, el tiempo requerido para poder realizar una tarea determinada que sea parte de un proceso de producción.<sup>4</sup>

Es una herramienta eficaz cuando se analizan procesos, cuyos resultados son hallazgos que propician la oportunidad de mejorar y hacer más eficiente un proceso. En el estudio de tiempos hay cuatro pasos básicos:

- Preparación: se selecciona la operación y al operario a analizar.
- Ejecución: se obtiene y se registra la información, descomponiendo el proceso o tareas en elementos y se calcula el tiempo observado.
- Nivelación: se establece el ritmo normal del operario promedio.
- Suplementos: se calcula y se añaden al tiempo calculado las demoras por fatiga, tolerancias, etcétera.
- Tiempo estándar: es la cantidad de tiempo necesaria para terminar una unidad de producto, por un operario promedio, a una velocidad normal que pueda mantener a lo largo de la jornada de trabajo sin presentar síntomas de fatiga.

Para el estudio de tiempos de la línea de empaque de la empresa se utiliza la tabla de Westinghouse (ver tabla II), para calcular la nivelación de los operarios de la línea de empaque; que se hará en el número de observaciones necesarias en función de la duración del ciclo y del número de unidades que se trabajan actualmente, por ser operaciones repetitivas. La tabla de

---

<sup>4</sup> MEYERS, Fred. *Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil*. p. 352.

Westinghouse se utiliza para calificar los niveles de habilidad, esfuerzo y regularidad en los trabajos realizados por el operario; y para calificar la calidad de las condiciones de trabajo en las que este se encuentra.

Tabla II. **Tabla de factores de nivelación de Westinghouse**

HABILIDAD			ESFUERZO		
Factor de calificación	Símbolo	Descripción	Factor de calificación	Símbolo	Descripción
0,15	A1	Superior	0,13	A1	Excesivo
0,13	A2		0,12	A2	
0,11	B1	Excelente	0,10	B1	Excelente
0,08	B2		0,08	B2	
0,06	C1	Buena	0,05	C1	Bueno
0,03	C2		0,02	C2	
0,00	D	Media	0,00	D	Medio
-0,05	E1	Aceptable	-0,04	E1	Aceptable
-0,10	E2		-0,08	E2	
-0,16	F	Pobre	-0,12	F	Pobre
CONDICIONES			REGULARIDAD		
Factor de calificación	Símbolo	Descripción	Factor de calificación	Símbolo	Descripción
0,06	A	Ideales	0,04	A	Perfecta
0,04	B	Excelentes	0,03	B	Excelente
0,02	C	Buenas	0,01	C	Buena
0,00	D	Medias	0,00	D	Media
-0,03	E	Aceptables	-0,02	E	Aceptable
-0,07	F	Pobres	-0,04	F	Pobre

Fuente: GARCÍA, Roberto. *Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. p. 213.

La tabla de Westinghouse permite calcular el Factor de Nivelación (FN) con la siguiente ecuación:

$$FN = 1 + \text{calificación habilidad} + \text{calificación esfuerzo} + \text{calificación condiciones} + \text{calificación regularidad}$$

El factor de nivelación (FN) para el estudio de esta investigación fue de 1,09, obtenidos de la siguiente calificación (dada por la supervisora de producción de planta).

- Habilidad = C2 (+0,03)
- Esfuerzo = B2 (+0,08)
- Condiciones = E (-0,03)
- Consistencia = C (+0,01)

Para obtener el valor del factor de nivelación FN, se suma 1 más los valores obtenidos con la ayuda de la tabla. El resultado de dicha operación debe multiplicarse por el tiempo promedio cronometrado para obtener el tiempo normal.

$$FN = 1 + 0,03 + 0,08 - 0,03 + 0,01 = 1,09$$

El cálculo del factor de nivelación señala qué tanto se incrementará o decrecerá el tiempo normal de trabajo. El 1 en la ecuación representa el cien por ciento del tiempo utilizado por el operario que está siendo evaluado y, a este, se le añaden los factores de calificación para tener una idea de cuánto debería tardar otro operario para realizar el mismo trabajo.

Para obtener el tiempo estándar, deben calcularse los suplementos, que es el tiempo utilizado por operarios para descansar, satisfacer necesidades, entre otras actividades. Se calcula como un porcentaje del tiempo total de la jornada laboral. En planta de la empresa, la jornada laboral es de 480 minutos al día, y un estimado de suplementos de 30 minutos.

Calculo del factor de suplementos:

$$\text{Factor de suplementos} = 30 \text{ minutos} / 480 \text{ minutos} = 0,06$$

Al igual que con el FN, el valor de suplemento debe sumarse a 1, luego el resultado de dicha operación multiplicarse por el tiempo normal y así obtener el tiempo estándar.

$$\text{Suplementos} = 1 + 0,06 = 1,06$$

El método explicado se utilizó para calcular el tiempo de las operaciones de la línea de empaque.

Para tomar los tiempos de las operaciones, se utiliza el método de vuelta a cero, que consiste en comenzar a tomar el tiempo cuando el operario comienza la operación y reiniciando cuando la termine, de manera que se pueda seguir tomando otro tiempo de la misma operación. Se utilizó este método porque las operaciones no son largas, y se requería de una cantidad considerable de muestras. Para el efecto, fueron necesarias 80 mediciones de tiempo por operación.

Tabla III. **Estudio de tiempos de la operación de llenado**

T1 (s)	T2 (s)	T3 (s)	T4 (s)	T5 (s)	T6 (s)	T7 (s)	T8 (s)	T9 (s)	T10 (s)	TC
4,30	5,66	4,09	4,64	4,34	5,32	4,92	6,53	5,49	5,55	5,08
4,59	4,86	3,10	4,40	3,95	4,23	3,79	3,71	3,25	3,75	3,96
5,56	6,01	5,53	4,96	5,64	5,58	5,52	7,00	6,78	6,48	5,91
6,41	6,78	5,20	5,80	6,15	7,21	5,72	4,71	4,95	5,25	5,82
7,24	6,63	5,86	7,76	5,88	6,80	5,56	6,08	5,72	5,69	6,32
5,49	5,81	5,21	6,06	4,93	6,05	5,43	6,32	6,26	7,10	5,87
5,20	4,86	3,90	5,53	5,11	4,85	6,12	5,78	6,13	5,86	5,33
7,56	5,61	7,41	6,64	5,25	5,28	5,29	5,12	6,84	5,10	6,01
									TPC	5,54

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo del tiempo normal, operación de llenado:  
 $T_n = (5,54 \text{ s}) (1,09) = 6,04 \text{ s}$
- Cálculo del tiempo estándar, operación de llenado:  
 $T_s = (6,04 \text{ s}) (1,06) = 6,42 \text{ s}$

Tabla IV. **Estudio de tiempos de la operación de pesado y agregado de pepitoria**

T1 (s)	T2 (s)	T3 (s)	T4 (s)	T5 (s)	T6 (s)	T7 (s)	T8 (s)	T9 (s)	T10 (s)	TC (s)
6,80	3,90	5,60	6,55	7,27	5,46	3,69	4,44	5,36	5,26	5,43
7,52	5,61	5,56	6,27	4,73	6,20	6,46	9,50	5,63	6,95	6,44
7,26	5,55	8,01	6,03	10,45	10,26	6,10	7,23	4,73	4,60	7,02
4,91	5,33	5,81	5,99	5,13	4,72	6,37	6,66	6,87	7,44	5,92
4,30	4,88	2,66	5,11	4,47	2,75	4,98	4,37	5,78	4,78	4,41
5,39	4,31	4,46	4,56	4,39	4,22	4,65	5,78	4,98	4,96	4,77
5,64	7,46	3,98	5,18	4,23	6,25	5,55	6,81	5,27	5,40	5,58
5,13	6,58	2,96	4,43	5,86	4,34	4,77	5,21	5,62	4,99	4,99
									TPC	5,57

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo del tiempo normal, operación de pesado y agregar pepitoria:  
 $T_n = (5,57 \text{ s}) (1,09) = 6,07 \text{ s}$
- Cálculo del tiempo estándar, operación de pesado y agregar pepitoria:  
 $T_s = (6,07 \text{ s}) (1,06) = 6,46 \text{ s}$

Tabla V. **Estudio de tiempos de la operación de sellado de bolsas**

T1 (s)	T2 (s)	T3 (s)	T4 (s)	T5 (s)	T6 (s)	T7 (s)	T8 (s)	T9 (s)	T10 (s)	TC (s)
4,14	4,00	4,55	4,10	4,12	4,33	4,02	4,36	4,12	4,35	4,21
4,20	4,33	4,45	4,21	4,20	4,25	4,05	4,50	3,98	4,50	4,27
4,00	4,56	4,50	4,15	4,25	5,20	4,11	4,15	4,23	4,10	4,33
4,10	4,14	4,80	4,14	4,64	4,35	3,99	4,25	5,30	4,15	4,36
3,33	3,78	3,50	3,30	6,55	4,97	5,75	3,63	3,38	6,43	4,42
4,03	4,83	3,75	5,46	4,63	4,08	4,94	4,21	3,83	7,76	4,75
3,88	4,30	6,33	5,21	3,78	4,01	5,29	3,72	3,00	4,08	4,36
5,74	6,07	5,69	4,58	4,17	4,63	4,41	4,76	4,42	4,58	4,91
									<b>Tiempo C</b>	<b>4,45</b>

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo del tiempo normal, operación de sellado:  
 $T_n = (4,45 \text{ s}) (1,09) = 4,85 \text{ s}$
- Cálculo del tiempo estándar, operación de sellado:  
 $T_s = (4,85 \text{ s}) (1,06) = 5,14 \text{ s}$

Tabla VI. **Estudio de tiempos de la operación de llenado y embalaje de cajas de 24 unidades**

T1 (s)	T2 (s)	T3 (s)	T4 (s)	T5 (s)	T6 (s)	T7 (s)	T8 (s)	T9 (s)	T10 (s)	TC (s)
25,00	27,00	24,00	23,00	26,00	30,00	31,00	46,00	20,00	21,00	27,30
21,00	22,00	35,00	29,00	25,00	26,00	30,00	29,00	28,00	21,00	26,60
24,00	25,00	34,00	28,00	24,00	25,00	25,00	29,00	21,00	32,00	26,70
26,00	26,00	31,00	26,00	23,00	24,00	26,00	30,00	25,00	26,00	26,30
27,00	24,00	25,00	25,00	21,00	22,00	23,00	31,00	26,00	35,00	25,90
24,00	23,00	24,00	27,00	22,00	22,00	24,00	33,00	36,00	31,00	26,60
33,00	22,00	22,00	25,00	39,00	46,00	26,00	36,00	32,00	47,00	32,80
21,00	34,00	22,00	23,00	38,00	35,00	28,00	34,00	33,00	32,00	30,00
									<b>Tiempo C</b>	<b>28,32</b>

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo del tiempo normal, operación de embalaje cajas 24 unds:  
 $T_n = (28,32 \text{ s}) (1,09) = 30,87 \text{ s}$
- Cálculo del tiempo estándar, operación de embalaje cajas 24 unds:  
 $T_s = (30,87 \text{ s}) (1,06) = 32,80 \text{ s}$

Tabla VII. **Resumen de tiempos normales y tiempos estándar en operaciones de la línea de empaque**

Operación	Tiempo Normal (s)	Tiempo Estándar (s)
Llenado	6,04	6,42
Pesado y agregar pepitoria	6,07	6,46
Sellado	4,85	5,14
Embalaje de caja de 24 unidades	30,87	32,80

Fuente: elaboración propia.

### 1.4.3. Eficiencia de la línea de empaque

La eficiencia es la capacidad de un proceso, de lograr su objetivo principal, utilizando la menor cantidad de recursos posibles. Existen distintos tipos para calcular la eficiencia, debido a que esta dependerá del recurso con el que se esté midiendo. La eficiencia se puede medir con relación a costos, material, tiempo, entre otros.<sup>5</sup>

La ecuación general para calcular una eficiencia con respecto de cualquier recurso y cuantificarla para tomar decisiones, será la siguiente:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Cantidad producida}}{\text{Recursos utilizados}}$$

Para el cálculo de la eficiencia de la línea de empaque de granola de la empresa se consideró el tiempo porque necesita empaquetar más en un menor tiempo.

Cálculo de eficiencias:

$$\text{Eficiencia de llenado} = \frac{4\,486 \text{ lb}}{8 \text{ h}} = 560,75 = 561 \text{ lb/h}$$

$$\text{Eficiencia de pesado} = \frac{4\,457 \text{ lb}}{8 \text{ h}} = 557,125 = 558 \text{ lb/h}$$

$$\text{Eficiencia de sellado} = \frac{5\,430 \text{ lb}}{8 \text{ h}} = 678,75 = 679 \text{ lb/h}$$

---

<sup>5</sup> MONZÓN, Rodolfo. *Análisis de operaciones para el mejoramiento del proceso, en la línea de producción de aceite vegetal (900 MI), en Olmeca, S.A. aplicando el estudio de tiempos y movimientos.* p. 18

En la tabla VIII se muestra los niveles de eficiencia de las distintas operaciones de línea de empaque, con respecto a la producción de un lote de 70 libras.

**Tabla VIII. Eficiencia de producción de línea de empaque**

Operación	Tiempo de producción (s)	Tiempo de producción (min)	Cantidad producida al día (lb)	Unidades / hora
Llenado	449,48	7,49	4 486	561
Pesado	452,13	7,54	4 457	558
Sellado	371,30	6,19	5 430	679

Fuente: elaboración propia.

Para el cálculo de las eficiencias, no se consideró la operación de embalaje porque el operario encargado de esta operación puede ser asistido por los demás operarios cuando hayan terminado su labor. Además, el método utilizado para esta operación lo hace trabajar a razón de 0,75 unidades por segundo aproximadamente. A pesar de tener el tiempo estándar mayor, no es la operación más lenta, porque para medir el tiempo estándar se toma el proceso de empacado de 24 unidades y no de la producción de 1 bolsa, como las demás operaciones.

En consecuencia, la operación más lenta es la de pesaje, debido a que su eficiencia de 558 unidades / hora, seguida de la operación de llenado que representa 561 unidades / hora y la operación más rápida es la de sellado, con una eficiencia de 679 unidades / hora.

Dado que esta es la máxima capacidad de la línea actual de empaque, es necesaria la instalación de una nueva línea, que permita cumplir con la demanda de producto, sin incurrir en costos por horas extras.



## **2. DISEÑO DE NUEVA LÍNEA DE EMPAQUE**

### **2.1. Análisis de distribución en planta**

Para realizar el diseño de la nueva línea de empaque, es necesario, primero, redistribuir la planta de producción de la empresa. De esta manera se readecuarán espacios físicos para ubicar el nuevo equipo, sin interferir en los otros procesos y operaciones.

Como se mencionó en el primer capítulo, los problemas de distribución que presenta la planta de producción de la empresa incide en que las operaciones sean menos eficientes y provocan desorden, lo cual dificulta el control de los procesos de producción.

El proceso de producción de la granola Saluvita se divide en dos grandes áreas: horneado y empaque, cuyos procesos de producción son completamente distintos, pero necesarios para la creación del producto final.

