



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA AGROINDUSTRIA**

**“PROPUESTA DE UNA PLANTA PILOTO PARA EL  
PROCESAMIENTO DE SUBPRODUCTOS DE FRUTAS Y  
HORTALIZAS EN LA FCP – ESPOCH”**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

**AUTORA:** ADRIANA ESTEFANIA ARMIJO REA

**DIRECTOR:** Ing. BYRON FERNANDO CASTILLO PARRA, Mg.

Riobamba – Ecuador

2024

© 2024, Adriana Estefania Armijo Rea

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Adriana Estefania Armijo Rea, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 21 de Junio de 2024


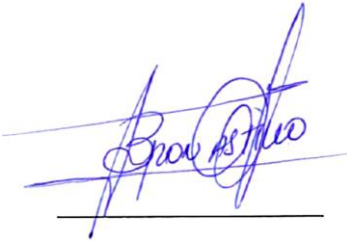



Adriana Estefania Armijo Rea

**172631261-2**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, “**PROPUESTA DE UNA PLANTA PILOTO PARA EL PROCESAMIENTO DE SUBPRODUCTOS DE FRUTAS Y HORTALIZAS EN LA FCP – ESPOCH**”, realizado por la señorita: **ADRIANA ESTEFANIA ARMIJO REA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Ivan Patricio Salgado Tello, MSc. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2024-06-21
Ing. Byron Fernando Castillo Parra, Mg. <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2024-06-21
Ing. Cristian Germán Santiana Espín, Mg. <b>ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2024-06-21

## **DEDICATORIA**

A mis padres Edison y Elsia, por su amor incondicional, su apoyo constante y sus sacrificios que me han permitido llegar hasta aquí. Gracias por ser mi inspiración y mi fuerza en cada paso de este camino. A mis hermanos Evelyn y Elian, por su compañía y aliento en los momentos difíciles. Su confianza en mí ha sido fundamental para seguir adelante. A mis amigos, por su comprensión, amistad y por hacer más llevadero este viaje académico con su alegría y compañerismo.

Adriana Estefanía Armijo Rea

## **AGRADECIMIENTO**

Al culminar esta etapa tan importante de mi vida académica, deseo expresar mis más sinceros agradecimientos a todas las personas y entidades que, de una manera u otra, han contribuido a la realización de esta tesis. A mis padres Edison y Elsia, mis hermanos Evelyn y Elian ya que su compañía ha sido fundamental en este recorrido.

A mis profesores y tutores, por su guía, paciencia y valiosas enseñanzas a lo largo de mi formación. Sus conocimientos y consejos han sido esenciales para el desarrollo de este trabajo.

Finalmente agradezco a todas las personas que de una u otra forma han sido fundamental para la realización de esta tesis, su apoyo ha sido fundamental para alcanzar este logro.

Adriana Estefania Armijo Rea

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2 Objetivos.....	2
1.2.1 <i>Objetivo general</i> .....	2
1.2.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	3
1.3 Justificación.....	3

### CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 Subproductos de frutas y hortalizas.....	4
2.1.1 <i>Residuos de frutas y hortalizas</i> .....	4
2.1.2 <i>Beneficios para la salud de subproductos de frutas y hortalizas</i> .....	5
2.1.3 <i>Métodos de procesamiento y conservación de subproductos</i> .....	6
2.2 Planta Piloto.....	6
2.2.1 <i>Requerimientos que se necesitan para una planta piloto</i> .....	7
2.3 Procesos Agroindustriales.....	7
2.3.1 <i>Polvo fino molido</i> .....	8
2.3.2 <i>Té o infusiones</i> .....	9
2.3.3 <i>Snacks de cáscara de frutas y hortalizas</i> .....	9
2.4 Diagramas en la aplicación del campo de Ingeniería.....	9
2.4.1 <i>Diagrama de bloques</i> .....	9
2.4.2 <i>Diagrama de flujo</i> .....	10
2.4.3 <i>Diagrama PFD</i> .....	11

2.4.4	<i>Diagrama P&amp;ID</i> .....	12
2.5	<b>Balance de masa</b> .....	12
2.6	<b>Distribución de planta</b> .....	13
2.6.1	<i>Objetivos de la distribución en plantas</i> .....	13
2.7	<b>Método SLP</b> .....	14
2.7.1	<i>Proceso sistemático de planificación del diseño</i> .....	14
2.8	<b>Método Guerchet</b> .....	15
2.8.1	<i>Superficie estática (<math>S_{es}</math>)</i> .....	16
2.8.2	<i>Superficie de gravitación (<math>S_g</math>)</i> .....	16
2.8.3	<i>Superficie de evolución (<math>S_{ev}</math>)</i> .....	16
2.9	<b>Simulación de procesos</b> .....	17
2.9.1	<i>Maquetación o moldeado 3D</i> .....	17
2.9.2	<i>Software FlexSim</i> .....	17
2.9.2.1	<i>Secuencia de proceso en Flexsim</i> .....	18

### CAPITULO III

3.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	19
3.1	<b>Localización</b> .....	19
3.2	<b>Equipos, materiales y software</b> .....	19
3.2.1	<i>Equipos</i> .....	19
3.2.2	<i>Materiales</i> .....	19
3.2.3	<i>Software</i> .....	20
3.3	<b>Procedimiento experimental</b> .....	20
3.3.1	<i>Diseño de procesos agroindustriales</i> .....	20
3.3.2	<i>Productos propuestos para realizar la planta piloto</i> .....	20
3.3.2.1	<i>Proceso para elaborar Polvo fino molino</i> .....	21
3.3.2.2	<i>Proceso para elaborar Té</i> .....	24
3.3.2.3	<i>Proceso para elaborar snacks</i> .....	27
3.3.3	<i>Diagramas ingenieriles y de proceso</i> .....	30
3.3.4	<i>Balance de masa</i> .....	31
3.3.5	<i>Dimensionamiento de equipos e instrumento para el proceso</i> .....	31
3.3.6	<i>Identificación de las instalaciones necesarias para los equipos</i> .....	32
3.3.7	<i>Distribución de la planta piloto</i> .....	32
3.3.8	<i>Modelación y simulación</i> .....	32



## CAPÍTULO IV

<b>4.</b>	<b>MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....	33
<b>4.1</b>	<b>Elaboración de diagramas ingenieriles y de gestión</b> .....	33
<b>4.1.1</b>	<i>Diagrama de gestión</i> .....	33
<b>4.1.1.1</b>	<i>Diagrama de flujo</i> .....	33
<b>4.1.2</b>	<i>Diagramas ingenieriles</i> .....	35
<b>4.1.2.1</b>	<i>Diagrama de Bloque</i> .....	35
<b>4.1.2.2</b>	<i>Diagrama PFD</i> .....	37
<b>4.1.2.3</b>	<i>Diagrama P&amp;ID</i> .....	39
<b>4.2</b>	<b>Balance de masa</b> .....	41
<b>4.2.1</b>	<i>Balance de masa de polvo fino molido</i> .....	41
<b>4.2.2</b>	<i>Balance de masa de té</i> .....	42
<b>4.2.3</b>	<i>Balance de masa de snacks</i> .....	43
<b>4.3</b>	<b>Maquinaria y equipos para la planta piloto</b> .....	44
<b>4.4</b>	<b>Distribución de la planta piloto</b> .....	44
<b>4.4.1</b>	<i>Cálculo de superficies de distribución de maquinaria de la planta piloto</i> .....	45
<b>4.4.2</b>	<i>Superficie de las áreas de la planta piloto</i> .....	45
<b>4.5</b>	<b>Aplicación de SLP (Systematic Layout Planning)</b> .....	46
<b>4.5.1</b>	<i>Ruta que realiza cada proceso</i> .....	46
<b>4.5.2</b>	<i>Análisis P-Q (producto-cantidad)</i> .....	47
<b>4.5.3</b>	<i>Flujo y relación de actividades</i> .....	48
<b>4.5.4</b>	<i>Relación de actividades de mayor a menor cantidad entre áreas</i> .....	48
<b>4.5.5</b>	<i>Tabla de códigos SLP</i> .....	49
<b>4.5.5.1</b>	<i>Fórmula del Rango o Intervalo</i> .....	49
<b>4.5.6</b>	<i>Diagrama de relación de actividades</i> .....	50
<b>4.5.7</b>	<i>Diagrama de relación de espacios</i> .....	51
<b>4.5.8</b>	<i>Dimensionamiento de la planta de producción</i> .....	52
<b>4.5.8.1</b>	<i>Planos de la plata baja de la planta piloto</i> .....	52
<b>4.5.8.2</b>	<i>Distribución de áreas</i> .....	53
<b>4.5.8.3</b>	<i>Consideraciones adicionales</i> .....	54
<b>4.5.9</b>	<i>Plano 3D</i> .....	55
<b>4.6</b>	<b>Modelación y simulación</b> .....	56
<b>4.6.1</b>	<i>Simulación en FlexSim</i> .....	56
<b>4.6.2</b>	<i>Panel de FlexSim</i> .....	57
<b>4.6.2.1</b>	<i>Ocupación de operarios</i> .....	57

<b>4.6.2.2</b>	<i>Ocupación de maquinaria</i> .....	58
<b>4.7</b>	<b>Costos referenciales de maquinaria e infraestructura a abril del 2024</b> .....	59

## **CAPITULO V**

<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	61
<b>5.1</b>	<b>Conclusiones</b> .....	61
<b>5.2</b>	<b>Recomendaciones</b> .....	62

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2-1:</b> Valores k para diferentes tipos de industria.....	17
<b>Tabla 4-1:</b> Balance de masa de la elaboración de polvo fino molido .....	41
<b>Tabla 4-2:</b> Balance de masa de la elaboración de té .....	42
<b>Tabla 4-3:</b> Balance de masa de la elaboración de snacks.....	43
<b>Tabla 4-4:</b> Maquinaria y equipos seleccionados para la planta piloto .....	44
<b>Tabla 4-5:</b> Cálculo de áreas con el método de Guerchet (m <sup>2</sup> ).....	45
<b>Tabla 4-6:</b> Superficie en m <sup>2</sup> de cada área.....	46
<b>Tabla 4-7:</b> Ruta realizada de cada proceso.....	47
<b>Tabla 4-8:</b> Análisis P-Q en la elaboración de los productos .....	47
<b>Tabla 4-9:</b> Tabla de flujo y relación de actividades .....	48
<b>Tabla 4-10:</b> Relación de actividades ordenado de mayor a menor .....	48
<b>Tabla 4-11:</b> Códigos SLP con su intervalo calculado .....	49
<b>Tabla 4-12:</b> Correspondencia entre las letras del código .....	50
<b>Tabla 4-13:</b> Código, proximidad y espacios .....	50
<b>Tabla 4-14:</b> Código y motivos de proximidad .....	50
<b>Tabla 4-15:</b> Ocupación de operarios .....	57
<b>Tabla 4-16:</b> Ocupación de maquinaria .....	58
<b>Tabla 4-17:</b> Costos referenciales.....	59

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 2-1:</b> Ejemplo de Diagrama de bloques del proceso de elaboración de mermelada .	10
<b>Ilustración 2-2:</b> Ejemplo de Diagrama de procesos de una planta deshidratadora de frutas. ....	11
<b>Ilustración 2-3:</b> Ejemplo de diagrama PFD de proceso de obtención de licor de cacao previa estandarización.....	11
<b>Ilustración 2-4:</b> Ejemplo de Diagrama P&ID.....	12
<b>Ilustración 2-5:</b> Ejemplo de Balance de materia para el proceso de lavado y cortado en la extracción de pectina. ....	12
<b>Ilustración 2-6:</b> Método sistemático de planificación de diseño. ....	15
<b>Ilustración 2-7:</b> Superficies de Guerchet.....	15
<b>Ilustración 2-8:</b> Simulación de ejemplo utilizando FlexSim .....	18
<b>Ilustración 3-1</b> Localización de la planta piloto .....	19
<b>Ilustración 4-1:</b> Diagrama de Flujo para la elaboración de subproductos .....	34
<b>Ilustración 4-2:</b> Diagrama de bloques del proceso de polvo fino molido, té, snacks .....	36
<b>Ilustración 4-3:</b> Diagrama PFD del proceso de polvo fino molido, té y snacks .....	38
<b>Ilustración 4-4:</b> Diagrama P&ID del proceso de polvo fino molido, té, snacks.....	40
<b>Ilustración 4-5:</b> Ruta de cada proceso .....	47
<b>Ilustración 4-6:</b> Diagrama de relación de actividades .....	51
<b>Ilustración 4-7:</b> Diagrama de relación de espacios.....	51
<b>Ilustración 4-8:</b> Dimensionamiento de la planta de producción .....	52
<b>Ilustración 4-9:</b> Plano de la planta piloto en 3D.....	56
<b>Ilustración 4-10:</b> Simulación en FlexSim.....	56

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** FORMULACIÓN PARA ELABORAR POLVO FINO MOLIDO

**ANEXO B:** FORMULACIÓN PARA HACER TÉ

**ANEXO C:** FORMULACIÓN PARA HACER SNACKS

**ANEXO D:** CÁLCULO DEL BALANCE DE MASA PARA LA ELABORACIÓN DE  
POLVO FINO MOLIDO

**ANEXO E:** CÁLCULO DEL BALANCE DE MASA PARA LA ELABORACIÓN DE TÉ

**ANEXO F:** CÁLCULO DEL BALANCE DE MASA PARA LA ELABORACIÓN DE  
SNACKS

**ANEXO G:** PISO 1

**ANEXO H:** ALZADO NORTE

**ANEXO I:** ALZADO SUR

**ANEXO J:** ALZADO ESTE

**ANEXO K:** ALZADO OESTE

**ANEXO L:** DATOS RESULTANTES DE LOS OPERARIOS EN LA SIMULACIÓN DE  
FLEXSIN EN UN PERIODO DE 8 HORAS (8:00 AM-16:00 PM).

**ANEXO M:** DATOS RESULTANTES DE LOS EQUIPOS EN LA SIMULACIÓN DE  
FLEXSIN EN UN PERIODO DE 8 HORAS (8:00 AM-16:00 PM).

**ANEXO N:** FICHAS TÉCNICAS DE LA MAQUINARIA

## RESUMEN

La Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) no cuenta con una planta de procesamiento de subproductos de frutas y hortalizas lo que limita el aprendizaje teórico y práctico en la carrera de agroindustria, por lo tanto, el objetivo de la presente investigación fue proponer una planta piloto en la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH). La metodología se basó en la selección de equipos o maquinaria, se diseñaron procesos para elaborar productos como polvo fino, té y snacks, además de la elaboración de diagramas de procesos, balances de masa, y dimensionamiento de equipos e instalaciones. Se realizó la distribución de la planta piloto y la modelación del diseño propuesto usando FlexSim. Los resultados incluyeron la elaboración de diagramas de gestión como el diagrama de flujo, diagramas ingenieriles como el de bloques PFD y P&ID, balances de masa para los productos propuestos. Se identificaron 13 máquinas necesarias para la planta piloto y su dimensionamiento dando una superficie total de 140,58 m<sup>2</sup>. La distribución de la planta se realizó mediante el método SLP que nos indicó que la estación AB debe tener una conexión altamente necesaria y la estación BC una conexión especialmente necesaria, con estos datos de generaron planos 3D. La simulación en FlexSim mostró la ocupación de operarios y maquinaria, y se estimaron 64865,2 \$ en costos referenciales de maquinaria e infraestructura.

**Palabras clave:** <BALANCE DE MASA>, <DIAGRAMAS>, <DISEÑO DE PLANTAS>, <DISEÑO DE PROCESOS>, <PLANTA PILOTO>, <SIMULACIÓN>, <SUBPRODUCTOS>

0901-DBRA-UTP-2025

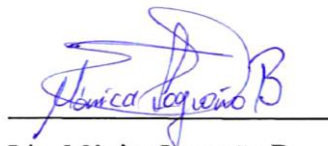
02/07/2024.



## **ABSTRACT**

The Faculty of Animal Sciences at the Higher Polytechnic School of Chimborazo (ESPOCH) lacks a processing plant for fruit and vegetable by-products. This fact limits both theoretical and practical learning in the agro-industrial program. Consequently, this research aimed to propose a pilot plant for the Faculty of Animal Sciences at ESPOCH. The methodology involved selecting equipment and machinery and designing processes to produce fine powder, tea, and snacks. Also, creating process diagrams, mass balances, and sizing equipment and facilities. Another step in this study involved planning the layout and modeling the proposed design using FlexSim. The results included the development of management diagrams such as flowcharts, engineering diagrams like PFD and P&ID block diagrams, and mass balances for the proposed products. After analyzing the necessities, thirteen machines were essential for the pilot plant, with a total area of 140.58 m<sup>2</sup>. The plant layout was carried out using the SLP method, indicating that station AB requires a vital connection and station BC a particularly necessary connection, from which 3D plans were generated. The FlexSim simulation showed the occupation of operators and machinery, and the estimated reference costs for machinery and infrastructure were \$64,865.20.

**Keywords:** <MASS BALANCE>, <DIAGRAMS >, <PLANT DESIGN>, <PROCESS DESIGN>, <PILOT PLANT>, <SIMULATION>, <BY-PRODUCTS>.



Lic. Mónica Logroño B.

060274953-3

## **INTRODUCCIÓN**

La industria alimentaria enfrenta el desafío constante de maximizar la utilización de recursos naturales, minimizar el desperdicio y desarrollar soluciones sostenibles que responden a las demandas de una sociedad en evolución. En este contexto, el aprovechamiento integral de frutas y hortalizas, incluyendo sus subproductos, se ha convertido en un área crucial de investigación y desarrollo. Estos subproductos, que abarcan desde cáscaras y pulpas residuales hasta semillas y partes no convencionales, presentan un potencial significativo para la obtención de productos de alto valor agregado, así como para la reducción del impacto ambiental asociado al desperdicio de alimentos.

La valorización de estos subproductos se alinea con los principios de la economía circular, donde se promueve la reutilización de recursos y la minimización de residuos. En consecuencia, la creación de una planta piloto dedicada al procesamiento de estos subproductos en la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (FCP-ESPOCH) representa un paso crucial hacia la materialización de estos conceptos. Esta planta piloto no solo busca explorar nuevas técnicas de extracción y procesamiento, sino también generar conocimiento aplicado que pueda ser implementado en la industria alimentaria a escala local y regional (Calidad del servicio al cliente para el funcionamiento , 2013).

El propósito fundamental de esta tesis es presentar una propuesta integral para el diseño y evaluación de una planta piloto especializada en el procesamiento de subproductos de frutas y hortalizas. A través de un enfoque multidisciplinario que integra conocimientos de ingeniería de procesos, tecnología alimentaria y gestión sostenible, se pretende demostrar la viabilidad técnica de esta iniciativa, así como su potencial impacto en la reducción del desperdicio alimentario y la generación de productos de valor añadido.



# CAPÍTULO I

## 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 Planteamiento del problema

El contexto académico presenta desafíos particulares en la implementación de proyectos de investigación o desarrollo, especialmente aquellos que implican infraestructura y recursos específicos, como la creación de una planta piloto para el procesamiento de subproductos. Las principales problemáticas que enfrentan los estudiantes en este contexto son: Los estudiantes enfrentan dificultades para acceder a laboratorios o espacios especializados para llevar a cabo investigaciones prácticas. La falta de una planta piloto específica para el procesamiento de subproductos de frutas y hortalizas limita su capacidad para adquirir habilidades prácticas y aplicar conocimientos teóricos en un entorno real.

La disponibilidad limitada de recursos financieros y técnicos constituye un obstáculo significativo para la ejecución de proyectos de este tipo. La ausencia de apoyo institucional para la implementación y mantenimiento de una planta piloto puede dificultar el desarrollo de habilidades prácticas esenciales para los estudiantes.

La falta de oportunidades para involucrarse en proyectos innovadores, como el diseño y operación de una planta piloto, limita la capacidad de los estudiantes para enfrentar desafíos reales en el campo de la ingeniería de procesos y la tecnología alimentaria. Esta carencia de experiencia práctica puede disminuir su competitividad y preparación para el mercado laboral.

La resolución de estas problemáticas estudiantiles no solo implica la creación de la planta piloto en sí, sino también la generación de oportunidades educativas que permitan a los estudiantes involucrarse activamente en la planificación, diseño, implementación y operación de este tipo de instalaciones, fortaleciendo así su formación académica y profesional.

### 1.2 Objetivos

#### 1.2.1 *Objetivo general*

- Proponer una planta piloto para el procesamiento de subproductos de frutas y hortalizas en la Facultad de Ciencias Pecuarias- ESPOCH.

### **1.2.2 *Objetivos específicos***

- Elaborar los diagramas ingenieriles y de gestión para el procesamiento de subproductos a partir de los residuos obtenidos de frutas y hortalizas.
- Identificar la maquinaria e instalaciones necesarias para la planta piloto.
- Realizar el dimensionamiento del espacio físico para la planta piloto aplicando el método Guerchet y SLP.
- Simular el diseño de la planta piloto propuesto con el software FlexSim.

### **1.3 Justificación**

La implementación de una planta piloto para el procesamiento de subproductos de frutas y hortalizas no solo representa una oportunidad para la investigación y desarrollo en la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (FCP-ESPOCH), sino que también ofrece un espacio Ideal para potenciar la experiencia práctica de los estudiantes. El acceso directo a una infraestructura especializada permitirá a los estudiantes aplicar sus conocimientos teóricos en un entorno práctico, fortaleciendo sus habilidades en ingeniería de procesos y tecnología alimentaria.

La creación de esta planta piloto brindará a los estudiantes un campo de experimentación para el desarrollo de nuevas técnicas de procesamiento de subproductos, incentivando la creatividad e innovación en la generación de productos de valor añadido. La participación activa en la concepción y ejecución de proyectos de investigación aplicados les proporcionará herramientas para abordar desafíos reales en el sector alimentario, fomentando así la mentalidad emprendedora y la capacidad de solucionar problemas. Esto se traducirá en una mejor preparación para enfrentar los desafíos laborales del sector y contribuir activamente a la innovación en la industria alimentaria.

La justificación de la problemática estudiantil recae en la necesidad de ofrecer oportunidades que fortalezcan la formación práctica de los estudiantes, dotándolos de las habilidades y conocimientos necesarios para ser profesionales competitivos y preparados para afrontar los retos presentes y futuros en el ámbito de la agroindustria alimentaria.

## CAPITULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Subproductos de frutas y hortalizas

Los residuos más abundantes están representados por los subproductos hortofrutícolas, incluidas raíces y tubérculos, con un porcentaje de los residuos en torno al 40-50% del total de los descartes. Los subproductos de frutas y verduras se descartan en forma de restos como semillas, pulpa, piel u orujo, y representan entre el 10 y el 35% de la masa cruda. Los procesos industriales son los principales causantes de estos subproductos, por ejemplo, los orujos de uva y aceituna derivados de la producción de vino y aceite, otros subproductos frutales (manzanas, peras, melocotones, cítricos, arándanos, mangos, etc.) procedentes de industrias de zumos, jaleas y mermeladas y también todos los residuos procedentes del procesamiento de hortalizas como patatas, tomates, hinojo, alcachofas o zanahorias (Dilucia et al. 2020).

En general, los subproductos alimentarios tienen un enorme potencial de ser reciclados porque son fuente natural de compuestos bioactivos como azúcares simples (glucosa y fructosa); carbohidratos; polisacáridos; pectina; fibras y valiosas moléculas bioactivas como ácidos fenólicos, carotenoides, tocoferoles, flavonoides, vitaminas y compuestos aromáticos. Estos compuestos son muy útiles para la nutrición humana debido a sus propiedades antioxidantes y antivirales (Kowalska et al. 2017).

##### 2.1.1 *Residuos de frutas y hortalizas*

Los residuos de frutas y hortalizas son productos secundarios que a menudo se descartan o desperdician durante la fabricación u otras etapas del procesamiento de alimentos, según estudios reportan que hasta 1/3 de las verduras podrían desperdiciarse en el proceso de preparación. Curiosamente, ciertas partes de las verduras se desperdician conscientemente debido a su sabor o textura desfavorables. Por ejemplo, las partes vegetales, como cáscaras, bagazo y semillas, se descartan en su mayoría en la línea de producción. Para ciertos tipos de vegetales, como el brócoli, la coliflor y la calabaza, el tallo y las hojas no se consumen ni se desechan (Lau, Sabran y Shafie 2021).

Desde la perspectiva económica, los subproductos y desperdicios agrícolas pueden afectar tanto los ingresos de los agricultores como los gastos de los consumidores. Por ejemplo, el costo del

desperdicio de alimentos es muy alto, especialmente en países con una gran población como China y los Estados Unidos de América. Es evidente que en China se desechan anualmente alimentos por valor de 32.000 millones de dólares. Además, en los Estados Unidos de América una familia de cuatro miembros desperdicia anualmente una media de 1.600 dólares en alimentos. Estas grandes cantidades de desperdicio de alimentos tienen un gran impacto en los ingresos de los agricultores (Zorya et al. 2011).

Según estudios realizados refieren que los subproductos de frutas y verduras tienen un alto valor nutricional. Siendo así que las cubiertas de las semillas contienen un alto contenido de fibra dietética. Por ejemplo, las cubiertas de las semillas de las legumbres tienen un alto contenido de fibra dietética, que oscila entre el 65 y el 86%. Además, se ha informado que las cáscaras de limón, naranja y pomelo también tienen un alto contenido de fibra dietética (Mamata et al. 2012; Arcan y Yemenicioğlu 2009).

### **2.1.2 Beneficios para la salud de subproductos de frutas y hortalizas**

Por citar algunas investigaciones que demuestran que las cáscaras de limón y papaya mostraron una alta actividad antimicrobiana, especialmente contra las bacterias gramnegativas, por otro lado, en estudios con la participación de las cáscaras de papaya mostraron una alta inhibición contra los hongos. De la misma manera cáscaras como la de granada (*Punica granatum*), contienen una alta actividad antioxidante y antimicrobiana que actúa contra patógenos transmitidos por los alimentos, como *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Yersinia enterocolitica* y *Staphylococcus aureus* (Okonogi et al. 2007); (Rakholiya, Kaneria y Chanda 2014). Las cáscaras de cítricos con altos niveles de flavonoides poseen una alta actividad anticancerígena. Un estudio realizado por los investigadores (Lai et al. 2013) demostraron que las cáscaras de cítricos tienen efectos protectores contra el cáncer. Las cáscaras de cítricos redujeron significativamente el tamaño de los tumores de cáncer de próstata y mostraron fuertes actividades anti inflamatorias, anti proliferativas y anti angiogénicas, mejorando así los efectos inductores de apoptosis (muerte celular) en el cáncer de próstata.