Características del proceso de producción del área de horneado:

- Tiene tres procesos de producción principales: cocción de panela, horneado de avena y horneado de coco.
- Las maquinas, específicamente los hornos, se utilizan para distintos procesos de producción, horneado de coco y avena.
- Las máquinas están estáticas.

Características de proceso de producción en área de empaque:

- Tiene la forma de línea de producción, es decir funciona de una manera secuencial y para que cada operación pueda realizarse, se necesita que la anterior esté terminada.
- Las máquinas solo pueden utilizarse para una operación específica.
- El personal operativo puede realizar distintas tareas con un rendimiento aceptable.

Partiendo de este punto, la mejor opción es una combinación entre dos tipos de distribución: la distribución por proceso para el horneado y por producto para el empaque.

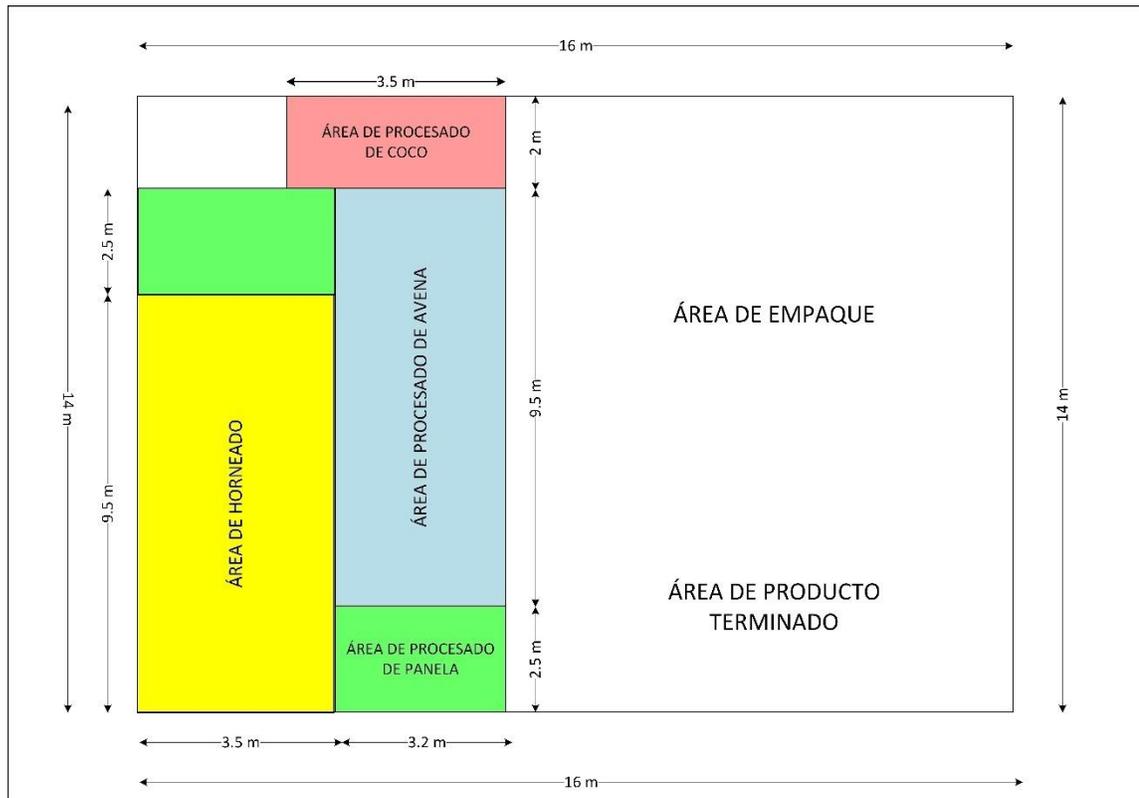
### **2.1.1. Análisis de distribución por proceso en el área de horneado**

Para analizar el área de horneado, se agrupa las actividades en distintas áreas específicas, quedando separadas de la siguiente manera:

- Área de procesado de panela: almacenamiento, trituración y cocción.
- Área de procesado de coco: almacenamiento, limpieza, lavado y rallado.
- Área de procesado de avena: almacenamiento en sacos y pesado.
- Área de horneado: mezcla de panela derretida con coco y/o avena, horneado de coco y avena, almacenamiento de bandejas y agregado de producto horneado a recipientes, para traslado al área de empaque.

Basado en el esquema de distribución actual, el área de horneado estará dividida de la siguiente manera:

Figura 10. **Esquema de distribución para las áreas específicas de horneado**



Fuente: elaboración propia.

En el esquema de distribución de las áreas específicas que componen el proceso de horneado, se identifica que, en el procesamiento de panela, existe incoherencia en la distribución debido a que, los operarios deben realizar un mayor recorrido, el cual podría ser evitado con una mejor distribución. Así mismo, el área de horneado, donde se almacena la avena horneada y el coco horneado, no está cercana al área de empaque.

En tal sentido, para que el área de horneado sea simplificada, y llevar un mejor control de la producción, producto en proceso, inventario de materia

prima, materiales y otros; deberá pasar a una distribución de tipo por proceso (porque los mismos hornos pueden utilizarse para procesar avena y coco), para tener un flujo lógico en el que la materia prima, en este caso avena, coco y panela, entre al área por un lado distinto al que saldrá de empaque.

La avena y el coco horneados, para llegar al área de empaque, actualmente, deben pasar por el procesado de avena, lo cual genera inconvenientes, como descontrol de producto en proceso, accidentes entre operarios que transiten en esa zona.

### **2.1.2. Análisis de distribución por producto en el área de empaque**

La distribución del área es inadecuada, porque no hay una secuencia o flujo lógico en el proceso, dada la posición de la línea de empaque, la materia prima y los materiales de empaque, que consisten en bolsas, cajas y calcomanías. Para subsanar esta carencia se propondrá una secuencia del tipo por producto.

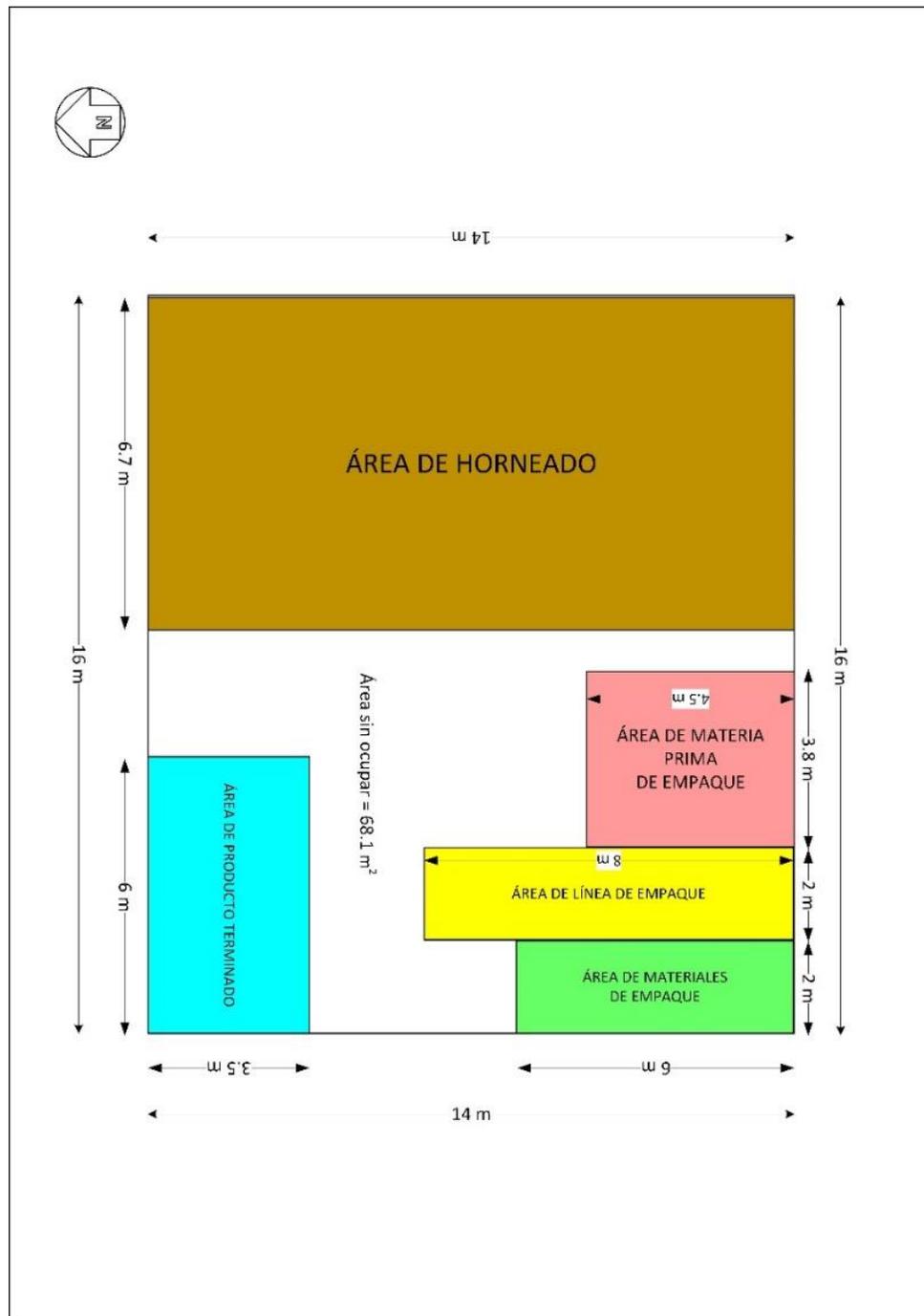
El área de empaque se dividirá de la siguiente manera para analizarla mejor:

- Área de materia prima: es donde se almacena la avena horneada, el coco horneado, las manías, las pasas, la pepitoria, además del pesado y mezcla de los mismos.
- Área de materiales: en este lugar se almacenan las cajas, bolsas, calcomanías y las distintas herramientas utilizadas en el área de empaque (tijeras, *tape*).

- Área de línea de empaque: está ocupada por la línea de empaque, compuesta por la máquina dosificadora, espacio de verificación de peso, máquina selladora de bolsas y el embalado.

La figura 11 detalla la distribución.

Figura 11. Esquema de distribución de las distintas áreas de empaque



Fuente: elaboración propia.

El desorden en el área de horneado (figura 10) es mayor que el que evidencia el área de empaque (figura 11). Esto se debe a que las operaciones del proceso de horneado están demasiado separadas entre sí. Prueba de ello es la separación entre las dos áreas donde se procesa la panela. Sin embargo, se aprecia que en la planta de producción no se está utilizando una parte importante de todo el espacio disponible. En tal sentido, una redistribución de planta es necesaria para que el espacio se utilice de manera ordenada y que dé lugar a la instalación de la nueva línea de empaque.

## **2.2. Distribución propuesta**

Para diseñar la nueva distribución en planta, se utilizan dos métodos: *layout*, que evalúa la necesidad de que un área esté cerca de otra; y el diagrama de relaciones y parrillas, que ordena las áreas dependiendo de la relación entre ellas para utilizar el principio de distancia mínima que se moverá, para que las operaciones estén lo más cercanas posible.

Para proponer la nueva distribución de planta, hay restricciones que deben ser tomadas en cuenta:

- El producto terminado debe salir por el mismo lugar por el que entra la materia prima, debido que solo existe una bahía de carga/descarga en la planta.
- El área de horneado debe permanecer en el mismo lugar para no mover los cilindros del gas propano con el que trabajan los hornos, de lo contrario cualquier cambio elevaría los costos.

Con el método *layout* se ponderan las áreas de la planta para determinar la cercanía entre las áreas. Esta ponderación será tomada de la tabla IX.

Tabla IX. **Ponderaciones método de *layout***

<b>Código</b>	<b>Relación</b>
A	Absolutamente necesaria
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Ordinaria
U	Sin importancia
X	Rechazable

Fuente: elaboración propia.

Una vez ponderadas las secciones o áreas de la planta, se acomodan sobre el plano, tomando en cuenta la cantidad de área que cada una necesita y de acuerdo con la ponderación que le fue dada con respecto de las otras.

Con el método de diagrama de relaciones y parrillas, se trabaja en dos partes fundamentales. En la primera se realiza un diagrama de relaciones, que puede ser, una tabla que indique las operaciones y traslados que se realizan entre un área y otra. Para tener una idea más clara de lo anteriormente expuesto, ver la tabla X.

Tabla X. **Ejemplificación de diagrama de relaciones**

<b>A De</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
<b>A</b>	-	1	3	1
<b>B</b>	1	-	0	2
<b>C</b>	1	0	-	2
<b>D</b>	2	1	3	-
<b>Total de relaciones</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>5</b>

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con la tabla X, el área que más relación tiene con las demás es la C, seguida de la D y luego la A y B.

El diagrama de relaciones también juega un papel importante al conocer las relaciones totales entre un área y otra, sumando las que tengan dos áreas distintas entre sí. Siguiendo el diagrama las relaciones totales quedarían así:

- A y B:  $1 + 1 = 2$
- A y C:  $3 + 1 = 4$
- A y D:  $1 + 2 = 3$
- B y C:  $0 + 0 = 0$
- B y D:  $2 + 1 = 3$
- C y D:  $2 + 3 = 5$

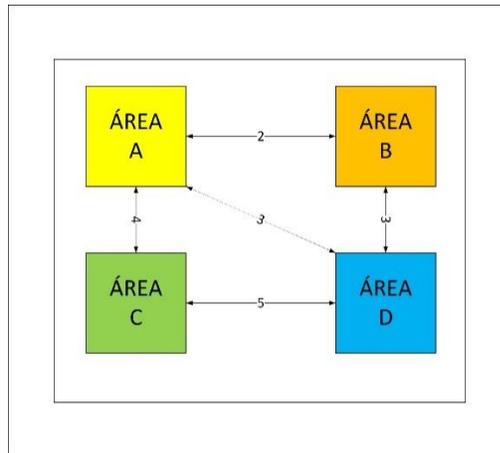
Esta información es importante porque facilita la apreciación del desenvolvimiento del proceso de producción entre áreas, de manera que ayudará a ordenar las áreas dependiendo de las relaciones totales que haya entre una y otra.

El método de diagrama de parrillas, también conocido como método de diagrama de eslabones, ubica en el centro del diagrama el área que mayor número de relaciones tenga con los demás y, alrededor de ella, ordena las siguientes con mayor número de relaciones con las demás áreas.

Sin embargo, lo anterior, no es absolutamente necesario en el diagrama mencionado. En realidad, puede compartir el centro con otra que también tenga un número alto de relaciones. Al final, el objetivo principal es ordenar las áreas de manera que exista la menor cantidad de operaciones cruzadas y tratar de eliminar las no adyacentes. Es preferible una operación cruzada que una adyacente, para que el movimiento se lleve a cabo en un área mínima.

Este método elimina o reduce al máximo las operaciones y/o transportes no adyacentes (es decir, en las que se tenga que hacer un transporte de un extremo a otro de la planta). Para ejemplificar mejor el diagrama de parrillas, se sigue el diagrama de la tabla número X, en la figura 12, en la cual se puede apreciar que las áreas quedaron posicionadas de forma de que no haya operaciones cruzadas, ni operaciones no adyacentes, cumpliendo así el objetivo del método.

Figura 12. **Ejemplificación del diagrama de parrillas**



Fuente: elaboración propia, utilizando Visio 2016.

### 2.2.1. **Método de Layout aplicado a las distintas áreas de la planta**

La aplicación del método exige que primero se determinen las áreas que la conforman. No se hará referencia a los procesos específicos por áreas porque el método requiere que se analice la planta como un todo.

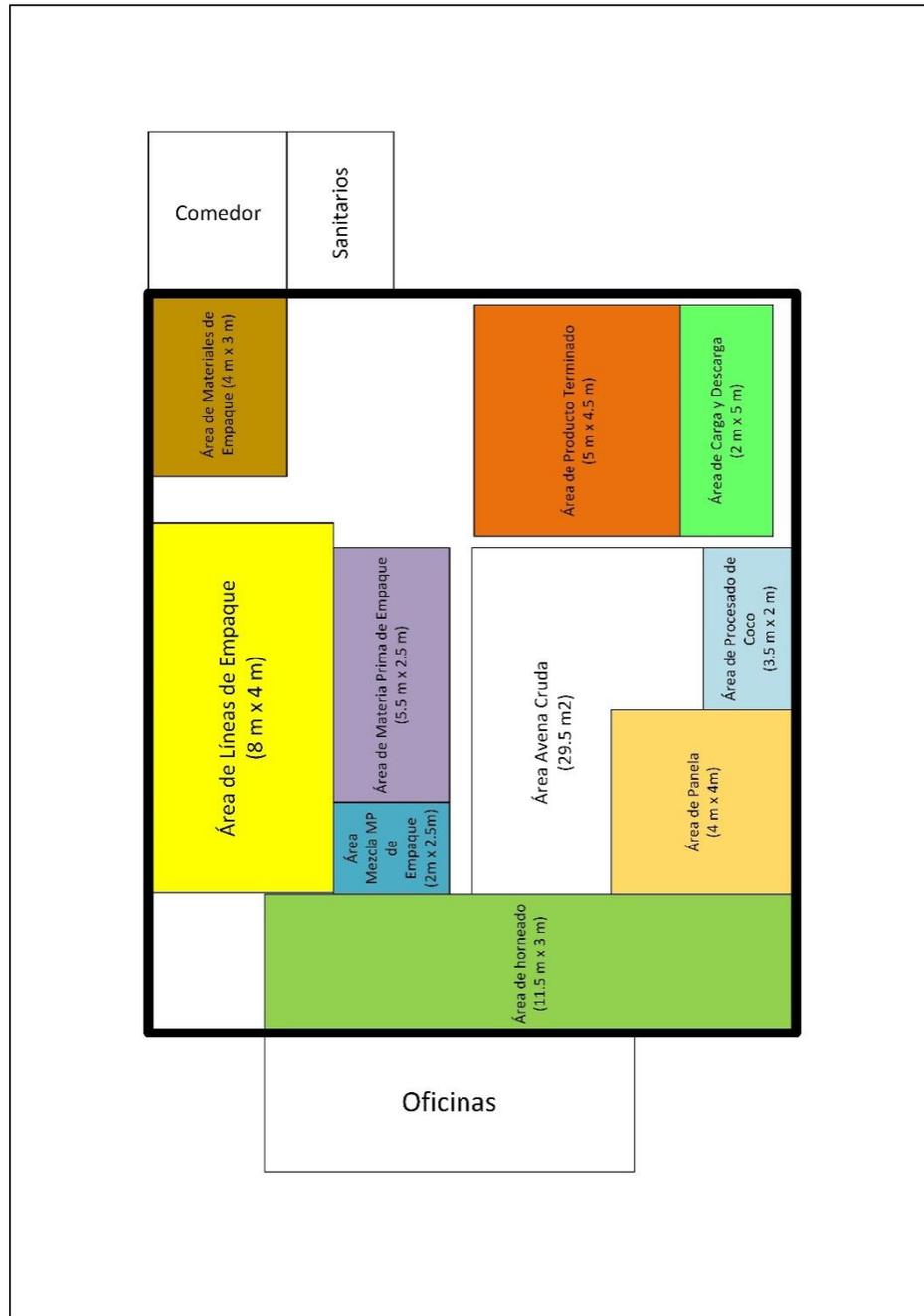
Las áreas por dividir son:

- Área de avena cruda (almacenaje y pesaje).
- Área de panela (almacenaje, trituración y cocción de panela).
- Área de coco (limpieza y trituración).
- Área de horneado (mezcla de avena o coco con panela y horneado de los mismos).
- Área de materia prima de empaque (almacenaje avena y coco horneado, pasas, manías, pepitoria).
- Área de mezcla de materia prima (pesaje y mezcla para empacar).



El análisis del esquema determina que existen oportunidades de mejora con respecto a la distribución actual, a pesar del inconveniente de que tanto materiales y producto terminado entren y salgan por el mismo lugar. Por otro lado, se logró que todo el proceso tenga una secuencia y un flujo lógico.

Figura 13. Esquema de distribución de planta de producción utilizando calificaciones de tabla XI



Fuente: elaboración propia.

### **2.2.2. Análisis de diagramas de relaciones de área de horneado**

Para analizar las relaciones en el área de horneado, se estudiarán las siguientes áreas:

- Área de avena cruda: donde se almacena la avena cruda y es pesada.
- Área de coco: donde se limpia el coco para posteriormente ser triturado.
- Área de panela: en esta área se trituran los cubos de panela para, posteriormente, derretirlos y mezclarlos con la avena pesada y coco triturado.
- Área de horneado: donde la avena pesada y/o coco triturado, se prepara en bandejas y se ingresan a los hornos para su cocción respectiva.

Para comprender el diagrama de relaciones, se debe enfatizar en que se toman en cuenta únicamente aquellas operaciones que se realizan en un área o estación específica y que, por la naturaleza del proceso, debe continuar en otra estación para que este se dé de manera correcta.

Por ejemplo: el pesaje de la avena, en el espacio de avena cruda, no constituye una operación que deba ser analizada en un diagrama de relaciones, puesto que no existe ningún transporte hacia otra área. Sin embargo, el traslado de la avena pesada del área de avena al área de horneado, para mezclarla con la panela derretida, debe considerarse en el diagrama de relaciones, porque las dos áreas tienen una relación entre sí.

Tabla XII. **Actividades realizadas entre las distintas áreas de la estación de horneado**

<b>Área inicial</b>	<b>Operación / Transporte</b>	<b>Área con la que se relaciona</b>
<b>Área avena cruda</b>	Llevar avena pesada a área de horneado	Área de horneado
<b>Área avena panela</b>	Mezcla de avena pesada con panela derretida	Área de horneado
<b>Área de coco</b>	Llevar coco triturado a área de horneado	Área de horneado
<b>Área de panela</b>	Mezcla de coco triturado con panela derretida	Área de horneado
<b>Área de avena</b>	Horneado de Avena	Área de horneado
<b>Área de coco</b>	Horneado de Coco	Área de horneado

Fuente: elaboración propia.

Con base en la información de la tabla XII, se realiza el diagrama de relaciones, tabla XIII. El análisis indica que, la única área que tiene relación con las demás, es la de horneado porque todas las actividades u operaciones que se realizan en las demás, no necesitan pasar por otra antes de que el proceso continúe en el área de horneado.

Por otro lado, teniendo en cuenta que el área central debe ser la de horneado, las demás deberán situarse alrededor de esta. Sin embargo, existe la condición de que el área de horneado no puede moverse de su lugar debido al suministro de gas propano situado en la planta.

Tabla XIII. **Diagrama de relaciones en área de horneado**

A De	Avena cruda	Coco	Panela	<b>Horneado</b>
Avena cruda	-	0	0	<b>2</b>
Coco	0	-	0	<b>2</b>
Panela	0	0	-	<b>2</b>
Horneado	0	0	0	-
Total	0	0	0	<b>6</b>

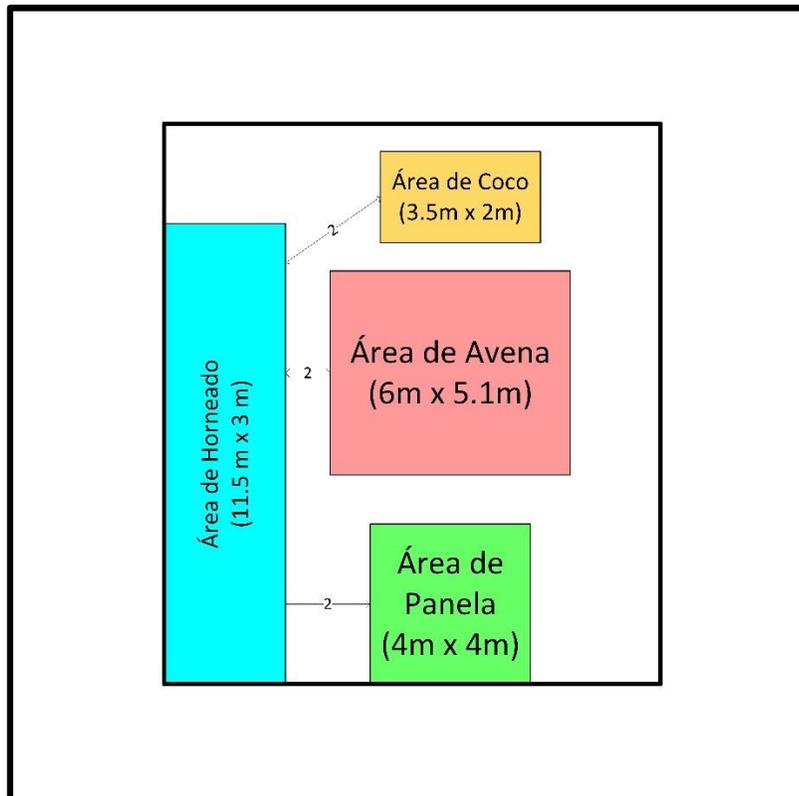
Fuente: elaboración propia.

### 2.2.3. **Análisis de diagramas de parrilla de área de horneado**

Analizando el diagrama de relaciones y el diagrama de parrillas del área de horneado, se determina el orden que deben tener las áreas en el esquema de distribución. Todas las áreas de trabajo deben estar alrededor o cerca del área de horneado, porque es la única que tiene relación con las demás, mientras que el resto no se relaciona entre sí. En la figura 14, se desarrolla el diagrama de parrillas.

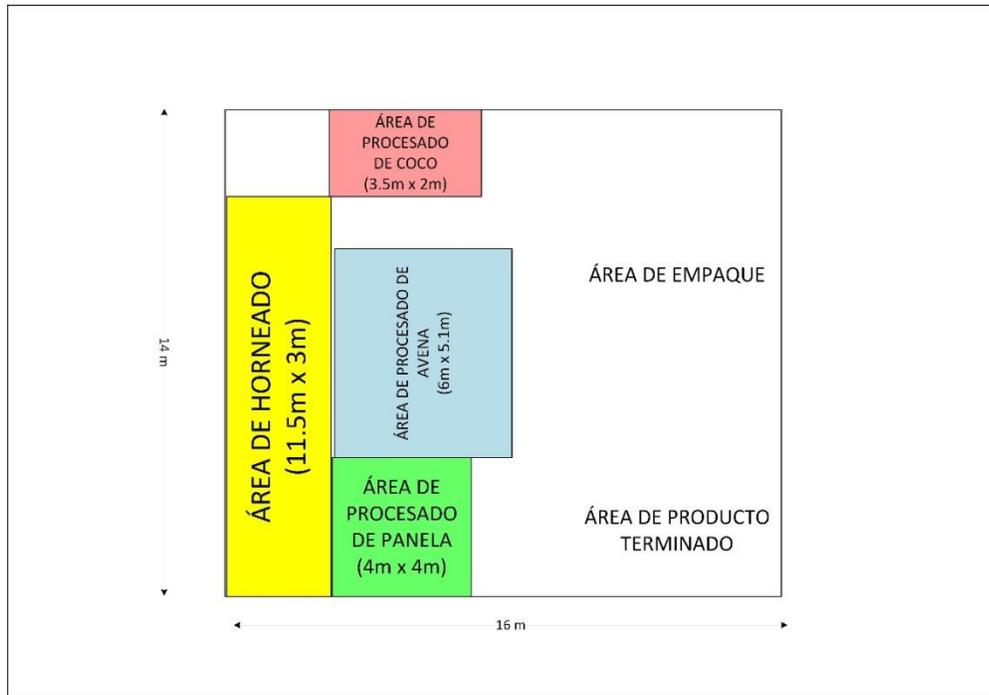
El análisis de este diagrama determina que el esquema de distribución final, si este llegase a ser el método elegido, sería similar al esquema de distribución actual que se utiliza en la planta. Por tanto, al tratar de acomodar el resto de elementos (área de empaque), presentaría las mismas dificultades que las actuales.

Figura 14. Diagrama de parrillas aplicado al área de horneado



Fuente: elaboración propia.

Figura 15. **Esquema de distribución por diagrama de parrillas**



Fuente: elaboración propia.

#### 2.2.4. Elección de esquema de distribución

Al analizar los dos esquemas de distribución obtenidos de los métodos de *Layout* y diagrama de parrillas, se debe seleccionar el método de *layout* para aplicarlo a la planta de granola de Saluvita S.A. porque ofrece el mejor beneficio para la distribución, enmarcando las siguientes ventajas:

- Es más flexible si se tratara de reordenar la planta.
- El área de coco y de avena cruda están más cerca del área de carga y descarga, lo que facilitaría la maniobra de materia prima.