Se ha investigado que algunos subproductos de frutas y verduras tienen propiedades anti diabéticas. Siendo así, que los subproductos del mango de la industria de fabricación de jugos, incluidas las cáscaras y pulpas de mango, han mostrado un efecto mimético (asemejarse) de la insulina debido principalmente al alto nivel de fibra soluble, polifenoles y carotenoides (Benítez et al. 2017). Además, los subproductos de la cebolla con alto contenido de fibra dietética mostraron

actividades hipoglucemiantes al disminuir efectivamente la digestibilidad del almidón e inhibir la actividad de la alfa-amilasa (Rodríguez-González et al. 2017).

### **2.1.3 Métodos de procesamiento y conservación de subproductos**

Para obtener alimentos más digeribles y con mejores características organolépticas, se aplican diferentes técnicas culinarias, que, mediante procesos de inocuidad en la preparación y manejo, aseguren que los alimentos estén libres de microorganismos patógenos que puedan afectar al consumidor, garantizando la seguridad higiénico-sanitaria. Además, se aplican procesos de cocción (aplicación de calor) al alimento para transformar el aspecto, la textura, el valor nutricional y así mejorar las características organolépticas del producto final (Pérez-Burillo, Rufián-Henares y Pastoriza 2019). Como se sabe la mayoría de frutas se consumen crudas, de la misma forma las hortalizas, aunque algunas se cocinan antes de ingerirlas. Hay varios tratamientos de cocción, en donde van los que usan agua como medio de cocción hasta los que usan aceite, las desventajas del proceso de cocción a través de agua es que se puede perder vitaminas y minerales, por su parte cocinar mediante aceite puede enriquecer la comida, dependiendo claro esta del tipo de producto a utilizar como es el caso del aceite de oliva que tiene en su composición altos niveles de grasas saludables como es el ácido oleico que produce la reducción del colesterol malo y aumentar su capacidad antioxidante debido a una mejora del contenido de fitoquímicos (Miglio et al. 2008; Odriozola-Serrano et al. 2016).

## **2.2 Planta Piloto**

En el contexto industrial e ingenieril, una planta piloto es la representación de un proceso específico mediante la integración eficiente y coordinada de sus diversos componentes, los cuales trabajan de manera eficiente y coordinada, como un todo armónico (Anaya-Durand y Pedroza-Flores 2008). Por lo tanto, se considera un sistema a escala reducida, conformado para la experimentación en el área de diseño de procesos. Surge por la necesidad de conseguir información sobre las diferentes transformaciones físicas y químicas, en el campo de la producción industrial (Pagán 2016).

Con el diseño de una planta piloto, el sector productivo, puede emular acciones de ajuste y calibración, identificar fallas en el sistema de operación y añadir componentes durante toda la fase de simulación (Barrios y Rosillón 2018). Observar el comportamiento que tendrán las diferentes variables y condiciones de operación, reducirá costos en la implementación a escala industrial (González Chaves 2019).

Durante varios años, las plantas piloto han sido utilizadas, pero solo en tiempos recientes se ha observado un aumento en los requisitos para el funcionamiento de las plantas piloto de alimentos. En el entorno de la planta, es crucial contar con directrices específicas para la distribución de los procesos (Gallego 2004).

### **2.2.1 *Requerimientos que se necesitan para una planta piloto***

- Espacio Físico Adecuado: Un área suficiente para instalar los equipos necesarios, que incluye zonas para procesamiento, almacenamiento de materias primas y productos, y áreas de trabajo.
- Equipamiento Especializado: Maquinaria específica para el procesamiento de subproductos, como trituradoras, deshidratadores, extractores, y otros equipos adaptados a las necesidades de transformación de estos materiales.
- Infraestructura Básica: Suministro eléctrico acorde a la demanda de la maquinaria, conexiones de agua, y sistemas de ventilación apropiados para mantener condiciones adecuadas durante el proceso.
- Materia Prima y Suministros: Acceso constante y confiable a los subproductos de frutas y hortalizas, así como a otros materiales o insumos necesarios para llevar a cabo el procesamiento.
- Personal Especializado: Personal capacitado en el manejo de la maquinaria, procesos de transformación de subproductos, control de calidad y seguridad alimentaria.
- Sistemas de Monitoreo y Control: Dispositivos de medición y control para monitorear el proceso, registrar datos relevantes y ajustar los parámetros según sea necesario para obtener productos de calidad.
- Laboratorio de Análisis: Un área designada para realizar análisis de muestras durante el proceso de transformación, permitiendo evaluar la calidad y características de los productos obtenidos.
- Cumplimiento Normativo: Asegurar el cumplimiento de las regulaciones y normativas alimentarias correspondientes al manejo de subproductos, procesamiento de alimentos y seguridad alimentaria (Disposición de Planta, 2007).

### **2.3 Procesos Agroindustriales**

Los procesos agroindustriales generan productos con un valor añadido, mediante diversas adaptaciones que los personalizan según las preferencias de los clientes. Esto resulta en precios

más elevados, lo que a su vez se traduce en mayores ganancias para los productores (Amoa-Awua et al. 2007).

Los procedimientos postcosecha, constituyen una fase esencial que engloba una serie de procesos interconectados y secuenciales, comenzando desde las etapas iniciales de la producción agrícola. Durante esta fase, se llevan a cabo actividades específicas que abarcan desde la selección del producto final hasta su distribución en el mercado. Los consumidores consideran factores como la madurez, el tamaño, la forma y el color al elegir productos para consumo fresco, así como materias primas para procesos de transformación. Estas elecciones se basan en diversas propiedades físicas, bioquímicas y biológicas que definen las características deseadas (Torres Sierra 2009).

Los subproductos derivados de la agroindustria y los restos de cosecha, representan en las naciones con producción agrícola una valiosa fuente de alimento. Lamentablemente, en muchos casos debido a la falta de conocimiento y la carencia de voluntad técnica, no se aprovechan de manera óptima (Ojeda, Cáceres 2022).

Por tal motivo, la generación de millones de toneladas de subproductos, genera desafíos significativos en términos de gestión medioambiental para las empresas involucradas. Las estrategias convencionales para tratar estos subproductos, tales como la alimentación animal, la producción de biocombustibles, la fabricación de fertilizantes y la eliminación mediante incineración, no ofrecen soluciones que aporten un valor económico significativo (Ancos et al. 2015).

La actividad frutícola, intrínseca a la generación de residuos, demanda la implementación de técnicas para aprovechar los desechos orgánicos resultantes de la descomposición y degradación de los frutos, despertando un interés por la valorización de estos subproductos. En el mercado se han abierto diversas alternativas tecnológicas clasificadas según su potencial de valorización en ámbitos como alimentación humana, animal, agrícola y energética (Morales Moreno 2015).

### **2.3.1 Polvo fino molido**

El polvo fino molido de subproductos de frutas y hortalizas es un producto obtenido a partir de la deshidratación y molienda de estos subproductos. Se trata de una alternativa innovadora que busca aprovechar al máximo los componentes nutricionales de frutas y hortalizas que normalmente podrían ser desechados (Pérez, y otros, 2019).

### **2.3.2 *Té o infusiones***

Las infusiones elaboradas a partir de subproductos de frutas y hortalizas son bebidas que aprovechan los componentes nutritivos, aromáticos y saludables de estos productos, ofreciendo una alternativa sabrosa y beneficiosa para la salud.

#### **Infusión de Cáscaras de Frutas Cítricas**

- Preparación: Se utilizan cáscaras de frutas cítricas como naranjas, limones o pomelos. Estas secan y se usan para hacer una infusión similar a un té.
- Beneficios: Rica en vitamina C y antioxidantes, puede ayudar a fortalecer el sistema inmunológico y aportar propiedades antioxidantes.

### **2.3.3 *Snacks de cáscara de frutas y hortalizas.***

Los snacks de cáscara de subproductos de frutas y hortalizas son una alternativa innovadora que busca aprovechar al máximo los beneficios nutricionales y la versatilidad de estas partes habitualmente desechadas. Estos snacks se elaboran mediante un proceso de secado y horneado de las cáscaras de frutas y hortalizas, convirtiéndolas en deliciosas y crujientes láminas. Los snacks de cáscara conservan muchos de los nutrientes presentes en las cáscaras de frutas y hortalizas, como fibra, vitaminas y antioxidantes (Bodden 2021).

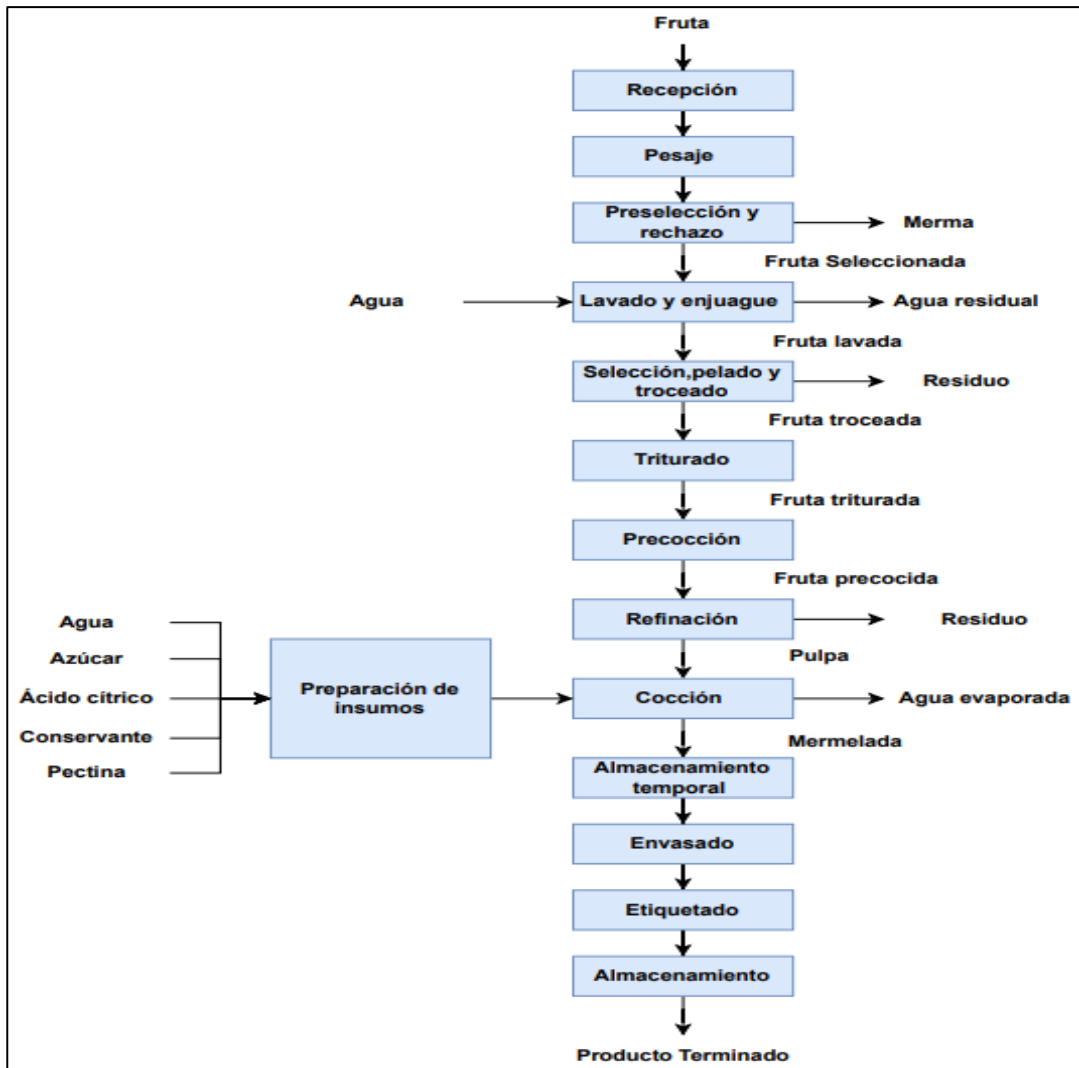
## **2.4 Diagramas en la aplicación del campo de Ingeniería**

### **2.4.1 *Diagrama de bloques***

Es una representación simbólica de los sistemas. Los diagramas de bloques representan las diferentes fases de los procesos, las entradas y salidas con sus respectivas unidades. Se representan comúnmente por rectángulos, que mediante la conexión de flechas indican las interrelaciones que hay entre los diversos procesos o bloques (Gay 1995).

Cuando todos los elementos hayan sido representados por bloques funcionales interconectados entre sí, acorde el proceso a representar, se puede obtener una ecuación general de todo el sistema. Una desventaja podría ser, que no ayudan a visualizar detalles suficientes para exponer una solución, pues son considerados de “caja negra”. Por esta razón, solo hacen énfasis en cómo se relacionan las entradas y salidas de cada bloque, es decir que no poseen información respecto a la constitución física del problema (Pérez, Pérez y Pérez 2008).



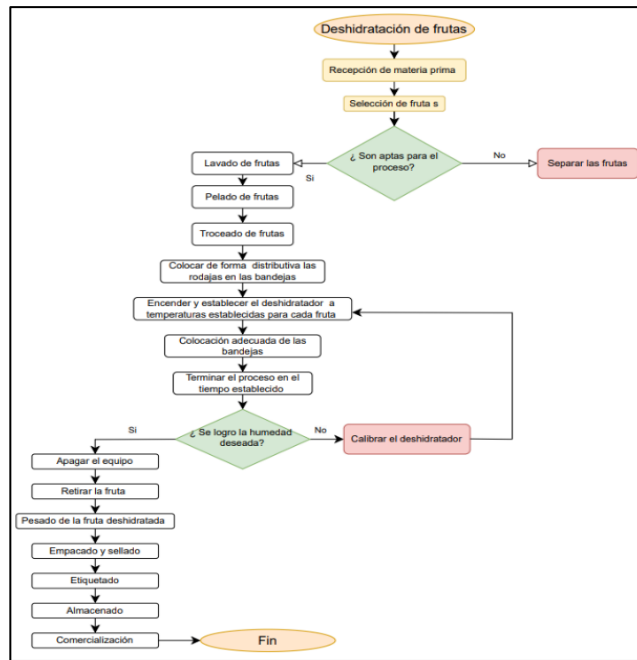


**Ilustración 2-1:** Ejemplo de Diagrama de bloques del proceso de elaboración de mermelada

Fuente: (Cabrera González 2021).

#### 2.4.2 Diagrama de flujo

Un diagrama de flujo representa visualmente los pasos individuales de un proceso dispuestos en secuencia. Esta herramienta versátil, puede ser adaptada para diversos propósitos y resulta efectiva para describir una amplia gama de procesos, ya sea en la manufactura, en actividades administrativas o de servicio o incluso en la planificación de proyectos (García 2020).

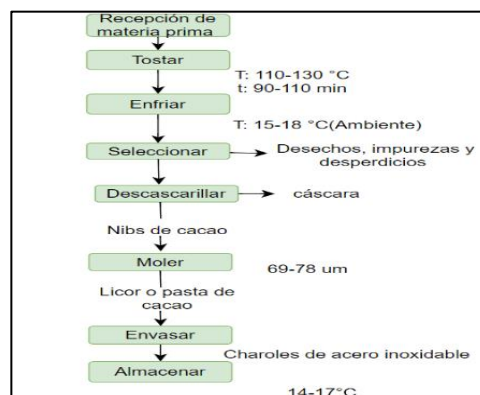


**Ilustración 2-2:** Ejemplo de Diagrama de procesos de una planta deshidratadora de frutas.

Fuente: (Guamán 2022).

### 2.4.3 Diagrama PFD

Diagrama de flujo de proceso proporciona una secuencia detallada de las operaciones unitarias y las corrientes de reciclaje, mostrando el orden en el que se llevan a cabo las diversas etapas del proceso y cómo se conectan entre sí. A diferencia del diagrama de flujo de bloques, el PFD, se distingue por la inclusión de información específica sobre flujos, temperaturas, presiones, etc., que entran o salen de cada equipo. No obstante, es importante tener en cuenta que el PFD, no representa de manera perfecta la dinámica exacta del proceso en la realidad (Mody 2011).

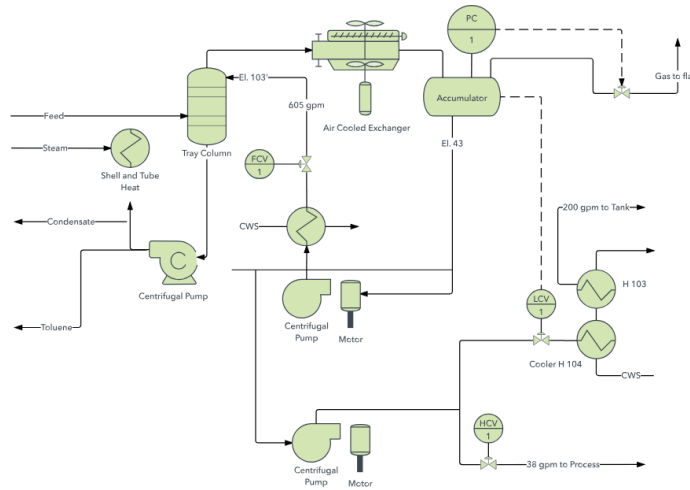


**Ilustración 2-3:** Ejemplo de diagrama PFD de proceso de obtención de licor de cacao previa estandarización

Fuente: (Cortez 2018).

### 2.4.4 Diagrama P&ID

Un diagrama de tuberías e instrumentación, conocido como P&ID, ilustra las tuberías y los elementos asociados al flujo de un proceso físico, siendo su aplicación más extendida en el ámbito de la ingeniería (Carballo y Romero 2011).

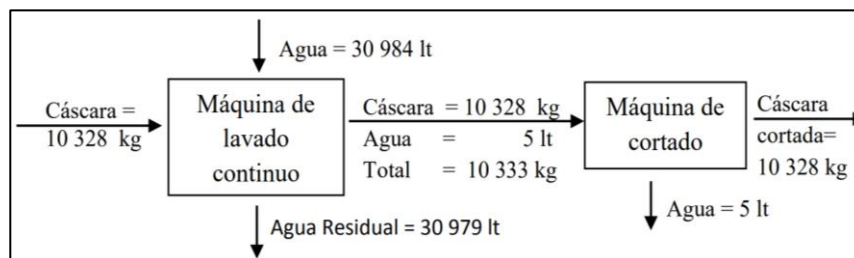


**Ilustración 2-4:** Ejemplo de Diagrama P&ID

Fuente: (Carballo y Romero 2011)

### 2.5 Balance de masa

Un análisis de materia, consiste en una serie de cálculos para dar un seguimiento de todas las sustancias involucradas en un proceso de cambio, cumpliendo con el principio de conservación de la masa. El cual, enuncia que la materia no se crea ni se destruye, solo se transforma (García 2015).



**Ilustración 2-5:** Ejemplo de Balance de materia para el proceso de lavado y cortado en la extracción de pectina.

Fuente: (Escobedo, 2013).

## 2.6 Distribución de planta

La distribución en planta, es la organización física de los diferentes componentes que intervienen en los procesos productivos de la planta empresarial. La búsqueda de una adecuada distribución implica, considerar la variedad en los servicios, los procesos, puestos de trabajo y el producto final (Mejia et al. 2011).

Para lograr el ordenamiento de los diferentes elementos, se requiere espacio que garantice un flujo continuo de los materiales, procesos, almacenamiento y actividades generales de servicio. La distribución en planta se considera como, la disciplina de la organización industrial (Sortino 2001).

El diseño óptimo del espacio físico, es uno de los parámetros más importantes de las etapas tempranas del diseño industrial, un espacio mal diseñado tendrá efectos negativos a largo plazo como: una reducida producción y manejo desordenado de materiales, lo cual aumentará el esfuerzo en el trabajo (Madhusudanan Pillai, Hunagund y Krishnan 2011).

### 2.6.1 *Objetivos de la distribución en plantas*

Los objetivos de una adecuada distribución en plantas, se enfocan en buscar una disposición de equipos y espacios de trabajo que sea económica y eficiente, sin afectar la seguridad y comodidad del personal encargado de las diferentes tareas en la empresa (Varinder Khurana 2015).

Okpala & Chukwumuanya (2016) indican que los objetivos primordiales para una distribución de planta correctamente planificada, son los siguientes:

- Seguridad, es decir minimizar accidentes y pérdidas de producción.
- Entorno propicio, aumentar el confort del empleado en un buen ambiente de trabajo.
- Accesibilidad, Se requiere que todos los equipos, maquinaria y áreas de la planta sean de fácil acceso para llevar a cabo labores de mantenimiento y limpieza de manera efectiva.
- Flexibilidad y capacidad de expansión, la planta debe ser adaptable y tener la capacidad de soportar requisitos de expansión en el futuro.
- Eficiencia en el flujo, diseño de la planta debe organizar de manera efectiva el movimiento de información y materiales, minimizando el desperdicio en la transportación y los movimientos en el área de producción.

- Claridad en el flujo, se debe implementar dispositivos de comunicación para facilitar la supervisión y mejorar la comunicación eficiente en la planta.

## 2.7 Método SLP

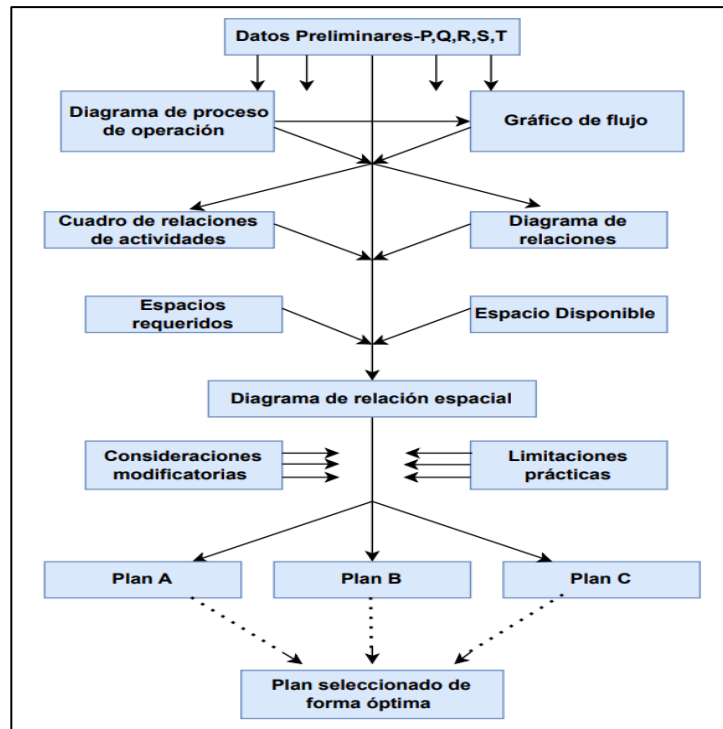
Método de planificación sistemática del diseño, es usado para el rediseño o diseño de superficies. Para obtener un buen resultado este cuenta con una serie de pasos o instrucciones a seguir, aplicándose en diversos tipos de problemas como: almacenamiento, servicio de soporte, producción, transporte (Bintang Bagaskara, Gozali y Widodo 2020).

Desarrollado por Richard Muther en el año de 1950, la mayoría de proyectistas usan el método SLP, debido a su enfoque simple de paso a paso para el diseño de instalaciones. Los datos de entrada para la planificación sistemática de diseño se conocen como PQRS & T, para facilitar su implementación (Kiran 2019).

- P=Características y variaciones del insumo o producto.
- Q= Volumen o cantidad de cada artículo.
- R= Enrutamiento, se debe incluir el proceso, la operación, la secuencia y la maquinaria.
- S= Servicios o Actividades de soporte requeridas para respaldar las operaciones de producción
- T= Tiempo con relación a P,Q,R,S. ( cuando, que tan pronto, cuanto tiempo y frecuencia).

### 2.7.1 Proceso sistemático de planificación del diseño

El proceso realizado por Richard Muther para SLP, es el siguiente: Diagrama de proceso de operación, gráfico de flujo, cuadro de relaciones de actividades (ARC), Diagrama de relaciones, tabla de requisitos, diagrama de requisitos de espacio, plano de contribución inicial, consideraciones modificatorias, plano de distribución seleccionado (Kiran 2019). Todos los procesos mencionados anteriormente se los puede observar en el diagrama de la (Ilustración 2-6).

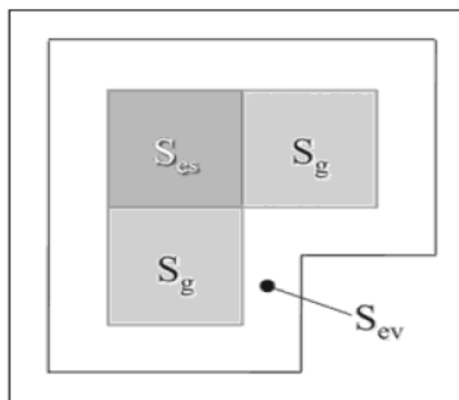


**Ilustración 2-6:** Método sistemático de planificación de diseño.

Fuente: (Kiran 2019).

## 2.8 Método Guerchet

Es una metodología utilizada para evaluar el dimensionamiento de una planta de producción, a partir del método de Guerchet se podrá conocer el área necesaria que necesita un determinado proceso industrial. La superficie total (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), se obtiene por la sumatoria de las superficies parciales como la superficie estática ( $S_{es}$ ), superficie gravitacional ( $S_g$ ) y Superficie de evolución ( $S_{ev}$ ) (Arbós 2012).



**Ilustración 2-7:** Superficies de Guerchet

Fuente: (Arbós 2012).

La ecuación para determinar la superficie total es la siguiente:

$$S_T = S_{es} + S_{sg} + S_{ev}$$

### 2.8.1 Superficie estática ( $S_{es}$ )

Viene dada por el área de lugar de trabajo o de la máquina. En el caso de las máquinas este valor se lo puede encontrar en las especificaciones técnicas del producto adquirido o de lo contrario, se puede obtener a través de una medición tradicional. Se debe tomar en consideración el largo y ancho en el lugar destinado a la operación y se deberá tomar en cuenta palancas, pedales o accesorios que al utilizarse aumenten el espacio requerido (Cruz Villarraga 2017).

$$S_{es} = a * l$$

**Donde:**

$S_{es}$ = Superficie estática

$a$ = Ancho

$l$ =largo

### 2.8.2 Superficie de gravitación ( $S_g$ )

Es la superficie necesaria por lo operarios en su puesto de trabajo y el material acopiado. Es la multiplicación de la superficie estática por el número de lados de trabajo (Medina Ninacondor, Aguilar Franco y Villegas Alvarez 2019).

$$S_g = S_{es} * N$$

**Donde:**

$N$ : Número de lados

### 2.8.3 Superficie de evolución ( $S_{ev}$ )

Contempla el área necesaria a guardar para el movimiento libre del personal y el material durante el proceso (Adolfo y Rivera 2015). Se obtiene mediante la sumatoria de la superficie estática y la superficie de gravitación, multiplicadas por un coeficiente de evolución  $k$ , que es la media de las alturas de los elementos móviles y estáticos (Plua et al. 2023).