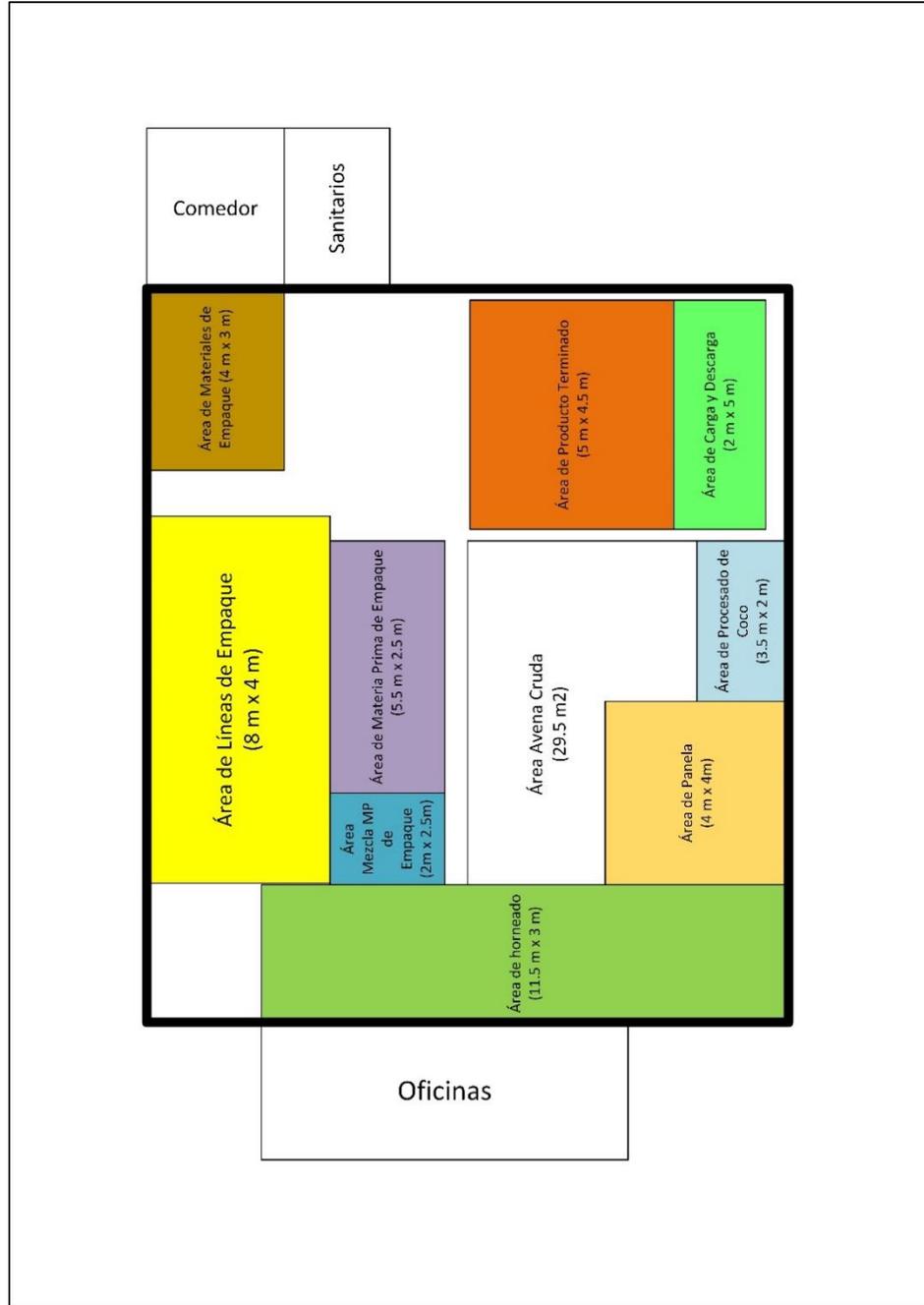
- Se maximiza la utilización del espacio en el área de horneado, debido a que el área donde se procesa el coco debe quedar pegada a la pared, donde está la tubería de agua.
- Se crea el área de carga y descarga para tránsito de producto terminado y/o materia prima. Esto es necesario porque en la planta existe la limitante de que todo entra y sale por el mismo lugar.

Como resultado, el esquema de distribución propuesto para la planta de producción de Saluvita, es el que se define en la figura 16.

#### **2.2.5. Diagrama de recorrido antes de la instalación de la nueva línea de empaque**

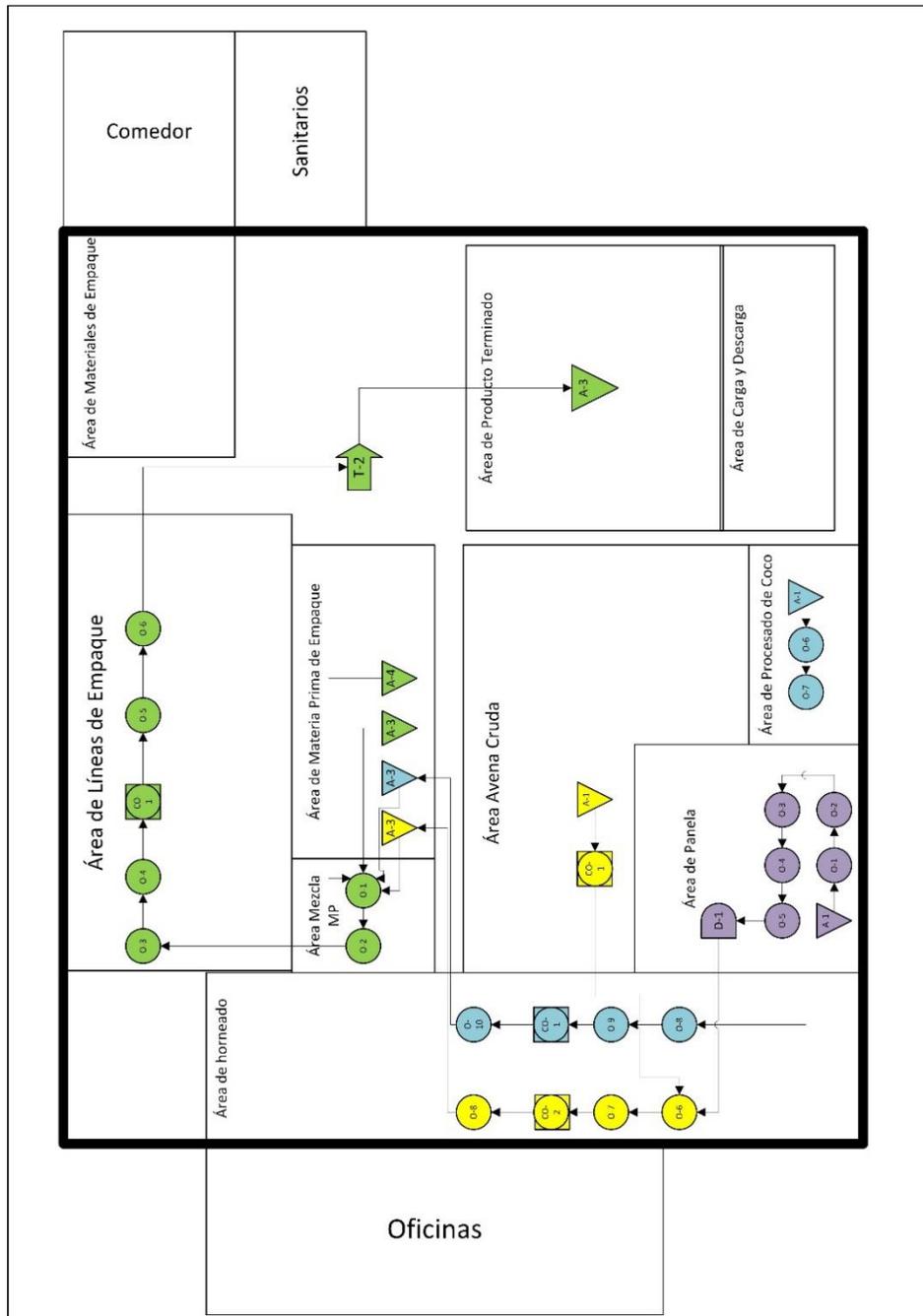
Al plasmar el diagrama de recorrido sobre el esquema de distribución elegido (figura 17), se aprecia que esta mejora considerablemente si se compara con el diagrama de recorrido actual de la planta. Se aprecia un flujo lógico del proceso, en forma de “U”, lo cual permite llevar un mejor control de las distintas operaciones y actividades del proceso, así como reducir considerablemente las distancias recorridas por los operarios para llevar a cabo sus distintas labores.

Figura 16. Esquema de distribución propuesto para la planta de producción de granola de Saluvita S.A.



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016.

Figura 17. Diagrama de recorrido propuesto (método *layout*)



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016.

### **2.3. Diseño de línea de empaque**

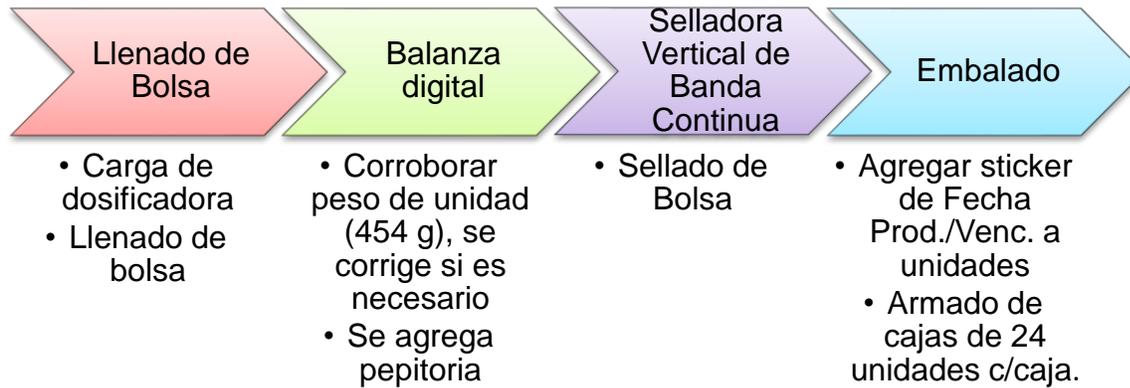
Para diseñar una línea de producción, se debe saber si se utilizará con fines de ensamble, empaque de producto, producción, etcétera. Luego, se ordenan las estaciones de trabajo o de las operaciones que la conformarán.

En este caso, la nueva línea por diseñar es para empaque que trabajará paralelamente con la línea de empaque, la cual, en la actualidad, funciona en la planta de producción de granola de Saluvita. De esta forma se satisfará la demanda del mercado actual y se tendrá en cuenta la tendencia al crecimiento del producto de la empresa Saluvita, S.A.

Las estaciones que conforman la línea de empaque de granola Saluvita y las operaciones que se realizan en cada una de ellas, se muestran en la figura 17.

La información de la empresa Saluvita, S.A. sobre las estaciones de la línea de empaque y las operaciones que se realizan en cada una, no encaja un nuevo diseño, debido a que está ordenada de una manera lógica y secuencial que favorece al proceso de empaque. Por lo tanto, la nueva línea será paralela a la existente, teniendo el mismo diseño.

Figura 18. Operaciones de la línea de empaque



Fuente: elaboración propia.

### 2.3.1. Maquinaria utilizada

Para efectos de inversión, la empresa Saluvita, S.A. ha considerado seguir utilizando el mismo tipo de maquinaria para la nueva línea, que consiste en dosificadora vertical, una balanza y una selladora vertical de banda continua, debido a los bajos costos de operación y adquisición del equipo.

En la tabla XIV, se muestra la información básica de la maquinaria y equipo que se adquirirán para la nueva línea de empaque y costos de operación y de mantenimiento. Estos datos fueron proporcionados por proveedores.

Tabla XIV. **Información de maquinaria y equipo a utilizar en la nueva línea de empaque**

Maquinaria y equipo	Proveedor	Precio (Q)	Costos de operación (Q / mes)	Costos de mantenimiento (Q / mes)
Dosificadora	CenPack	9 500,00	40,00	100,00
Balanza	Tecnipesa	1 200,00	20,00	25,00
Selladora	CenPack	6 500,00	40,00	75,00

Fuente: Saluvita S.A.

### 2.3.2. Análisis de diagramas de relaciones de líneas de empaque

Para realizar un análisis de relaciones, explicadas en el análisis de diagramas de relaciones para el área de horneado (apartado 2.2.2), se realiza lo indicado en dicho apartado para las líneas de empaque en las siguientes tablas, tomando en cuenta que ambas líneas de empaque tienen las mismas necesidades con respecto a las demás áreas con las que se relacionan. Además, tienen un orden específico establecido, que empieza con la dosificadora, sigue con la balanza, continúa con la selladora y termina en el embalaje de cajas.

En consecuencia, se analizarán las líneas de empaque como una sola área de trabajo. Las áreas son las siguientes:

- Área de materia prima: es el lugar donde se almacena la avena horneada, el coco horneado, las pasas, las manías y la pepitoria.
- Área de mezcla de MP: donde se hace el pesaje de materia prima de cada batch y se mezcla, para luego cargar la dosificadora y dar inicio al proceso de empaque de las unidades.

- Área de materiales de empaque: donde se almacenan los materiales necesarios para el empaque (bolsas, cajas, cinta adhesiva, *stickers*).
- Área de producto terminado: donde se almacenan las tarimas de producto terminado, (cada tarima corresponde a 56 cajas de 24 unidades).

Tabla XV. **Actividades realizadas entre las distintas estaciones del área de empaque**

Área inicial	Operación / Transporte	Área con la que se relaciona
Área MP	Llevar avena pesada a área de mezcla de MP	Área de mezcla de MP
Área de mezcla de MP	Cargar dosificadora con batch de producto	Líneas de empaque
Área de materiales de empaque	Llevar bolsas a dosificadora	Líneas de empaque
Área de materiales de empaque	Llevar cajas a área de encajado	Líneas de empaque
Área de materiales de empaque	Llevar <i>stickers</i> a área de encajado	Líneas de empaque
Líneas de empaque	Llevar cajas de PT a área de PT	Área de PT

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Diagrama de relaciones en área de empaque**

<b>A</b> <b>De</b>	<b>Materia Prima</b>	<b>Mezclado</b>	<b>Línea 1</b>	<b>Línea 2</b>	<b>Materiales</b>	<b>Producto Terminado</b>
<b>Materia Prima</b>	-	1	0	0	0	0
<b>Mezclado</b>	1	-	1	1	0	0
<b>Línea 1</b>	0	1	-	0	4	1
<b>Línea 2</b>	0	1	0	-	4	1
<b>Materiales</b>	0	0	4	4	-	0
<b>Producto Terminado</b>	0	0	1	1	0	-
<b>Total</b>	1	3	6	6	8	2

Fuente: elaboración propia.

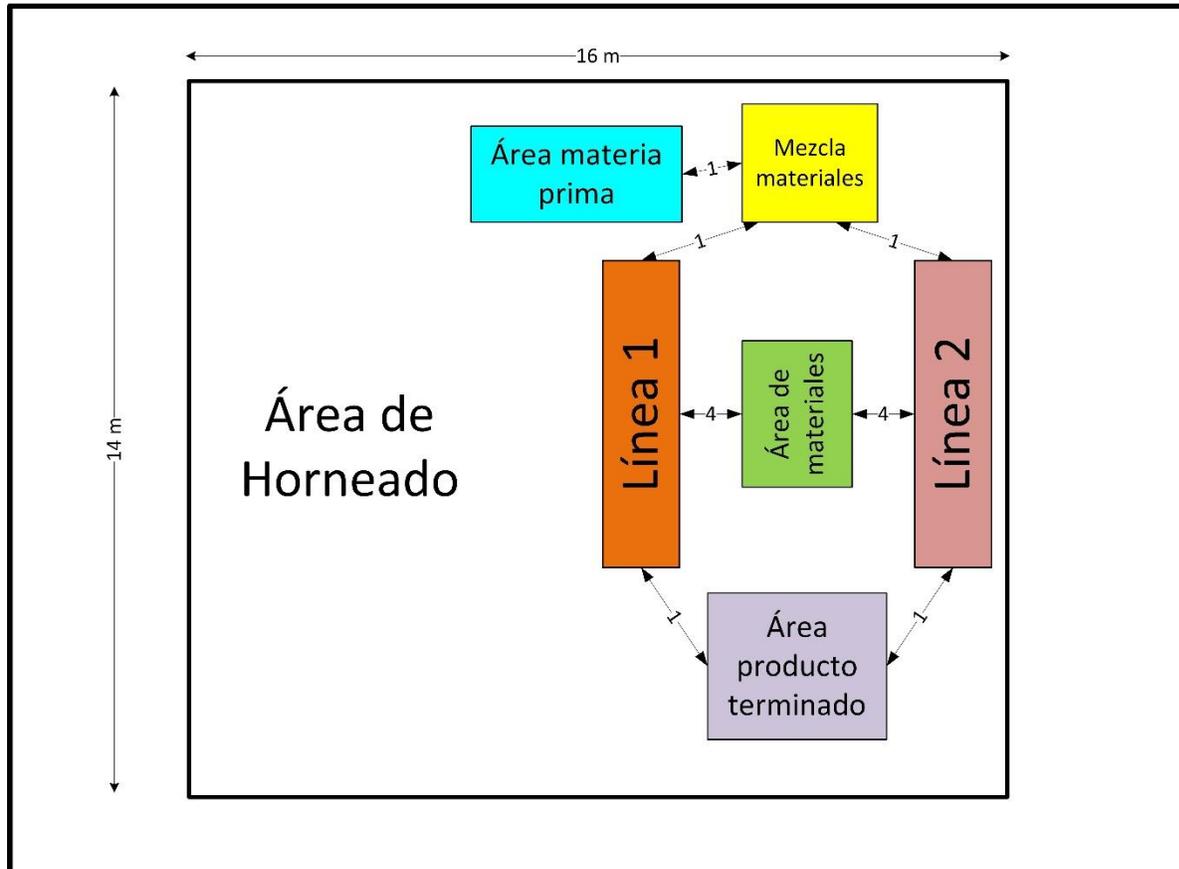
### 2.3.3. **Análisis de diagramas de parrilla de líneas de empaque**

De acuerdo con el diagrama de relaciones para el área de empaque, la de materiales es la estación de trabajo central porque presenta 8 relaciones con las demás (específicamente con las líneas de empaque 1 y 2), el área de mezclado, de producto terminado y finalizando con la de materia prima.

En la figura 19, se muestra el diagrama de parrillas del área de empaque. Se deduce que el diagrama mantendría el flujo lógico y secuencial del proceso si se aplica en un esquema de distribución; sin embargo, no es viable por la falta de espacio en la planta.

El inconveniente es que, al seguir los principios del diagrama de parrillas, al centro del espacio estudiado, debe ir la estación con más relaciones y las que le siguen alrededor de esta, después las segundas con más relaciones y así sucesivamente. No aplica un esquema que haga que el proceso, tanto de horneado como empaque, pueda analizarse de manera lógica y secuencial.

Figura 19. Diagrama de parrilla de área de empaque



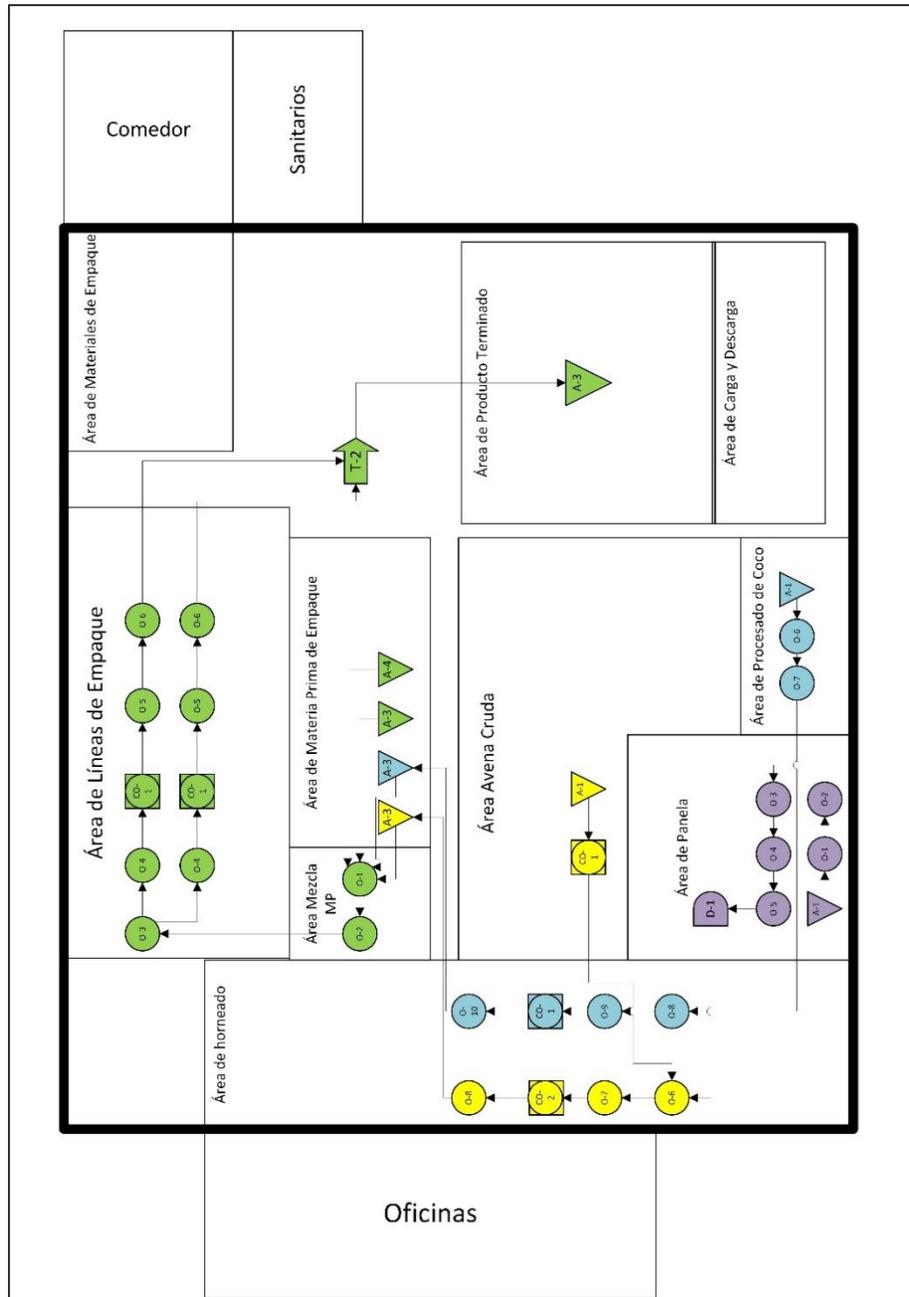
Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016.

De acuerdo con el análisis realizado, se determinó que el esquema para la planta de producción es el diseñado con el método de *layout* porque permite observar un flujo secuencial y lógico en el que se enlazan las dos áreas principales de la planta de horneado y de empaque. Además, el mismo es aplicable al espacio disponible en la planta de producción, y cumple con los requisitos iniciales: que el proceso pueda ser controlado de manera lógica y secuencial y que exista un orden que permita el aprovechamiento de espacio, para instalar una nueva línea de empaque.

#### **2.3.4. Diagrama de recorrido con nueva línea de empaque instalada**

Al diagrama de recorrido de la figura 17 se agregan las operaciones de la nueva línea de empaque. En la figura 20 se puede observar el nuevo diagrama de recorrido.

Figura 20. Diagrama de recorrido con nueva línea de empaque instalada



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016.

## 2.4. Análisis financiero-económico

El análisis financiero, consiste en una evaluación de los beneficios que se obtendrán del proyecto, considerando los ingresos por venta y los costos (inversión, operación y otros). La evaluación se realiza a futuro y dependiendo de la vida útil del proyecto, la cual se estima sea de cinco años, tomando en cuenta que es maquinaria lo que se instalará.

Por otro lado, lo que se busca con la instalación de la nueva línea es que se minimicen los costos de horas extras y tiempos extraordinarios (sábados y domingos). Para el efecto, se realizaron proyecciones considerando el tiempo de vida útil para satisfacer la demanda; que solo se aplicará al área de empaque, ver tabla XVII.

Tabla XVII. **Horas extras necesarias en el área de empaque para cubrir la demanda en los siguientes cinco años**

<b>Año</b>	<b>Horas extras (al mes)</b>	<b>Horas extras especiales (al mes)</b>
2018	112	25
2019	112	25
2020	112	30
2021	112	33
2022	112	36

Fuente: Saluvita S.A.

### 2.4.1. Costos de implementación

Son los egresos monetarios en los que una entidad o persona individual incurrirán en el desarrollo de un proyecto y que le generará una utilidad. Para

efecto de este proyecto, los costos de implementación están representados en la tabla XVIII.<sup>6</sup>

**Tabla XVIII. Costos de implementación del proyecto de nueva distribución e instalación de nueva línea de empaque, para la producción de granola de Saluvita**

<b>Actividad / Compra</b>	<b>Costo (Q)</b>
Movilización de estaciones de trabajo para nueva distribución	2 500,00
Instalación eléctrica para nueva línea de empaque	1 750,00
Máquina dosificadora	9 500,00
Balanza digital	1 200,00
Selladora de banda continua	6 500,00
Pistola sellos de fecha de Prod./Venc.	1 200,00
Mobiliario para nueva línea	800,00
<b>Total</b>	<b>23 450,00</b>

Fuente: Saluvita S.A.

#### **2.4.2. Costos de operación**

Son los egresos monetarios o el gasto en el que una entidad o persona individual incurre para mantener en operación un proceso para el desarrollo de un producto. Los costos de operación del proyecto en análisis son básicamente aquellos que permitirán mantener en operación la nueva línea de empaque.<sup>7</sup>

Asimismo, se considerará el gasto por mantenimiento de los equipos, el cual se basa en un porcentaje del valor de estos. Además, se consideran los honorarios de la persona que lo realiza (mecánico), quien proviene de una subcontratación externa, donde se contempla los repuestos. Para el efecto se

<sup>6</sup> SAMUELS, Sydney. *Apuntes sobre preparación y evaluación de proyectos 1*. p. 14.

<sup>7</sup> *Ibíd.*

detallan en la tabla XIX y están representados de manera mensual y en moneda nacional.

Tabla XIX. **Costos de operación mensual de una línea de empaque de Saluvita**

<b>Actividad</b>	<b>Costo (Q)</b>
Salarios (4 operarios)	12 000,00
Energía eléctrica	100,00
Mantenimiento	200,00
<b>Total</b>	<b>12 300,00</b>

Fuente: Saluvita S.A.

### **2.4.3. Depreciación y valor de salvamento de maquinaria**

La depreciación es un procedimiento contable, es reconocer el desgaste que sufre un activo fijo a través del tiempo, por su uso, que contribuye a generar ingresos y utilidades para una empresa o negocio al final de la vida útil. Debe tenerse presente que la depreciación no representa físicamente un egreso, sino que es una representación contable que tendrá más bien efectos financieros en la empresa.<sup>8</sup>

Para su cálculo, existen varios métodos, pero en esta investigación, se utilizará el de línea recta. Consiste en que, al valor inicial de una inversión, se debe restar anualmente durante el tiempo que tenga vida útil un activo, un determinado porcentaje al valor inicial.

En Guatemala, la Ley del Impuesto Sobre la Renta determina el porcentaje que se depreciará anualmente los activos fijos. Estos varían

---

<sup>8</sup> BLANK, Leland. *Ingeniería Económica*. p. 426.

dependiendo del activo. Para el proyecto en análisis, se utilizará el porcentaje de depreciación para maquinaria y mobiliario, el cual corresponde a un 20 % anual.

Cabe indicar que, para el cálculo correcto de una depreciación, al costo inicial sobre el que se calcula, se le debe restar el valor de salvamento, que es la cantidad que se estima, por la que se podría vender el activo cuando la vida útil del mismo termine. Normalmente, este valor oscila entre el 20 % y 25 % del valor original.

La maquinaria y mobiliario por depreciar para el proyecto en estudio, se detalla en las tablas XX y XXI.

Tabla XX. **Valor de depreciación y valor de salvamento de maquinaria**

Máquina	Valor original (Q)	Porcentaje, valor de salvamento	Valor de salvamento (Q)	Valor a depreciar (Q) (Valor original – Valor Salvamento)
Dosificadora	9 500,00	20%	1 900,00	7 600,00
Balanza	1 200,00	20%	240,00	960,00
Selladora	6 500,00	20%	1 300,00	5 200,00
Mobiliario	800,00	20%	160,00	640,00

Fuente: Saluvita S.A.

Tabla XXI. **Depreciación de maquinaria**

Activo	Valor a depreciar (Q)	2018 (Q)	2019 (Q)	2020 (Q)	2021 (Q)	2022 (Q)	Valor final (Q)
<b>Dosificadora</b>	7 600,00	1 520,00	1 520,00	1 520,00	1 520,00	1 520,00	0,00
<b>Balanza</b>	960,00	192,00	192,00	192,00	192,00	192,00	0,00
<b>Selladora</b>	5 200,00	1 040,00	1 040,00	1 040,00	1 040,00	1 040,00	0,00
<b>Mobiliario</b>	640,00	128,00	128,00	128,00	128,00	128,00	0,00

Fuente: Saluvita S.A.

#### 2.4.4. Análisis de costo – beneficio

El análisis costo – beneficio es un procedimiento financiero con herramientas matemáticas que se utiliza para evaluar la rentabilidad de un proyecto durante su vida útil, para decidir si se ejecuta o no. Para el análisis financiero, se considerará el valor presente neto (VPN), tasa interna de retorno (TIR), ratio de beneficio costo (B/C). Estos métodos analizan y comparan los ingresos y egresos que se generarán a lo largo de la vida útil del proyecto para determinar si el proyecto es rentable.

Una parte fundamental de un análisis de costo beneficio son los ingresos por venta que se tengan en el periodo por evaluar. Saluvita proporcionó sus estimaciones de venta en volumen de producto, así como en moneda, para los años que corresponden al proyecto. Asimismo, proporcionó un estimado del costo de producción unitario. Esto se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla XXII. **Estimaciones de venta y costo unitario de granola Saluvita, del 2018 al 2022**

	2018	2019	2020	2021	2022
Unidades vendidas	220 000	220 000	225 000	230 000	235 000
Precio de venta unitario	Q10,96	Q10,96	Q10,96	Q10,96	Q10,96
Ingreso total	Q2 411 200,00	Q2 411 200,00	Q2 466 000,00	Q2 520 800,00	Q2 575 600,00
Costo unitario	Q7,25	Q7,25	Q7,25	Q7,25	Q7,25
Costo total	Q1 595 000,00	Q1 595 000,00	Q1 631 250,00	Q1 667 500,00	Q1 703 750,00

Fuente: Saluvita S.A.

Con el valor presente neto (VPN), se analiza el valor del dinero en el tiempo, trasladando el valor del flujo de caja futuro (los ingresos menos los egresos) que generará un proyecto, a un valor actual, para comparar ese valor con el desembolso inicial.