**Tabla 2-1:** Valores k para diferentes tipos de industria

Tipos de industria	Valor k
Industria Alimenticia	0.005-0.15
Bandas Transportadoras	0.10-0.25
Textil	0.05-0.25
Metalmecánica pequeña	2.0-3.0

Fuente: (Cruz Villarraga 2017)

La ecuación para determinar la superficie de evolución es la siguiente:

$$S_e = (S_s + S_g) * k$$

## 2.9 Simulación de procesos

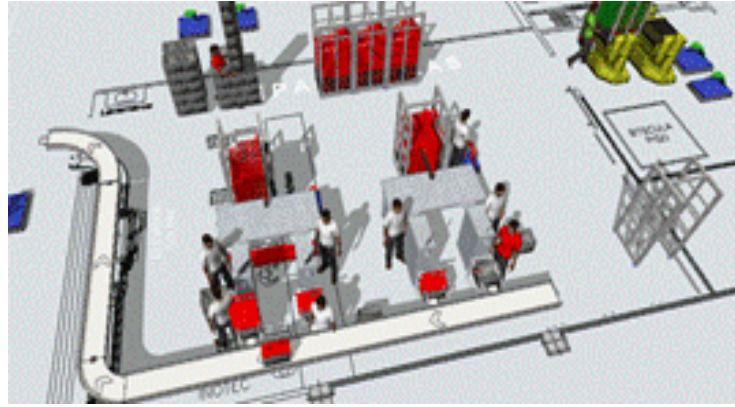
### 2.9.1 Maquetación o moldeado 3D

El modelado en tres dimensiones abarca la generación de un objeto tridimensional, representado matemáticamente a través de software especializado. Este procedimiento culmina en la formación de lo que se conoce como un modelo 3D. Esta tecnología se centra en la capacidad de crear, ajustar y transformar imágenes mediante un entorno computacional, adaptándolas según las necesidades venideras.

### 2.9.2 Software FlexSim

El software proporciona una gran cantidad de unidades físicas, el establecimiento del modelo de simulación física puede ser utilizado para mostrar animaciones tridimensionales, proporcionando un medio eficaz de visualización para el diseño de planificación o transformación del centro logístico. Debido a que Flexsim a través del funcionamiento del modelo mencionado anteriormente, proporciona una animación gráfica realista para presentar un informe completo del desempeño operativo, por lo que los analistas pueden comparar los pros y los contras que existen en una empresa o industria en un corto periodo de tiempo, y poder ejecutar planes de mejora y demás (Zhang y Tian 2017).





**Ilustración 2-8:** Simulación de ejemplo utilizando FlexSim

**Fuente:** (Orozco et al. 2018)

### 2.9.2.1 *Secuencia de proceso en Flexsim*

El Flexsim es adecuado para producción, fabricación, almacenamiento y entrega, sistemas de transporte, etc. El software Flexsim proporciona datos originales y un modelo de operación para realizar experimentos de simulación y optimizar el sistema (Yan y Lee 2009). La simulación de modelado suele seguir los pasos básicos siguientes:

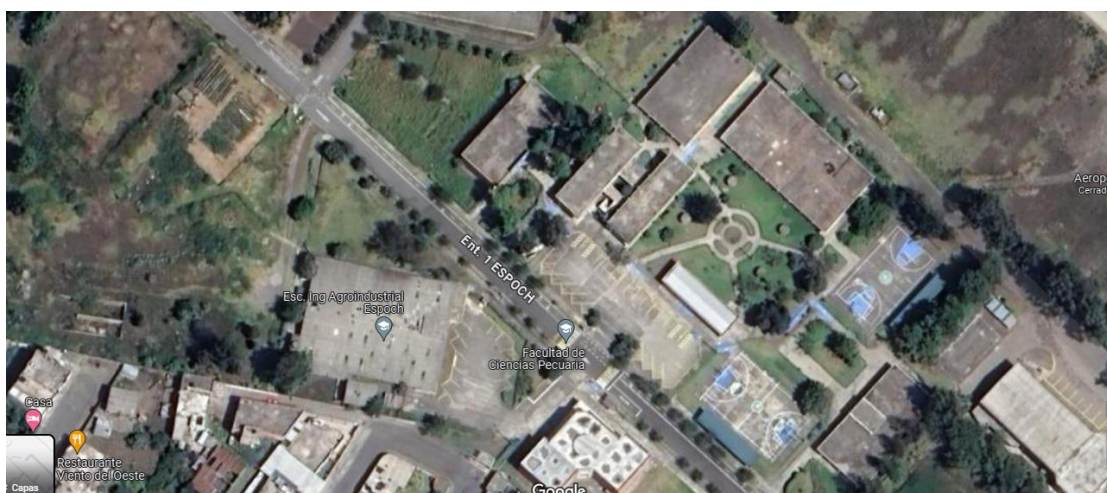
- Examinar el sistema y luego determinar objetivos simulados.
- Recopilar los datos básicos del sistema. La recopilación de datos de simulación implica dos aspectos. Una es que los datos se recopilen de acuerdo con los objetivos de simulación establecidos. La otra es que los datos involucran condiciones iniciales y variables internas.
- Construya el modelo del sistema. Los eventos discretos definen las entidades del sistema con precisión mediante el uso de un diagrama de flujo o un diagrama de red.
- Construya el modelo de simulación. El proceso incluye confirmar la forma de almacenamiento del modelo y los datos, elegir la plataforma de desarrollo de software y el lenguaje de diseño del programa (He et al., 2015).

## CAPITULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Localización

La investigación se realizó en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de ciencias Pecuarias (FCP), la cual se encuentra localizada en la provincia de Chimborazo, Ecuador, Panamericana Sur km 1 ½ .



**Ilustración 3-1** Localización de la planta piloto

**Fuente:** Google Maps, (2024).

#### 3.2 Equipos, materiales y software

Los equipos, materiales y software que se utilizaron en la realización del trabajo de investigación fueron:

##### 3.2.1 *Equipos*

- Computadora
- Impresora

##### 3.2.2 *Materiales*

- Fichas técnicas

- Papel
- Esferos
- Calculadora
- Lápiz
- Borrador
- Libreta de apuntes
- Catálogo de equipos y maquinaria

### **3.2.3 *Software***

- Paquete office
- Draw.io
- Autodesk
- Cedreo
- Archicad
- FlexSim

El siguiente trabajo se consideró las siguientes fases:

## **3.3 Procedimiento experimental**

### **3.3.1 *Diseño de procesos agroindustriales***

El diseño de procesos agroindustriales implica un enfoque sistemático y estructurado para desarrollar un proceso eficiente y rentable para la transformación de subproductos de frutas y hortalizas. Tomando en cuenta las características y condiciones necesarias de la materia prima se realizó un diseño de cada proceso seleccionando cumpliendo con normas vigentes como Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), normas de higiene y seguridad, normas ambientales, normas de gestión de la calidad (ISO 9001).

### **3.3.2 *Productos propuestos para realizar la planta piloto***

Los productos a elaborar de los residuos de frutas y hortalizas son polvo fino molido, té y snacks.

### 3.3.2.1 *Proceso para elaborar Polvo fino molino*

#### Selección de materias primas:

Según relata el procedimiento general para esta elaboración “implica elegir aquellos subproductos que sean ricos en nutrientes y tengan las características deseadas para el polvo fino molido”, sin embargo lo que menciona (Alvarado, 2021) “En esta etapa, se llevó a cabo una inspección visual de la materia prima, que no presenten daños físico-mecánicos”, de la misma manera según (Zambrano, 2014) menciona que “en esta etapa de es necesario realizar una inspección visual de la materia prima, verificando que este en buen estado también por lo cual se basaron en la determinación de las propiedades funcionales y físico químicas de la materia prima”, en otro punto se tiene que (García, 2015) menciona que “el objetivo de esta etapa es identificar el producto y descargarlo en condiciones correctas para evitarle problemas; normalmente va asociada a un control de calidad, simultáneo o inmediatamente posterior.”, De esta manera los autores correspondientes concuerdan en su información o tienen algo de semejanza por denominarlo de alguna manera, es decir, todos los autores recomiendan directamente realizar inspecciones visuales principalmente, posteriormente estas serán aprobadas, es aquí en donde se debe considerar los valores nutricionales que estos subproductos van a aportar para poder destinarlos a un fin específico.

#### Lavado y preparación

De manera general se menciona en este apartado del proceso productivo que “Los subproductos seleccionados se lavan y preparan para eliminar impurezas y residuos. Esta etapa es crucial para garantizar la calidad e higiene de la materia prima.”, Contrastando la información hallada la (Fao, 2024), menciona que “el lavado es una operación que constituye el punto crucial en el proceso de producción de harina a partir de subproductos de frutas y hortalizas. Normalmente es una operación que a pequeña escala se realiza en estanques con agua recirculante o simplemente con agua detenida que se reemplaza continuamente. Por otro lado, se tiene a (Zambrano, 2014) que hace referencia que “En esta etapa, la meta principal es eliminar del producto cualquier impureza como tierra, residuos, microorganismo. Para ello, se suele utilizar un sistema de ducha o aspersión, aunque en ocasiones se opta por la inmersión. En esta etapa se realiza un lavado de los subproductos con agua y adicionando desinfectantes como es el hipoclorito de sodio en una concentración de 100 ppm en la solución desinfectante puede reducir hasta 100 veces la carga microbiana total del producto. (García, 2015) hace referencia a que “tanto en aspersión como en inmersión, el tiempo de exposición al desinfectante es crucial para su eficacia. En aspersión, la longitud del recorrido y la velocidad de la cinta transportadora determinan el tiempo de

exposición. En inmersión, la velocidad de circulación del agua y el tiempo de residencia del producto en la cubeta determinan el tiempo de exposición.”, Es por ello que se puede concluir en este punto que los tres autores concuerdan en que el agua es el primordial insumo para un correcto lavado pero tampoco dejan de lado al tiempo de lavado de los subproductos obtenidos así como tampoco olvidan el hecho que se debe usar un desinfectante para poder eliminar de manera más segura los microorganismos que pueden estar presentes en estos subproductos de frutas y hortalizas.

### Troceado o triturado

En un contexto general se hace referencia a que: “Las frutas y hortalizas lavadas se trituran o trocean en pedazos más pequeños para facilitar el procesamiento posterior”, ahora según (Garcia, 2015) hace referencia a que “en el troceado existen diferentes tipos de troceado según el producto y la tecnología escogidos: troceado manual, con cuchillo o mondador, troceado con máquinas” por otro lado (Alvarado, 2021) menciona que “se pueden realizar cortes para facilitar el retiro de la pulpa y posteriormente proceder a trocear la cáscara con ayuda de un cuchillo en pequeños cuadritos”, En cambio qué (Rey, 2022) en su investigación con subproductos de cáscara de piña nos dice qué, “Se realizó un troceado manual en donde se cortó la cascara de piña en pequeños trozos para obtener un secado rápido con mejores resultados. Los trozos de piña se llevaron al secador de bandejas en donde se dejaron por aproximadamente 12 horas a 60°C.” Es por esto que en cuestión de estos autores se evidencia claramente que tanto el troceado o el triturado, es muy dependiente de lo que se busca, es decir el tamaño, la forma, las dimensiones y demás, ya sea porque el siguiente paso es de forma mecánica y se necesita dimensiones claras para el correcto funcionamiento de la máquina, o simplemente para una mayor comodidad por decirlo de alguna manera, entonces, no existe un parámetro definido para esta parte del proceso.

### Secado

Generalmente se nos menciona qué: “Los trozos o pulpa resultante se secan para reducir el contenido de humedad. Esto puede realizarse mediante métodos como secado al aire, secado al sol, secado en hornos o deshidratación mediante tecnologías específicas”, tomando lo que dice (Rey, 2022) en su investigación con subproductos de cáscara de piña nos dice que “los trozos de piña se llevaron al secador de bandejas en donde se dejaron por aproximadamente 12 horas a 60°C.” Por otro lado, (Alvarado, 2021) menciona en su investigación que “colocó la cáscara de banano en una bandeja de acero a una temperatura de 70°C por aproximadamente 48 horas”, Tomando en cuenta lo que dice (Ventura, 2019) en su investigación con cáscaras de plátano hace

referencia a qué: “estas cáscaras fueron dispuestas en bandejas de aluminio y posteriormente fueron secadas en estufa, la temperatura de secado osciló entre 65 ° C a 75 ° C, el tiempo de secado varió entre: 8 a 16 horas, por lote de cáscaras”, Una vez tomados los criterios de los autores correspondientes, lo que se puede decir es que las temperaturas son muy variables dependiente del subproducto con el cual se esté trabajando de igual manera el tiempo, pero lo que nos podemos dar cuenta a más de esto, es que en cuestiones cáscaras de plátano la temperatura que ronda como promedio es de 60°C a 70°C.

### Molienda

En un contexto muy general se nos menciona que “Una vez secos, los trozos se muelen hasta obtener un polvo fino. Este paso puede requerir el uso de molinos u otros equipos de molienda especializados para lograr la textura deseada de la harina”, según (Rey, 2022) nos dice qué: “Una vez se obtuvo la cascara seca se procedió a la molienda la cual se realizó en un molino industrial pulverizador para obtener la harina”, en otro punto tenemos lo que menciona (Alvarado, 2021) en su investigación con cáscara de plátano, que nos dice que: “pudo realizar este paso del proceso con ayuda de un molino eléctrico con la finalidad pulverizar las cáscaras de banano deshidratado para la obtención de harina”, tomando otro contexto es el de (Orrero, 2017), que menciona en su investigación de trozos de maracuyá qué “Los trozos de maracuyá previamente secados, fueron pasados por un molino esto con la finalidad de reducir su tamaño y que adquieran un aspecto de polvo”, Como fin a este punto del proceso se puede decir que es muy general que se usen equipos industriales para realizar esta acción, como un molino industrial pulverizador o simplemente un molino, pero todos con la única finalidad de obtener lo que vendría a ser ya la harina o el producto final.

### Tamizado y clasificación

De forma general se tiene qué “El polvo obtenido se tamiza para eliminar partículas no deseadas y clasificar la harina según su tamaño de partícula. Esta etapa puede realizarse mediante el uso de tamices de diferentes tamaños”, (Rey, 2022) nos menciona qué durante su investigación “La harina de cascara de piña se pasó por una serie de tamices entre 18 y 270mm, en otro contexto tenemos que (Alvarado, 2021) menciona qué “Este proceso lo pudo realizar con ayuda de un colador para conseguir un polvo más fino del que se obtuvo de la molienda.”, por otro lado se tiene a (Hernández, sf) que nos dice que “el tamizado se hace con el fin de retirar partículas gruesas y obtener una harina muy fina, con un colador, los residuos que quedan en esta etapa (partículas gruesas)”, Como punto final se puede mencionar que en el proceso de tamizado y clasificación se puede

emplear equipos ya sean industriales con diámetros específicos o también se puede usar coladores que se usarían comúnmente si es que el proceso no es de tipo industrial.

### Empaque y almacenamiento

De forma general se tiene que: “La harina obtenida se empaqueta en envases adecuados y se almacena en condiciones óptimas para conservar su calidad nutricional y características organolépticas”, Lo que nos dice (Hernández, sf) es que “la harina debe ser empacada en bolsas las cuales deben quedar selladas adecuadamente para evitar la entrada de humedad y microorganismo”, por otro lado tenemos lo que argumenta (Zambrano, 2014) “El producto terminado se almacenó en un lugar libre de humedad, hasta el momento de proceder a realizar los respectivos análisis sensorial y de caracterización de los mejores tratamientos”, así como también el argumento válido de (Alvarado, 2021) que realiza una mención a que “la harina debe colocarse en fundas de polietileno de uso alimentario y almacenarse en lugares frescos y libres de humedad.”, en conclusión podemos decir que los tres autores se mantienen en el criterio que el almacenamiento debe ser en un lugar totalmente fresco y en fundas o empaques únicamente que tengan un fin alimentario.

#### *3.3.2.2 Proceso para elaborar Té*

### Selección de subproductos

Seleccionar los subproductos de frutas y hortalizas adecuados para la elaboración del té. Estos pueden ser cáscaras, hojas, partes secundarias o residuos de frutas y hortalizas.

Según (Alarcón, 2016), la selección de subproductos adecuados es el paso inicial para la elaboración de té, los cuales pueden incluir cáscaras, hojas, partes secundarias o residuos de frutas y hortalizas. Pero (Àlvarez, 2011), nos comentan que la selección de estos sub productos debe hacerse cuidadosamente, ya que algunos de estos subproductos pueden contener compuestos indeseables que pueden afectar negativamente el sabor, olor y color de la infusión final. Por su parte (Nùñez, 2012), destacan la importancia de la trazabilidad y la sostenibilidad en la selección de subproductos de origen local y la minimización de residuos siendo clave para garantizar la sostenibilidad del proceso de elaboración de té, además, la trazabilidad de los subproductos utilizados permite garantizar la calidad y seguridad del producto final.

### Limpieza y preparación

Lavar y preparar los subproductos seleccionados para eliminar impurezas y residuos. Asegurándose de que estén libres de contaminantes y que su calidad sea óptima.

Según (Jimenès, 2018), la limpieza y preparación adecuadas de los alimentos son cruciales para prevenir la contaminación cruzada y reducir el riesgo de enfermedades transmitidas por los alimentos. Lo cual nos argumenta (Jaramillo, 2011), que se debe incluir lavar las manos, los utensilios y las superficies de trabajo antes de manipular los alimentos, separar los alimentos crudos de los cocidos, cocinar a temperaturas adecuadas y mantener los alimentos a temperaturas seguras hasta su consumo. (Pérez, 2016), nos comenta que estos pasos son necesarios para garantizar la seguridad alimentaria y la calidad de los productos.

### Secado

Los subproductos preparados se secan para reducir su contenido de humedad. Esto se puede lograr mediante métodos de secado al aire, deshidratación o secado en hornos a temperaturas controladas.

Nos comenta (Carvajal, 2021), que el secado es un proceso crucial en la preparación y conservación de subproductos alimenticios, y existen diferentes métodos de secado, como el secado al aire, deshidratación y secado en hornos. De igual manera (Alzate, 2013), nos informa que este proceso ayuda a la inhibiendo del crecimiento de microorganismos y mejorando la vida útil del producto. Para complementar (Armas, 2008), nos dice que el secado en hornos es la técnica más utilizada para el secado de subproductos, ya que, a través de sus temperaturas controladas y un ambiente ventilado, el exceso de humedad se elimina, creando un producto estable y libre de contaminantes. Este proceso también ayuda a mejorar la textura y el sabor de los subproductos, haciéndolos más agradables al consumidor.

### Trituración o molienda

Una vez secos, los subproductos se trituran o muelen para obtener partículas más pequeñas. Esto facilita la extracción de sabores y compuestos durante la infusión.

Nos comenta (Carvajal, 2021), que la trituración o molienda de los subproductos de té es un paso importante en el proceso de elaboración de infusiones de té, ya que, a través de la reducción de



las hojas de té en partículas más pequeñas, se mejora la exposición a los líquidos de infusión. Según (Castro, 2020), nos dice que este proceso las hojas se muelen cuidadosamente en un polvo fino, produciendo el té, la calidad del té depende en gran medida del tamaño de las partículas y del grado de molienda. La (Cholota, 2011), por su parte nos indica que se utilizan molinos especiales, donde las hojas se trituran suavemente para mantener su integridad y calidad, ya que la molienda adecuada garantiza la liberación de sabores y compuestos beneficiosos, creando una infusión de té suave y aromática.

### Mezclado

Las partículas trituradas se mezclan para crear una combinación equilibrada de sabores, aromas y propiedades deseables en la infusión. Esta mezcla puede ser una combinación de diferentes subproductos o ingredientes complementarios.

(Corozo, 2019), nos dice que el proceso de mezclado de las partículas trituradas de té es una etapa fundamental en la elaboración de infusiones de té, ya que garantiza una combinación equilibrada de sabores, aromas y propiedades deseables, como la fuerza, el cuerpo y el color. Según (Cumacàs, 2019), a menudo incluye la adición de ingredientes complementarios que mejoran el sabor y las propiedades de la infusión, estos ingredientes pueden incluir especias, flores y frutas secas, y se mezclan cuidadosamente con las partículas trituradas de té para crear una infusión única con sabores y aromas distintivo. Por último (Pérez et al. 2019), nos dice que el objetivo de este proceso es crear una combinación equilibrada de sabores y propiedades deseables.

### Envasado

La mezcla resultante se empaqueta en bolsitas, contenedores o envases adecuados para la infusión. Es importante utilizar materiales que conserven la frescura y calidad del producto final. Es esencial seguir prácticas de higiene y control de calidad durante todo el proceso para garantizar la seguridad alimentaria y la calidad del producto final.

Según la (OMS, 2019), el proceso de envasado de las infusiones de té es una etapa importante para garantizar la seguridad alimentaria y la calidad del producto final. La (Marquèz, 2016), nos comenta que la elección de los materiales de envasado es crucial para mantener la calidad y frescura de las infusiones de té, los fabricantes de té deben elegir materiales adecuados, como bolsitas de papel o filtros de tela, que permitan una correcta infusión y al mismo tiempo preserven los sabores y aromas del producto. Pero la (Osorio, 2019), nos hace ver un punto de vista más estético, pero no

menos importante que es el diseño y marketing. Los envases deben ser atractivos y fáciles de usar, y la información sobre el producto debe ser clara y precisa, además, se deben seguir normas y regulaciones específicas para el envasado y etiquetado de productos alimenticios, asegurándose de que el producto final sea seguro y cumpla con las expectativas de los consumidores.

### 3.3.2.3 *Proceso para elaborar snacks*

#### Selección de materias primas

Elegir frutas y hortalizas adecuadas para la elaboración de snacks. Pueden ser subproductos, cortes no utilizados o partes secundarias de frutas y hortalizas. Para la elaboración de snacks la selección de frutas y verduras es de suma importancia ya que influyen en la calidad del producto y estas pueden mejorar el sabor y textura del producto final. De acuerdo con (Baticón, 2020) los vegetales que mejor resultan para hacer snacks, además de la patata, son el boniato, la remolacha, la zanahoria, la chirivía, el apio, nabo, la yuca, el calabacín o la berenjena. En comparación con (Estrategias para reducir la pérdida y el desperdicio de frutas y hortalizas en las últimas etapas de la cadena agroalimentaria: avances y desafíos., 2022) nos explica que la gama de subproductos de frutas y hortalizas es muy amplia y cada una genera un subproducto diferente dependiendo de las características. Estos subproductos pueden ser utilizados en la industria de diversas maneras, incluyendo la elaboración de snacks. Por último (Walter, 2021) menciona que se puede incluir subproductos, cortes no utilizados o partes secundarias de alimentos como caseros son zanahorias, calabacines, manzanas, peras y plátanos.

#### Limpieza y preparación

Lavar y preparar los productos seleccionados para eliminar cualquier suciedad o impureza. Pelar y cortar los productos en rodajas delgadas y uniformes es esencial para obtener snacks de calidad. Según (Egan, 2021) destaca la importancia de limpiar y preparar el producto de elección y a su vez quitar la suciedad o las impurezas para la seguridad alimentaria y sobre todo antes de pasar al siguiente paso, se recomienda lavar el producto con agua fría y secarlo por completo para el sabor y la textura de las patatas fritas no se vea afectado. (Técnicas e instrumentos de recolección de información: análisis y procesamiento realizado por el investigador cualitativo., 2021) explica la importancia de pelar los productos, aunque algunas recetas pueden requerir la piel para añadir textura, pero el pelar la materia prima puede ayudar a eliminar cualquier residuo de pesticidas o contaminantes que puedan estar presentes en la piel. (Chamizo, 2020) discute la necesidad de cortar los productos en rodajas delgadas y uniformes. Según él, esto es esencial para obtener snacks de calidad porque

asegura una cocción uniforme. Rodajas demasiado gruesas pueden resultar en snacks que estén crudas por dentro.

### Blanqueado

Algunos procesos incluyen una etapa de blanqueado que implica sumergir las rodajas de frutas o hortalizas en agua caliente por un breve período. Esto ayuda a preservar el color y eliminar enzimas naturales.

La página web (Consumer., 2023) menciona que Consiste en sumergirlos en agua hirviendo durante un breve período, se aplica principalmente a verduras de fuerte sabor, como espinacas, acelgas, brócoli o coliflor, las verduras se sumergen en agua hirviendo y se mantienen durante dos minutos antes de retirarlas y por último se enfrían rápidamente sumergiéndolas en agua con hielo.

### Secado

Las rodajas preparadas se secan para eliminar la humedad. Pueden ser secadas al aire, en hornos o mediante deshidratación a temperaturas controladas hasta alcanzar la textura deseada.

Según el estudio (Secado de Rodajas de Fruto del Árbol del Pan Mediante la Técnica de Ventana Refractiva, 2016) que se centra en el uso de la tecnología Refractive Window (VR) para secar rodajas de fruta del pan. Los resultados muestran que la tecnología VR proporciona niveles de humedad más bajos en comparación con el secado en bandeja. Además, los discos de 1 mm tienen un contenido de humedad menor que los discos de 2 mm. Esto sugiere que el espesor de las rebanadas puede afectar la eficiencia del secado. Según (Giraldo-Zúñiga et al., 2010) este estudio examinó la cinética del secado de la pulpa de cupuaçu en rodajas de 0,5 cm. Los resultados indicaron que el tiempo de secado disminuye a medida que aumenta la temperatura de secado. Por ejemplo, el tiempo requerido para secar el producto hasta una humedad del 20% fue de 9,2 horas a 50 °C, 8,1 horas a 60 °C y 7,3 horas a 70 °C. De igual manera (Cinética de Secado de Chips de Yuca (Manihot esculenta crantz) en Horno Microondas, 2016) se centra en el secado por microondas donde Los resultados muestran que, a mayor potencia de microondas, más rápida es la transferencia de masa asociada a la pérdida de humedad en los snacks de yuca porque genera más calor en la muestra y por ende una mayor diferencia de presión de vapor entre el centro y la superficie del producto. Calentamiento de volumen por microondas.

### Freído o horneado

Las rodajas secas se fríen en aceite caliente o se hornean para obtener la textura crujiente característica de los snacks. El método de cocción puede variar según la preferencia y el tipo de producto final deseado. Las rodajas secas se fríen en aceite caliente o se hornean para obtener la textura crujiente característica de los snacks. El método de cocción puede variar según la preferencia y el tipo de producto final deseado.

Según (EFFECT OF BAKING AND FRYING METHODS ON QUALITY CHARACTERISTICS OF POTATO CHIPS., 2017) investigó cómo diferentes condiciones de fritura afectan la calidad de las papas fritas (snacks), se encontró que las papas fritas sumergidas en aceite caliente a una temperatura específica (generalmente alrededor de 170-180°C) desarrollan una textura crujiente en la superficie debido a la rápida evaporación del agua. Por arte de ( Characterization of Banana Chips Produced by Different Drying Methods., 2018) manifiesta que este estudio se centró en los snacks de plátano (banana chips) y cómo diferentes métodos de secado afectan su textura, las rodajas de plátano se sumergieron en aceite caliente para obtener una textura crujiente similar a la de los snacks de papa. Y por último (Physicochemical and sensory characteristics of sweet potato chips undergoing different cooking methods, 2017) estudio los chips de Patata (sweet potato chips) donde las rodajas de batata se cocinaron en el horno a baja temperatura. Aunque no eran tan crujientes como las papas fritas, conservaban su sabor natural y eran más saludables.

### Drenaje y enfriamiento

Después de freír u hornear, los snacks se retiran y se colocan sobre papel absorbente para eliminar el exceso de aceite y se enfrían a temperatura ambiente para que adquieran su textura crujiente. Este autor menciona que después de hornear o freír, los alimentos suelen colocarse sobre papel absorbente para eliminar el exceso de aceite, este ayuda a reducir el contenido de grasa de los alimentos y mejora su textura crujiente, el papel puede absorber la grasa superficial y mejorar el sabor de los alimentos (Higiene alimentaria para la prevención de trastornos digestivos infecciosos y por toxinas, 2010). En la investigación el enfriar los alimentos a temperatura ambiente sugiere que esto permite que los sabores se desarrollen y que la textura se asiente, a su vez enfriar a temperatura ambiente evita que los alimentos se vuelvan blandos debido a la condensación de vapor en un recipiente cerrado (Aesan, 2024). La (FAO, 2024) incluye prácticas seguras para la manipulación de alimentos, como la eliminación del exceso de aceite y el enfriamiento adecuado para mantener la calidad y seguridad de los alimentos.

## Condimentación

Algunos snacks se condimentan con sal, especias u otros condimentos para mejorar su sabor y atractivo. (Cómo DAR SABOR a las comidas SIN SAL Trucos, recomendaciones y recetas. , 2020) establece que la sal es un condimento básico e indispensable en la cocina. Aporta sabor y resalta los sabores naturales de los alimentos. Sin ella, la comida simplemente no sabe igual. Por otro lado (Sandvik, 2014) explica que las especias y hierbas son excelentes alternativas para condimentar los snacks sin depender exclusivamente de la sal. (FAO, 2024) Establece dosis máximas para asegurar que la ingestión de un aditivo no exceda su IDA, las dosis se basan en disposiciones previas del Codex o en peticiones gubernamentales.

## Empaque

Una vez que los snacks han alcanzado la textura y sabor deseados, se empaacan en bolsas o envases adecuados para su comercialización. Es esencial controlar el espesor de las rodajas, la temperatura de cocción y el tiempo de proceso para obtener snacks consistentes en sabor, textura y calidad. Además, mantener estándares de higiene y seguridad alimentaria durante todo el proceso es crucial para garantizar la calidad del producto final.

(Influencia de Proceso de Fritura al Vacío Sobre la Calidad de Chips de Papa Nativa, Variedad Botella Roja., 2019) realizaron una investigación sobre la fritura al vacío y su influencia en la calidad de los snacks de papa de la variedad Botella Roja, estos concluyeron que el proceso de fritura al vacío mejora la calidad fisicoquímica de los snacks de papa, sugiere que la calidad del producto es un factor importante a considerar al elegir el tipo de envase. Por otra parte (Potatoes chips, vacuum frying and health profits, 2014) informaron que la fritura al vacío reduce el contenido de aceite en snacks de zanahoria en comparación con la fritura tradicional, el empleo de envases adecuados podría ayudar a mantener la calidad y reducir la grasa absorbida. Por último (Flessner, 2024) fue uno de los primeros fabricantes europeos de patatas fritas, utilizaron bolsas transparentes e impermeables a la grasa para envasar sus snacks, a su vez introdujeron bolsitas de sal para rociar en cada paquete, lo que fue un éxito.

### **3.3.3 Diagramas ingenieriles y de proceso**

Se elaboraron diagramas los cuales se clasifican en diagramas de gestión y diagramas ingenieriles. Diagramas de gestión:

- Diagrama de flujo

Diagramas ingenieriles:

- Diagrama de bloques
- Diagrama PFD
- Diagrama P&ID

Los cuales muestran las actividades involucradas en la producción de subproductos de frutas y hortalizas como: polvo fino molido, té, snacks, así como el recorrido de la materia prima hasta alcanzar el producto terminado con el uso del programa DRAW.io.

#### **3.3.4 Balance de masa**

Se desarrolló el balance de masas para determinar las capacidades máximas y mínimas que ocupa una cantidad en kg, mediante hojas de Excel.

Para realizar el balance de masa, primero se definió el sistema y sus límites, el sistema incluye todas las etapas del proceso de producción del producto, desde la entrada de las materias primas hasta la obtención del producto final. Los límites del sistema indican dónde comienza y termina este flujo de materiales, es decir, qué partes del proceso se incluyen en el análisis y cuáles quedan fuera de él. Seguido por la recopilación de datos de entrada sobre materias primas y productos. Luego, se identificaron los flujos de entrada y salida, y se calculó un inventario de masa. A continuación, se establecieron y resolvieron ecuaciones de suma y resta de balance de masa para cada componente del sistema. Los resultados se verificaron y validaron antes de interpretarlos para evaluar el rendimiento del proceso y tomar acciones correctivas si era necesario.

#### **3.3.5 Dimensionamiento de equipos e instrumento para el proceso**

Con los procesos ya establecidos (polvo fino molido, té, snacks) se seleccionó la maquinaria y equipos.

El dimensionamiento de equipos e instrumentos se basó en criterios clave. Se consideró la capacidad de producción para satisfacer la demanda prevista que fueron 100 kg al mes y la eficiencia operativa para garantizar un rendimiento óptimo. Además, se evaluó la compatibilidad con las materias primas. También se tuvo en cuenta la disponibilidad del espacio y de equipos e instrumentos para asegurar su fácil acceso y mantenimiento. Estos criterios permitieron dimensionar adecuadamente los recursos necesarios para el proceso agroindustrial, asegurando su eficiencia y cumplimiento de estándares de calidad.

### ***3.3.6 Identificación de las instalaciones necesarias para los equipos***

En el diseño de la planta piloto se identificaron las instalaciones necesarias para los equipos considerando varios criterios esenciales. Se evaluó el espacio requerido para albergar cada equipo, asegurando que las dimensiones de las instalaciones fueran adecuadas. Se prestó atención a las consideraciones de seguridad, implementando sistemas para proteger al personal. La ergonomía y accesibilidad de las instalaciones se consideraron para facilitar la operación y mantenimiento de los equipos. Se aseguró el cumplimiento de normativas y regulaciones en materia de seguridad y protección ambiental.

### ***3.3.7 Distribución de la planta piloto***

Utilizando el método de Guerchet se determinó el espacio físico que se requiere para la implementación de los diferentes procesos.

Se calculó las siguientes superficies:

- Superficie total
- Superficie estática
- Superficie gravitatoria
- Superficie de evolución

Mediante el uso de Systematic Layout Planning (SLP) se realizó la distribución de planta

- Teniendo en cuenta:
- Matriz entre relaciones
- Cercanía entre estaciones
- Estaciones del área de trabajo de producción
- Matriz de ponderación

### ***3.3.8 Modelación y simulación***

Utilizando programas de modelado 3D como Archicad, Autocad y Cedreo, se dibujó el plano de la planta piloto con las dimensiones de las áreas obtenidas del método de Guerchet.

Se realizó la modelación y simulación de la planta piloto mediante el software FlexSim, con el cual se verificó la funcionalidad de cada línea de proceso en base a los resultados de tiempos y movimientos proporcionados por el software.

## CAPÍTULO IV

### 4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Partiendo de los productos polvo fino molido, té y snacks, se establecieron los procesos de elaboración de cada uno y se procede a la realización de la propuesta de la planta piloto.

#### 4.1 Elaboración de diagramas ingenieriles y de gestión

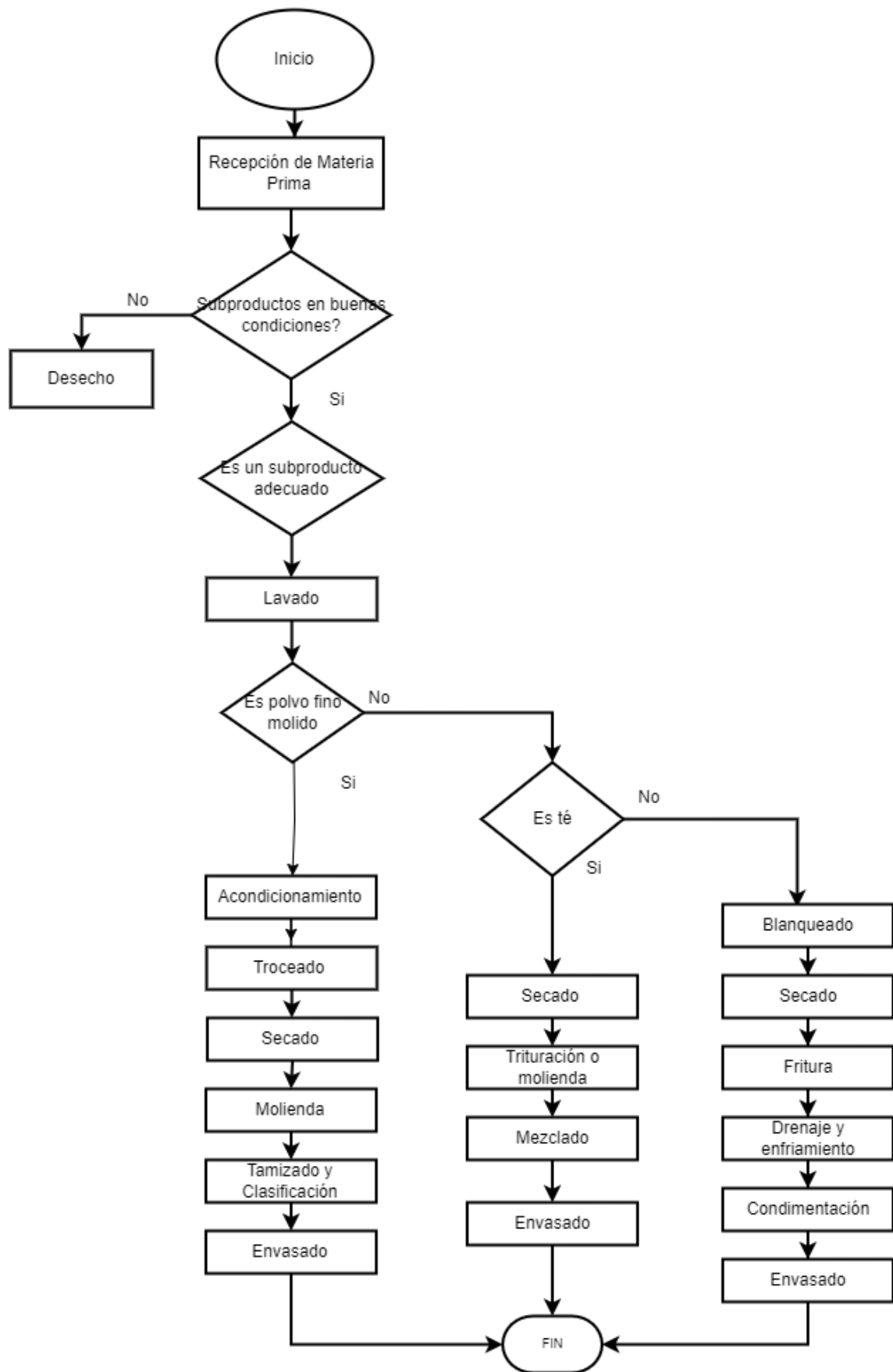
Para crear diagramas ingenieriles y de gestión tomamos en cuenta los procesos involucrados en la realización de cada producto, desde la recepción de materia prima hasta el empaque. Además de tener en cuenta el equipo e instrumento que requiere cada proceso.

##### 4.1.1 *Diagrama de gestión*

###### 4.1.1.1 *Diagrama de flujo*

Este diagrama representa el flujo de materiales desde la recepción inicial de los residuos de frutas y hortalizas hasta la obtención de productos finales como: polvo fino molido, té y snacks. En primer lugar, se seleccionan los residuos que cumplan con los estándares requeridos, luego los residuos son lavados y clasificados según su proceso a realizar, polvo fino molido, té o snacks.





**Ilustración 4-1:** Diagrama de Flujo para la elaboración de subproductos

Realizado por: Armijo, A., 2024

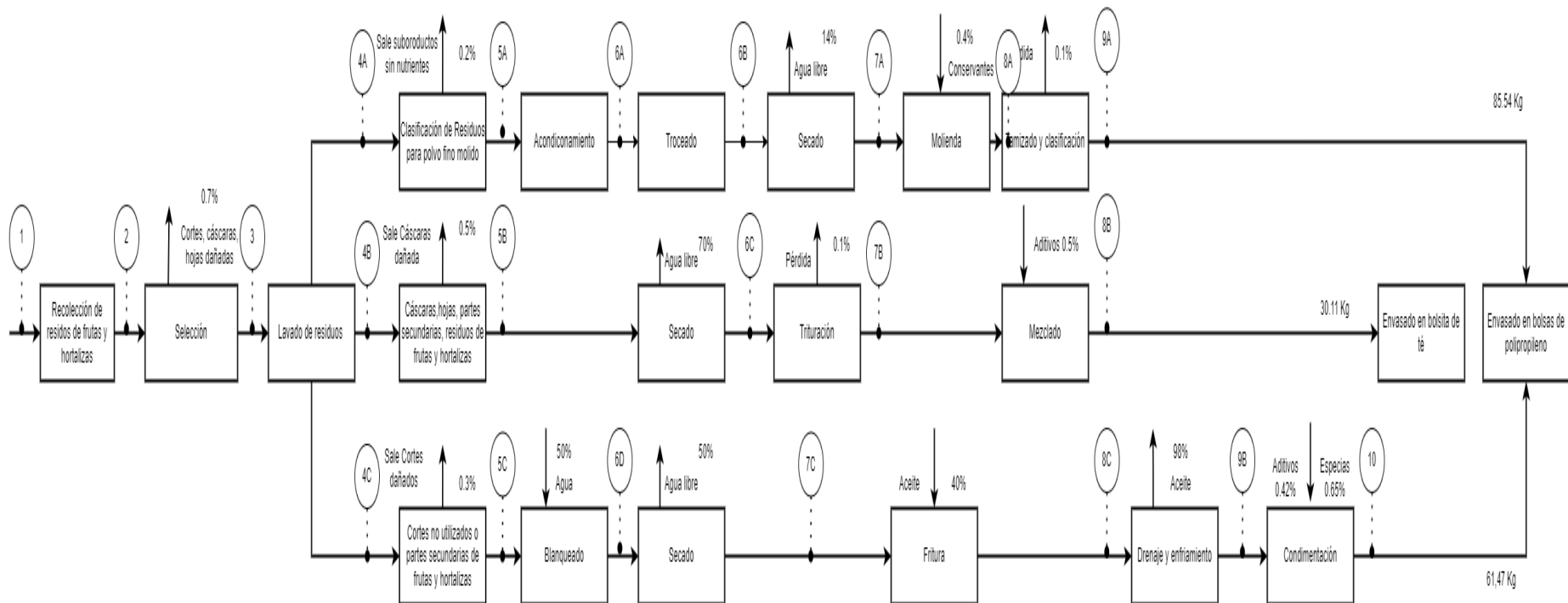
- Si la materia prima se destina a la producción de polvo fino molido, se somete a un proceso que incluye acondicionamiento, troceado, secado, molienda, tamizado y clasificación, culminando con el envasado del producto final.
- Por otro lado, si se elige la producción de té, la materia prima pasa por un proceso de secado, triturado, molienda, mezclado y envasado.
- En el caso de la elaboración de snacks, continua con el proceso de blanqueado, seguido de secado, fritura, drenaje, enfriamiento, condimentación y, finalmente, envasado. Estos tres procesos están detallados en la ilustración 4-1 del diagrama de flujo.

#### **4.1.2 Diagramas ingenieriles**

##### **4.1.2.1 Diagrama de Bloque**

El diagrama de bloques propuesto en la ilustración 4-2 muestra el proceso de producción de cada producto en la planta piloto. Cada bloque en el diagrama representa una etapa o unidad del proceso que comienza con la recepción de 100 kg de residuos de frutas u hortalizas.

Después de la etapa de selección en todos los procesos resulta en una salida promedio del 7% en cortes, cáscaras subóptimas, la materia prima pasa por un lavado y clasificado para su uso en la elaboración de polvo fino molido, té o snacks.



**Ilustración 4-2:** Diagrama de bloques del proceso de polvo fino molido, té, snacks

Realizado por: Armijo, A., 2024

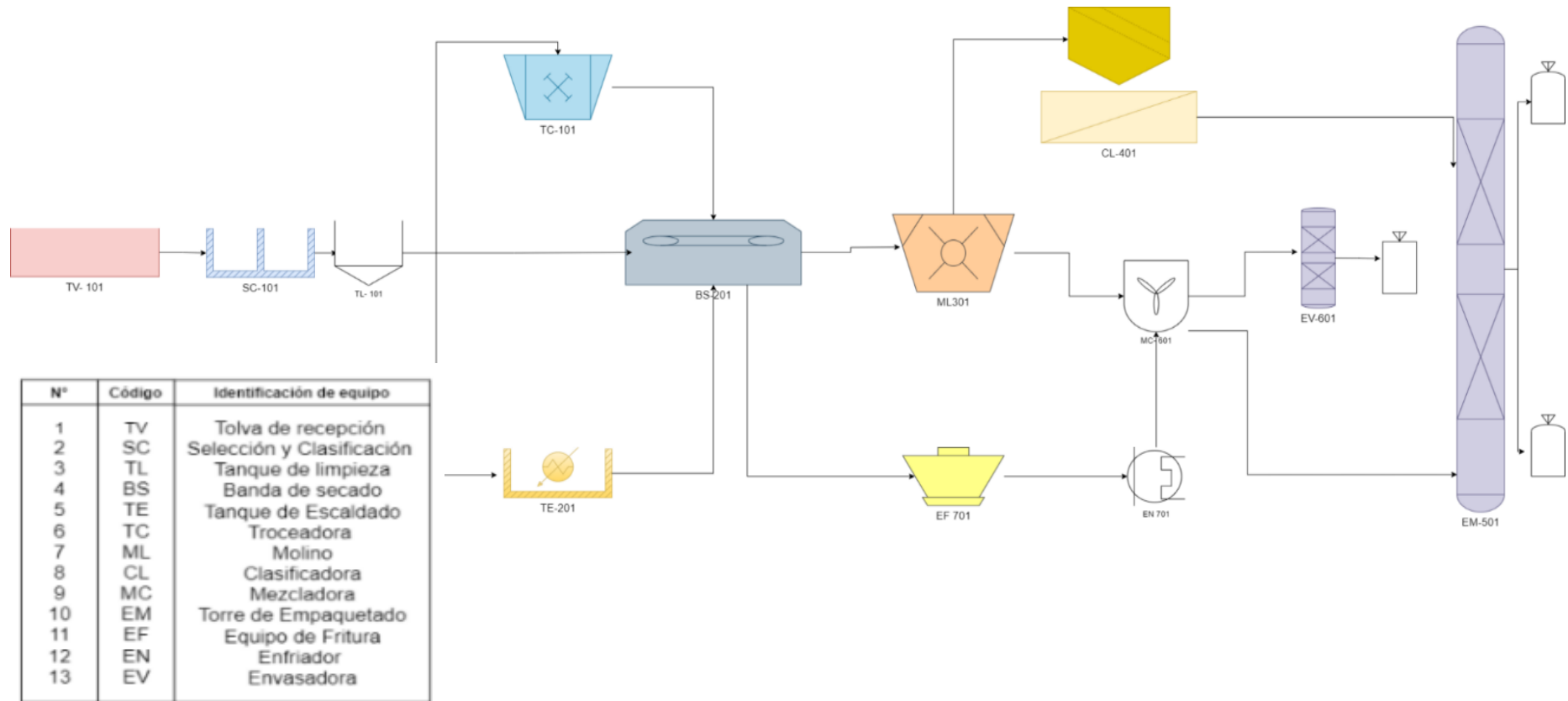
Si la materia prima se destina a la elaboración de polvo fino molido, se somete a un proceso de acondicionamiento, troceado y secado, con una salida del 14% de agua libre. Luego, se realiza la molienda, con una entrada del 4% de conservantes para prolongar la vida útil del polvo fino molido, seguida del tamizado y clasificación, con una pérdida del 0.1%. Finalmente, se obtienen 85.54 kg de polvo fino molido, que se envasa en bolsas de polipropileno.

Para la elaboración de té, los residuos pasan por un proceso de secado, con una salida del 70% de agua libre, seguido de la trituration, con una pérdida del 0.1%. Luego, se mezclan con un 0.5% de aditivos para su conservación, resultando en 30.11 kg de té, lo cual es envasado.

En cuanto a la elaboración de snacks, se realiza un blanqueado con la adición del 50% de agua, seguido de un secado con una salida del 50% de agua libre. Posteriormente, se procede a la fritura con un 40% de aceite, seguida de un drenaje y enfriamiento que elimina el 98% del aceite. Finalmente, se agregan aditivos (0.42%) y especias (0.65%), obteniendo así 61 kg de snacks, procediendo a envasarse.

#### 4.1.2.2 *Diagrama PFD*

En el diagrama PFD indicado en la ilustración 4-3 presenta una visión general del proceso de elaboración de polvo fino molido, té y snacks. Este diagrama ilustra las maquinarias o equipos mediante códigos y números que representan el nombre de la máquina y el área en la que se encuentran. Además, se muestran líneas que indican el flujo de MP entre máquinas. Esto facilita la comprensión del proceso de cada producto.



**Ilustración 4-3:** Diagrama PFD del proceso de polvo fino molido, té y snacks

Realizado por: Armijo, A., 2024.

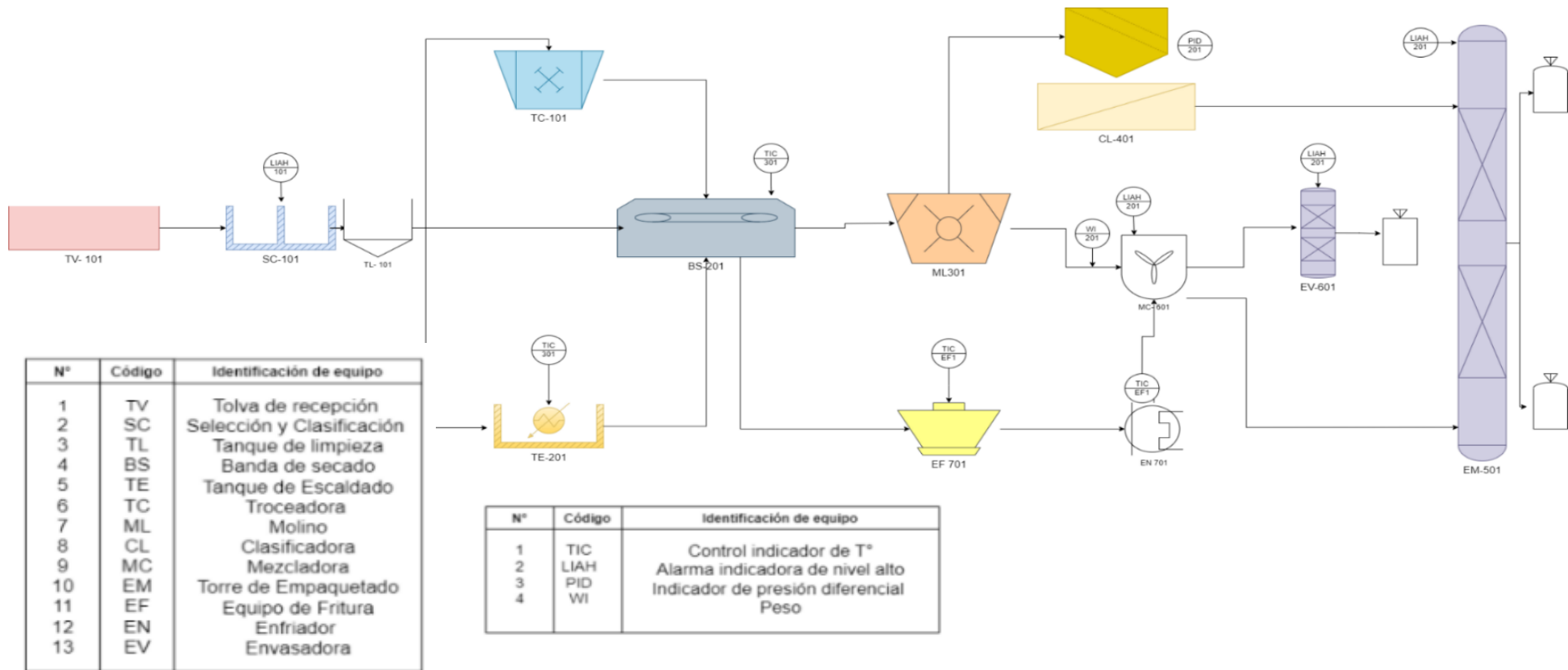
Por ejemplo, para la elaboración de polvo fino molido, se comienza con la tolva de recepción (TV-101), seguida de la selección y clasificación (SC-101), luego el tanque de limpieza (TL-101), la troceadora (TC-101) en el área 1, seguida de la banda de secado (BS-201) en el área 2, el molino (ML-301) en el área 3, la clasificadora de polvo fino molido (CL-401) en el área 4, y finalmente el empaquetado (EM-501) en el área 5. Este mismo formato se aplica a los otros procesos.