La fórmula que permite calcular el VPN es la siguiente:

$$VPN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{V_f}{(1+i)^t} + V_s$$

Donde:

- VPN: Valor presente neto
- $I_0$ : Inversión inicial
- $V_f$ : Valor futuro del flujo de caja
- $i$ : Tasa de interés de rentabilidad que el inversionista espera
- $T$ : periodo en años de vida útil del proyecto
- $V_s$ : Valor de salvamento

Del análisis del valor presente neto VPN, resultan tres criterios para tomar la decisión sobre ejecutar o no el proyecto:

- $VPN > 0$ : el proyecto generará una utilidad mayor a la deseada ( $i$ ), el proyecto debería ejecutarse.
- $VPN = 0$ : el proyecto generará la utilidad deseada ( $i$ ), debería ejecutarse solo si no hay una alternativa que genere más utilidad.
- $VPN < 0$ : el proyecto generará pérdidas, no debería ejecutarse.

Para calcular el VPN, además de los ingresos, se desglosa una serie de costos en los que la empresa incurriría de no ejecutar el proyecto, los cuales

únicamente son representativos para definir los ingresos que permitan calcular el flujo de efectivo, los cuales serán considerados como un ahorro. En tal sentido, de la implementación de una nueva línea, se pueden tener las economías basadas en lo siguiente:

- Horas extras
- Horas extras especiales. Son las horas trabajadas por los operarios en sus días de descanso semanal.

Esto es aplicable para una jornada diurna, considerando que la primera se paga al 150 % y la segunda al 300 %, ambas sobre el valor de la hora ordinaria.

Para determinar el monto en horas extras, se considera

- Salario mensual = Q 3 000,00 \* operario
- Salario diario = Q 3 000,00 / 30 días = Q 100,00 \* operario
- Salario por hora = Q 100,00 / 8 horas = Q 12,50 \* operario
- Hora extra = 1,5(Q 12,50) = Q 18,75
- Hora extra especial = 3(Q 12,50) = Q 37,50

Considerando la información de la empresa Saluvita S.A., en las tablas XVIII, XIX y XXII, se determina el monto total en horas extras y horas extras especiales para los próximos 5 años que estaría incurriendo, valor que se transforma en economía con la implementación de la nueva línea. Con estos valores se calculará el flujo de efectivo, tomando en cuenta los egresos, como los gastos de operación de la línea y el costo unitario de producción anual.

Tabla XXIII. **Flujo de efectivo del proyecto en los próximos cinco años**

	2018	2019	2020	2021	2022
<b>Ingresos/Ahorros</b>					
Ingresos en ventas	Q2 411 200,00	Q2 411 200,00	Q2 466 000,00	Q2 520 800,00	Q2 575 600,00
Hora extra	Q 100 800,00				
Hora extra especial	Q 45 000,00	Q 45 000,00	Q 54 000,00	Q 59 400,00	Q 64 800,00
<b>Total</b>	<b>Q2 557 000,00</b>	<b>Q2 557 000,00</b>	<b>Q2 520 000,00</b>	<b>Q2 580 200,00</b>	<b>Q2 640 400,00</b>
<b>Egresos</b>					
Salarios	Q 288 000,00				
Energía Elec.	Q 2 400,00				
Mantenimiento	Q 4 800,00				
Costo unitario anual	Q1 595 000,00	Q1 595 00,00	Q1 631 250,00	Q1 667 500,00	Q1 703 750,00
<b>Total costos</b>	<b>Q1 890 200,00</b>	<b>Q1 890 200,00</b>	<b>Q1 926 450,00</b>	<b>Q1 962 700,00</b>	<b>Q1 998 950,00</b>
<b>Flujo Anual</b>					
	<b>Q666 800,00</b>	<b>Q666 800,00</b>	<b>Q593 550,00</b>	<b>Q617 500,00</b>	<b>Q641 450,00</b>

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con los datos de las tablas XVIII (inversión inicial), XX (valor de salvamento de maquinaria) y XXII (flujo de efectivo del proyecto), se calcula el VPN considerando una tasa de interés del 10 %. De esta manera, se protege el capital de los efectos de la inflación (6 % anual en base a datos del Banco de Guatemala), se asegura su inversión y que esta produzca utilidades, comparado con las que obtendría en algún banco del sistema (4 %).

Cálculo del VPN:

$$\begin{aligned} \text{VPN} = & -Q 23 450,00 + \frac{Q 666 800,00}{(1 + 0.1)} + \frac{Q 666 800,00}{(1.1)^2} + \frac{Q 593 550,00}{(1.1)^3} \\ & + \frac{Q 617 500,00}{(1.1)^4} + \frac{Q 641 450,00}{(1.1)^5} + Q 1 900,00 + Q 240,00 \\ & + Q 1 300,00 + Q 160,00 \end{aligned}$$

$$\text{VPN} = Q 2 403 399,89$$

Además, se calcula el indicador Beneficio-Costo (B/C), que es el cociente entre la suma del VPN de los ingresos y la suma del VPN de los egresos, a los que debe restársele el valor de salvamento de la maquinaria.

Para el análisis del B/C existen tres criterios:

- B/C > 1: El proyecto es rentable, se recomienda ejecutarlo.
- B/C = 1: Los ingresos y egresos del proyecto son iguales, cumple con la tasa de interés del inversor, pero no genera más utilidad.
- B/C < 1: El proyecto no es rentable, se recomienda no ejecutarlo.

Cálculo de VPN de ingresos:

$$\begin{aligned} \text{VPNIng} = & \frac{Q 2 557 000,00}{(1 + 0,1)} + \frac{Q 2 557 000,00}{(1,1)^2} + \frac{Q 2 520 000,00}{(1,1)^3} + \frac{Q 2 580 200,00}{(1,1)^4} \\ & + \frac{Q 2 640 400,00}{(1,1)^5} = Q 9 732 873,87 \end{aligned}$$

Cálculo de VPN de egresos:

$$VPN_{eg} = \frac{Q\ 1\ 890\ 200,00}{(1 + 0,1)} - \frac{Q\ 1\ 890\ 200,00}{(1,1)^2} + \frac{Q\ 1\ 926\ 450,00}{(1,1)^3} + \frac{Q\ 1\ 962\ 700,00}{(1,1)^4} + \frac{Q\ 1\ 998\ 950,00}{(1,1)^5} - Q\ 1\ 900,00 - Q\ 240,00 - Q\ 1\ 300,00 - Q\ 160,00$$

$$VPN_{eg} = Q\ 7\ 306\ 023,98$$

Cálculo de indicador B/C:

$$\frac{B}{C} = \frac{Q\ 9\ 732\ 873,87}{Q\ 7\ 306\ 023,98} = 1,33$$

Para un análisis económico completo, se realiza también el cálculo del valor presente neto y el indicador Beneficio – Costo, de las operaciones de Saluvita, del 2018 al 2022, sin la implementación del proyecto, es decir, si decidiera trabajar como actualmente lo hace. El flujo de efectivo en esta alternativa tiene la característica de que el ahorro que se tiene al instalar la nueva línea de empaque ahora será un costo. Sin embargo, el valor de los salarios, energía eléctrica y mantenimiento se reduce a la mitad, debido a que en este método solo trabaja una línea de empaque y no dos. Este flujo de efectivo se puede apreciar en la Tabla XXIV.

Tabla XXIV. **Flujo de efectivo de la forma actual**

	2018	2019	2020	2021	2022
<b>Ingresos/Ahorros</b>					
Ingresos en ventas	Q2 411 200,00	Q2 411 200,00	Q2 466 000,00	Q2 520 800,00	Q2 575 600,00
<b>Total</b>	<b>Q2 411 200,00</b>	<b>Q2 411 200,00</b>	<b>Q2 466 000,00</b>	<b>Q2 520 800,00</b>	<b>Q2 575 600,00</b>
<b>Egresos</b>					
Salarios	Q 144 000,00				
Costo horas extras	Q145 800,00	Q145 800,00	Q154 800,00	Q160 200,00	Q165 600,00
Energía Elec.	Q 1 200,00				
Mantenimiento	Q 2 400,00				
Costo unitario anual	Q1 595 000,00	Q1 595 00,00	Q1 631 250,00	Q1 667 500,00	Q1 703 750,00
<b>Total costos</b>	<b>Q1 888 400,00</b>	<b>Q1 888 400,00</b>	<b>Q1 933 650,00</b>	<b>Q1 975 300,00</b>	<b>Q2 016 950,00</b>
<b>Flujo Anual</b>					
	<b>Q522 800,00</b>	<b>Q522 800,00</b>	<b>Q 532 350,00</b>	<b>Q545 500,00</b>	<b>Q 558 650,00</b>

Fuente: elaboración propia.

Con la información proporcionada por el flujo de efectivo anterior, se calcula el VPN y el indicador B/C, para compararlos con los valores de VPN y B/C obtenidos a partir de la realización del proyecto.

Cálculo del VPN de la forma actual:

$$\text{VPN} = \frac{Q 522\ 800,00}{(1 + 0,1)} + \frac{Q 522\ 800,00}{(1,1)^2} + \frac{Q 532\ 350,00}{(1,1)^3} + \frac{Q 545\ 500,00}{(1,1)^4} + \frac{Q 558\ 650,00}{(1,1)^5}$$

$$\text{VPN} = Q\ 2\ 026\ 762,81$$

Cálculo de VPN de ingresos de la forma actual:

$$\text{VPNIng} = \frac{Q\ 2\ 411\ 200,00}{(1 + 0,1)} + \frac{Q\ 2\ 411\ 200,00}{(1,1)^2} + \frac{Q\ 2\ 466\ 000,00}{(1,1)^3} + \frac{Q\ 2\ 520\ 800,00}{(1,1)^4} + \frac{Q\ 2\ 575\ 600,00}{(1,1)^5} = Q\ 9\ 358\ 454,85$$

Cálculo de VPN de egresos de la forma actual,

$$\text{VPNeg} = \frac{Q\ 1\ 888\ 400,00}{(1 + 0,1)} - \frac{Q\ 1\ 888\ 400,00}{(1,1)^2} + \frac{Q\ 1\ 933\ 650,00}{(1,1)^3} + \frac{Q\ 1\ 975\ 300,00}{(1,1)^4} + \frac{Q\ 2\ 016\ 950,00}{(1,1)^5}$$

$$\text{VPNeg} = Q7\ 331\ 692,04$$

Cálculo de indicador B/C:

$$\frac{B}{C} = \frac{Q9\ 358\ 454,85}{Q7\ 331\ 692,04} = 1,28$$

Tabla XXV. **Comparativa de VPN y B/C entre alternativas**

<b>Alternativa</b>	<b>VPN</b>	<b>B/C</b>
Instalación de nueva línea de empaque	Q 2 403 399,89	1,33
Operar de la forma actual	Q 2 026 762,81	1,28

Fuente: elaboración propia.

Luego de analizar los valores mostrados en la tabla XXV, en la cual se compara el VPN y B/C de las dos alternativas para la empresa, se determinó que lo más conveniente es la instalación de la nueva línea de empaque. Esto se debe a que, además de facilitar las operaciones de producción al no necesitar laborar en horas extras, representa también un mejor panorama financiero para la empresa, debido a que su VPN y B/C son mayores.



### **3. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA**

#### **3.1. Compromiso de la Dirección**

La implementación de todo proyecto representa un análisis numérico y de toma de decisiones, pero el mayor aporte que se puede tener es cuando se ha determinado que existirán utilidades. En tal sentido, cuando un proyecto se vende solo, es fácil tomar el camino correcto.

Por tal razón, la propuesta de distribución y nueva línea de empaque para la planta de producción de granola de Saluvita, S.A. representa una alternativa viable. En tal sentido, la alta Dirección de la empresa, debe estar comprometida para que esto se haga una realidad. Se consideran factores favorables:

- Reducción de costos en horas extras.
- Mayor bienestar entre los operarios al minimizar los esfuerzos extras.
- Mayor capacidad de producción a futuro y poder atender la demanda del producto.
- Mayor control de las operaciones realizadas en planta.
- Mayor orden en los procesos.
- 

#### **3.1.1. Recursos necesarios**

Para implementar y desarrollar el proyecto correcta y exitosamente, es necesario contar con recursos, financieros y humanos.

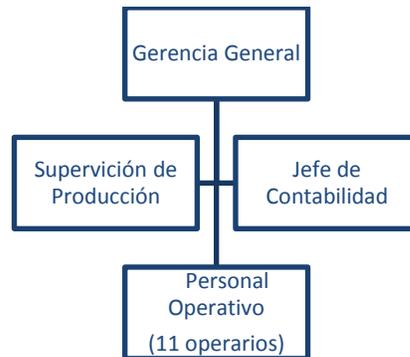
Para el recurso financiero, se debe contar con un capital de Q 22 450,00 para realizar la inversión del proyecto. Además, para cubrir los costos de operación, con base en el análisis costo – beneficio se determinó que es autosostenible y que genera utilidades. Se deberá contar con personal para distintas categorías de mando, bajo el contexto de responsabilidad para el cumplimiento de sus actividades de una manera correcta.

### **3.1.2. Personal involucrado**

El recurso humano es el bastión en una empresa. En tal sentido, se le definen puestos y se le delegan funciones, para el caso de Saluvita, S.A. se establece dentro de su estructura:

- Supervisor de Producción: es el responsable de la producción para las dos líneas, para que los procesos de cada una de las actividades cumplan con estándares establecidos por la empresa y para evitar el uso de horas extras y horas extras especiales innecesarias.
- Jefe de Contabilidad (externo). Responsable del control contable (ingresos – egresos).
- Personal operativo. Responsables de operar la maquinaria para la fabricación del producto.

Figura 21. **Nuevo organigrama de la empresa Saluvita, S.A.**



Fuente: elaboración propia.

### 3.2. Nueva distribución

Para la implementación de la nueva distribución en la planta de producción de granola de Saluvita, se deben cumplir requisitos en cada una de las áreas y tener en cuenta limitantes, como la posición de los hornos (que no puede ser modificada), de manera que la implementación del nuevo esquema de distribución no debe afectar la eficiencia del proceso y la inocuidad del producto.

Para el efecto se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Entre estaciones, debe haber un pasillo de 1,20 m. el esquema se establece en la figura 16.
- El lavamanos debe permanecer en la entrada al área de producción, para que los operarios lo utilicen antes del ingreso. La higiene es obligatoria.
- Señalizar las distintas rutas de evacuación al momento de que el nuevo esquema de distribución sea implementado.

### **3.2.1. Área de horneado**

Para implementar el nuevo esquema de distribución en el área de horneado se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Delimitar el espacio que ocupará cada estación para que el proceso de producción pueda ser monitoreado (inventarios y control de operaciones).
- El área de hornos debe permanecer en la ubicación actual, para no incurrir en costos de nueva instalación de tuberías de gas.
- El área de procesamiento de la panela debe ser adyacente a la de hornos, para aprovechar la instalación de tuberías de gas que alimenta la olla de cocción y no incurrir en gastos adicionales.

### **3.2.2. Área de empaque**

Para el área de empaque, delimitar el espacio que ocupará cada línea. En los contornos del área se utilizará pintura epóxica para facilitar el control de operaciones.

En el área de materiales de empaque, donde se ubican las bolsas, cajas y demás insumos necesarios para llevar a cabo el proceso de empaque, se debe delimitar el espacio que ocupará cada uno, para controlar mejor el inventario.

### **3.2.3. Área de materia prima**

En el área de almacenaje de materia prima, tanto de horneado como de empaque, es necesario que cada materia prima tenga sus propias tarimas y espacios en los que serán almacenadas para evitar cualquier tipo de

contaminación entre ellas y, además, poder llevar un mejor control de inventarios.