Para la elaboración de té, el proceso comienza con la tolva de recepción (TV-101), seguida de la selección y clasificación (SC-101), y el tanque de limpieza (TL-101), todos ellos ubicados en el área 1. Luego, el té pasa a través de la banda de secado (BS-201) en el área 2, el molino (ML-301) en el área 3, la mezcladora (MC-601) y finalmente al envasado (EM-601) en el área 6.

En cuanto a la elaboración de snacks, el proceso también inicia con la tolva de recepción (TV-101), seguida de la selección y clasificación (SC-101) y el tanque de limpieza (TL-101) en el área 1. Posteriormente, los snacks pasan al tanque de escaldado (201) y luego a la banda de secado (BS-201) en el área 2. A continuación, se someten al equipo de fritura (EF-701) y al enfriador (EN-701) en el área 7, para luego ser mezclados (MC-601) en el área 6 y finalmente envasados (EM-501) en el área 5.

#### *4.1.2.3 Diagrama P&ID*

El diagrama P&ID ofrece un diseño detallado de las tuberías, equipos e instrumentación de la planta piloto para el procesamiento de polvo fino molido, té y snacks. En este diagrama, se incluyen diversos dispositivos de control e indicadores específicos para cada etapa del proceso.



**Ilustración 4-4:** Diagrama P&ID del proceso de polvo fino molido, té, snacks

Realizado por: Armijo, A., 2024.

En la etapa de selección y clasificación (SC-101), se cuenta con una alarma indicadora de nivel alto (LIAH). En la banda de secado (BS-201), se dispone de un control indicador de temperatura (TIC). En la clasificadora (CL-401), se encuentra un indicador de presión diferencial (PID), mientras que en el empaquetado (EM-501) se instala otra alarma indicadora de nivel alto (LIAH). La mezcladora está equipada con un indicador de peso (WI) y una alarma indicadora de nivel alto (LIAH). En el proceso de envasado (EM-601), se utiliza también una alarma indicadora de nivel alto (LIAH).

En cuanto a las otras etapas del proceso, como el tanque de escaldado (TE-201), el equipo de fritura (EF-701) y el enfriador (EN-701), se emplea un control indicador de temperatura (TIC) para garantizar el correcto funcionamiento de los equipos y mantener las condiciones óptimas de procesamiento. Esto se detalla en la ilustración 4-4.

## 4.2 Balance de masa

### 4.2.1 Balance de masa de polvo fino molido

En la tabla 4-1 se detalla el balance de masa en la elaboración de polvo fino molido, que empieza con un total de 100 kg de materia prima.

**Tabla 4-1:** Balance de masa de la elaboración de polvo fino molido

<b>Balance de masa para elaboración de POLVO FINO MOLIDO</b>			
<b>ENTRADAS</b>	<b>kg</b>	<b>SALIDAS</b>	<b>kg</b>
<b>Materia Prima</b>			
Pieles de frutas y hortalizas	60,00	Cortes, Cáscaras, subóptimas	0,70
Pulpa de frutas y hortalizas	20,00	Subproductos sin nutrientes	0,20
Semillas de frutas y hortalizas	15,00	Agua libre	13,87
Otros residuos (tallos, h. pequeñas)	5,00	Tamizado y clasificación	0,09
<b>Total de MP</b>	<b>100,0</b>	<b>Producto final</b>	<b>85,54</b>
<b>Aditivos</b>			
Sorbato de potasio	0,3		
Antioxidante (vitamina E)	0,1		
<b>Total de Aditivos</b>	<b>0,4</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>100,40</b>		<b>100,40</b>

Realizado por: Armijo, A., 2024.

Dividida en 60 kg de piel de frutas u hortalizas, 20 kg de pulpa, 15 kg de semillas, y 5 kg de otros residuos, como tallos u hojas pequeñas. Además, se añaden aditivos como sorbato de potasio con



0.3 kg y antioxidantes como la vitamina E con un peso de 0.1 kg, lo que suma un total de 100.40 kg en entradas, considerando tanto la materia prima como los aditivos.

En cuanto a las salidas, se registran 0.70 kg de cortes, cáscaras subóptimas, 0.20 kg de subproductos sin nutrientes, 13.87 kg de agua libre, y 0.09 kg resultantes del tamizado y clasificación. Esto lleva a obtener un producto final con un peso de 85.54 kg, lo que da una salida total de 100.40 kg. Con estos resultados, se logra un balance de masa equilibrado.

#### 4.2.2 Balance de masa de té

En la tabla 4-2 se detalla el balance de masa para la elaboración de té, las entradas incluyen materia prima y aditivos.

**Tabla 4-2:** Balance de masa de la elaboración de té

<b>Balance de masa para elaboración de TÉ</b>			
<b>ENTRADAS</b>	<b>kg</b>	<b>SALIDAS</b>	<b>kg</b>
<b>Materia Prima</b>			
Pieles de frutas y hortalizas	60,00	Cortes, hojas subóptimas	0,7
Pulpa de frutas y hortalizas	20,00	Cáscaras subóptimas	0,50
Semillas de frutas y hortalizas	15,00	Agua libre	69,16
Otros residuos (tallos, h. pequeñas)	5,00	Trituración	0,03
<b>Total de MP</b>	<b>100,0</b>	<b>Producto final</b>	<b>30,11</b>
<b>Aditivos</b>			
Ácido Ascórbico	0,30		
Extracto de Romero	0,20		
<b>Total de Aditivos</b>	<b>0,50</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>100,50</b>		<b>100,50</b>

Realizado por: Armijo, A., 2024.

Comenzando con 100 kg de MP, distribuidos en 60 kg de pieles de frutas y hortalizas, 20 kg de pulpa, 15 kg de semillas y 5 kg de otros residuos, como tallos y hojas pequeñas. En cuanto a los aditivos, se tiene un total de 0.50 kg, compuestos por 0.30 kg de ácido cítrico y 0.20 kg de extracto de romero. La suma de materia prima y aditivos, nos da un total de 100.50 kg en entradas.

En lo que respecta a salidas se tiene un total de 100.50 kg, donde se registra 0.7 kg de cortes y hojas subóptimas, 0.50 kg de cáscaras subóptimas, 69.16 kg de agua libre y 0.03 kg en la trituración, resultando un producto final de 30.11 kg.

### 4.2.3 Balance de masa de snacks

En la tabla 4-3 se detalla el balance de masa para la elaboración de snacks, el total de materia prima es de 186.6 kg.

**Tabla 4-3:** Balance de masa de la elaboración de snacks

<b>Balance de masa para elaboración de SNACKS</b>			
<b>ENTRADAS</b>	<b>kg</b>	<b>SALIDAS</b>	<b>kg</b>
<b>Materia Prima</b>			
Pieles de frutas y hortalizas	70	Cortes, Cáscaras subóptimas	0,7
Pulpa de frutas y hortalizas	25	Cortes subóptimos	0,30
Semillas de frutas y hortalizas	4	Agua libre	89,40
Otros residuos (tallos, h. pequeñas)	1	Aceite	35,91
Agua	50		
Aceite	36,64		
<b>Total de MP</b>	<b>186,6</b>	<b>Producto final</b>	<b>61,40</b>
<b>Aditivos</b>			
Benzoato de Sodio	0,1		
Antioxidantes (BHA, BHT)	0,02		
Potenciadores de Sabor	0,3		
<b>Total de Aditivos</b>	<b>0,42</b>		
<b>Especias y sazónadores</b>			
Pimienta	0,1		
Cúrcuma	0,05		
Paprica	0,2		
Ajo en polvo	0,1		
Cebolla en polvo	0,2		
<b>Total de Especias</b>	<b>0,65</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>187,71</b>		<b>187,71</b>

Realizado por: Armijo, A., 2024.

Distribuidos en 70 kg de pieles de frutas u hortalizas, 25 kg de pulpa, 4 kg de semillas, 1 kg de varios, 50 kg de agua y 36.64 kg de aceite. Se añade un total de aditivos de 0.42 kg, compuestos por benzoato de sodio (0.1 kg), antioxidantes (BHA, BHT) (0.02 kg) y potenciadores de sabor (0.3 kg). Además, se incluyen 0.65 kg de especias y sazónadores, con 0.1 kg de pimienta, 0.05 kg de cúrcuma, 0.2 kg de paprika, 0.1 kg de ajo en polvo y 0.2 kg de cebolla en polvo. Sumando la materia prima, aditivos, sazónadores y especias, obtenemos un total de 187.71 kg en entradas.

En cuanto a las salidas, se registran 0.7 kg de cáscaras y subóptimas, 0.30 kg de cortes subóptimos, 89.40 kg de agua libre y 35.91 kg de aceite. Como resultado, se obtiene un producto

final con un peso de 61.40 kg. Sumando las salidas, se alcanza un total de 187.71 kg, lo que indica un balance de masa equilibrado.

### 4.3 Maquinaria y equipos para la planta piloto

Estos equipos fueron seleccionados con el objetivo de garantizar la eficiencia, calidad y seguridad en el procesamiento de polvo fino molido, té y snacks, considerando que el propósito de la planta piloto es educativo y de investigación, con rangos de 20 a 100 kg de producción.

**Tabla 4-4:** Maquinaria y equipos seleccionados para la planta piloto

N°	Denominación	Descripción
1	Tolva de recepción	Capacidad: 80 KG
2	Clasificador	Capacidad 50 Kg
3	Lavadora de residuos	Capacidad: 100kg
4	Trituradora universal	Capacidad: 80 kg
5	Secadora de fruta	Capacidad: 100 kg
6	Molino	Capacidad: 100 KG seco/mojado
7	Clasificadora de harina	Capacidad: 40 kg
8	Empacadora	Capacidad: 1000 gr/ 25 a 75 bolsas/min
9	Envasadora de bolsitas de té	Capacidad: 80kg
10	Blanqueado	Capacidad: 100kg/h
11	Freidora	Capacidad: 10 kg/h
12	Enfriador	Capacidad: 100kg/h
13	Mezcladora de condimentos	Capacidad: 60 kg

Realizado por: Armijo, A., 2024.

Se contabilizan un total de 13 máquinas y/o equipos para los tres procesos, se consideraron factores como la capacidad de producción, la versatilidad, la calidad de los productos, así como la facilidad de operación y mantenimiento. Además, se tuvieron en cuenta las características específicas de la MP, así como las normativas y regulaciones aplicables en el sector agroindustrial. La maquinaria y equipos elegidos están diseñados para satisfacer las necesidades específicas de la planta piloto, asegurando su adecuado funcionamiento.

### 4.4 Distribución de la planta piloto

El resultado obtenido luego de la aplicación del método de Guerchet se muestra en la tabla 4-5 con su cálculo de superficies.

#### 4.4.1 Cálculo de superficies de distribución de maquinaria de la planta piloto

**Tabla 4-5:** Cálculo de áreas con el método de Guerchet (m<sup>2</sup>)

EQUIPO	n	N	LARGO (m)	ANCHO (m)	Ss (m <sup>2</sup> )	Sg (m <sup>2</sup> )	K	Se (m <sup>2</sup> )	ST (m <sup>2</sup> )
Tolva de recepción	1	4	0,8	0,6	0,48	1,92	3	7,2	9,6
Clasificador	1	4	0,9	0,8	0,72	2,88	3	10,8	14,4
Lavadora de residuos	1	4	0,29	0,9	0,261	1,044	3	3,915	5,22
Trituradora universal	1	4	0,65	0,67	0,4355	1,742	3	6,5325	8,71
Secadora de Fruta	1	4	0,8	1	0,8	3,2	3	12	16
Equipo de blanqueado	1	4	1	0,8	0,8	3,2	3	12	16
Molino	1	4	0,9	0,7	0,63	2,52	3	9,45	12,6
Clasificadora de Harina	1	4	0,6	0,3	0,18	0,72	3	2,7	3,6
Empacadora	1	4	1	0,89	0,89	3,56	3	13,35	17,8
Mezcladora	1	4	0,8	0,6	0,48	1,92	3	7,2	9,6
Envasadora de bolsitas de té	1	4	0,96	0,61	0,5856	2,3424	3	8,784	11,712
Freidora	1	4	0,42	0,255	0,1071	0,4284	3	1,6065	2,142
Enfriador	1	4	0,6	1,1	0,66	2,64	3	9,9	13,2
<b>TOTAL</b>					<b>7,0292</b>	<b>28,1168</b>		<b>105,438</b>	<b>140,584</b>

Realizado por: Armijo, A., 2024.

#### Donde:

n: número de maquinas

N: número de lados accesibles de la maquina

Ss: superficie estática

Sg: Superficie de gravitación

Se: Superficie de evolución

k: constante

Según el método Guerchet, se establece que se requieren 140.58 m<sup>2</sup> de superficie. Este cálculo se obtiene sumando tres superficies parciales superficie estática (Ss) con 7.03 m<sup>2</sup>, superficie de gravitación (Sg) con 28.11 m<sup>2</sup> y superficie de evolución (Se) con 105.44 m<sup>2</sup>. En este estudio, se optó por un coeficiente k de 3.00 para proporcionar un mayor espacio para los movimientos de los estudiantes. Además, el valor de N se fijó en 4, considerando que los estudiantes puedan observar el procedimiento de mejor manera al momento de realizar sus prácticas de laboratorio.

#### 4.4.2 Superficie de las áreas de la planta piloto

Se han determinado ubicaciones específicas para cada equipo y proceso dentro de la planta piloto. Esta planificación ha resultado en la asignación de áreas específicas, priorizando la eficiencia y el flujo de trabajo.

**Tabla 4-6:** Superficie en m<sup>2</sup> de cada área

<b>Área</b>	<b>Descripción</b>	<b>Superficie m<sup>2</sup></b>
A	Recepción, Clasificación, limpieza, troceado	37,93
B	Secado, Escaldado	32
C	Molino	12,6
D	Clasificadora	3,6
E	Empaquetado	17,8
F	Mezcladora y envasadora	21,312
G	Fritura, enfriador	15,342
<b>Total</b>		<b>140,584</b>

Realizado por: Armijo, A., 2024.

El área A, que engloba las funciones de recepción, clasificación, limpieza y troceado, ocupa una superficie de 37,93 m<sup>2</sup>. Mientras tanto, el área B, reservada para las etapas de secado y escaldado, comprende una extensión de 32 m<sup>2</sup>. Por otro lado, el área C, destinada al proceso de molido, tiene una superficie de 12,6 m<sup>2</sup>. El espacio D, designado para clasificar, se extiende sobre 3,6 m<sup>2</sup>. El área E, dedicada al empaquetado de productos, abarca una superficie de 17,8 m<sup>2</sup>. Asimismo, el área F, con una superficie de 21.312 m<sup>2</sup>, cumple con mezclar y envasar. Finalmente, el área G, con una extensión de 15,34 m<sup>2</sup>, se destina al proceso de fritura y enfriado, tal como se presenta en la tabla 4-6.

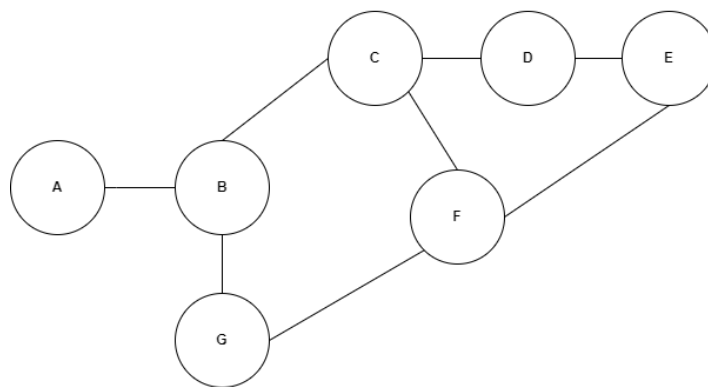
Al momento de diseñar la planta la superficie total es de 142,57 m<sup>2</sup>.

#### **4.5 Aplicación de SLP (Systematic Layout Planning)**

En la elaboración de los productos polvo fino molido, té y snacks mediante la aplicación de SLP se detallan a continuación:

##### **4.5.1 Ruta que realiza cada proceso**

En la ilustración 4-5 se muestra la relación que tienen las áreas.



**Ilustración 4-5:** Ruta de cada proceso

Realizado por: Armijo, A., 2024.

En la ilustración 4-5 se indica la ruta o para cada uno de los productos, varía según los requisitos específicos de cada uno, ya que se planea producir 100 kg por mes mostrado en la tabla 4-7.

**Tabla 4-7:** Ruta realizada de cada proceso

N°	Producto	Ruta	Demanda mensual kg
1	Polvo fino molido	A-B-C-D-E	100
2	Té	A-B-C-F	100
3	Snacks	A-B-G-F-E	100

Realizado por: Armijo, A., 2024.

#### 4.5.2 Análisis P-Q (producto-cantidad)

Se selecciona el proceso (polvo fino molido), incluyendo su secuencia y la cantidad prevista para producir al mes. En el cual se toma la primera pareja de estaciones que hay en la ruta (AB) la demanda va ser la misma de 100 kg, el siguiente par de estaciones (BC) y su demanda también es 100 kg y de igual manera para todo el proceso.

**Tabla 4-8:** Análisis P-Q en la elaboración de los productos

Polvo fino molido		Té		Snacks	
Estaciones de trabajo	Demanda	Estaciones de trabajo	Demanda	Estaciones de trabajo	Demanda
AB	100	AB	100	AB	100
BC	100	BC	100	BG	100
CD	100	CF	100	GF	100
DE	100			FE	100

Realizado por: Armijo, A., 2024.

Se realiza el mismo procedimiento para los demás productos como se observa en la tabla 4-8.

#### 4.5.3 Flujo y relación de actividades

Con los datos obtenidos anteriormente se realiza la tabla de relación de actividades (tabla 4-9), se suman los valores de cada par de estaciones repetidas en la tabla 4-8.

La cual se lee de columna a fila (Columna A y fila B= 300).

**Tabla 4-9:** Tabla de flujo y relación de actividades

	A	B	C	D	E	F	G
A	0						
B	300	0					
C		200	0				
D			100	0			
E				100	0	100	
F			100		100	0	100
G		100					0

Realizado por: Armijo, A., 2024.

#### 4.5.4 Relación de actividades de mayor a menor cantidad entre áreas

Se realiza una tabla con los valores obtenidos de la tabla 4-9 y se coloca de mayor a menor cantidad de producto en kg.

**Tabla 4-10:** Relación de actividades ordenado de mayor a menor

Estaciones		Cantidad
A	B	300
B	C	200
B	G	100
C	D	100
C	F	100
D	E	100
F	E	100
G	F	100

Realizado por: Armijo, A., 2024.

La estación AB tiene relación prioritaria ya que tienen una cantidad de 300 seguido de la estación BC con una cantidad de 200.

#### 4.5.5 Tabla de códigos SLP

Existen varias formas de establecer relaciones entre códigos de manera cuantitativa para evitar depender de características subjetivas o la interpretación del analista. En este caso, se utiliza la fórmula siguiente para calcular el rango o intervalo:

##### 4.5.5.1 Fórmula del Rango o Intervalo

$$\text{Rango o Intervalo} = \frac{\text{Dato mayor} - \text{Dato menor}}{5}$$

Estableciendo los intervalos desde abajo hasta arriba:

$$\text{Rango o intervalo} = \frac{300 - 0}{5} = 60$$

El intervalo es de 60 entre cada código:

**Tabla 4-11:** Códigos SLP con su intervalo calculado

Código	Proximidad	Intervalos	
		Menor	Mayor
a	Altamente Necesaria	241	300
e	Especialmente necesaria	181	240
i	Importante necesaria	121	180
o	Ordinaria	61	120
u	Ninguna	0	60

Realizado por: Armijo, A., 2024.

Basándose en los datos previamente presentados en la tabla 4-11, se establece la relación entre las letras del código y las actividades. Esta correspondencia se explica de la siguiente manera: AB, con una cantidad de 300, se encuentra en el intervalo de alta necesidad, por lo que se le asigna el código “a”. Por otro lado, la estación BC, con una cantidad de 200, se ubica en el intervalo entre 181 y 240, lo que indica una necesidad especialmente necesaria, por lo que se le asigna el código “e”. En cuanto a las estaciones BG, CD, CF, DE, FE y GF, con una cantidad de 100, están dentro del intervalo de 61 a 120, lo que sugiere una necesidad ordinaria, por lo que se les asigna el código “o”, tal como se muestra en la tabla 4-12.



**Tabla 4-12:** Correspondencia entre las letras del código





Estaciones	Cantidad	CÓDIGO	
A	B	300	a
B	C	200	e
B	G	100	o
C	D	100	o
C	F	100	o
D	E	100	o
F	E	100	o
G	F	100	o

Realizado por: Armijo, A., 2024.

Respecto a las otras relaciones no requieren ninguna proximidad ya que se encuentran con un valor de 0, por ende, corresponden al código “u”.

#### 4.5.6 Diagrama de relación de actividades

**Tabla 4-13:** Código, proximidad y espacios

Código	Proximidad	ESPACIOS
a	Altamente Necesaria	
e	Especialmente necesaria	
i	Importante necesaria	
o	Ordinaria	
u	Ninguna	

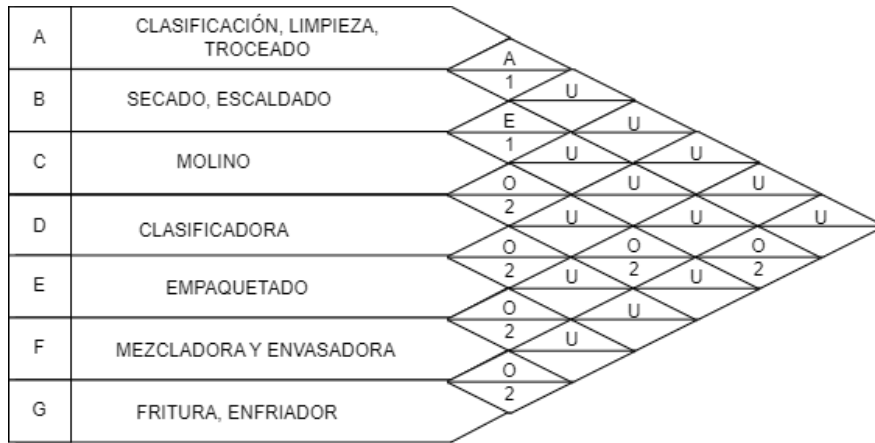
Realizado por: Armijo, A., 2024.

**Tabla 4-14:** Código y motivos de proximidad

Número	Motivos de Proximidad
1	Flujo de materiales
2	Fácil supervisión
3	Uso del mismo personal
4	Uso de mismas instalaciones
5	Emisiones y contaminación

Realizado por: Armijo, A., 2024.

Tomando en cuenta la columna de Código de la tabla 4-13 y la columna Número de la tabla 4-14 se realiza el diagrama de relación de actividades (Ilustración 4-6). En este caso, se empleará el número de uno (1) de los motivos de proximidad (tabla 4-14) debido a que existe un flujo constante de materiales entre todas las estaciones.

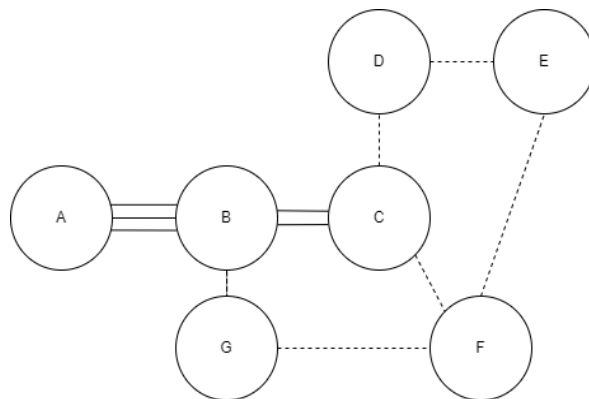


**Ilustración 4-6:** Diagrama de relación de actividades

Realizado por: Armijo, A., 2024.

#### 4.5.7 Diagrama de relación de espacios

Para desarrollar el diagrama de relación de espacios, se emplea la información de la tabla 4-12. Este diagrama se elabora utilizando la columna "código" de la tabla 4-13 y los espacios asignados a cada código. Por ejemplo, el código "a" se representa con tres líneas cuando se requiere una conexión altamente necesaria entre áreas, mientras que el código "e" se representa con dos líneas para indicar una conexión especialmente necesaria entre áreas. Por último, el código "o" se representa con líneas entrecortadas para denotar una relación ordinaria entre áreas.



**Ilustración 4-7:** Diagrama de relación de espacios

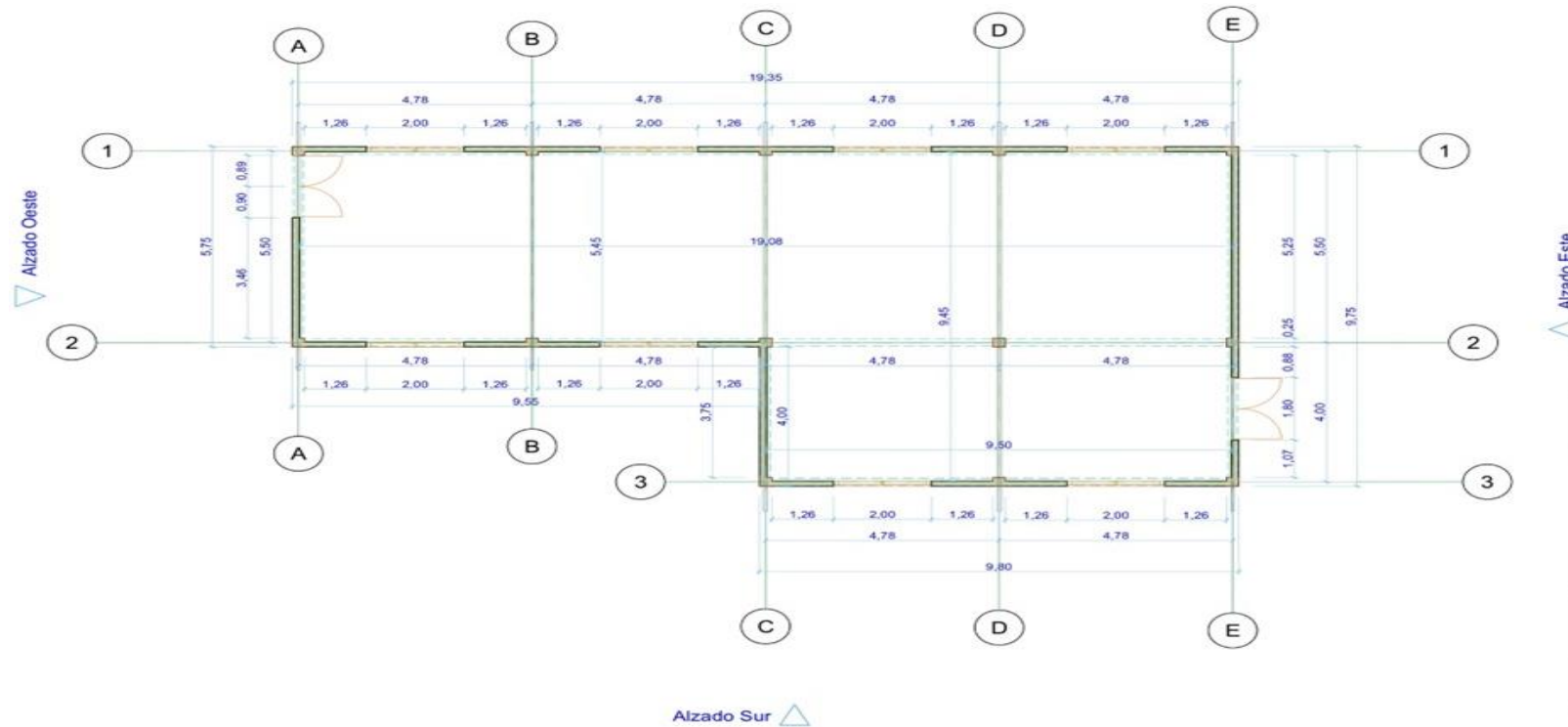
Realizado por: Armijo, A., 2024

En la ilustración 4-7 se observa que el área A debe estar altamente conectada con el área B, por lo que la conexión de muestra con tres líneas. La conexión entre el área B y C requiere una relación especialmente necesaria, por lo que se muestra con dos líneas. Por otro lado, las conexiones entre el área B y G, C y D, C y F, D y E, F y E, así como G y F, se consideran relaciones ordinarias y se representan con líneas entrecortadas.

## 4.5.8 Dimensionamiento de la planta de producción

### 4.5.8.1 Planos de la plata baja de la planta piloto

En el siguiente plano se muestra las áreas utilizadas y la distribución de la planta piloto.



**Ilustración 4-8:** Dimensionamiento de la planta de producción

Realizado por: Armijo, A., 2024.

#### 4.5.8.2 *Distribución de áreas*

##### **Recepción, Clasificación, Limpieza, Troceado (37,93 m<sup>2</sup>)**

- ✓ Se ubica en la zona norte de la planta, cerca de la entrada de materia prima.
- ✓ Cuenta con espacio suficiente para la recepción, clasificación, limpieza y troceado de los alimentos.
- ✓ El área debe estar bien ventilada y contar con iluminación adecuada.
- ✓ Los equipos de esta área incluyen mesas de trabajo, lavaderos, cuchillas, tablas de cortar y contenedores.

##### **Secado, Escaldado (32 m<sup>2</sup>)**

- ✓ Se ubica junto al área de Recepción, Clasificación, Limpieza y Troceado.
- ✓ Cuenta con equipos para el secado y escaldado de los alimentos.
- ✓ El área debe estar bien ventilada y contar con un sistema de extracción de vapor.

##### **Molino (12,6 m<sup>2</sup>)**

- ✓ Se ubica cerca del área de Secado y Escaldado.
- ✓ Cuenta con un molino para triturar los alimentos.
- ✓ El área debe estar libre de polvo y contar con un sistema de aspiración.

##### **Clasificadora (3,6 m<sup>2</sup>)**

- ✓ Se ubica cerca del área de Molino.
- ✓ Cuenta con una clasificadora para separar los alimentos por tamaño.
- ✓ El área debe estar bien iluminada y contar con espacio suficiente para el manejo de los materiales.

##### **Empaquetado (17,8 m<sup>2</sup>)**

- ✓ Se ubica en la zona sur de la planta, cerca de la salida de producto terminado.
- ✓ Cuenta con espacio suficiente para el empaquetado de los productos.
- ✓ El área debe estar limpia, seca y libre de polvo.
- ✓ Los equipos de esta área incluyen mesas de trabajo, empaquetadoras, selladoras y etiquetadoras.

### **Mezcladora y Envasadora (21,312 m<sup>2</sup>)**

- ✓ Se ubica cerca del área de Empaquetado.
- ✓ Cuenta con una mezcladora para mezclar los ingredientes y una envasadora para llenar los envases.
- ✓ El área debe estar limpia, seca y libre de polvo.

### **Fritura, Enfriador (15,342 m<sup>2</sup>)**

- ✓ Se ubica en la zona central de la planta.
- ✓ Cuenta con freidoras para freír los productos y un enfriador para enfriarlos.
- ✓ El área debe estar bien ventilada y contar con un sistema de extracción de humo.

#### *4.5.8.3 Consideraciones adicionales*

Considerando las normas a, b, c, d, e, f, g y h, de la RESOLUCIÓN ARCSA DE 2022 016 AKRG NORMATIVA TÉCNICA SANITARIA SUSTITUTIVA ALIMENTOS PROCESADOS se recomiendan los siguientes materiales para la construcción de una planta de procesamiento de alimentos:

#### **Pisos:**

- ✓ Cerámica: Es resistente, fácil de limpiar y desinfectar, antideslizante e impermeable.
- ✓ Vinilo: Es flexible, resistente al agua, fácil de instalar y mantener.
- ✓ Epoxi: Es muy resistente a los productos químicos y al desgaste, ideal para áreas de alto tráfico.

#### **Paredes:**

- ✓ Azulejos de cerámica: Son resistentes, fáciles de limpiar y desinfectar, y vienen en una variedad de colores y estilos.
- ✓ Pintura epoxi: Es resistente a la humedad, moho y productos químicos, y fácil de limpiar.
- ✓ Paneles de PVC: Son livianos, resistentes al agua y fáciles de instalar.

#### **Techos:**

- ✓ Paneles de metal: Son duraderos, resistentes al fuego y fáciles de limpiar.
- ✓ Paneles de PVC: Son livianos, resistentes a la humedad y fáciles de instalar.
- ✓ Techo de hormigón armado: Es muy resistente y duradero.

**Puertas:**

- ✓ Acero inoxidable: Es resistente a la corrosión, fácil de limpiar y desinfectar.
- ✓ PVC: Es liviano, resistente al agua y fácil de limpiar.
- ✓ Vidrio templado: Permite la entrada de luz natural y facilita la inspección visual.

**Ventanas:**

- ✓ Aluminio: Es resistente a la corrosión, fácil de limpiar y ligero.
- ✓ Acero inoxidable: Es muy resistente y duradero.
- ✓ Vidrio templado: Permite la entrada de luz natural y es resistente a los golpes.

**Escaleras y plataformas:**

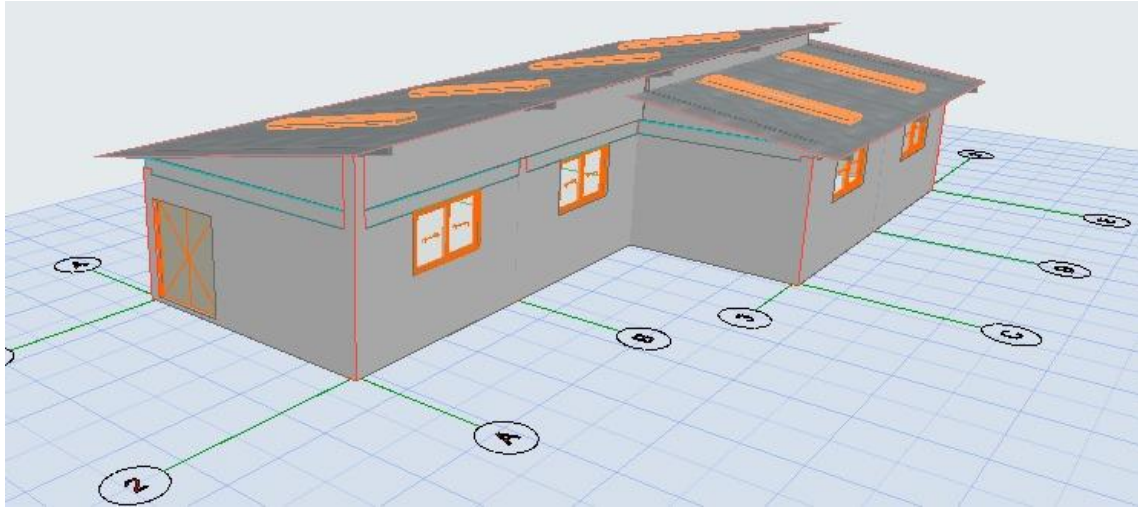
- ✓ Acero inoxidable: Es resistente a la corrosión, fácil de limpiar y desinfectar.
- ✓ Aluminio: Es liviano, resistente a la corrosión y fácil de limpiar.
- ✓ Revestimiento antideslizante para mayor seguridad.

**Equipos:**

- ✓ Acero inoxidable: Es resistente a la corrosión, fácil de limpiar y desinfectar.
- ✓ Plástico de grado alimenticio: Es resistente, duradero y seguro para el contacto con alimentos.
- ✓ Vidrio templado: Es resistente a los golpes y fácil de limpiar.

**4.5.9 Plano 3D**

La ilustración 4-9 muestra al plano de la planta piloto de procesamiento de subproductos de frutas y hortalizas realizado en 3 dimensiones.



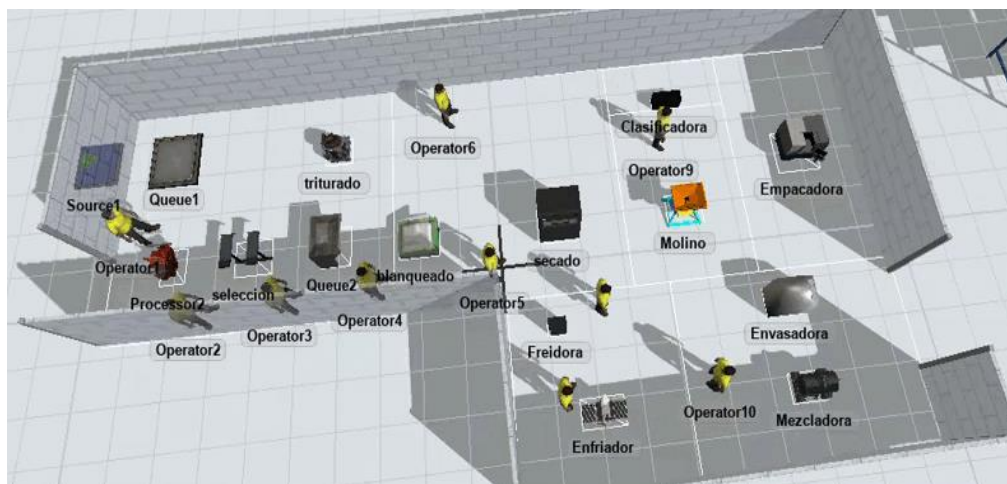
**Ilustración 4-9:** Plano de la planta piloto en 3D

Realizado por: Armijo, A., 2024.

## 4.6 Modelación y simulación

### 4.6.1 Simulación en FlexSim

El proceso de simulación en FlexSim se basa en varios elementos clave, como el diseño geométrico de la planta, la disposición física de las máquinas, y los parámetros individuales de cada una, como el tiempo de procesamiento por unidad de materia prima (kg/s) y las dimensiones físicas. Estos datos se extraen de las fichas técnicas de las máquinas y se ingresan en la matriz de FlexSim para cada máquina y operario, incluyendo aspectos como la altura promedio (1.65) y la velocidad de movimiento estándar de los operarios (1.1 m/s).



**Ilustración 4-10:** Simulación en FlexSim

Realizado por: Armijo, A., 2024.

Además, se considera la distancia entre las máquinas para la ejecución eficiente de las tareas asignadas. Estos parámetros son fundamentales para establecer las conexiones entre las distintas etapas del proceso, siguiendo un diagrama de bloques que guía cada fase del proceso.

Como se muestra en la ilustración 4-9 el proceso comienza en el área de recepción de materia prima, donde el operario 1 transporta la materia prima a la tolva de recepción, seguido por el operario 2 que la lleva a la cinta de clasificación. Luego, el operario 3 traslada la materia prima al tanque de lavado para su separación según los distintos procesos. El operador 4 decide qué maquinaria utilizar, ya sea para triturar la materia prima para polvo fino molido y té, o para blanquearla en caso de snacks. Una vez completado el proceso de blanqueado o trituración, los operarios 5 y 6 llevan la materia prima a la máquina de secado, donde el operario 7 la transporta a la freidora, el operario 8 al enfriador, y el operario 10 a la mezcladora, antes de ser empacada. En el caso del polvo fino molido, se puede llevar del secado al molino, luego a la clasificadora y finalmente al envasado si se requiere una granulometría más baja, o del molino directamente al envasado en el caso del té.

#### 4.6.2 Panel de FlexSim

##### 4.6.2.1 Ocupación de operarios

En la tabla 4-15 se muestra los datos resultantes de los operarios en la simulación de FlexSim en un periodo de 8 horas (8:00 am-16:00 pm).

**Tabla 4-15:** Ocupación de operarios

Operario	OCUPACIÓN (%)					
	Vacío	Cargado	Compensado Vacío	Compensado cargado	Utilizado	Inactivo
1	4,64	5,01	0,32			90,03
2	4,63	3,51	1,81		28,56	61,49
3	4,91	3,46	0,04		28,55	62,94
4	2,37	2,9	0,13			94,6
5	1,76	1,76				96,48
6	2,94	2,95				94,09
7	2,96	3,95	0,12			93,33
8	1,34	1,34				97,33
9	1,76	1,3	0,56		7,11	89,28
10	2,77	2,77				94,46

Realizado por: Armijo, A., 2024.



- Los operadores 1, 2 y 3 tienen los tiempos promedio de trabajo vacíos más altos (4,64%, 4,63% y 4,91%, respectivamente), entendiendo que están relacionados a la distancia que recorre el que el operario cuando regresa dejando la materia prima en la siguiente etapa del proceso.
- Los tiempos promedio de trabajo cargados más bajos corresponden a los operadores 2 y 4 tienen (3,51% y 2,9%, respectivamente), siendo este el tiempo que el operario se toma en llevar la materia prima de una parte del proceso a la siguiente parte.
- Contemplando que es el tiempo que un operario no pauso para realizar una operación los operadores 2, 3, 7 y 9 tienen los tiempos promedio de compensación más altos (1,81%, 0,04%, 0,12% y 0,56%, respectivamente),
- Los operadores 2, 3, 7 y 8 tienen los tiempos totales compensados cargados más bajos (28,56%, 28,55%, 93,33% y 7,11%, respectivamente), siendo estos los tiempos donde el operario se mantuvo ocupado en el recorrido.
- Debido a que existe una subutilización de operarios los operadores 1 y 8 tienen los tiempos totales inactivos más altos (90,03 y 97,33%, respectivamente),
- En la planta se subutilizan los operarios debido a que en cada proceso no se busca la eficiencia máxima, si no que en cada parte del proceso se disponga del respectivo tiempo para la explicación por parte del docente, toma de datos para cualquier tipo de investigación que se vaya a llevar a cabo en la planta o simplemente monitorear de mejor manera el proceso.
- Los valores de tiempo están estrechamente relacionados con la distancia entre maquinas, el tipo de operación, el tiempo de procesamiento y la velocidad de movimiento de los operarios siendo estos valores las directrices que se configuran al inicio de la simulación.

#### 4.6.2.2 Ocupación de maquinaria

Datos resultantes de los equipos en la simulación de FlexSim en un periodo de 8 horas (8:00 am-16:00 pm).

**Tabla 4-16:** Ocupación de maquinaria

Equipo	TIEMPO (%)						
	Procesando	Liberado	Inactivo	Obstruido	Vacío	Esperando operador	Esperando transportador
Tolva de recepción	40,43		50,55			6,55	2,55
Selección	40,41		52,5			7	0,1
Lavado	10,49	84,34					5,17
Triturado	20,77		62,06		10,08	7,08	

Blanqueado	29,45		46,61		19,95	3,99	
Secado	40,37		52,44		7,19		
Fritura	35,43		61,47		3,1		
Enfriado	23,62		69,95		6,43		
Mezclado	23,53		76,41				
Molido	16,72		77,8			4,15	1,32
Clasificado	16,7		61,21	22,1			
Empacado	58,82		41,18				
Envasado	1,06		98,94				

Realizado por: Armijo, A., 2024.

Eficiencia del equipo: En general, la mayoría de los equipos están procesando activamente artículos o están liberados y listos para el siguiente paso. Sin embargo, hay algunos equipos que tienen un número significativo de artículos inactivos u obstruidos. Estos son:

Triturado: 10.08% de los artículos están inactivos y 7.08% están obstruidos.

Blanqueado: 19.95% de los artículos están inactivos y 3.99% están obstruidos.

Molienda: 22.1% de los artículos están inactivos.

Clasificado: 16.7% de los artículos están inactivos.

Tiempos de inactividad: El tiempo total de inactividad debido a obstrucciones varía entre los equipos. El equipo de Triturado tiene el mayor tiempo de inactividad total (34.25 %), seguido del equipo de Blanqueado (23.94 %).

Esperas: Hay algunos equipos que tienen artículos esperando a un operador o transportador. Estos son:

Molienda: 4.15% de los artículos están esperando a un operador.

Clasificado: 1.32% de los artículos están esperando a un operador.

Empacado: 58.82% de los artículos están esperando a un transportador.

#### 4.7 Costos referenciales de maquinaria e infraestructura a abril del 2024

**Tabla 4-17:** Costos referenciales

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo (\$)	Subtotal (\$)
Tolva de recepción	u	1	550	550
Clasificador	u	1	1800	1800
Lavadora	u	1	4200	4200
Trituradora universal	u	1	970	970
Secadora de fruta	u	1	800	800
Molino	u	1	750	750
Clasificadora de harina	u	1	1800	1800
Empacadora	u	1	1300	1300

Envasadora de bolsitas de té	u	1	220	220
Blanqueado	u	1	3200	3200
Freidora	u	1	2300	2300
Enfriador	u	1	2400	2400
Mezcladora de condimentos	u	1	2400	2400
Infraestructura	m2	140,584	300	42175,2
			<b>TOTAL</b>	<b>64865,2</b>

Los precios de la maquinaria se estiman en 22690 dólares, las especificaciones técnicas se detallan en el anexo N.

El costo de 300 dólares por m<sup>2</sup> de construcción incluyen la infraestructura de la nave principal, instalaciones de servicios y todas las adecuaciones necesarias para el funcionamiento de la empresa. Tomando en cuenta estos datos se calcula un costo de 64865,2 \$ para la creación de la planta de producción.

Estos costos pueden variar considerablemente dependiendo de la constructora, los servicios extras que se quieran implementar y los materiales exclusivos para el uso alimentario. Una planificación cuidadosa y un análisis exhaustivo de las necesidades son esenciales para optimizar estos costos y evitar gastos innecesarios.

## CAPITULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

Se identificaron tres productos para la planta piloto: polvo fino molido, té y snacks, se desarrollaron diagramas ingenieriles y de gestión para cada fase del proceso, identificando 13 máquinas y 10 instrumentos. Estos diagramas abarcan desde la recepción de materia prima hasta el empaque final. Además, se especificó el equipo necesario, facilitando una comprensión visual del proceso.

Para el dimensionamiento en la planta piloto se emplearon los métodos Guerchet y SLP. Mediante Guerchet se determinó una superficie total de 140.58 m<sup>2</sup> para las 7 áreas, mientras que con el SLP se optimizó el flujo de personas y materiales, mejorando la eficiencia operativa y la utilización del espacio disponible.

Se ha creado un modelo 3D del diseño de la planta utilizando software CAD, permitiendo una visualización clara de la disposición final de las áreas y maquinas tras aplicar los métodos Guerchet y SLP.

Se utilizó FlexSim para modelar la planta piloto, en una jornada de 8 horas, obteniendo resultados sobre la utilización de las máquinas: la empacadora tuvo el mayor tiempo de ocupación (58,82%), seguida por la tova de recepción y la máquina de selección (40,43% y 40,41%). Se detectaron tiempos de vacío más altos en las máquinas de clasificación, molienda y mezclado (61,21%, 77,8% y 76,41% respectivamente), atribuidos a los procesos, distancias y tipos de operación.

Los registros muestran que más del 90% del tiempo de los operarios es inactivo debido a la orientación académica en lugar de la eficiencia del proceso. Durante estos períodos, el personal docente, técnico e investigador se dedicará a explicar procesos, recopilar datos o monitorear las operaciones.

## 5.2 Recomendaciones

Se recomienda adicionar una cámara frigorífica para la conservación de materia prima como uso general para la FCP-ESPOCH.

Se recomienda se pueda realizar estudios para establecer un parámetro  $K$  adecuado para la determinación superficie de evolución ( $Se$ ), en el cálculo de Guerchet, con el propósito de aplicarla en la distribución de planta para laboratorios destinados a unidades educativas e investigativas.

Además, se enfatiza la importancia de realizar una simulación del proceso antes de llevar a cabo la implementación del proyecto. Esta etapa previa de simulación permite evaluar la eficiencia del diseño propuesto, identificando posibles áreas de mejora, identificar cuellos de botella en el proceso, minimizando riesgos de pérdidas económicas durante la fase de construcción de la planta.

La simulación proporciona una visión integral del proyecto, permitiendo realizar ajustes y optimizaciones necesarias antes de su ejecución, lo que contribuye a garantizar su viabilidad y éxito a largo plazo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. **ACEVES, J. & SOLÓRZANO, G.** *Calidad del servicio al cliente para el funcionamiento* . 2013, Sonora : Instituto Tecnológico de Sonora.
2. **AESAN.** *Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición.* [En línea] 17 de Febrero de 2024. [https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/seguridad\\_alimentaria/subdetalle/intoxicacion\\_enterotoxinas\\_estafilococicas..](https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria/subdetalle/intoxicacion_enterotoxinas_estafilococicas..)
3. **ALARCÓN, Gerson.** *BAN. BAN.* [En línea] 23 de 10 de 2016. Alarcón, G. (2016). Comportamiento de tres variedades de café (*Coffea Arábica L.*) en el Valle del.
4. **ALEGRE, M. L. M.** *Estrategias avanzadas para la mejora de la calidad, la seguridad y la funcionalidad de los alimentos.* Alcalá de Henares, Permalink : Universidad de Alcalá, 2021.
5. **ALVARADO, Rosa.** <https://cia.uagraria.edu.ec>. <https://cia.uagraria.edu.ec>. [En línea] 2021. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ALVARADO%20ZAMBRANO%20ROSA%20MISHEL.PDF>.
6. **ÁLVAREZ, Juan.** Análisis de la industria del té. *Análisis de la industria del té.* [En línea] 15 de 03 de 2011. <https://repository.urosario.edu.co/server/api/core/bitstreams/d9a3348c-82b7-4b52-a2a9-6a66eb19406d/content>.
7. **ALZATE, Cristian.** Gestión de la innovación en el sector de cafés especiales. *Gestión de la innovación en el sector de cafés especiales.* [En línea] 14 de 04 de 2013. <https://www.redalyc.org/pdf/996/99629494006.pdf>.
8. **ANURAG, R. & CHAUHAN, N.** *Characterization of Banana Chips Produced by Different Drying Methods.*. 2018, International Journal of Chemical Studies , págs. 3120–3123.
9. **ARMAS, E.** Propuesta para el aprovechamiento de los subproductos. *Propuesta para el aprovechamiento de los sub productos.* [En línea] 2008. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/1822/>.

10. **BATICÓN, S.** “Chips” de verduras caseros, más fácil y saludable imposible. [En línea] 13 de Noviembre de 2020. <https://www.hola.com/cocina/tecnicas-de-cocina/20201113178986/como-hacer-chips-vegetales/>.
11. **BODDEN, Lauryn.** Chips de cáscara de vegetales. [En línea] 16 de 04 de 2021. <https://www.gourmet4life.com/vegetable-peel-chips-5179222>.
12. **CAETANO, P. K. de Carvalho; et al.** *Physicochemical and sensory characteristics of sweet potato chips undergoing different cooking methods*. 2017, Food Sci. Technol, Campinas, págs. 1(1), 1–10.
13. **CARBALLO, J. & ROMERO, D.** Tutorial norma ISA S5.1 y diagramas P&ID. (*tesis de grado*) Universidad tecnológica de Bolívar, Cartagena, Colombia. [En línea] 2011.
14. **CARVAJAL, A.** Plan de negocios de tè en infusòn. *Plan de negocios de tè en infusòn*. [En línea] 22 de 07 de 2021. [https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/808/simple-search?query=&sort\\_by=score&order=desc&rpp=10&filter\\_field\\_1=dateIssued&filter\\_type\\_1>equals&filter\\_value\\_1=%5B2020+TO+2022%5D&filter\\_field\\_2=dateIssued&filter\\_type\\_2>equals&filter\\_value\\_2=2021&fi](https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/808/simple-search?query=&sort_by=score&order=desc&rpp=10&filter_field_1=dateIssued&filter_type_1>equals&filter_value_1=%5B2020+TO+2022%5D&filter_field_2=dateIssued&filter_type_2>equals&filter_value_2=2021&fi).
15. **CARVAJAL, Antonio.** Plan de negocio para la comercialización de una bebida a base de infusiones. *Plan de negocio para la comercialización de una bebida a base de infusiones*. [En línea] 2021. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/32073>.
16. **CASTRO, Jose.** Establecimiento de un protocolo para el uso potencial del residuo de la cereza. *Establecimiento de un protocolo para el uso potencial del residuo de la cereza*. [En línea] 19 de 03 de 2020. <https://es.scribd.com/document/563367416/biocomposito>.
17. **CHAMIZO, H.** *Business Insider España*. [En línea] 05 de Abril de 2020. <https://www.businessinsider.es/16-alimentos-probablemente-pelas-troceas-cortas-mal-rodajas-605331>.
18. **CHOLOTA, Sandra.** Obtención de té medicinal nutracéutico a partir de plantas ancestrales menta . *Obtención de té medicinal nutracéutico a partir de plantas ancestrales menta* . [En línea] 2011. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/3103>.
19. **CONSUMER, Eroski.** *CONSUMER, Blanqueado de alimentos, qué es y para qué sirve*. [En línea] 30 de Marzo de 2023. <https://www.consumer.es/alimentacion/blanqueado-de-alimentos-que-es-y-para-que-sirve.html>.