#### **3.2.4. Área de producto terminado**

En el área de producto terminado, lo más importante, es que las tarimas sobre las se apercha el producto, tengan una separación entre ellas de al menos 0,50 m. De esa manera, el personal responsable de los controles de inventario de producto terminado tendrá espacio suficiente para realizar sus actividades y sea delimitado con pintura epóxica.

### **3.3. Nueva línea de empaque**

Para poder implementar la nueva línea de empaque, se debe considerar:

- Las indicaciones en el numeral 3.2.2.
- Que las áreas de las máquinas y mobiliarios también se delimiten.
- Que cada una de las máquinas tengan una ficha técnica que contenga datos que permitan guiar al operario para que considere las acciones a tomar en caso de accidentes, fallos o averías y récord de mantenimiento.

#### **3.3.1. Requisitos de la nueva maquinaria**

Para el funcionamiento correcto de la maquinaria, se debe considerar dos requisitos indispensables:

- Adecuar fuentes de potencia (instalaciones eléctricas) de manera que no representen peligro para el proceso y operarios.
- Mantenimiento preventivo, para evitar paros en los procesos.

### **3.3.2. Cantidad de operarios necesarios para la nueva línea de empaque**

Añadir cuatro plazas a la planilla que corresponden a operadores de planta. Uno por cada máquina o estación de trabajo que conforme la nueva línea de empaque:

- Operario para dosificadora volumétrica
- Operario para verificación de pesaje en balanza digital
- Operario para selladora vertical de banda continua
- Operario para el encajado y embalado de producto terminado

### **3.3.3. Capacitación de operarios de nueva línea de empaque**

Las operaciones por realizar en la línea de empaque son simples y cada operario será capaz de perfeccionarlas con la práctica. La capacitación de los nuevos operarios debe considerar aspectos como:

- Buenas prácticas de manufactura: inducción sobre los procesos e higiene para obtener un producto de calidad.
- Toma de decisiones en estado de emergencias: conocimientos básicos sobre cómo reaccionar ante una emergencia, como lo puede ser: un accidente (primeros auxilios), sismos, entre otros.
- Conocimiento sobre mecánica industrial básica y el funcionamiento de la maquinaria, para que los operarios realicen reparaciones simples.

## 4. MEDIO AMBIENTE

### 4.1. Listado taxativo

En la legislación guatemalteca, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), por medio del Acuerdo Ministerial No. 199-2016 clasifica a aquellos proyectos, obras, industrias o actividades; que por las operaciones que realizan, podrían tener un impacto ambiental de menor o mayor escala, dependiendo de lo que realicen.<sup>9</sup>

Identificar una industria o proyecto dentro de la lista taxativa es uno de los primeros pasos para definir el tipo de Estudio de Impacto Ambiental que se debe desarrollar. Este es un requisito indispensable para obtener la resolución y licencia ambiental para la implementación del proyecto y que determina las medidas de mitigación que se deben cumplir.

El listado taxativo identifica a las empresas de dos formas. La primera, dependiendo del número de empleados de la empresa y la segunda, dependiendo del impacto ambiental que provoque la actividad que desarrollan. Para efectos de esta investigación se tomará en cuenta la primera forma, que se muestra en la tabla XXVI.

---

<sup>9</sup> MARN. *Acuerdo Ministerial No. 199-2016*. p. 2.

Tabla XXVI. **Identificación de empresas por el número de empleados**

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad de empleados</b>	<b>Código de Identificación</b>
Micro empresa	1 a 10	MIE
Pequeña empresa	11 a 80	PE
Mediana empresa	81 a 200	ME
Grande	201 o más	GE

Fuente: MARN. *Acuerdo Ministerial No. 199-2016*. p. 2.

#### **4.1.1. Identificación de listado taxativo antes de la implementación del proyecto**

La empresa cuenta con ocho (8) empleados (operarios). Por lo que estaría catalogada como una microempresa “MIE”.

#### **4.1.2. Identificación de listado taxativo después de la implementación del proyecto**

Al implementar el proyecto, la cantidad de operarios se incrementará a doce (12), en consecuencia, ya estaría catalogada como pequeña empresa “PE”.

### **4.2. Análisis de condiciones ambientales en el área de empaque**

Las condiciones ambientales en un área de trabajo van de la mano con la seguridad y salud ocupacional, que se enfoca en el estudio, análisis y mejora de situaciones que pueden llegar a afectar la salud y la calidad de vida del trabajador si estas no son las adecuadas.<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> GARCÍA, Roberto. *Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. p. 78.

Para el área de empaque, el análisis se enfocará al ruido, iluminación y ventilación; para determinar si cumplen con Normas, en el caso del proyecto, el Acuerdo Gubernativo 33-2016 del Ministerio de Trabajo y Previsión Social.

#### 4.2.1. Ruido

En las áreas de trabajo, el ruido puede verse incrementado por la maquinaria, tareas y otros factores. Es necesario que los niveles de ruido no sobrepasen los límites tolerados por el ser humano para evitar problemas auditivos a mediano o largo plazo a los trabajadores.<sup>11</sup>

Como norma general, una exposición de 8 horas a un nivel de ruido mayor a 85 dB (ver tabla en anexos), requiere de utilización de equipo de protección personal. Para el efecto, en el área de empaque se midió por un minuto y a distintas horas del día el nivel de ruido en dB para determinar el promedio de este y así saber si es nocivo para la salud de los operarios.<sup>12</sup>

Tabla XXVII. Mediciones de ruido en área de empaque

Hora	Nivel de ruido (dB)
07:30	80,3
09:00	86,4
11:00	82,7
13:00	83,1
15:30	84,2
<b>Promedio</b>	<b>83,34</b>

Fuente: elaboración propia, empleando app Sound Meter iOS.

<sup>11</sup> TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*. p. 56.

<sup>12</sup> MINTRAB. *Acuerdo Gubernativo 33-2016*. p. 17.

De acuerdo con el análisis se determinó que el promedio de nivel de ruido se encuentra por debajo de los 85 dB, lo que significa que no es necesario que los operarios utilicen equipo de protección auditiva.

#### **4.2.2. Iluminación**

La iluminación es una parte fundamental en el acondicionamiento ergonómico de las áreas de trabajo porque permite a los operarios minimizar fatigas visuales, en consecuencia, mantener un rendimiento adecuado, evitando errores o accidentes.<sup>13</sup>

En el área de empaque, la iluminación es de forma natural y artificial. La natural se obtiene a través de ventanas y láminas de plástico transparentes en el techo, la iluminación artificial a través de luminarias. Según el Acuerdo Gubernativo 33-2016 del Ministerio de Trabajo, la iluminación mínima permitida para áreas de empaque en fábricas es de 200 lux y la óptima de 500 lux (ver tabla en anexos). Para el efecto se hicieron mediciones en el área y se obtuvieron los siguientes resultados, tabla XXVIII.

**Tabla XXVIII. Niveles de iluminación área de empaque**

<b>Hora</b>	<b>Nivel de iluminación (lux)</b>
07:30	220
09:00	223
11:00	240
13:00	243
15:30	235

Fuente: elaboración propia, empleando app Lux Meter iOS

---

<sup>13</sup> TORRES, Sergio. *Ingeniería de Plantas*. p. 60.

De acuerdo con el análisis se determina que los niveles de iluminación se encuentran en los rangos adecuados para el buen desempeño de las actividades de los operarios.

#### **4.2.3. Ventilación**

La ventilación es simplemente la renovación del aire que se encuentra dentro de una nave industrial, por medio la extracción o a través del ingreso de aire desde el exterior, de manera natural o mecánica. El objetivo de esto es asegurar la limpieza del aire del interior, para que sea salubre e higiénica para el producto y trabajadores, además permite regular la temperatura de la planta.

<sup>14</sup>

- Ventilación natural: Se logra a través de ventanas por las que entra el aire y por su movimiento, eleva el aire “sucio” hacia arriba y extraído por ventanas o dispositivos en el techo.
- Ventilación mecánica: puede utilizarse distintas formas, la más común es por con extractores, porque inyecta aire limpio a la planta, emulando así un sistema natural, asimismo pueden extraer el aire sucio hacia el exterior.

En el área de empaque se determina que el sistema de ventilación es inadecuado porque impide evacuar el calor provocado por los hornos, lo que provoca la elevación de la temperatura dentro de la planta. En la actualidad, existen ventanas que no se dan abasto, por lo que se necesita implementar un sistema de extracción.

---

<sup>14</sup> TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*. p. 85.

### **4.3. Descripción de contaminantes biológicos**

Un contaminante, es una forma de energía o sustancia introducida a un medio en el que no se encontraba originalmente, pudiendo causar daños. En los procesos de la empresa se generan desechos naturales que pueden convertirse en contaminantes biológicos si no se les da un tratamiento adecuado. Específicamente en el área de horneado y empaque se generan desechos, pero no se clasifican como tales porque son reutilizables.

- Costales plásticos: derivan de la compra de avena. Estos se venden y generan ingresos monetarios para la empresa
- Cajas de cartón: por la compra de manía y las pasas. La empresa las reutiliza.

#### **4.3.1. Desechos área de horneado**

Se generan orgánicos, cada uno de ellos tiene su propio recipiente para evitar desarrollar focos de contaminación:

- Tusa: es el envoltorio de la panela y no puede reutilizarse, por tanto, se desecha a la basura común. Es considerada un desecho orgánico.
- Cáscara de coco: en el proceso únicamente se utiliza la pulpa y este residuo se desecha a la basura común. Es considerado un desecho orgánico.
- Avena: se refiere al material de desperdicio que resulta del proceso de pesado y horneado. Este residuo no se puede reutilizar, por lo que se desecha a la basura común. Se considera un desecho orgánico.

### **4.3.2. Desechos área de empaque**

Desechos

- Bolsas plásticas: es el empaque de la manía, son desechadas en el recipiente general del área de empaque. Son inorgánicas.
- Tiras de plástico: resultan de la utilización de los *stickers*, no son utilizados en otro proceso por lo que se desechan. Son inorgánicos.

### **4.4. Identificación de peligros y riesgos**

Un peligro es una situación o actividad, con potencial de causar daño, refiriéndonos ambientalmente<sup>15</sup>. Entre estos están:

- Químicos: gases, vapores o polvo.
- Físicos: vibraciones, ruido, iluminación o temperatura.
- Biológico: bacterias, virus, parásitos.
- Psicosocial: contaminación visual, estrés.

#### **4.4.1. Para la comunidad**

La planta de producción de Saluvita, podría generar ciertos peligros para la comunidad que vive cerca de la planta. Entre estos se encuentran:

---

<sup>15</sup> Asociación de Empresarios del Henares. *Riesgos laborales relacionados con el medio ambiente*. p. 25.

- Biológicos: desechos de cáscara de coco y avena que generan peligros biológicos. Sin embargo, tienen un manejo adecuado y depósitos en áreas autorizadas por la municipalidad.
- Psicosocial: contaminación visual, esto por su ubicación rural – residencial, acción que en este momento no se puede modificar.

#### **4.4.2. Para los operarios**

Se consideran los siguientes:

- Físicos: calor generado por los hornos, provocando fatiga para los trabajadores.
- Biológicos: la avena al ser procesada en estado crudo genera polvillo que podría perjudicar la salud de los operarios responsables.

### **4.5. Plan de control ambiental**

También conocido como plan de manejo ambiental. Describe las acciones que se deben tomar para prevenir, mitigar y contener los impactos, que sean consecuencia de un proyecto, actividad u obra.

Las medidas preventivas se encargan de minimizar los riesgos. Es tomar acciones que reduzcan el impacto al medio ambiente.

#### **4.5.1. Medidas preventivas**

- Riesgos químicos: las operaciones y actividades de la planta no representan un riesgo químico, sin embargo, hay algunas medidas que se deberían tomar para el almacenaje de productos químicos de

limpieza, se tendrían que disponer en un espacio alejado de la producción.

- Riesgos físicos: ventilación inadecuada, recomendable instalar extractores de aire para poder renovar el aire interno de la planta.
- Riesgos biológicos: los que resultan de la actividad productiva, son orgánicos y plásticos y se disponen de manera separada en recipientes para posteriormente evacuar.

#### **4.5.2. Medidas de mitigación**

- Riesgos físicos: colocar dispensadores de agua para los operarios para minimizar el impacto del calor y la deshidratación.
- Mejorar el sistema de ventilación colocando extractores en lugares estratégicos.
- Programas de apoyo a la comunidad que se enmarcarán en reforestación y jardinería, para mitigar el impacto visual que provoca la infraestructura de la empresa.

#### **4.5.3. Plan de contingencia**

La actividad industrial de la empresa no genera un impacto fuerte en comunidad o con sus trabajadores. Un plan de contingencia solo aplicaría a los riesgos de carácter físico. Si un empleado sufriera alguna complicación de salud debido a deshidratación en la planta, se debería tener un botiquín con elementos básicos para brindar apoyo previo a ser atendido por unidades médicas.



## 5. SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA

En el presente capítulo, se detallan los instrumentos de seguimiento que permitirán fortalecer los procesos de la empresa.

### 5.1. Distribución de planta

Para la distribución en planta, se plantean tablas que permitan determinar las relaciones que se dan entre estaciones y cuántas operaciones cruzadas, adyacentes y no adyacentes existen. Estas podrían ser utilizadas si el esquema de distribución llegara a ser modificado.

#### 5.1.1. Diagrama de relaciones

Herramienta para determinar el número de relaciones que existe entre áreas.

Figura 22. **Plantilla propuesta para análisis de relaciones entre estaciones**

ANÁLISIS DE RELACIONES ENTRE ESTACIONES DE TRABAJO				
Fecha:	Analista:	Área a analizar:	Departamento:	
A	Área	Área	Área	Área
De				
Área	-			
Área		-		
Área			-	
Área				-
Total				

Fuente: elaboración propia.

### 5.1.2. Operaciones cruzadas

Herramienta que permite analizar las operaciones cruzadas y las acciones por tomar.

Figura 23. **Plantilla propuesta para análisis de operaciones cruzadas**

ANÁLISIS DE OPERACIONES CRUZADAS ENTRE ESTACIONES			
Fecha:	Analista:	Área a analizar:	Departamento:
Estación inicial	Estación final	Distancia	Solución

Fuente: elaboración propia.

### 5.1.3. Operaciones adyacentes

Herramienta que permite llevar el control de las operaciones adyacentes en la planta.

Figura 24. **Plantilla análisis operaciones adyacentes**

ANÁLISIS DE OPERACIONES ADYACENTES				
Fecha	Analista	Departamento	Área	
Estación inicial	Estación final	Operación analizada	¿Adyacente? (Sí o no)	Observaciones

Fuente: elaboración propia.

#### 5.1.4. Operaciones no adyacentes

Herramienta para llevar el control de las operaciones no adyacentes y sus soluciones.

Figura 25. **Plantilla de análisis para operaciones no adyacentes**

ANÁLISIS DE OPERACIONES NO ADYACENTES				
Fecha	Analista	Departamento	Área	
Estación inicial	Estación final	Operación analizada	Distancia	Solución

Fuente: elaboración propia.