20. **COROZO, Manuel.** Bebida fermentada de cascarilla de caf. *Bebida fermentada de cascarilla de caf.* [En línea] 2019. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/53>.
21. **CROSA, María José; et al.** *Potatoes chips, vacuum frying and health profits.* 2014, REVISTA DEL LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY, págs. 2-6.
22. **CUMACÁS, Joel.** Estudio de factibilidad para la comercialización de café tostado. *Estudio de factibilidad para la comercialización de café tostado.* [En línea] 20 de 01 de 2019. <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/790>.
23. **DÍAZ, B. ; et al.** *Disposición de Planta.* 2007, Lima. Perú. Universidad de Lima.
24. **DUARTE, Daniel.** Ingeniería en alimentos. *Ingeniería en alimentos.* [En línea] 25 de 08 de 2019. <https://repository.urosario.edu.co/items/03984086-e341-4ca1-af5f-66f34469d6c5>.
25. **EGAN, S.** ¿Cuál es la forma adecuada de lavar frutas y verduras? *The New York times.* [En línea] 7 de Julio de 2021. <https://www.nytimes.com/es/2021/07/07/espanol/cual-es-la-forma-adecuada-de-lavar-frutas-y-verduras.html>.
26. **FAO.** <https://www.fao.org>. [En línea] Febrero de 2024. <https://www.fao.org/3/x5062S/x5062S08.htm>.
27. **FAO.** *NORMA GENERAL PARA LOS ADITIVOS ALIMENTARIOS.* [En línea] 16 de Febreo de 2024. [https://www.fao.org/gsfonline/docs/CXS\\_192s.pdf](https://www.fao.org/gsfonline/docs/CXS_192s.pdf).
28. **FAO.** *PRINCIPIOS GENERALES DE HIGIENE DE LOS ALIMENTOS.* [En línea] 16 de Febrero de 2024. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXC%25>.
29. **FISCHER, E.** *Cómo DAR SABOR a las comidas SIN SAL Trucos, recomendaciones y recetas.* . 2020, recetasgratis.
30. **FLESSNER, Heinz.** GOB. [En línea] 17 de Febrero de 2024. [https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/patatas%20fritas\\_tcm30-102460.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/patatas%20fritas_tcm30-102460.pdf).



31. **G, M. M. & ALARCÓN, A.** *Higiene alimentaria para la prevención de trastornos digestivos infecciosos y por toxinas.* 2010, Revista médica Clínica Las Condes, págs. 21(5), 749–755.
  
32. **GARCIA, Gema.** <http://coli.usal.es>. [En línea] 2015. [http://coli.usal.es/web/Guias/pdf/GPCH\\_vegetales\\_iv\\_gama\\_Cat.pdf](http://coli.usal.es/web/Guias/pdf/GPCH_vegetales_iv_gama_Cat.pdf).
  
33. **GARCÍA-MOGOLLÓN, C.; et al.** *Cinética de Secado de Chips de Yuca (Manihot esculenta crantz) en Horno Microondas.* 2016, Revista Técnica, págs. 39(3), 098–103.
  
34. **GIMÉNEZ, A. M.; et al.** *Estrategias para reducir la pérdida y el desperdicio de frutas y hortalizas en las últimas etapas de la cadena agroalimentaria: avances y desafíos.* 2022, Agrociencia Uruguay, pág. 25(NE2).
  
35. **HERNÁNDEZ, Aleida.** <https://www.uaeh.edu.mx>. [En línea] sf. <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa2/n7/p4.html>.
  
36. **JARAMILLO, Felipe.** Análisis de la industria del té y las aromáticas en Colombia. *Análisis de la industria del té y las aromáticas en Colombia.* [En línea] 11 de 02 de 2011. [https://www.researchgate.net/publication/228123111\\_Analisis\\_de\\_la\\_Industria\\_del\\_te\\_y\\_Las\\_Aromaticas\\_en\\_Colombia\\_Turbulence\\_Environment\\_The\\_Case\\_of\\_Tea\\_Industry](https://www.researchgate.net/publication/228123111_Analisis_de_la_Industria_del_te_y_Las_Aromaticas_en_Colombia_Turbulence_Environment_The_Case_of_Tea_Industry).
  
37. **JIMENÈS, Hugo.** Generalidades del cultivo de tè Diplomado en producción sostenible . *Generalidades del cultivo de tè Diplomado en producción sostenible* . [En línea] 11 de 09 de 2018. <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/8726/BVE20037756e.pdf?sequence=1>.
  
38. **MARQUÈZ, Paul.** Yogi tea. *Yogi Tea.* [En línea] 21 de 05 de 2016. <https://www.yogitea.com/es/quienes-somos/mas-que-ecologico/sostenibilidad/nuestro-envase-de-te/>.
  
39. **NEACSU, M.; et al.** *Phytochemical profile of commercially available food plant powders: their potential role in healthier food reformulations.* s.l. : Food chemistry, 179, pp. 159-169., 2015.
  
40. **NÚÑEZ, Lorena.** Universidad Politécnica Salesiana. *Universidad Politécnica Salesiana.* [En línea] 07 de 10 de 2012. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/3254>.

41. **OMS.** Organizaciòn Mundial de la Salud. *Organizaciòn Mundial de la Salud*. [En línea] 2019. <https://www.fao.org/3/ca5162es/ca5162es.pdf>.
42. **ORRERO, Carlos.** <https://www.fontagro.org>. <https://www.fontagro.org>. [En línea] 2017. [/https://www.fontagro.org/wp-content/uploads/2013/01/Cartilla\\_Aprovechamiento-de-Residuos.pdf](https://www.fontagro.org/wp-content/uploads/2013/01/Cartilla_Aprovechamiento-de-Residuos.pdf).
43. **OSORIO, Luis.** Plan de manejo ambiental. *Plan de manejo ambiental*. [En línea] 12 de 06 de 2019. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/25375>.
44. **PÉREZ, M.; et al.** *Factibilidad técnica y económica de la elaboración de espárragos (Asparagus officinalis var. altilis L.): deshidratados en polvo como alternativa agroindustrial de aprovechamiento del descarte*. 2019.
45. **PÈREZ, Valeria.** historia de los orígenes y sus variedades más famosas. *El té: historia de los orígenes y sus variedades más famosas*. [En línea] 20 de 10 de 2016. <https://hipertextual.com/2016/10/el-te-historia-y-tipos>.
46. **REY, Javier.** <https://ciencia.lasalle.edu.co>. <https://ciencia.lasalle.edu.co>. [En línea] 2022. [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1747&context=ing\\_alimentos](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1747&context=ing_alimentos).
47. **SALEHI, F.** Textural properties and quality of meat products containing fruit or vegetable products. [En línea] 2021. <file:///D:/Downloads/jfnr202122-salehi-210830.pdf>.
48. **SÁNCHEZ Bracho.; et al.** *Técnicas e instrumentos de recolección de información: análisis y procesamiento realizado por el investigador cualitativo*. 2021, Revista Científica UISRAEL, págs. 8(1), 107–121.
49. **SANDVIK, M.** AboutEspañol. *Cómo condimentar comidas sin sal*. *aboutespanol*. [En línea] 13 de agosto de 2014. <https://www.aboutespanol.com/como-condimentar-comidas-sin-sal-2123737>.
50. **SEZIN, T., & T. KORAY, P.** *EFFECT OF BAKING AND FRYING METHODS ON QUALITY CHARACTERISTICS OF POTATO CHIPS*. 2017, Research Gate, págs. 43–49.
51. **TIRADO, D. F.; et al.** *Secado de Rodajas de Fruto del Árbol del Pan Mediante la Técnica de Ventana Refractiva*. Tirado, D. F., Acevedo-Correa, D., & Montero-Castillo, P. M. : s.n., 2016, Tecnológicas, págs. 19(36), 103–111.

52. **TREJO-ESCOBAR, D. M.; et al.** *Influencia de Proceso de Fritura al Vacío Sobre la Calidad de Chips de Papa Nativa, Variedad Botella Roja.* 2019, CIT Informacion Tecnologica, págs. 30(5), 67–80.
53. **VENTURA, Salomé.** <https://www.itca.edu.sv>. <https://www.itca.edu.sv>. [En línea] Enero de 2019. <https://www.itca.edu.sv/wp-content/uploads/2021/02/02-Informe-Final-Quimica-Alimentos-2018-PTA-ISBN-impreso-3.pdf>.
54. **WALTER, C. N.** Cómo hacer chips de verduras y frutas en casa. *Cuerpamente.* [En línea] 13 de Junio de 2021. [https://www.cuerpamente.com/recetas-veganas/platos/hacer-chips-verduras\\_8424](https://www.cuerpamente.com/recetas-veganas/platos/hacer-chips-verduras_8424).
55. **ZAMBRANO, Jessenia & CEDEÑO, Johana.** <https://repositorio.esпам.edu.ec>. <https://repositorio.esпам.edu.ec>. [En línea] 2014. <https://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/439/1/TESIS%20GALLETAS.pdf>.



## ANEXOS

### ANEXO A: FORMULACIÓN PARA ELABORAR POLVO FINO MOLIDO

Formulación para hacer polvo fino molido			100
<b>Materia prima (subproductos)</b>		unidad	%
Pieles de frutas y hortalizas	60,00	kg	60
Pulpa de frutas y hortalizas	20,00	kg	20
Semillas de frutas y hortalizas	15,00	kg	15
Otros residuos (tallos, h. pequeñas)	5,00	kg	5
<b>Aditivos</b>			<b>%</b>
Sorbato de potasio	0,3	kg	0,3
Antioxidante (vitamina E)	0,1	kg	0,1

### ANEXO B: FORMULACIÓN PARA HACER TÉ

Formulación para té			100
<b>Materia prima</b>		unidad	%
Pieles de frutas y hortalizas	60,00	kg	60
Pulpa de frutas y hortalizas	20,00	kg	20
Semillas de frutas y hortalizas	15,00	kg	15
Otros residuos (tallos, h. pequeñas)	5,00	kg	5
	0,00		
<b>Aditivos</b>			<b>%</b>
Ácido Ascórbico	0,3	kg	0,3
Extracto de Romero	0,2	kg	0,2

### ANEXO C: FORMULACIÓN PARA HACER SNACKS

Formulación para snacks			100
<b>Materia prima</b>		unidad	%
Pieles de frutas y hortalizas	70	kg	70
Pulpa de frutas y hortalizas	25	kg	25
Semillas de frutas y hortalizas	4	kg	4
Otros residuos (tallos, h. pequeñas)	1	kg	1
Agua	50	L	50
Aceite	36,64	L	40
<b>Aditivos</b>			<b>%</b>
Benzoato de Sodio	0,1	kg	0,1
Antioxidantes (BHA, BHT)	0,02	kg	0,02
Potenciadores de Sabor	0,3	kg	0,3
<b>Especias y sazónadores</b>			<b>%</b>

Pimienta	0,1	kg	0,1
Cúrcuma	0,05	kg	0,05
Paprica	0,2	kg	0,2
Ajo en polvo	0,1	kg	0,1
Cebolla en polvo	0,2	kg	0,2

---

1lt de aceite	0.916 kg
---------------	----------

---

lt	kg	
1	0,92	
40	x	36,64

---

**ANEXO D: CÁLCULO DEL BALANCE DE MASA PARA LA ELABORACIÓN DE POLVO FINO MOLIDO**

<b>ENTRADAS</b>		<b>SALIDAS</b>				
Pieles de frutas y hortalizas	60,00	Recepción de Residuos de FyH				
Pulpa de frutas y hortalizas	20,000		100,00			
Semillas de frutas y hortalizas	15,000	Selección		Cortes, Cáscaras. hojas deterioradas	0,70	0,7 %
Otros residuos (tallos, h. pequeñas)	5,000		99,3			
		Lavado de residuos				
			99,30			
		Clasificación de Residuos para polvo fino molido		Subproductos sin nutrientes	0,20	0,2 %
			99,10			
		Troceado				
			99,10			
		Secado		Agua libre	13,87	14 %
			85,23			
Sorbato de potasio	0,300	Molienda				
Antioxidante (vitamina E)	0,10000		85,63			
		Tamizado y Clasificación		Tamizado y clasificación	0,09	0,1 %
			85,54			

		Envasado en bolsas polipropileno		85,54	Producto final
<b>TOTAL</b>	<b>100,40</b>	<b>TOTAL</b>		<b>100,40</b>	

**ANEXO E: CÁLCULO DEL BALANCE DE MASA PARA LA ELABORACIÓN DE TÉ**

<b>ENTRADAS</b>				<b>SALIDAS</b>		
Pieles de frutas y hortalizas	60,00	Recepción de Residuos de FyH				
Pulpa de frutas y hortalizas	20,00		100,00			
Semillas de frutas y hortalizas	15,00	Selección		Cortes, Cáscaras. hojas deterioradas	0,7	0,7 %
Otros residuos (tallos, h. pequeñas)	5,00		99,3			
		Lavado de residuos				
			99,30			
		Cáscaras, hojas, partes secundarias, residuos de frutas y hortalizas		Cáscaras subóptimas	0,50	0,5 %
			98,80			

		Secado	Agua libre	69,16245	70	%
		29,64				
		Trituración	Trituración	0,030	0,1	%
		29,61				
Ácido Ascórbico	0,30	Mezclado				
Extracto de Romero	0,20	30,11				
		Envasado en bolsas de té				
		30,11		30,11		% Producto final
<b>TOTAL</b>	<b>100,50</b>		<b>TOTAL</b>	<b>100,50</b>		

#### ANEXO F: CÁLCULO DEL BALANCE DE MASA PARA LA ELABORACIÓN DE SNACKS

ENTRADAS		SALIDAS	
Pieles de frutas y hortalizas	70,00	Recepción de Residuos de FyH	
Pulpa de frutas y hortalizas	25,00		100,00



Semillas de frutas y hortalizas	4,00
Otros residuos (tallos, h. pequeñas)	1,00

Selección

Cortes, Cáscaras. hojas deterioradas

0,7

0,7

%

99,3

Lavado de residuos

99,30

Cortes no utilizados o partes secundarias de frutas y hortalizas

Cortes

0,30

0,3

%

99,00

Agua	50,00
------	-------

Blanqueado

149,00

Secado

Agua libre

89,401

60

%

59,60

Aceite	36,64
--------	-------

Fritura

96,24

Drenaje y enfriado

Aceite

35,907

98

%

60,33

Total de Aditivos	0,42
-------------------	------

Condimentación

61,40

Total de Especies	0,65
-------------------	------

Envasado en bolsa polipropileno

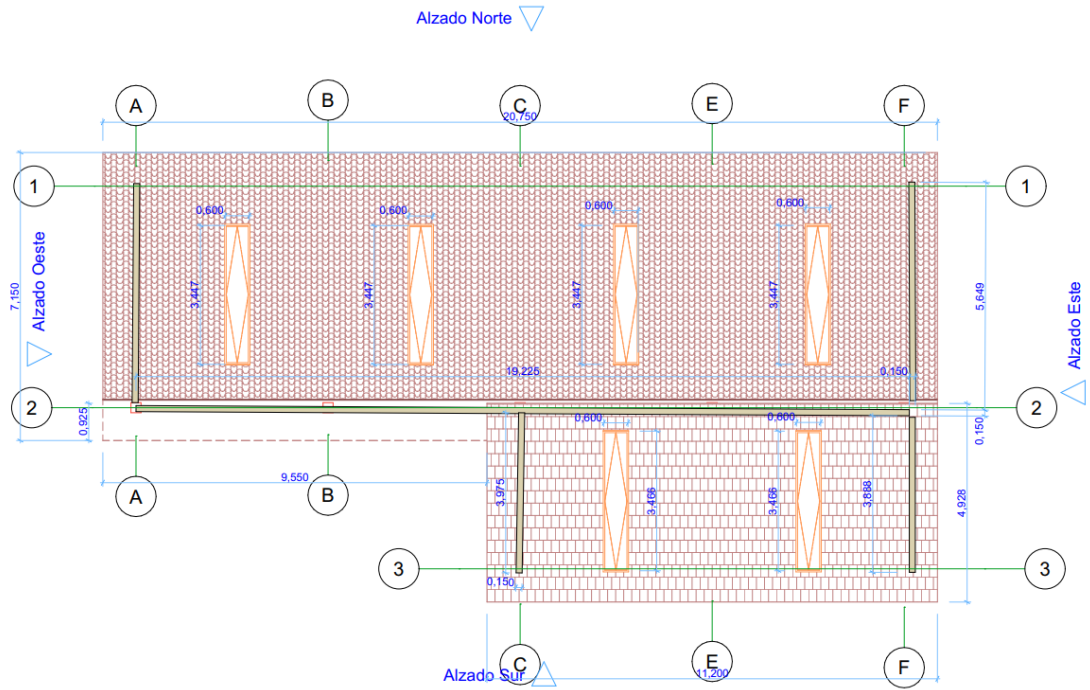
61,40

Producto final

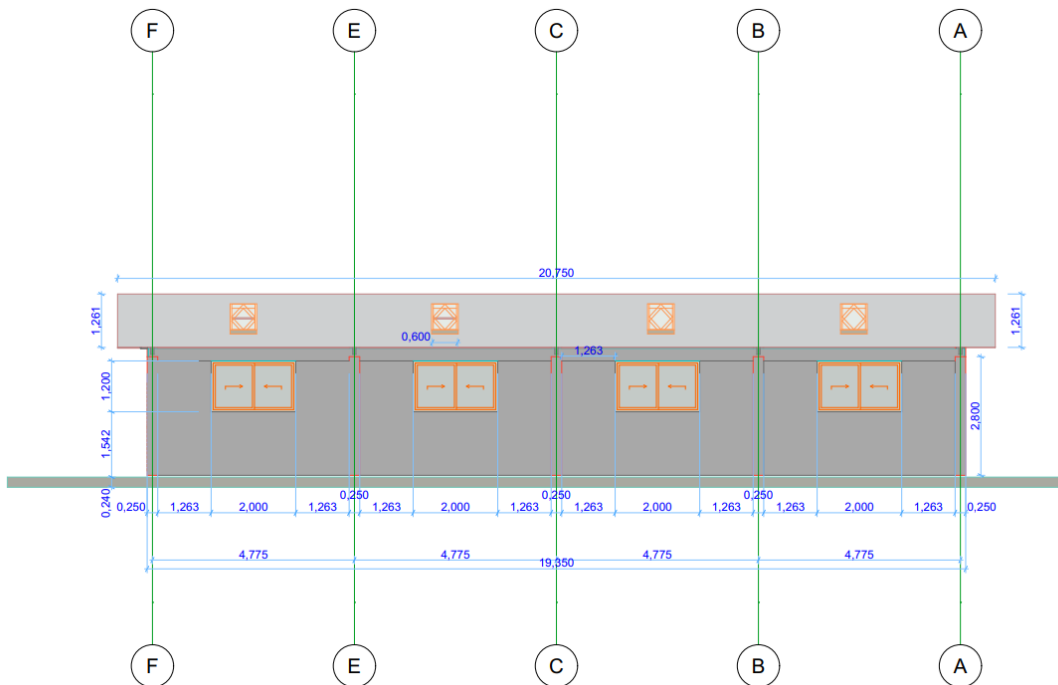
<b>TOTAL</b>	<b>191,07</b>
--------------	---------------

<b>TOTAL</b>	<b>191,07</b>
--------------	---------------

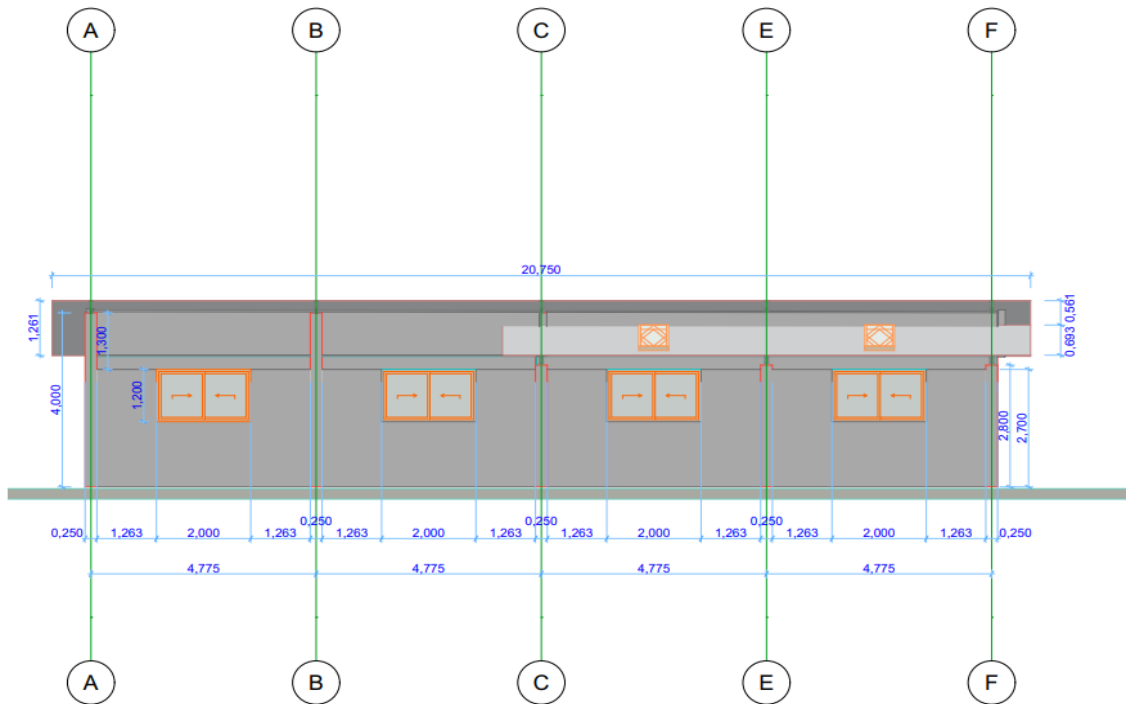
## ANEXO G: PISO 1



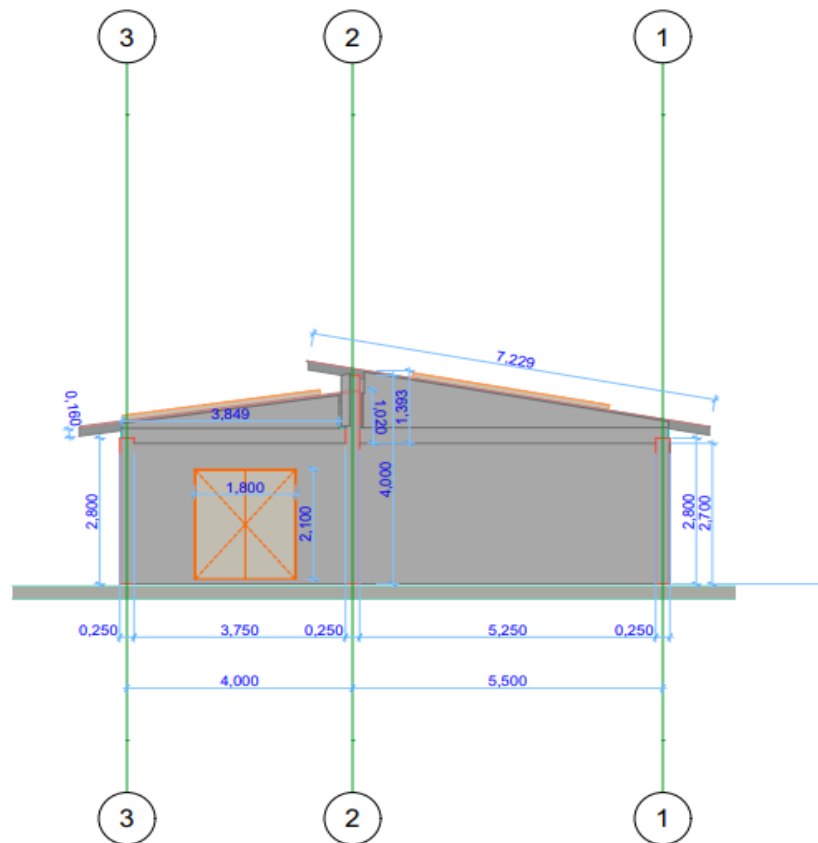
## ANEXO H: ALZADO NORTE



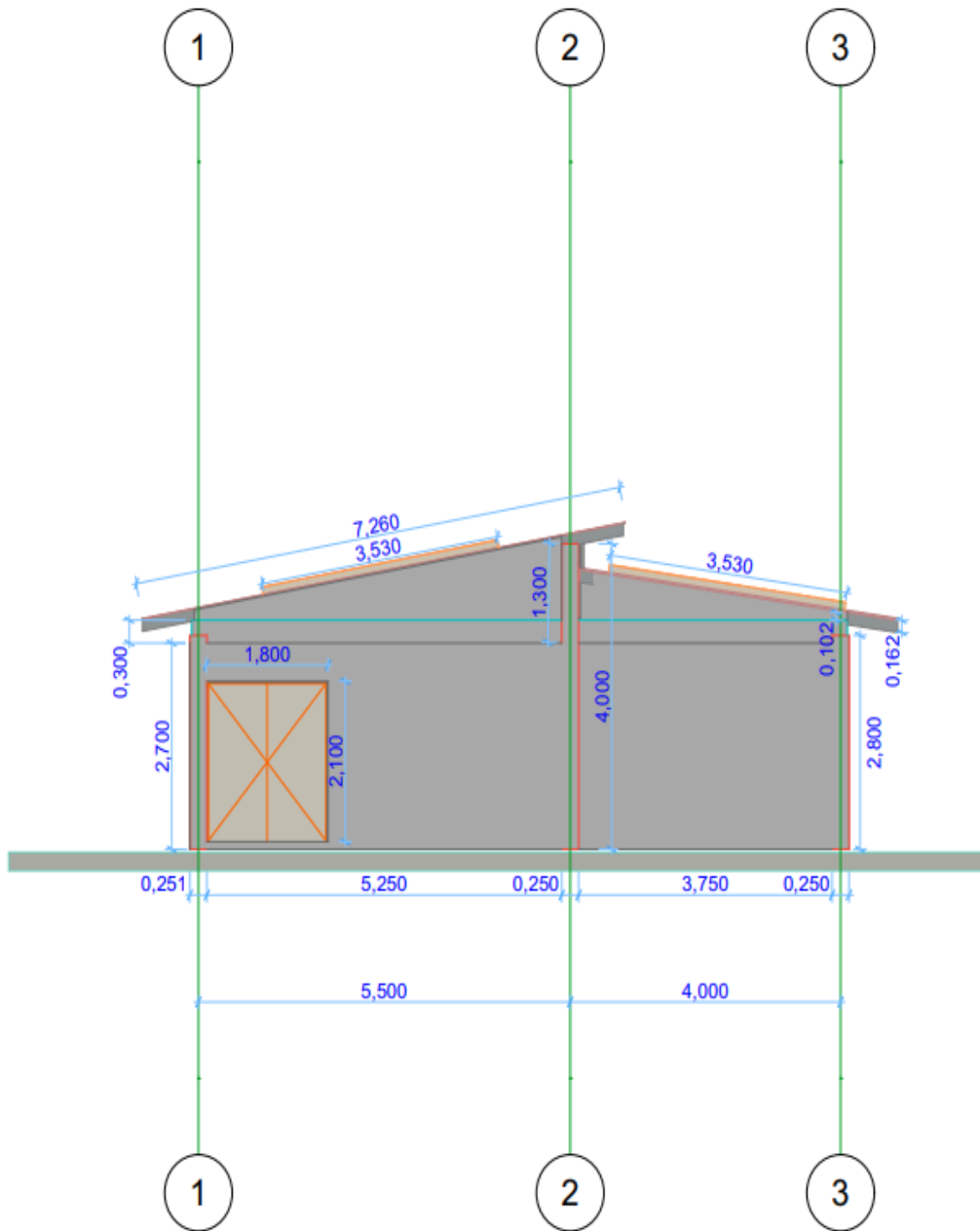
### ANEXO I: ALZADO SUR



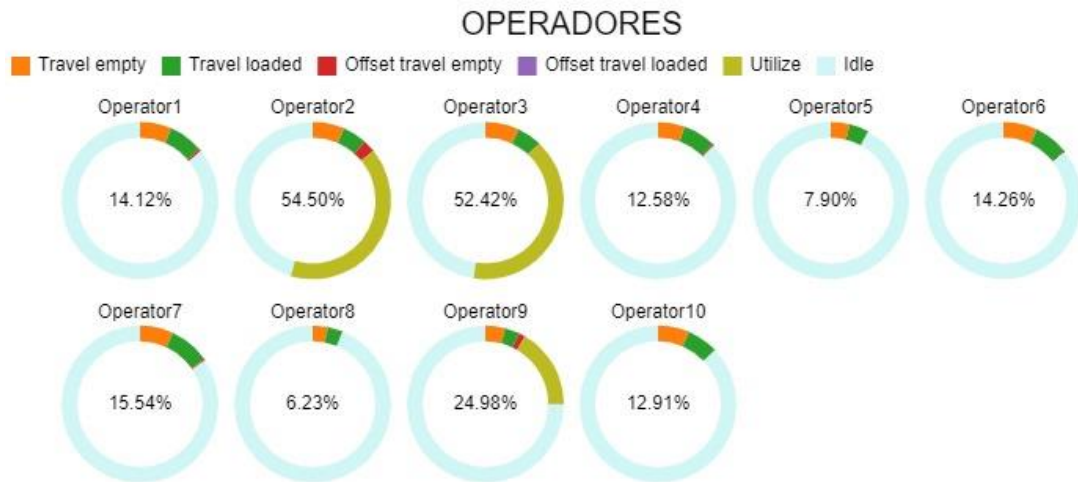
### ANEXO J: ALZADO ESTE



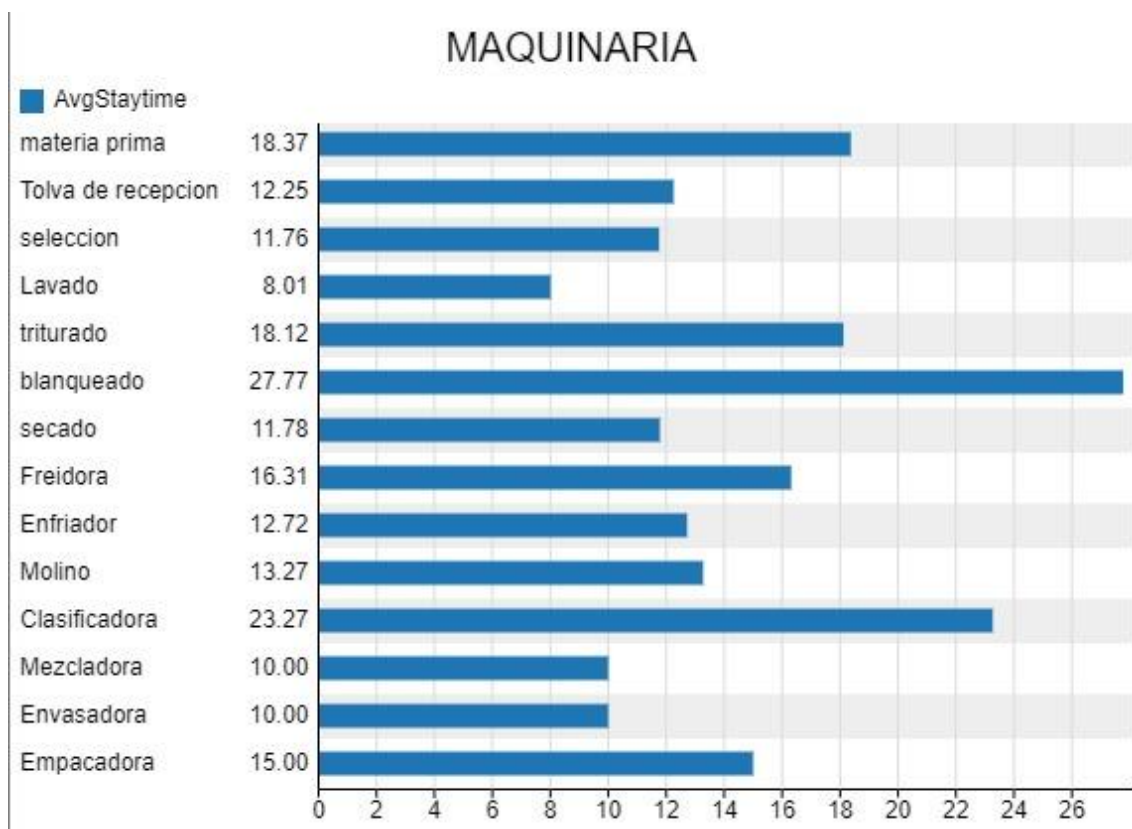
**ANEXO K: ALZADO OESTE**



**ANEXO L: DATOS RESULTANTES DE LOS OPERARIOS EN LA SIMULACIÓN DE FLEXSIN EN UN PERIODO DE 8 HORAS (8:00 AM-16:00 PM).**



**ANEXO M: DATOS RESULTANTES DE LOS EQUIPOS EN LA SIMULACIÓN DE FLEXSIN EN UN PERIODO DE 8 HORAS (8:00 AM-16:00 PM).**



<b>TOLVA DE RECEPCIÓN</b>	<b>PRECIO REFERENCIAL:</b> <b>\$ 550</b>
	<b>MATERIAL:</b> Acero inoxidable
	<b>CARACTERÍSTICAS</b> Tamaño: 200X100X100cm Peso: 68.000 kilogramos
	<b>APLICACIÓN:</b> La tolva de recepción es un equipo esencial para el manejo eficiente de materiales a granel. Diseñada para recibir, almacenar temporalmente y descargar productos de manera controlada, esta tolva robusta y versátil se adapta a diversas industrias y aplicaciones.
	<p>Características Principales:</p> <p>Construcción: Fabricada en acero inoxidable de grado alimenticio/industrial (AISI 304/316), garantizando durabilidad, resistencia a la corrosión y fácil limpieza.</p> <p>Diseño:</p> <p>Forma tronco-piramidal para facilitar el flujo del material.</p> <p>Boca superior amplia para recepción eficiente desde camiones, cintas transportadoras, etc.</p> <p>Boca inferior con compuerta/tajadera ajustable para controlar el caudal de descarga.</p>
	<p><b>FICHA TÉCNICA COMPLETA:</b></p> <p><a href="https://lc.cx/507-gx">https://lc.cx/507-gx</a></p>

**ANEXO N: FICHAS TÉCNICAS DE LA MAQUINARIA**

## CLASIFICADOR



## PRECIO REFERENCIAL:

\$ 4200

### MATERIAL:

Acero inoxidable

### CARACTERISTICAS

**Voltaje** 380V/50HZ

**Fuerza** 750

**Dimensión**(largo\* ancho\* alto)  
3750\*1120\*870mm

**Función de la maquinaria**  
clasificación

### APLICACIÓN:

La clasificadora es un equipo indispensable para separar y categorizar materiales a granel según sus características físicas, como tamaño, forma, peso o densidad. Diseñada para optimizar procesos industriales y agrícolas, esta máquina robusta y eficiente garantiza la calidad y uniformidad de los productos finales.

Características Principales:

Mecanismo de clasificación:

Tamizado: Mallas vibratorias o giratorias con diferentes aberturas para separar por tamaño.

Ventilación: Corriente de aire controlada para separar por peso y densidad.

Magnético: Imanes para separar materiales ferrosos.

Óptico: Sensores para detectar y separar por color o características visuales.

Construcción: Acero inoxidable de grado alimenticio/industrial (AISI 304/316) para garantizar durabilidad, higiene y resistencia a la corrosión.

### FICHA TÉCNICA COMPLETA:

<https://lc.cx/7Y33W>

**LAVADORA GENERAL DE ALIMENTOS**



**PRECIO REFERENCIAL:**

**\$ 4200**

**MATERIAL:**

Acero inoxidable

**CARACTERISTICAS**

Dimensiones: 175 de largo, 110 de ancho y 110 de alto

Peso: 160 kg

Capacidad de producción: de 20 a 40 kg por carga

Tiempo de lavado: de 3 a 5 minutos por carga

Poder de la bomba de aire: 1,5 Kw

Poder de la bomba de ciclo: 1,5 Kw

Poder de la correa: 0,18 Kw

Alimentación: 220VAC

**APLICACIÓN:**

Esta es una máquina que todas las partes en contacto con el alimento está fabricada en acero inoxidable. Está diseñada para lavado general de todo tipo de alimentos tales como vegetales y frutas, mariscos, hígado, carnes, etc. Retira completamente cualquier impureza como tierra, barro con bastante precisión, para que pueda cumplir los requerimientos de la cocina. Panel de control de fácil uso, indica en forma anticipada al operador cuando va a iniciar un ciclo de lavado. Ajuste del ciclo de lavado, control de tiempo de lavado.

Contiene un sistema de colador que retira el agua de los alimentos y luego tiene un sistema de volcamiento que permite al operador retirar los alimentos lavados sin necesidad de tocarlos.

**FICHA TÉCNICA COMPLETA:**

[https://lc.cx/\\_7Y33W](https://lc.cx/_7Y33W)



**TRITURADORA DE HORTALIZAS****PRECIO REFERENCIAL:**

\$ 970

**MATERIAL:**

Acero inoxidable

**CARACTERISTICAS**

**Potencia** 0,55 kW  
**Tensión** 230 V  
**Frecuencia** 50 Hz  
**Presión de trabajo** 6 bares  
**Consumo de aire** 61.200 NL/h  
**Medidas** 2000 x 940 x 1700 mm  
**Peso** 460 kg  
**Altura de entrada/carga** 900 mm  
**Altura de salida/descarga** 700 mm  
**Otro** **Diámetro de la materia prima** máx. 85 mm  
**Altura de la materia prima** máx. 140 mm  
**Ciclos por hora** máx. 180  
**Grosor de corte mín.** 5,2 mm (pasos de 1 mm)

**APLICACIÓN:**

La Tona Rapid puede procesar productos de un tamaño máximo de 85 mm de diámetro y 140 mm de altura. La cortadora es ideal para frutas y vegetales como, por ejemplo, manzanas, limones, pimientos o pepinos, que deben permanecer en una orientación determinada durante el proceso de corte para obtener un resultado ideal. Como resultado se obtienen, según el segmentador, frutas y vegetales descorazonados y cortados en rodajas, gajos (cuartos, octavos, etc.) o bastones.

Los productos se posicionan de forma manual a lo largo de ambas filas de sujetadores y luego se transportan en esta orientación para iniciar el proceso de corte. El proceso de corte automático funciona de manera neumática, después se separa el producto del desecho al salir de la máquina.

**FICHA TÉCNICA COMPLETA:**

<https://fairuzequiposecuador.com/producto/cortadora-de-vegetales-electrica/>

**BANDA DE SECADO****PRECIO REFERENCIAL:**

\$ 800

**MATERIAL:**

Acero inoxidable

**CARACTERISTICAS**

Dimensiones: 175 de largo, 110 de ancho y 110 de alto

Peso: 160 kg

Capacidad de producción: de 20 a 40 kg por carga

Tiempo de lavado: de 3 a 5 minutos por carga

Poder de la bomba de aire: 1,5 Kw

Poder de la bomba de ciclo: 1,5 Kw

Poder de la correa: 0,18 Kw

Alimentación: 220VAC

**APLICACIÓN:**

Esta es una máquina que todas las partes en contacto con el alimento está fabricada en acero inoxidable. Está diseñada para lavado general de todo tipo de alimentos tales como vegetales y frutas, mariscos, hígado, carnes, etc. Retira completamente cualquier impureza como tierra, barro con bastante precisión, para que pueda cumplir los requerimientos de la cocina. Panel de control de fácil uso, indica en forma anticipada al operador cuando va a iniciar un ciclo de lavado. Ajuste del ciclo de lavado, control de tiempo de lavado.

Contiene un sistema de colador que retira el agua de los alimentos y luego tiene un sistema de volcamiento que permite al operador retirar los alimentos lavados sin necesidad de tocarlos.

**FICHA TÉCNICA COMPLETA:**

<https://lc.cx/DJisKy>

## MOLINO



## PRECIO REFERENCIAL:

\$ 750

### MATERIAL:

Acero inoxidable

### CARACTERISTICAS

**Dimensiones** 14,96"l. x 7,87"an. x 15,75"al.  
**del** pulgadas  
**producto**

**Capacidad** 15 kilogramos

### APLICACIÓN:

Los materiales secos pueden ser triturados por este molinillo de granos comercial. Condimento, especias (pimienta, anís estrellado...) , cereales (arroz, soja, frijol rojo...) , medicina tradicional china (ginseng...). Pero recuerde no aplastar materiales pegajosos o húmedos como nueces, sésamo, cacahuetes, etc.)

Al cambiar varios tipos de pantallas de malla, la finura se puede cambiar de varios mm a polvo fino. El rendimiento de trituración gruesa es 1 ~ 33.1 lbs/h y el de trituración fina es 1 ~ 6.6 lbs/h. Se recomienda usarlo en 15 minutos a la vez, y reposar durante diez minutos después de 2 horas de uso

Aplicación adecuada: es aplastado por el impacto del columpio de martillo. Es perfecto para la producción de pequeñas cantidades de 1 a 33.1 lbs por día para el estudio de laboratorio. Este molinillo de martillo también se puede utilizar como equipo de producción a pequeña escala, desde molienda gruesa hasta micromolienda. Si necesitas moler una cantidad más grande, puedes elegir un molinillo continuo de 44.1 lbs/h, también será más rápido

### FICHA TÉCNICA COMPLETA:

<https://lc.cx/MQeV1y>

## CLADIFICADORA DE HARINA



## PRECIO REFERENCIAL:

\$

### MATERIAL:

Acero inoxidable

### CARACTERISTICAS

**Voltaje** 220V/380V/415V

**Dimensión** (largo\* ancho\* alto)  
2500\*900\*1600mm

**Material** Acero al carbono Q235

**Motor** Motor vibratorio vertical

### Función

Cribado\separación\clasificación\tamizado

### APLICACIÓN:

La tamizadora es una máquina esencial para separar y clasificar partículas sólidas según su tamaño. Mediante un sistema de mallas vibratorias o giratorias, este equipo garantiza la uniformidad y calidad de los productos, optimizando procesos en diversas industrias.

### Características Principales:

Sistema de tamizado:

Mallas intercambiables: Variedad de tamaños de abertura para adaptarse a diferentes granulometrías.

Movimiento vibratorio/giratorio: Asegura una distribución uniforme del material y un tamizado eficiente.

Materiales de malla: Acero inoxidable, nylon, poliéster, etc., según el producto a tamizar.

### FICHA TÉCNICA COMPLETA:

<https://lc.cx/LKmZ2L>

## EMPACADORA



**PRECIO REFERENCIAL:**

\$ 1300

### **MATERIAL:**

Acero inoxidable

### **CARACTERISTICAS**

**Las dimensiones:** 30 cm a 50 cm de largo, 40 cm a 60 cm de ancho y 80 cm a 100 cm de altura

**Capacidad de producción:** 100kg por lote

**Método de Sellado:** Utiliza sellado por calor para cerrar herméticamente las bolsas y mantener la frescura del producto durante un período prolongado.

**Control Automático:** Equipada con sistemas de control automático para monitorear y ajustar los parámetros del proceso de empaquetado.

### **APLICACIÓN:**

Las empacadoras CHOCOCHIP PACKER se utiliza para envasar grageas, chips, granulados, etc. Son empacadoras controladas enteramente por PLC y pantalla de color. Conforman en forma automática las bolsas, las llena, sella, corta, imprime el número de lote, y hace la trama para el rasgado para fácil apertura, etc. Adoptando los métodos medidores de volumen del tipo cavidad, lográndose exactitud en el peso.

Los controles por PLC actúan sobre elementos neumáticos en una operación simple, proporcionando un funcionamiento estable y calidad confiable. Su tecnología fotoeléctrica única garantiza bolsas de medida exacta e impresión centrada. Las cantidades de empaquetado no tienen ninguna variación dentro del rango especificado. La máquina tiene un aspecto elegante, construida de acero inoxidable, acorde para productos alimenticios.

### **FICHA TECNICA COMPLETA:**

<https://lc.cx/YSXqWe>

**EMPACADORA DE BOLSAS DE TÉ****PRECIO REFERENCIAL:****\$ 4200****MATERIAL:**

Acero inoxidable

**CARACTERÍSTICAS**

<b>Material</b>	Plástico/Metal
<b>Modos de sellado</b>	seco humedo
<b>Cantidad de bolsas incluidas</b>	10
<b>Peso</b>	5.4 kg

**Características Principales:**

Sellado hermético: Sellado por calor o ultrasonido para asegurar la frescura y conservación del producto.

Formatos de bolsita: Capacidad para producir bolsitas tipo filtro, piramidales, con o sin etiqueta, y otros formatos personalizados.

Materiales de bolsita: Compatible con diferentes materiales, como papel filtro, nylon, telas no tejidas, malla biodegradable, etc.

Velocidad de producción: Adaptable a diferentes volúmenes de producción, desde modelos compactos para pequeñas empresas hasta equipos de alta velocidad para grandes industrias.

**FICHA TÉCNICA COMPLETA:**<https://lc.cx/V51xvd>

## BLANQUEADORA



## PRECIO REFERENCIAL:

\$ 3200

### MATERIAL:

Acero inoxidable

### CARACTERISTICAS

**Capacidad máxima: 50 kg y 100 kg por lote.**

**Dimensiones: 1 metro y 3 metros de longitud y entre 0.5 metros y 1 metro de diámetro.**

**Peso: 100 kg y 500 kg.**

### APLICACIÓN:

El blanqueado en los productos se lleva a cabo por la función de escaldado en espiral, inhibir la actividad enzimática de la fruta y verdura para mantener la fruta y verdura de color fresco, el olor verde vegetal y mantener el perfume, mejorar la flexibilidad celular, la evaporación de la humedad, para el siguiente procedimiento de trabajo de los requisitos del proceso, que ha sentado una buena base que efectivamente puede mejorar la calidad, calidad estable, mejorar la eficiencia, ahorro de mano de obra, reducir el consumo de energía y reducir los costos de producción.

El cuerpo del tanque de agua está diseñado con tapa de vapor sellada con agua, y ambos lados están diseñados con puertas sanitarias y de limpieza, que pueden ser fácilmente encendidas y apagadas. La transmisión adopta un reductor de rueda de aguja cicloidal, y el tiempo de escaldado se ajusta por conversión de frecuencia.

### FICHA TÉCNICA COMPLETA:

<https://www.directindustry.es/prod/tablanli-makina-san-ve-tic-ltd-sti/product-4560632-2535104.html>

**FREIDORA****PRECIO REFERENCIAL:****\$ 2300****MATERIAL:**

Acero inoxidable

**CARACTERISTICAS**

Freidora industrial IMPERIAL IFS-40, de fabricación americana; capacidad para 40 lbs. de grasa; canastilla doble de alambre cromado; calentamiento a gas; capacidad de calentamiento 105.000 BTU. Tanque; frente y laterales fabricados de acero inoxidable.

**APLICACIÓN:**

Características Principales:

Gran capacidad: Tanques de aceite de diferentes tamaños (desde 10 hasta 80 litros o más) para adaptarse a sus necesidades de producción.

Calentamiento rápido y uniforme: Quemadores de alta potencia (gas o eléctricos) para alcanzar y mantener la temperatura de fritura ideal.

Control preciso de temperatura: Termostatos digitales o analógicos para un control preciso y seguro de la temperatura del aceite.

Zonas frías: Áreas en la base del tanque donde se acumulan los residuos de alimentos, prolongando la vida útil del aceite.

Sistemas de filtrado: Filtros de aceite integrados o externos para mantener el aceite limpio y libre de impurezas.

Canastillas de acero inoxidable: Resistentes y fáciles de limpiar, diseñadas para sumergir y retirar los alimentos del aceite de forma segura.

Materiales de construcción: Acero inoxidable de grado alimenticio (AISI 304) para garantizar durabilidad,

**FICHA TÉCNICA COMPLETA:**

<https://www.termalimex.com/product/freidora-40-lbs/>



**Enfriador****PRECIO REFERENCIAL:****\$ 2400****MATERIAL:**

Acero inoxidable

**CARACTERISTICA**

De fabricación italiana con interior de acero inoxidable y exterior de acero laminado.

Capacidad de abatimiento positivo 12 Kg de +70 grados a Centígrados a +3 grados Centígrados en 120 minutos; abatimiento negativo 9 Kg de +70 grados Centígrados a -20 grados Centígrados en 240 minutos; rack para 5 bandejas 1/1 Y 60 x 40 cm .Sistema defrost.

Especificación eléctrica 220/60/1

**APLICACIÓN:**

Enfriamiento Ultrarrápido: Reduce la temperatura de los alimentos de +90°C a +3°C en menos de 90 minutos, inhibiendo el crecimiento bacteriano y preservando la frescura y sabor de los alimentos.

Control de Temperatura Preciso: Panel de control digital intuitivo para ajustar y monitorear la temperatura con precisión.

Funciones de Abatimiento y Congelación: Permite seleccionar entre diferentes modos de enfriamiento según las necesidades específicas.

Construcción Robusta: Fabricado en acero inoxidable de alta calidad para garantizar durabilidad y resistencia a la corrosión.

Fácil Limpieza: Diseño higiénico con bordes redondeados y superficies lisas para facilitar la limpieza y desinfección.

**FICHA TÉCNICA COMPLETA:**

<https://www.termalimex.com/product/enfriador-rapido-5-bandejas/>

## MEZCLADORA



## PRECIO REFERENCIAL:

\$ 2249,9

### MATERIAL:

Acero inoxidable

### CARACTERISTICAS

Dimensiones: 31,5" largo x 43,3" ancho x 40,1" alto

Voltaje: 110V

Potencia: 2.2KW

Capacidad del barril: 60L

Velocidad del tanque: 12-13RPM

### APLICACIÓN:

Este equipo se utiliza principalmente para la mezcla uniforme de materiales en polvo o trozos de tamaño promedio, adecuado para varios materiales en polvo, granulares, escamas, grumos y viscosos.

### DESCRIPCION:

El tambor puede girar 360° para una agitación rápida y una mezcla más uniforme. Funcionamiento cíclico, alta eficiencia de mezcla, hecho de acero inoxidable, paredes interiores y exteriores pulidas, aspecto hermoso, fácil de limpiar. Puerto de descarga de válvula de mariposa: el puerto de descarga tipo válvula de mariposa es conveniente para descargar y puede controlar la velocidad de descarga. La junta de goma de la válvula de mariposa tiene un buen efecto de sellado y no gotea.

### FICHA TECNICA COMPLETA:

<https://www.amazon.com/-/es/INTSUPERMAI-Mezcladora-inoxidable-part%C3%ADculas-alimenticio/dp/B09KTV15GP?th=1>

## CAMARA FRIGORIFICA DE ALIM



**ENTOS**

**PRECIO REFERENCIAL:**

**\$754**

### **MATERIAL:**

Acero inoxidable, material aislante

### **CARACTERISTICAS**

**Temperatura** -40°C ~ +20°C

**Grosor del panel** 100 mm, 200 mm, 120 mm, 75 mm, Otros, 50 mm, 150 mm

**Capacidad de enfriamiento** 5 toneladas

### **Componentes principales:**

**Estructura:** Generalmente construida con paneles aislantes (poliuretano, poliestireno extruido) para minimizar la transferencia de calor con el exterior. Puede variar en tamaño desde pequeñas unidades domésticas hasta grandes instalaciones industriales.

**Sistema de refrigeración:** Compuesto por un compresor, condensador, válvula de expansión y evaporador. Este sistema extrae el calor del interior de la cámara y lo disipa en el exterior, manteniendo la temperatura deseada.

**Sistema de control:** Permite regular y monitorear la temperatura, humedad y otros parámetros relevantes para garantizar las condiciones óptimas de almacenamiento.

**Puerta(s):** Herméticas y aisladas para evitar la entrada de aire caliente y la pérdida de frío.

Pueden ser abatibles, correderas o enrollables.

**Iluminación:** Generalmente LED, diseñada para resistir las bajas temperaturas y minimizar la generación de calor.


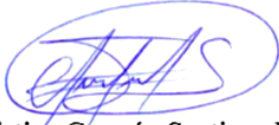
### **FICHA TÉCNICA COMPLETA:**

<https://n9.cl/yv1x0>



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA**  
**NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO**

**Fecha de entrega:** 09/07/2024

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Adriana Estefania Armijo Rea
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Ciencias Pecuarias
<b>Carrera:</b> Agroindustria
<b>Título a optar:</b> Ingeniera Agroindustrial
 Ing. Byron Fernando Castillo Parra, Mg. <b>Director del Trabajo de Integración Curricular</b>
 Ing. Cristian Germán Santiana Espín, Mg. <b>Asesor del Trabajo de Integración Curricular</b>