#### 5.2. Nueva línea de empaque

Para verificar que la nueva línea de empaque desarrolle sus tareas de la forma esperada, se propone llevar el control de los siguientes indicadores:

- **Tiempos:** se recomienda que, cada cierto periodo, se realice un estudio de tiempos, para determinar que las líneas de empaque trabajen al ritmo establecido por la empresa.
- **Horas extra:** es necesario llevar el control de horas extra utilizadas, estas deben ser las menos posibles.
- **Control de producción de líneas de empaque:** indicador que servirá para llevar el control de cuánto está produciendo cada línea de empaque, de manera que sirva a la empresa para saber si las líneas cumplen con las metas de producción establecidas.

Para el seguimiento de la nueva línea de empaque, se adaptaron plantillas que recolectan indicadores para identificar cómo se están llevando a cabo las actividades; las básicas que se recomiendan son:

- Para toma de tiempo de operaciones
- Para control de horas extras utilizadas por línea de empaque
- Para control de producción
- Para control de mantenimiento de la maquinaria

### 5.2.1. Tiempos de empaque

Figura 26. **Plantilla para estudio de tiempos de línea de empaque**

ESTUDIO DE TIEMPOS DE OPERACIONES DE LÍNEA DE EMPAQUE										
Fecha:			Analista:			Operación:			Línea:	
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Promedio
									TC	

Fuente: elaboración propia.

**Figura 27. Plantilla control de horas extra utilizadas por líneas de empaque**

CONTROL DE HORAS EXTRAS UTILIZADAS POR LÍNEAS DE EMPAQUE				
Semana	Horas extra utilizadas por línea 1	Horas extra utilizadas por línea 2	Observaciones	Firma

Fuente: elaboración propia.

### 5.2.2. Capacidad de producción de línea de empaque

**Figura 28. Plantilla para control de producción de líneas de empaque**

CONTROL DE CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN LÍNEAS DE EMPAQUE				
FECHA	LÍNEA	UNIDADES PRODUCIDAS	OBSERVACIONES	FIRMA ENCARGADO

Fuente: elaboración propia.

### 5.2.3. Rutinas de mantenimiento para maquinaria

Figura 29. **Plantilla para control de mantenimiento de maquinaria de líneas de empaque**

CONTROL DE MANTENIMIENTO PARA MAQUINARIA DE LÍNEAS DE EMPAQUE				
Máquina	Línea	Manto. Realizado	Observaciones	Firma de encargado

Fuente: elaboración propia.

### 5.3. Aplicación de metodología 5s

Como parte de la mejora continua, se plantea la posibilidad de que la empresa implemente la metodología 5s en sus áreas de trabajo. Consiste en realizar acciones en el área de trabajo que harán estar más ordenadas y limpias, logrando así incrementar la satisfacción del trabajador.<sup>16</sup>

Las 5s que componen el método y su objetivo son:

- Separar innecesarios: eliminar del espacio de trabajo lo que sea inútil.
- Situar necesarios: organizar de una manera que sea eficaz el área de trabajo.
- Suprimir suciedad: mantener limpia el área de trabajo.

<sup>16</sup> REY SACRISTAN, Francisco. *Las 5s: orden y limpieza en el puesto de trabajo*. p. 32.

- Señalizar anomalías: establecer normas y acciones para prevenir la aparición de suciedad y desorden.
- Seguir mejorando: crear una cultura de mejora continua en la empresa.

### **5.3.1. Área de horneado**

- Primera S: Para aplicar la metodología 5s en el área de horneado, se deben analizar las estaciones de trabajo que la componen y delimitar el espacio que ocupará cada una y que en ese espacio se encuentren las máquinas y herramientas necesarias para realizar cada actividad.
- Segunda S: se ordenará cada estación de trabajo de manera que cada operario que labore en ella pueda encontrar de manera fácil y sencilla lo que necesite para desarrollar sus labores.
- Tercera S: se deberá establecer un horario periódico de limpieza, para que las estaciones de trabajo estén limpias, para fomentar la cultura en los trabajadores.
- Cuarta S: se recomienda colocar afiches de sensibilización en los que se recuerde a los operarios los apartados que conforman la metodología y que deben cumplir día con día.
- Quinta S: establecer programas de reconocimientos para aquellos operarios que desarrollen correctamente su trabajo y que estén fortaleciéndose técnicamente y con aprendizaje continuo en sus áreas de trabajo.

### **5.3.2. Área de empaque**

Para el área de empaque se deben considerar las mismas acciones que se definieron para el área de horneado, únicamente se debe delimitar el espacio que ocupará cada estación o área de trabajo; de manera que, en ese espacio

pueda ordenarse de una forma más conveniente las herramientas o máquinas, así como los suministros o materiales. Se debe mantener la limpieza periódica del área y siempre con el programa de otorgar reconocimientos.

### **5.3.3. Área de almacenaje de materia prima**

En el área de almacenaje de materia prima, cada materia prima deberá almacenarse en un espacio específico, de modo que estén separadas entre ellas, se pueda llevar un mejor control de inventario y mantener ordenada y limpia el área.

### **5.3.4. Área de almacenaje de producto terminado**

El área de producto terminado no se considera una estación o área de trabajo; sin embargo, es necesario que la metodología 5s sea aplicada en lo posible para mantener la inocuidad del producto. Esto podría lograrse a través del orden y limpieza, para reducir las probabilidades de contaminación al producto.

## **5.4. Condiciones ambientales en el área de empaque**

Para esta área se diseñaron plantillas en las que se podrá llevar el control de mediciones de ruido e iluminación; y una en la que se calificará cualitativamente la ventilación, haciendo énfasis en las tres en los cambios perceptibles cuando se mide o califica a distintas horas del día; para identificar tendencias de las condiciones de estos factores.

### 5.4.1. Niveles de ruido

Plantilla para llevar el control de niveles de ruido.

Figura 30. **Plantilla de mediciones de ruido en área de empaque**

MEDICIONES DE RUIDO (dB)						
Fecha	07:30	09:30	11:30	13:30	15:30	Promedio

Fuente: elaboración propia.

### 5.4.2. Niveles de iluminación

Plantilla para llevar control de niveles de iluminación.

Figura 31. **Plantilla de mediciones de iluminación en área de empaque**

MEDICIONES DE ILUMINACIÓN EN ÁREA DE EMPAQUE (lux)						
Fecha	07:30	09:30	11:30	13:30	15:30	Promedio

Fuente: elaboración propia.

### 5.4.3. Niveles de ventilación

Plantilla para llevar control de niveles de ventilación.

Figura 32. **Plantilla de calificación de niveles de ventilación en área de empaque**

CALIFICACIÓN DE VENTILACIÓN EN ÁREA DE EMPAQUE						
Para calificar la ventilación, escriba en el espacio B para buena, R para regular y D para deficiente.						
En tendencia escribir la calificación que más se haya repetido.						
Fecha	07:30	09:30	11:30	13:30	15:30	Tendencia

Fuente: elaboración propia.

## 5.5. Control y manejo de desechos

Para el control y manejo de desechos, se diseñaron plantillas que ayudarán a los encargados de planta a llevar un control sobre el manejo y extracción de desechos de cada área. De esa manera podrán llevar un registro diario.

### 5.5.1. Área de horneado

Plantilla para control de extracción de desechos del área de horneado.





## CONCLUSIONES

1. El análisis de las condiciones actuales de la planta de producción de granola de la empresa Saluvita S.A. evidencia con facilidad las deficiencias de diseño y en el esquema de distribución. Al mismo tiempo revela deficiencias en las condiciones de trabajo, específicamente, en la ventilación. Estos aspectos pueden, a largo plazo, afectar la eficiencia del sistema de producción y mermar la capacidad productiva de la planta.
2. En la planta de producción, la distribución actual es inadecuada. El esquema utilizado actualmente presenta deficiencias, lo cual denota la necesidad de realizar una redistribución, entre los principales están: desorden en toda la planta, no hay estandarización sobre qué espacio ocupan las distintas áreas y estaciones de trabajo, así como las de almacenaje de materias primas y producto terminado y, por último, existen varios transportes que hacen que el proceso de producción sea deficiente.
3. Al haber hecho un análisis sobre la potencial distribución para la planta de producción; y habiendo comparado a través del diagrama de relaciones-parrillas y el método de *layout*, se determinó que el más adecuado es el de *layout*, por mantener una secuencia lógica y ordenada al proceso, eliminando los transportes innecesarios y aprovechando mejor el espacio.

4. Por sus bajos costos de operación y mantenimiento, y a su relativamente baja inversión inicial; se determinó, con la empresa Saluvita S.A, que se utilizará el mismo tipo de maquinaria en la nueva línea de empaque que utiliza la actual, es lo ideal. Además, el problema de capacidad de empaque no reside en deficiencias de maquinaria, sino en que una sola línea ya no es suficiente.
5. Los indicadores que la empresa Saluvita S.A. deberían implementar para las líneas de empaque son: tiempos de producción, unidades producidas y horas extras utilizadas a la semana. Estos indicadores le permitirán a la empresa controlar que los operarios estén realizando de una manera adecuada su trabajo, que las líneas sean capaces de cumplir con la demanda y que el uso de horas extras se reduzca al máximo.
6. El análisis sobre los costos para la implementación de la nueva línea, determinó que el mismo permite atender la demanda, asimismo es viable económicamente, al resultar un valor presente neto de Q2 403 399,89 y un B/C de 1,33; valores que son mayores a los que se tendrían de operar con el método actual, lo que determina que es un proyecto rentable.
7. La implementación del nuevo esquema de distribución e instalar la nueva línea de empaque estaría generando más desechos en el área, sin embargo, se cuenta con adecuadas medidas de manejo de los mismos, para mitigar el impacto en el medio ambiente interno y externo.

## RECOMENDACIONES

1. Tomar acciones para adecuar las condiciones laborales para que los operarios puedan sentirse cómodos y, con esto, que incrementen su productividad, y aprovechen la eficiencia del sistema de producción.
2. Analizar todas las opciones de esquema de distribución con plantillas para determinar cuántas operaciones cruzadas, adyacentes y no adyacentes habrá en cada uno de los esquemas, para así elegir la mejor.
3. Es necesario que, cuando se elija un nuevo esquema de distribución, se analicen los distintos métodos de distribución; aplicables a las distintas áreas de trabajo, por ser sistemas de producción diferentes (por proceso, por producto y punto fijo).
4. Definir planes de mantenimiento programado, de manera que la productividad y eficiencia de las líneas no se vean afectadas por paros o fallos que limiten cumplir con demandas del producto.
5. Diseñar indicadores que permitan controlar la capacidad de producción de todas las operaciones en la planta, asimismo evaluar y analizar a profundidad sus métodos de producción, de manera que puedan descubrir oportunidades de mejora.

6. Es necesario que al analizar un proyecto se consideren alternativas que puedan aportar soluciones a un mismo problema, y que representen rentabilidad.
  
7. Cuando se modifiquen sistemas o métodos de producción, debe realizarse un análisis de impacto ambiental para determinar que estos no entren en conflicto con la legislación ambiental, asimismo establecer medidas para los potenciales contaminantes que se generarían, elaborando una estrategia para prevenirlos y mitigarlos.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación de Empresarios del Henares. *Riesgos Laborales relacionados con el Medio Ambiente*. España: Grupo CEO, 2008. 151 p.
2. BLANK, Leland. TARQUIN, Anthony. *Ingeniería Económica*. México: McGraw Hill, 2006. 864 p.
3. CERÓN FIÓN, Claudia Patricia. *Distribución en planta para el aumento de eficiencia en una planta de producción de maquinaria agro industrial*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2013. 234 p.
4. DE LA FUENTE GARCÍA, David. *Distribución en Planta*. España: Editorial Universidad de Oviedo, 2010. 254 p.
5. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. 2a. Edición, México: McGraw-Hill, 2005. 257 p.
6. KONZ, Stephan. *Manual de distribución en plantas industriales: diseño e instalación*. Cuba: Ciencia y Técnica, 2012. Vol. 3. 156 p.
7. MEYERS, Fred. *Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil*. 2a ed. México: Pearson Educación, 2000. 352 p.

8. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Acuerdo Ministerial No. 199-2016*. Guatemala: MARN, 2016. 97 p.
9. Ministerio de Trabajo y Previsión Social. *Acuerdo Gubernativo 33-2016*. Guatemala: MINTRAB, 2016. 46 p.
10. MONZÓN OXOM, Rodolfo Eduardo. *Análisis de operaciones para el mejoramiento del proceso, en la línea de producción de aceite vegetal (900 mL), en Olmeca, S.A., aplicando el estudio de tiempos y movimientos*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008. 197 p.
11. MUTHER, Richard. *Distribución en planta*. 2a ed. España: Hispano Europea, 1970. 472 p.
12. NIEBEL, Benjamin W. *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. 12a ed. México: McGraw-Hill, 2009. 452 p.
13. RAMÍREZ RUIZ, José Ángel. *Distribución en planta para la apertura de una nueva nave de producción en una litografía*. Trabajo de graduación Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 223 p.
14. REY SACRISTAN, Francisco. *Las 5s: Orden y limpieza en el puesto de trabajo*. España: Fund. Confemetal, 2005. 87 p.
15. SAMUELS, Sydney. *Apuntes sobre Preparación y Evaluación de Proyectos 1*. Guatemala: FIUSAC, 1997. 54 p.

16. TORRES, Sergio. *Ingeniería de Plantas*. 3a ed. Guatemala: Imprenta Universitaria, 2012. 189 p.
17. ZANDIN, Kjell. *Manual del Ingeniero Industrial*. 5a ed. México: McGraw Hill, 2005. 2944 p.



## ANEXOS

### Anexo 1. Niveles de ruido y sus respectivos tiempos permisibles a una exposición sin protección

Nivel de ruido (db)	Tiempo permitido (h)	Tiempo permitido (min)	Tiempo permitido (s)
85	8,00		
87	5,04		
88	4,00		
91	2,00		
94	1,00		
97		30,00	
100		15,00	
104		5,90	
106		3,75	
110		1,49	
121			7,03
130			0,88
140			0,05

Fuente: Ministerio de Trabajo y Previsión Social, *Acuerdo Gubernativo 33-2016*, p. 8

### Anexo 2. Niveles mínimos de iluminación en fábricas

zona de trabajo	exigencia visual	nivel mínimo (luxes)
<b>Áreas de tránsito y pasillos</b>	baja	100,00 – 150,00
<b>Tanques y bombas</b>	baja	
<b>Baños</b>	baja	
<b>Escaleras y pasamanos</b>	media	150,00 – 200,00
<b>Sala de calderas y cuartos de control</b>	media	
<b>Bandas transportadoras</b>	media	
<b>Bodegas y cd</b>	alta	200,00 – 500,00
<b>Bancos de trabajo y líneas de producción</b>	alta	
<b>Empaque de productos</b>	alta	
<b>Áreas de carga</b>	alta	
<b>Control de calidad</b>	alta	1 500,00 – 2 000,00
<b>Laboratorios</b>	alta	

Fuente: Ministerio de Trabajo y Previsión Social, *Acuerdo Gubernativo 33-2016*, p. 7

